

GÉOLOGIE STRUCTURALE (PALÉONTOLOGIE). — Age pliocène de la formation Remedios, dans l'Altiplano bolivien. Caractères de la tectonique pliocène.

Note de Alain Lavenu, présentée par Georges Millot.

Remise le 17 septembre 1984.

La formation Remedios, située dans le centre de l'Altiplano bolivien et jusqu'à présent attribuée au Quaternaire, s'avère, grâce à la découverte de Mammifères fossiles, appartenir au Pliocène. Une étude tectonique montre que ces sédiments sont affectés par les mêmes déformations que celles des autres formations du même âge, déjà analysées.

*STRUCTURAL GEOLOGY (PALEONTOLOGY).* — Pliocene Age of the Remedios Formation in the Bolivian Altiplano. Characteristics of the Pliocene Tectonics.

*In the centre of the Bolivian Altiplano, the Remedios formation has been assigned, up to the present, to the Quaternary. But, the discovery of fossil mammals indicates a Pliocene age for this formation. A structural analysis shows that the Pliocene tectonics hit the Remedios formation.*

Au centre de l'Altiplano bolivien, au Sud d'Oruro, s'étend le bassin du lac Poopo, terminaison du système endoréique de l'Altiplano nord ( *fig. A* ).

Ce bassin est bordé, à l'Est, par l'important relief de faille de la Cordillère Orientale [1] qui limite le lac Poopo et, à l'Ouest, par la terminaison sud des « Serranias » de Corque-Andamarca. A l'Ouest, c'est entre les « Serranias » et la rive occidentale du lac, qu'affluent les sédiments de la formation Remedios ( *figuré 2, fig. A* ). On les trouve, selon les cartes géologiques au 1/100 000, depuis 18°15 S (zone de Corque) jusqu'à 19° S au niveau d'Orinoca ( *fig. A* ). Vers le centre du bassin, en aval, la formation Remedios est finement litée, montrant une alternance de sables ocre rouge et de passées blanches plus argileuses. On y note l'intercalation de quelques niveaux de tuf et de dépôts volcaniques remaniés. Parfois, lorsque l'on se rapproche des reliefs des « Serranias » (par exemple à Orinoca), entre la formation Remedios *s. s.* et les reliefs, des sédiments à faciès différents apparaissent : ce sont des conglomérats, mal lités, de couleur verdâtre. Ces conglomérats s'intercalent, vers l'aval, dans les sédiments fins et mieux lités du centre du bassin ( *f. Remedios s. s.* ) dont on ne connaît pas l'épaisseur. C'est la même disposition que l'on retrouve dans le Pliocène du bassin de La Paz ([2] à [4]).

I. DATATION. — Des recherches paléontologiques (<sup>1</sup>), faites près de Corque (18°22 S-67°36 W) et près d'Orinoca (18°58 S-67°15 W), ont permis de découvrir des restes de Mammifères fossiles. Cette faune, dont l'étude a été commencée en 1976 par C. Villarroel, paléontologiste au Service géologique national de Bolivie, a donné les fossiles suivants :

- Toxodontidae : *Posnanskytherium*;
- Mylodontidae : semblable à la forme pliocène de Ayo Ayo, Vizcachani [5];
- Macrauchenidae : qui, par la taille, serait pliocène.

Ainsi, grâce à cet ensemble faunique, cette formation qui jusqu'ici était attribuée au Quaternaire, s'avère être plus ancienne et appartenir au Pliocène, comme les formations voisines d'Umala, d'Ayo Ayo et de La Paz plus au Nord.

Près du village de Culluri, la formation pliocène est surmontée par des dépôts sableux et diatomitiques attribués au Quaternaire : ce sont des sédiments lacustres ou éoliens. Trois épisodes lacustres succèdent au Pliocène :

— l'épisode le plus ancien, dans les dépôts duquel nous avons trouvé une mâchoire de Camélidé (détermination C. Villarroel) indiquant un âge quaternaire;

— l'épisode intermédiaire qui se rapporte à la période lacustre Minchin, bien définie dans l'Altiplano ([6], [7]), antérieur à 27 000 ans B.P. [8];

— l'épisode récent, le lacustre Tauca, daté aux environs de 12 000 ans B.P. [8].

Les sédiments de l'épisode lacustre Minchin, très riches en restes de Vertébrés fossiles, ont été parfois confondus avec ceux de la formation Remedios, ce qui a entraîné l'idée de l'appartenance de cette formation au Quaternaire.

II. ANALYSE TECTONIQUE. — Le trait le plus marquant de la déformation de cette série pliocène réside dans le fait qu'à certains endroits (partie nord des affleurements), les couches sont redressées à la verticale et présentent même parfois des renversements de pendage (point 1, *fig. B*). Par contre, lorsque l'on se dirige vers le centre du bassin, à l'Est, la série devient monoclinale, avec un très faible pendage vers l'Est (5 à 10° en moyenne). Elle disparaît rapidement sous la couverture quaternaire. A l'Ouest, le contact entre la formation Remedios et les séries plus anciennes apparaît soit comme une discordance (au Sud vers Andamarca-Orinoca), soit comme un contact anormal inverse (au Nord) avec vergence vers l'Est. Généralement, le Pliocène est séparé des séries anciennes par un niveau plus ou moins important de gypse et d'argile versicolore, d'âge inconnu. Les cartes géologiques au 1/100 000 de Corque et Choqueta mentionnent une discordance angulaire à l'intérieur de la formation Remedios. En fait, cette discordance n'existe pas : il n'y a pas de différence lithologique d'un membre à l'autre, ni de changement dans la direction des couches, mais uniquement un changement brusque de pendage de la série à l'occasion d'un pli-faille, bien visible au Nord de Culluri (*fig. A*). La série « supérieure », comme nous l'indiquions précédemment, a pu être confondue, à certains endroits, avec les sédiments lacustres Minchin qui viennent, à l'occasion de ce pli, en discordance angulaire sur la formation Remedios « inférieure ».

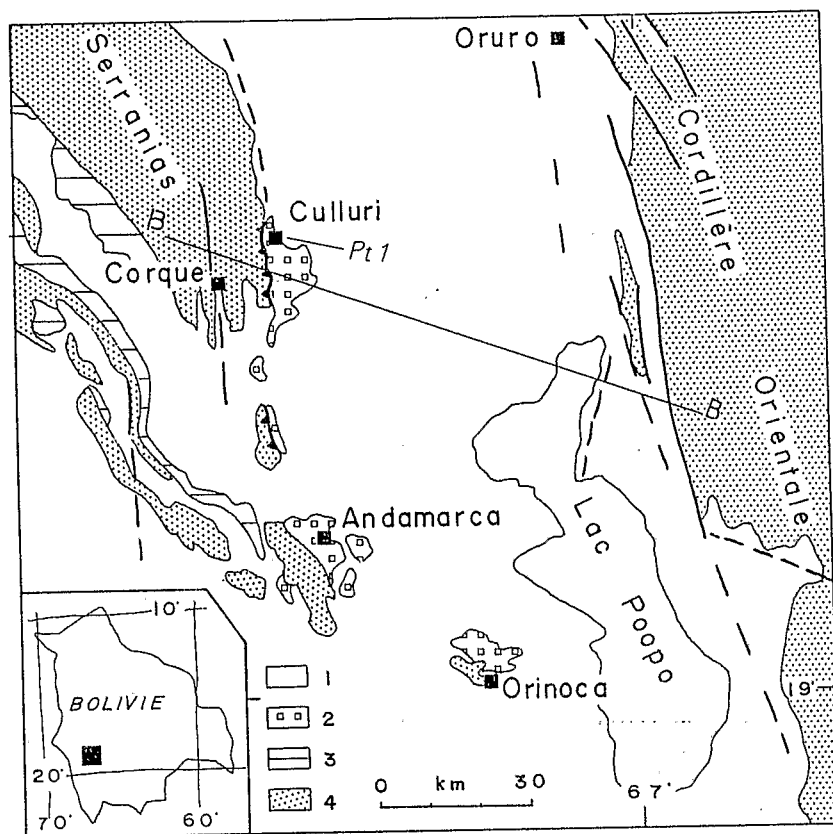
L'ensemble des mesures de stratification montre (*fig. C<sub>1</sub>*) que la direction de l'axe du plissement est proche de NNW-SSE. La direction de compression Z est donc approximativement N 075. Ceci est en accord avec toutes les mesures qui ont pu être faites jusqu'à maintenant dans le Pliocène du Nord de l'Altiplano ([9], [10]).

Une analyse des microfailles (failles inverses, décrochements) fait apparaître localement une direction de compression Z = ENE-WSW (*fig. C<sub>2</sub>*) antérieure aux dépôts lacustres pléistocènes sus-jacents. De rares failles normales affectent aussi la série pliocène. Nous n'avons pas pu déterminer la chronologie relative compression/extension. L'analyse de ces quelques failles permet de déterminer des directions d'extension X = EW et X = NS. Dans le reste de l'Altiplano, l'extension EW est syn- et/ou post-pliocène. L'extension NS est pléistocène.

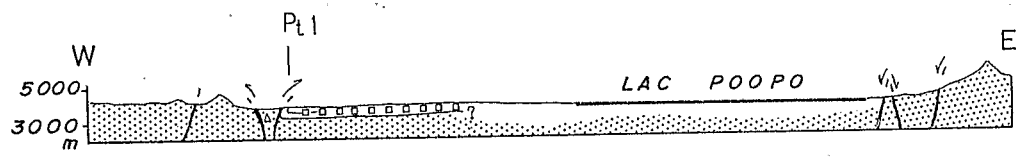
#### EXPLICATION DES FIGURES

A, croquis géologique : 1, Quaternaire; 2, formation Remedios; 3, Pliocène déjà reconnu; 4, terrains anté-pliocènes. B, coupe schématique EW à travers le bassin du lac Poopo. C, la compression pliocène. C<sub>1</sub>, plissement, avec Z = N 075 (points : pôles de stratification), b, axe du plissement. C<sub>2</sub>, microfailles inverses et décrochements, avec Z = NE-SW (région en noir : compression, région en pointillés : extension; méthode des dièdres droits, canevas de Schmidt, hémisphère inférieur).

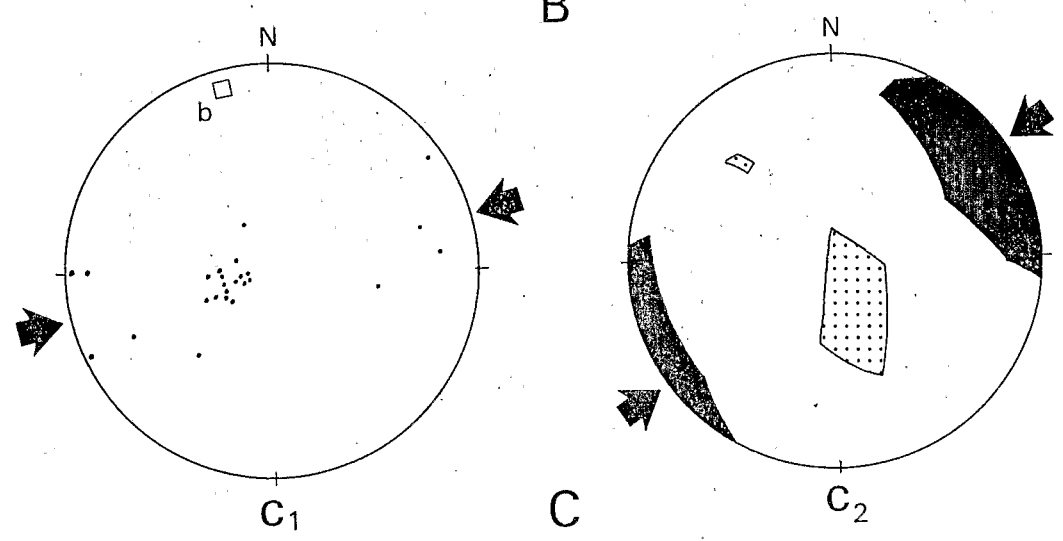
A, Geological sketch map: 1, Quaternary; 2, Remedios formation; 3, Pliocene before mapped; 4, ante-pliocene sediments. B, EW schematic cross section of the basin of Lake Poopo. C, the Pliocene compression. C<sub>1</sub>, folding, Z = N 075 (dots: poles of stratification), b, folding axe. C<sub>2</sub>, inverse and strike-slip microfaults, Z = NE-SW (black area: compression, dotted area: extension, right diedral method, Schmidt net, lower hemisphere).



A



B



C<sub>1</sub>

C

C<sub>2</sub>

On peut voir que ce bassin pliocène du Nord de l'Altiplano est bordé à l'Est par un grand relief de faille très abrupt, qui le sépare de la Cordillère Orientale et à l'Ouest par un autre relief de faille, moins élevé que le précédent, les « Serranias ». Ces failles ont dû jouer lors du dépôt du Pliocène : ces mouvements syn-sédimentaires sont attestés, en particulier, par le dépôt de conglomérats (Fanglomérats, carte géologique de Isla de Panza) au pied des reliefs de la Serrania d'Orinoca, qui passent peu à peu aux sédiments fins du centre du bassin.

Lors de la période de compression fini-pliocène, la faille se trouvant au pied des Serranias (pt. 1, fig. B) joue en mouvement inverse, favorisant la montée de sédiments argilo-gypseux qui débordent, en éventail, sur les séries du Tertiaire inférieur de la Serrania et sur le Pliocène qui se plisse en même temps.

III. CONCLUSION. — Ainsi, une étude stratigraphique, paléontologique et tectonique, a permis de montrer que la formation Remedios, antérieurement attribuée au Quaternaire, est en fait identique, en âge, lithologie, déformations, aux autres séries pliocènes du Nord de l'Altiplano : formations Umala, Ayo Ayo, La Paz.

Cette attribution au Pliocène, et non au Quaternaire, de la formation Remedios, montre la généralité des dépôts détritiques fluvio-lacustres au Pliocène, dans le Nord et le centre de l'Altiplano de Bolivie, entre les Cordillères Orientale et Occidentale.

De plus, ces dépôts sont eux mêmes intensément plissés et faillés, redressés et même renversés par la tectonique du Pliocène terminal qui témoigne du caractère récent et vif de cette néotectonique, en compression avant les épisodes extensifs, plus calmes, du Quaternaire.

(<sup>1</sup>) Les premières recherches ont été faites par l'auteur en 1976. D'autres fouilles ont été effectuées en 1980 avec l'aide de R. Hoffstetter, L. G. Marshall et Ch. de Muizon. Toute la faune découverte se trouve dans les collections du Service géologique de Bolivie.

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] C. MARTINEZ, *Notice explic. O.R.S.T.O.M.*, 77, 1978.
- [2] J. L. BLES, *Rapp. Plan dev. Ville de La Paz*, n° 2, 1977.
- [3] O. BALLIVIAN, J. L. BLES et M. SERVANT, *Cah. O.R.S.T.O.M.*, série Géol., 10, 1978, p. 101-113.
- [4] A. LAVENU, *10° R.A.S.T.*, 1984, p. 339.
- [5] R. HOFFSTETTER, C. MARTINEZ, J. MUNOZ-REYES et P. TOMASI, *Comptes rendus*, 273, série D, 1971, p. 2472-2475.
- [6] *Cartes géol. Géobol.*, n° 6037, 6038, 6039 et 6137.
- [7] C. TROLL, *Forsschungsreisen in den zentralen Anden von Bol. u Per.*, *Pterm. Mittl.*, 73, 1927, p. 41-43 et 218-222; 74, 1928, p. 100-103.
- [8] M. SERVANT et J. C. FONTES, *Cah. O.R.S.T.O.M.*, série Géol., 10, 1978, p. 9-23.
- [9] A. LAVENU, *Rev. Geoc. U.M.S.A. La Paz*, 1, 1977, p. 31-56.
- [10] A. LAVENU, *Cah. O.R.S.T.O.M.*, série Géol., 10, 1978, p. 115-126.

*O.R.S.T.O.M., Laboratoire de Géodynamique des Bassins sédimentaires,  
U.P.P.A., avenue de l'Université, 64000 Pau.*