

Thierry SEMPERE
biblioteca

La Formation de Vitiacua (Permien moyen à supérieur –
Trias ?inférieur, Bolivie du Sud): stratigraphie,
palynologie et paléontologie

Par

Thierry Sempere, Fontainebleau, Enrique Aguilera, Santa Cruz,
Jeanne Doubinger, Strasbourg, Philippe Janvier, Paris, Jorge Lobo,
Santa Cruz, Jaime Oller, Santa Cruz et Sylvie Wenz, Paris

Avec 5 figures dans le texte

SEMPERE, T., AGUILERA, E., DOUBINGER, J., JANVIER, P., LOBO, J., OLLER, J. & WENZ, S. (1992): La Formation de Vitiacua (Permien moyen à supérieur-Trias ?inférieur, Bolivie du Sud): stratigraphie, palynologie et paléontologie. [The Vitiacua Formation (Middle to Late Permian- ?Early Triassic, southern Bolivia): stratigraphy, palynology and paleontology] – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 185: 239–253; Stuttgart.

Abstract: The Vitiacua Formation of southern Bolivia overlies the fluvio-eolian Cangapi Formation, and records the transgression of a restricted marine environment. Lithostratigraphic analysis distinguishes three sequences (V1 to V3), the bases of which represent transgressive pulses. Two palynological assemblages and a coelacanth jaw fragment referred to *Coelacanthus* cf. *granulatus* closely agree in dating the base of the sequence V2 as Middle to early Late Permian. The related transgressive pulse is thus probably identical with the coeval large-scale transgression known in several parts of Gondwanaland. Previous paleontological data from the upper sequence of V3 indicate a Triassic age for the top of the Vitiacua Formation.

Zusammenfassung: Die Vitiacua-Formation Südbolivians überlagert die fluvio-äolische Cangapi-Formation und belegt eine Transgression unter eingeengt marinen Bedingungen. Nach der Lithostratigraphie sind drei Sequenzen (V1 bis V3) zu unterscheiden, deren Basis jeweils einen Transgressionsschub markiert. Die palynologische Vergesellschaftung und ein Crossopterygier-Kieferfragment (wohl *Coelacanthus* cf. *granulatus*) sprechen für ein unter- bis mittelpermisches Alter der Basis von V2. Der dazugehörige Transgressionsschub ist vermutlich mit einem in vielen Teilen von Gondwana nachgewiesenen Meeresvorstoß identisch. Der Abschluß der Vitiacua-Formation datiert schon in die Trias.



010024183

Fonds Documentaire IRD

Cote: BX 24183 Ex: unique

Introduction

La Formation de Vitiacua (MATHER 1922) affleure dans la partie méridionale de la Zone Subandine de Bolivie (Fig. 1). L'âge de cette unité, en partie carbonatée mais très peu fossilifère, est resté jusqu'à présent très discuté. D'une part, des arguments paléontologiques (BELTAN et al. 1987) plaident en faveur d'un âge triasique, probablement norien: des restes d'Actinoptérygiens ont été rapprochés du genre triasique *Birgeria* et, surtout, des Bivalves (toutefois mal conservés) ont été attribués à *Monotis* (*Entomonotis*) *subcircularis*, espèce caractéristique du Norien supérieur. D'autre part, l'analyse sédimentaire des successions stratigraphiques dans la Zone Subandine Sud et leur comparaison avec celles d'autres régions de Bolivie où affleure la très fossilifère Formation de Copacabana (carbonates du Stéphanien supérieur et Permien inférieur; SUÁREZ-RIGLOS 1984, MERINO 1986, SUÁREZ-RIGLOS et al. 1987) suggéraient par contre que la Formation de Vitiacua en représentait un équivalent latéral, au moins partiellement, et était donc d'âge similaire (SEMPERE 1987). Cette proposition s'appuyait de surcroît sur le fait que les formations de Copacabana (s. l.) et de Vitiacua sont les deux seules unités carbonatées post-cambriennes et pré-crétacées de la stratigraphie bolivienne, et que leurs domaines respectifs d'affleurement sont contigus mais disjoints: on ne connaît en effet aucun lieu où les deux unités se superposent objectivement. Enfin, si les dépôts de la Formation de Vitiacua, incontestablement liés à une mer ouverte du fait de la présence de *Monotis*, étaient réellement d'âge Trias supérieur, ils se trouveraient actuellement à plus de 400 km (sans corrections palinostatiques) à l'est des faciès côtiers de même âge connus au Pérou et au Chili.

Cette divergence non négligeable entre les âges respectivement Permien inférieur et Trias supérieur attribués à la Formation de Vitiacua peut désormais être résolue grâce à la découverte d'un fragment de mandibule de Coelacanthidé et à une étude palynologique, qui font en partie l'objet du présent article. Ces nouvelles données palynologiques et paléontologiques, jointes aux précédentes maintenant nuancées, permettent d'attribuer un âge Permien supérieur-Trias inférieur à la Formation de Vitiacua, et également d'ébaucher un modèle cohérent d'évolution sédimentaire des Andes centrales et des régions adjacentes au Permo-Trias.

Analyse sédimentaire et stratigraphique

La plupart des données disponibles concernant la Formation de Vitiacua sont dues aux campagnes de terrain de Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos (Y.P.F.B., Compagnie Nationale des Pétroles Boliviens) et sont consignées dans de nombreux rapports inédits, archivés au siège de la Gerencia de Exploración à Santa Cruz de la Sierra. Plus récemment, la Formation de Vitiacua a été étudiée en quelques localités dans le cadre des travaux de la Convention Y.P.F.B.-Orstom, sur la géologie de la Bolivie.

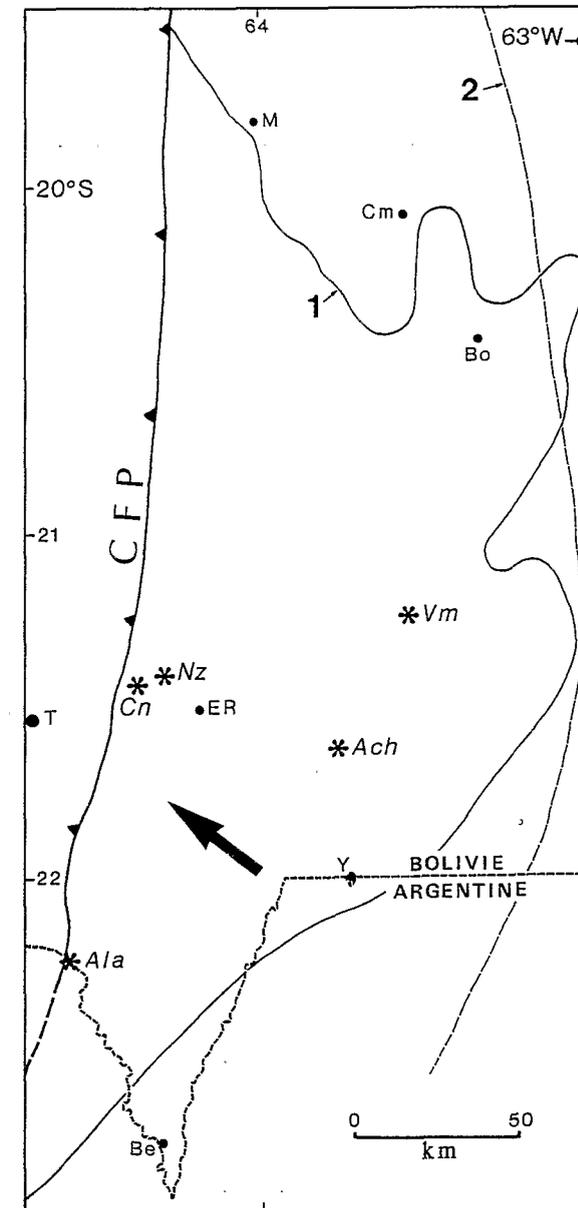


Fig. 1. Extension géographique de la Formation de Vitiacua et localités fossilifères. La Formation de Vitiacua est connue entre le Chevauchement Frontal Principal (CFP) des Andes boliviennes et la ligne 1. La ligne 2 représente la limite orientale de la Zone Subandine. La flèche indique la polarité approximative du bassin de la Formation de Vitiacua. Localités fossilifères: Ach = Acher, Ala = Alarache, Cn = Canaletas, Nz = Narraez, Vm = Villamontes. Villes: Be = Bermejo; Bo = Boyube; Cm = Camiri; ER = Entre Ríos; M = Monteagudo; T = Tarija; Y = Yacuiba.

La Formation de Vitiacua repose systématiquement sur la Formation de Cangapi, essentiellement constituée de grès surtout éoliens (à l'Ouest) à fluviaux (à l'Est) (T. SEMPERE, inédit). Dans la frange orientale de la Zone Subandine Sud, il existe une légère discontinuité entre ces deux unités, soulignée par un paléosol de couleur ocre-jaune et épais de quelques décimètres. Cette discontinuité s'estompe plus à l'Ouest et l'on observe parfois une transition entre les deux formations, qui témoigne donc d'une certaine continuité temporelle et spatiale entre elles. De fait, la Formation de Vitiacua traduit clairement une transgression, en provenance de l'Ouest-Nord-Ouest selon les indications paléodirectionnelles et les cartes isopaques correspondantes.

La Formation de Cangapi, dont l'épaisseur peut atteindre 400 m (AYAVIRI 1974) se superpose en légère discontinuité à la Formation de San Telmo, attribuée au Carbonifère supérieur. Il ne semble ainsi pas exister de lacune temporelle importante entre le "Carbonifère" et la Formation de Cangapi, du moins dans la région considérée. Des palynomorphes suggérant un âge westphalien supérieur à stéphanien sont connus dans une unité sous-jacente à la Formation de San Telmo (LOBO in AGUILERA et al. 1987).

Au Sud de 20°30'S, la Formation de Vitiacua est recouverte, en très légère discontinuité, par des pélites rouges d'épaisseur très variable, qui correspondent à la Formation d'Ipaguazú. Celle-ci possède parfois une base gréseuse blanche épaisse de quelques mètres et contient souvent des évaporites (gypse, halite). La Formation d'Ipaguazú forme une séquence strato- et granocroissante qui dépasse rarement 340 m d'épaisseur (AYAVIRI 1974), et est recouverte par une imposante assise de basalte à olivine, le "Basalte d'Entre Rios". Aucun paléosol ne s'observe sous cette coulée, qui ne semble pas non plus combler une morphologie érosive. Les coulées coalescentes du "Basalte d'Entre Rios", relativement altérées à l'affleurement, ont fourni 12 âges apparents (K-Ar), très discordants, dont la liste a été donnée par LÓPEZ-MURILLO et LÓPEZ-PUGLISSI (1975): 233, 108, 104, 82, 74, 71, 70, 69, 63, 52, 50 et 45 Ma. Vu l'altération de cette unité et l'usage général dans l'interprétation des âges apparents obtenus sur basaltes, c'est l'âge le plus ancien qu'il convient de considérer comme le plus proche de l'âge réel, en l'occurrence (233 Ma). C'est un âge Trias moyen qui serait à envisager pour ces effusions d'extension considérable et, dans ce cas, le sommet de la Formation de Vitiacua ne pourrait être plus récent.

Le sommet de la Formation de Vitiacua, lorsqu'elle est recouverte par la Formation d'Ipaguazú, ne montre jamais de traces d'érosion ou de paléo-altération, ce qui indique que la discontinuité Vitiacua/Ipaguazú ne représente pas un hiatus chronologique appréciable. L'association des trois formations de Cangapi, Vitiacua et Ipaguazú au sein du Groupe de Suaruro (ROLLANO 1971, DÁVILA et al. 1971) évoque indépendamment cette même continuité temporelle.

Entre 19° 45' et 20° 30' S, la Formation de Vitiacua se trouve en discontinuité érosive, de plus en plus marquée vers le Nord, avec des unités mésozoïques plus récentes que la Formation d'Ipaguazú mais en continuité sédimentaire avec

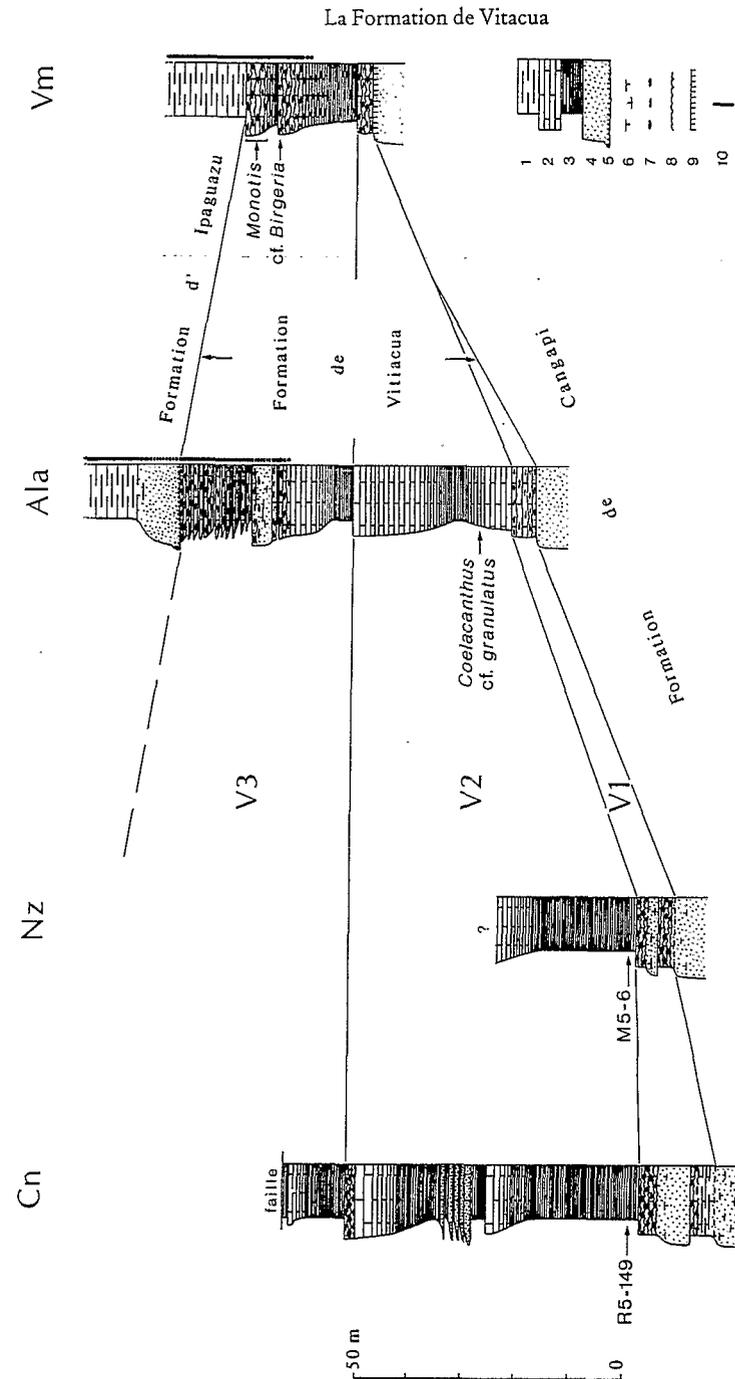


Fig. 2. Localisation stratigraphique des données palynologiques et paléontologiques concernant la Formation de Vitiacua. V1, V2 et V3 sont les trois séquences stratigraphiques distinguées dans la Formation de Vitiacua par analyse séquentielle.

Lithologie: 1 = pélites rouges; 2 = carbonates; 3 = (calci)lutites; 4 = grès; 5 = conglomérats; 6 = ciment carbonaté; 7 = nodules de chert; 8 = stromatolites; 9 = paléosols; 10 = couleur rouge.

celle-ci plus au Sud. Ce phénomène traduit un débordement diachrone des unités mésozoïques vers le Nord, fossilisant donc une surface d'érosion au moins en partie contemporaine du dépôt de la Formation d'Ipaguazú et affectant la Formation de Vitiacua. Au Nord de 19° 45' S cette dernière n'est plus représentée.

L'épaisseur de la Formation de Vitiacua peut dépasser 150 m (AYAVIRI 1974, AGUILERA et al. 1988). Sa lithologie très caractéristique lui permet d'être reconnue instantanément dans les coupes du Subandin bolivien: elle se compose en effet de calcaires dolomitiques surtout fins (en bancs pluricentimétriques à pluridécimétriques, souvent finement laminés et riches en cherts aplatis), de marnes, calcilutites et lutites siliceuses, et de rares bancs gréseux. Des horizons pédogénétiques sont parfois observés, ainsi que des figures de dessiccation et des empreintes de gouttes de pluie (BELTAN et al. 1987). Les horizons à cherts sont plus fréquents dans la partie supérieure de l'unité. Un détail important réside dans le changement progressif de couleur dont témoigne la Formation de Vitiacua dans sa couche moyenne: en effet, alors que sa partie inférieure est nettement de couleur gris-noir (surtout à l'Ouest) du fait de sa richesse en matière organique, sa partie supérieure, où les lits à cherts sont plus abondants, est de couleur rosée à rougeâtre. Ceci indique qu'un changement climatique notable s'est produit pendant le dépôt de la Formation de Vitiacua.

La Formation de Vitiacua comprend invariablement un horizon basal, épais de quelques mètres, à faciès carbonatés stromatolitiques et/ou évaporitiques (formes laminaires, nodulaires ou intersticielles actuellement en silice ou, plus rarement, en calcite), surmonté en discontinuité par une ou deux séquences stratocroissantes régressives, dont les bases respectives traduisent chacune une pulsation transgressive (Fig. 2). Ces séquences s'organisent selon la succession-type: (1) calcilutites (et/ou marnes/lutites) - (2) intercalations calcilutites/calcaires fins - (3) calcaires dolomitiques de grain fin à moyen, parfois laminés mécaniquement - (4) calcaires dolomitiques fins laminés riches en cherts, à aspect stromatolitique - (5) banc de chert massif. Du point de vue des environnements sédimentaires, les faciès (1) et (2) correspondent à une sédimentation subtidale, le faciès (3) représente une zone intertidale, et les faciès (4) et (5) sont des dépôts supratidaux, au sein desquels est intervenue une silicification, possiblement d'évaporites primitives. L'ensemble indique la bordure d'une plateforme assez faiblement carbonatée et très peu profonde et évoque un climat chaud et sec.

Malgré sa constance, l'horizon "supratidal" basal n'est sans doute pas synchrone dans tout le bassin. La partie occidentale de la Zone Subandine Sud montre en effet deux séquences régressives du type précédent, au-dessus de l'horizon basal local (la partie supérieure de la formation affleure rarement du fait de la tectonique subandine), tandis que la partie orientale, où la série est complète, n'en montre qu'une seule (Fig. 2). L'horizon "supratidal" basal de la partie orientale est par conséquent chronologiquement l'équivalent d'une des séquences régressives de la partie occidentale, et le paléosol affectant le sommet de la Formation de Cangapi à l'Est est quant à lui l'équivalent probable de l'horizon "supratidal" basal de l'Ouest (Fig. 2).

L'analyse séquentielle de la Formation de Vitiacua permet ainsi de distinguer trois séquences à valeur stratigraphique (V1, V2 et V3 sur la Figure 2). La base de chaque séquence traduit une pulsation transgressive rapide. La séquence V1 se superpose parfois sans véritable discontinuité à la Formation de Cangapi sous-jacente, comme à Narvaez et à Canaletas. Elle n'est représentée dans le Subandin Sud que par des faciès supratidaux de faible épaisseur, et passe à l'Est à une surface de paléaltération qui affecte les grès de la Formation de Cangapi. L'évolution strato- et granocroissante dont témoignent les séquences V2 et V3 traduit dans chaque cas une régression progressive, due, au moins en partie, au comblement sédimentaire produit par la progradation des faciès les plus proximaux, à la suite de la pulsation transgressive marquée par la base des séquences. C'est la transgression enregistrée à la base de V3 qui semble avoir pénétré le plus loin vers l'Est (Fig. 2). Il est à noter que les faciès transgressifs de la partie inférieure de V2 sont en général de couleur noire et très riches en matière organique, tandis que ceux de la partie inférieure de V3 le sont beaucoup moins.

Localisation des gisements

Tout le matériel paléontologique mentionné appartient à la collection du Centro de Tecnología Petrolera, Y.P.F.B., Santa Cruz, Bolivie. Les gisements sont localisés géographiquement sur la Fig. 1, et stratigraphiquement sur la Fig. 2.

Les empreintes de *Monotis* décrites par BELTAN et al. (1987) proviennent du flanc oriental de l'anticlinal de San Alberto, sur la route Sanandita-Palos Blancos, près du lieu-dit Acherai, 50 km au sud-ouest de Villamontes. Des empreintes identiques, toujours mal conservées, s'observent assez fréquemment au sommet de la Formation de Vitiacua (séquence V3) dans toute la région de Villamontes.

Le dentalosplénial de cf. *Birgeria* décrit par BELTAN et al. (1987) provient des faciès supratidaux du sommet de la Formation de Vitiacua (séquence V3) à proximité de Villamontes.

L'angulaire de *Coelacanth* décrit ici a été découvert dans un bloc de calcilutite gris-noir à patine grise, éboulé depuis la partie tout à fait inférieure, à faciès exactement identique (base de la séquence V2), de la section d'Alarache, sur le Río Bermejo, à la frontière argentine-bolivienne (coupe décrite par AGUILERA et al. 1988).

L'échantillon palynologique M5-6 provient de calcilutites noires situées à la base de la séquence V2 de la coupe de Narvaez.

L'échantillon palynologique R5-149 provient de calcilutites sombres situées à la base de la séquence V2 de la coupe de Canaletas.

Etude palynologique et paléontologique

Seuls deux échantillons (R5-149 et M5-6) ont livré des spores et grains de pollen identifiables. Ils proviennent tous deux de la base de la séquence V2, comme le fragment de *Coelacanthid* décrit plus loin (Fig. 2).

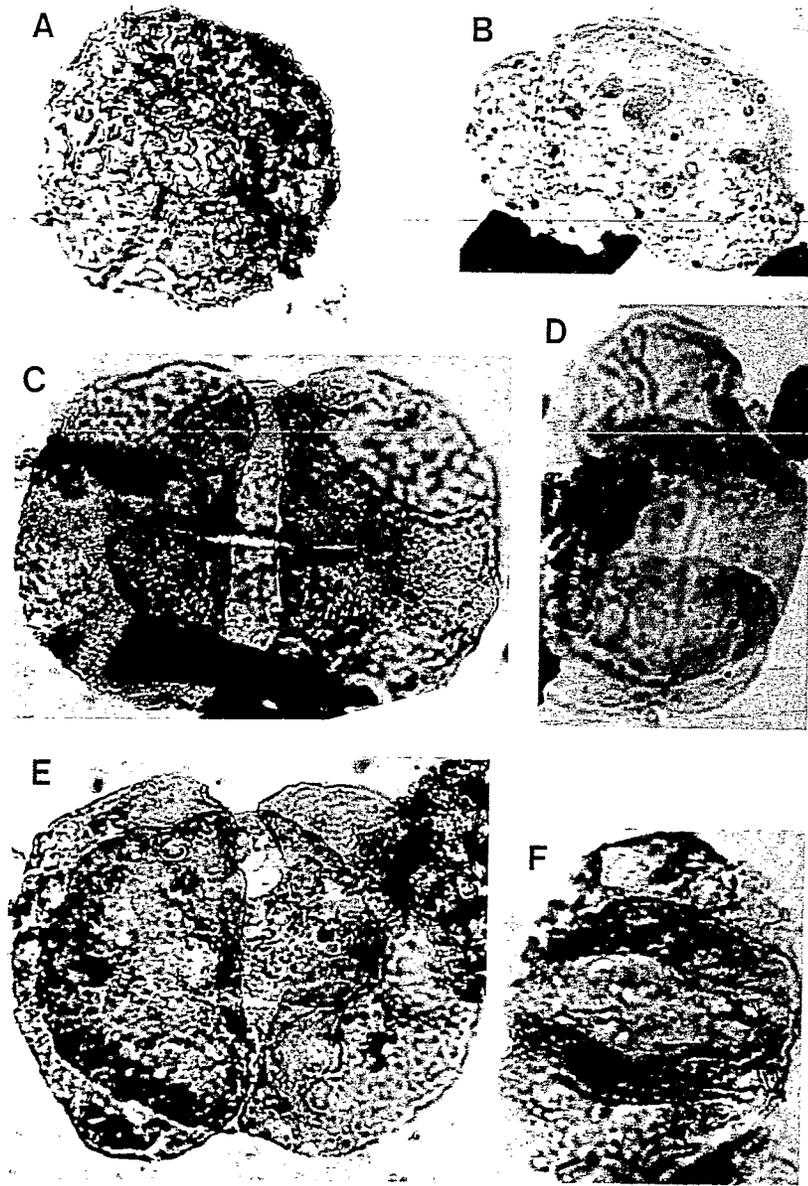


Fig. 3. Spores et grains de pollen de la Formation de Vitacua, Permien supérieur, Bolivie. A, *Verrucosisporites* sp. (3855/7), X 500; B, *Klausipollenites schaubergeri* (3821/3), X 100; C, *Lueckisporites virkkiae* (3855/9), X 500; D, *Lueckisporites taeniaeformis* (3821/16), X 1000; E, *Corisaccites alutas* (3855/13), X 500; F, *Alisporites parvus* (3855/5), X 1000.

1. Echantillon R5-149 (Canaletas): La palynoflore isolée est dominée par les grains de pollen bisaccates. Elle comprend les espèces suivantes:

Calamospora sp.

Punctatisporites gretensis BALME & HENNELLY

Klausipollenites schaubergeri (POTONIÉ & KLAUS) JANSONIUS (Fig. 3B)

Lueckisporites virkkiae (POTONIÉ & KLAUS) KLAUS (Fig. 3C)

L. taeniaeformis JARDINÉ (Fig. 3D)

Protobaploxypinus enigmaticus (MAHHESHUVARI) JARDINÉ (Fig. 4C)

Striatobietites sp.

Lunatisporites cf. *L. noviaulensis* (LESCHIK) FOSTER

Weylandites cf. *W. magnus* (BOSE & KAR) VAN DER EEM (Fig. 4B)

Cycadopites sp. (Fig. 4F)

2. Echantillon M5-6 (Narvaez): L'association comprend les espèces suivantes:

Retusotriletes sp.

Verrucosisporites sp. (Fig. 3A)

Alisporites parvus DE JERSEY (Fig. 3F)

Vitreisporites pallidus (REISSINGER) NILSSON

Lueckisporites virkkiae (POTONIÉ & KLAUS) KLAUS

Corisaccites alutas VENKATACHALA & KAR (Fig. 3E)

Lunatisporites noviaulensis (LESCHICK) FOSTER

Protobaploxypinus varius (BHARDWAJ) BALME

On y observe, de plus, de nombreuses colonies algaires de *Botryococcus* qui indiqueraient un milieu saumâtre Fig. 4D.

Commentaire: La microflore observée, relativement pauvre en espèces, comprend à la fois des espèces caractéristiques du Permien supérieur nord-européen (*Lueckisporites virkkiae*, *Klausipollenites schaubergeri*) et des formes du Permien gondwanien (*Lueckisporites taeniaeformis*, *Corisaccites alutas*, *Weylandites magnus*). Ces caractères permettent de la rapprocher de l'association PIV de la série de l'Agoula au Gabon, attribuée par Jardiné (1974) au Permien supérieur. Elle est aussi comparable à la palynoflore de la Sakamena inférieure à Madagascar, rapportée également au Permien supérieur (GOUBIN 1968).

La microflore bolivienne présente aussi quelques ressemblances avec celle décrite au Tarat (Niger) par BROUTIN et al. (1990) qui serait toutefois un peu plus ancienne (présence d'*Hamiapollenites* sp., dont la fréquence caractérise la partie sommitale du Permien inférieur, mais non observé ici). On note en particulier dans les deux associations la cohabitation de *Lueckisporites virkkiae* et de *Corisaccites alutas*, qui a aussi été observée au Djebel Tagaba (Tunisie) dans une zone à Fusulinoïdes: *Neoschwagerina* et *Yabeina*, correspondant à un âge murghabien terminal (KOZUR 1978, VACHARD 1989). On pourrait donc en déduire un âge équivalent, Permien moyen à base du Permien supérieur, pour la Formation de Vitacua.

Vertébrés:

Les restes de Vertébrés proviennent d'un niveau de calcilutites noires, situées à la base de la séquence V2, comme les deux échantillons palynologiques décrits plus haut (Fig. 2). Une préparation de ce sédiment à l'acide formique dilué a permis d'en isoler quelques écailles indéterminables d'Actinoptérygiens (écailles rhombiques couvertes de ganoïne) et un angulaire gauche d'Actinistien:

Vertebrata
 Osteichthyes
 Actinistia
 Coelacanthidae
 Genre *Coelacanthus* AGASSIZ
Coelacanthus cf. *C. granulatus* AG.
 (Fig. 5)

Le spécimen, préparé par transfert, est un angulaire gauche de la mandibule d'un Coelacanth, aisément reconnaissable par sa forme générale, son large canal pour la ligne sensorielle mandibulaire et le détail de ses reliefs internes. Son lobe dorsal proéminent est un caractère très fréquent chez les Coelacanthidés permien, en particulier le genre *Coelacanthus*. Cette pièce présente une ressemblance frappante avec l'angulaire de *C. granulatus* du Permien supérieur d'Allemagne (SCHAUMBERG 1978, fig. 11-13), avec lequel il partage notamment l'absence d'ornementation externe et de pit-line. Comme chez ce dernier, le centre d'ossification est situé légèrement en avant du point de hauteur maximale de l'os. Ces ressemblances sont probablement des caractères dérivés, car l'absence d'ornementation et de pit-line sur l'angulaire sont rarissimes chez les Coelacanthés anté-jurassiques.

Les pores du canal mandibulaire, allongés, sont au moins au nombre de huit (visibles) et, compte-tenu du fait que l'extrémité postérieure de l'os manque, le nombre total des pores devait être voisin de 12, comme chez *C. granulatus*. La surface de recouvrement pour la plaque gulaire est assez étendue.

Un angulaire assez semblable par sa forme générale se retrouve également chez *Youngichthys xinghuainis* WANG & LIU (1981) du Permien supérieur de Chine. Cette espèce étant toutefois encore mal connue, nous attribuerons provisoirement le spécimen de la Formation de Vitacua à *Coelacanthus* cf. *C. granulatus*. *C. granulatus* est une espèce du Zechstein, série qui couvre l'intervalle Kungurien supérieur - Kazanien (HARLAND et al. 1982) et correspond aussi à une transgression. Il s'agit là de la première découverte d'un Coelacanthé paléozoïque en Amérique du Sud.

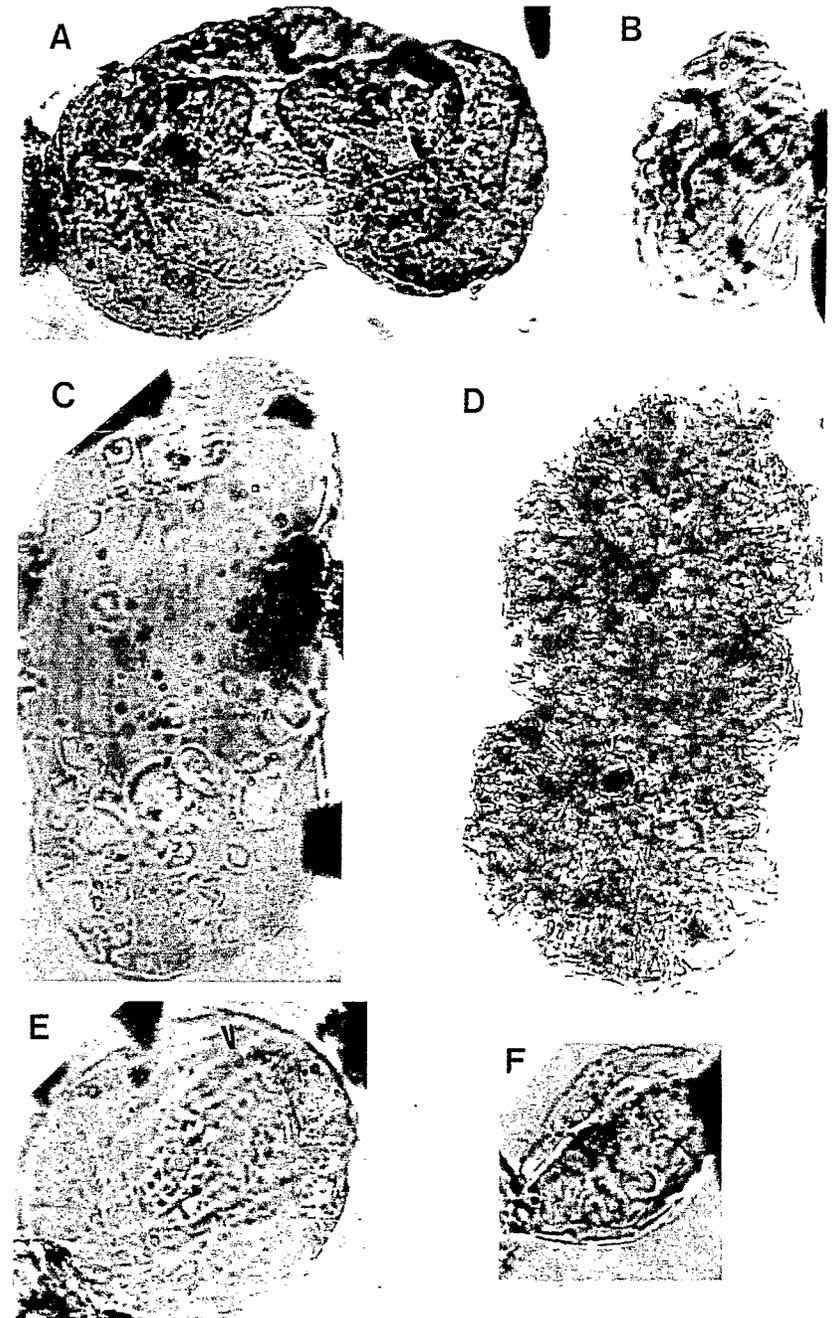


Fig. 4. Spores et grains de pollen de la Formation de Vitacua, Permien supérieur, Bolivie. A, *Corisaccites* sp. (3855/11), X 500; B, *Weylandites* cf. *W. magnus* (3821/5), X 1000; C, *Protohaploxyipinus enigmaticus* (3821/15), X 1000; D, Colonie de *Botryococcus* (3855/3), X 500; E, *Weylandites* sp. (3821/7), X 1000; F, *Cycadopites* sp. (3821/25), X 1000.

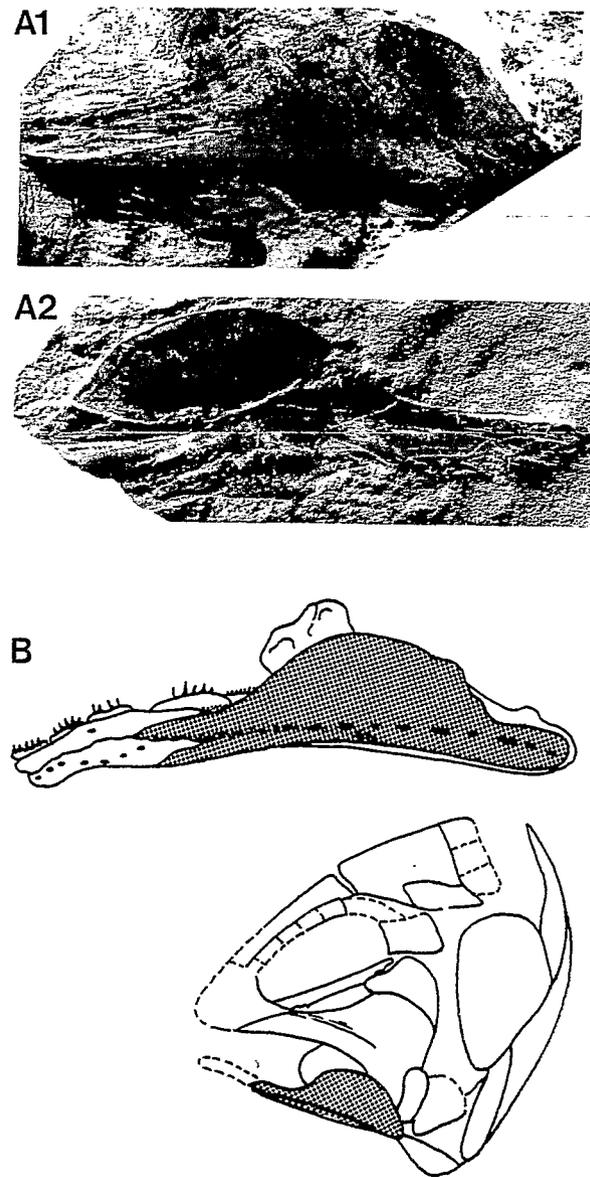


Fig. 5. *Coelacanthus* cf. *C. granulatus* Agassiz, Formation de Vitacua, Permien supérieur, Bolivie. A, angulaire gauche incomplet, préparé par transfert, en vue latérale (A1) et médiale (A2), X2. B., *Coelacanthus granulatus* Agassiz, Permien supérieur, Allemagne, mandibule gauche en vue latérale, angulaire en grisé (d'après SCHAUENBERG 1978). C., *Youngichthys xinghuainensis* WANG & LIU, Formation de Changxing, Permien supérieur, Chine, crâne en vue latérale gauche, angulaire en grisé (d'après WANG & LIU 1981).

Discussion et conclusions

Les faciès marins (à saumâtres) de la Formation de Vitacua, qui recouvrent les grès continentaux de la Formation de Cangapi, se sont déposés à la faveur d'une transgression, au sein de laquelle trois pulsations sont reconnaissables (Fig. 2). Cette transgression a couvert une étendue considérable en Bolivie, comme en témoignent plusieurs affleurements dispersés et isolés, de faciès similaires à ceux de la Formation de Vitacua (SEMPERE et al. 1990).

En ce qui concerne cette dernière, il faut souligner que le matériel paléontologique attribué au Trias par BELTAN et al. (1987) provenait de la partie supérieure de la séquence V3, tandis que les données palynologiques et paléontologiques présentées ici proviennent de la partie basale de la séquence V2 (Fig. 2). Ces nouvelles données concordent parfaitement quant à un âge permien moyen à permien supérieur basal pour la base de V2, et donc pour la pulsation transgressive correspondante. Celle-ci a introduit le dépôt de faciès fins, noirs, très riches en matière organique, dans un environnement non ouvertement marin (présence de *Botryococcus*). Des faciès très similaires sont connus dans le bassin du Parana au Brésil (Formation d'Irati, qui a aussi livré *Botryococcus*; MENDES 1984) et dans le bassin du Karoo en Afrique du Sud (Formation de Whitehill), où ils ont également été déposés à la faveur d'une transgression. Cet événement, eustatique, compte-tenu de son extension, est cependant d'âge controversé: bien que les deux unités soient corrélées de longue date, la Formation d'Irati est considérée comme kazanienne (ILMEIDA & MELO, 1981), tandis que la Formation de Whitehill serait d'âge sakmarien supérieur (OELOFSEN & ARAUJO, 1987). Les données boliviennes, brésiliennes et sud-africaines excluent toutefois la corrélation de cette transgression majeure avec la grande transgression glacio-eustatique à *Eurydesma* du Sakmarien inférieur (VEEVERS & POWELL, 1987). Mais celle-ci a précédé en Australie une seconde transgression, encore plus importante, d'âge kungurien supérieur à kazanien (EVANS & ROBERTS 1980, ROBERTS & ENGEL 1987) et c'est très probablement avec ce dernier événement eustatique qu'il faut corréler la transgression de la Formation de Vitacua, compte-tenu des données biochronologiques boliviennes. Toutefois, le problème de l'âge des couches les plus élevées de cette même formation demeure entier. Rien, pour le moment, ne permet de réfuter les conclusions de BELTAN et al. (1987), sinon des arguments d'ordre lithostratigraphique. S'il est vrai que l'attribution de la mandibule d'Actinoptérygien de Villamontes à *Birgeria* n'est qu'une approximation, les *Monotis*, eux, semblent correctement déterminés, dans les limites que permet leur mauvais état de conservation. En attendant un matériel mieux conservé ou plus caractéristique, on ne peut qu'émettre l'hypothèse que la Formation de Vitacua couvre une partie du Trias, bien qu'il soit peu probable qu'elle ait pu atteindre le Norien.

Remerciements

Les auteurs remercient la direction de Y.P.F.B. pour le prêt du matériel, ainsi que le Dr. PETER FOREY (British Museum, Londres) pour ses précieux conseils sur les Coelacanthes permien.

Literature

- AGUILERA, E., SALAS, H. & MOCOBONO, R. (1987): Analisis secuencial de la parte superior del ciclo Machareti y ciclo Mandiyuti en la Quebrada Itacuami (Villamontes). — Informe interno Y.P.F.B. — ORSTOM, Santa Cruz.
- AGUILERA, E., SALAS, H., BLANCO, J. & SENSANO, C. (1988): Analisis secuencial de sedimentitas del Carbonifero superior-Triásico? en la parte norte y sud de Tarija. — Informe interno Y.P.F.B. — ORSTOM, Santa Cruz.
- ALMEIDA, F. F. M. DE & MELO, M. S. DE (1981): A bacia de Paraná e o vulcanismo mesozoico. In F. F. M. de Almeida et al., Nota explicativa do mapa geologico do estado de São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnologicas do Estado de São Paulo, p. 46-81.
- AYAVIRI, A. (1974): Mapas isopáquicos de las formaciones Cangapi, Vitiacua e Ipaguazú. — Informes internos Y.P.F.B. n°1882-1883, Santa Cruz.
- BELTAN, L., FRENEIX, S., JANVIER, P. & LÓPEZ-PAULSEN, O. (1987): La faune triasique de la Formation de Vitiacua dans la région de Villamontes (Département de Tarija, Bolivie). — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 1987 (2): 99-115, Stuttgart.
- BROUTIN, J., DOUBINGER, J., EL HAMET, M. O., LANG, J. (1990): Palynologie comparée du Permien nigérien (Afrique occidentale) et périthésien. Implications stratigraphiques et phytogéographiques. — Rev. Paleobot. Palynol., 166: 243-261, Amsterdam.
- DÁVILA, J., OBLITAS, J., ROLLANO, M., LÓPEZ-PUGLISSI, J. M., JIMÉNEZ, F., SALINAS, C., AYAVIRI, A. & SUÁREZ-RIGLOS, M. (1971): Primer conclave estratigráfico Y.P.F.B. Conclusiones. — Informe interno Y.P.F.B., Santa Cruz.
- EVANS, P. R. & ROBERTS, J. (1980): Evolution of Central eastern Australia during the Late Paleozoic and Early Mesozoic. — J. geol. Soc. Austral., 26-325-340, Sydney.
- GOUBIN, N. (1965): Description et répartition des principaux pollenites permien, triasiques et jurassiques des sondages du Bassin de Morondava (Madagascar). — Rev. I.F.P., 20 (10): 1415-1461, Paris.
- HARLAND, W. B., COX, A. V., LLEWELLYN, P. G., PICKTON, C. A. G., SMITH, A. G. & WALTERS, R. (1982): A Geologic Time Scale. Cambridge University Press, Cambridge.
- JARDINÉ, S. (1974): Microflores des formations du Gabon attribuées au Karoo. — Rev. Paleobot. Palynol., 17 (1-2): 75-112, Amsterdam.
- KOZUR, H. (1978): Beiträge zur Stratigraphie des Perms. II: Die Conodontenchronologie des Perms. — Freiburger Forschungsh., C-334: 85-161, Freiberg.
- LÓPEZ-MURILLO, R. D. & LÓPEZ-PUGLISSI, J. M. (1975): Estratigrafía del Grupo Tacurú de las Sierras Subandinas. — Informe interno Y.P.F.B. n°1947, Santa Cruz.
- MATHER, K. F. (1922): Front ranges of the Andes between Santa Cruz, Bolivia and Embarcación, Argentina. — Bull. geol. Soc. Amer., 33: 703-764, Washington.
- MENDES, J. C. (1984): Sobre os paleoambientes deposicionais do Grupo Passa Dois. — Revista do Instituto de Geociências, 5 (1-2): 15-24, São Paulo.
- MERINO, D. (1986): Utilidad de los conodontos en la industria petrolera. — VIII Congr. geol. Bolivia: 37, La Paz.
- OELOFSEN, B. W. & ARAUJO, D. C. (1987): *Mesosaurus tenuidens* and *Stereosternum tumidum* from the Permian Gondwana of both Southern Africa and South America. — South African J. Sci., 83: 370-372, Johannesburg.
- ROBERTS, J. & ENGEL, B. A. (1987): Depositional and tectonic history of the southern New England Orogen. — Austral. J. Earth Sci., 34: 1-20, Sydney.
- ROLLANO, M. (1971): Nomenclatura estratigráfica para el sector sur del Subandino boliviano. — Informe interno Y.P.F.B., Santa Cruz.
- SCHAUMBERG, G. (1978): Neubeschreibung von *Coelacanthus granulatus* AGASSIZ (Actinistia, Pisces) aus dem Kupferschiefer von Richelsdorf (Perm, W.-Deutschland). — Palaeont. Z., 52: 167-197, Stuttgart.

- SEMPERE, T. (1987): Caracteres geodinámicos generales del Paleozoico superior de Bolivia. — I.G.C.P. 211, 4th meeting: 9-19, Santa Cruz.
- , — (1990): Cuadros estratigráficos de Bolivia: propuestas nuevas. Revista Técnica de Y.P.F.B., 11: 215-217, Santa Cruz.
- SEMPERE, T., OLLER, J., AGUILERA, E., LOBO, J., MERINO, D., MAROCCO, R. & GARCÍA, R. (1990): Elementos para una estratigrafía secuencial del Paleozoico superior de Bolivia. — Rés. IX Congreso Geológico Boliviano, p. 41-42, Cochabamba.
- SUÁREZ-RIGLOS, M. (1984): Introducción a los conodontes del Permocarbónico de Bolivia. — III Congr. Latinoamer. Paleont.: 125-129, México.
- SUÁREZ-RIGLOS, M., HÜNICKEN, M. A. & MERINO, D. (1987): Conodont biostratigraphy of the Upper Carboniferous-Lower Permian rocks of Bolivia. In: AUSTIN, R. L. (ed.): Conodonts: Investigative techniques and applications, Elsevier, pp. 316-332, Amsterdam.
- VACHARD, D. (1989): Le Murghabien terminal à Fusulinoïdes de Tunisie et ses équivalents continentaux de Lybie. — Assoc. Géol. Permien, 1-21, Orléans.
- VEEVERS, J. J. & POWELL, C. MCA. (1987): Late Paleozoic glacial episodes in Gondwanaland reflected in transgressive-regressive depositional sequences in Euramerica. — Bull. Geol. Soc. Amer., 98: 475-487, Boulder.
- WANG, N. Z. & LIU, H. T. (1981): Coelacanth fishes from the marine Permian of Zheijiang, South China. — Vertebr. Palasiat., 19 (4): 305-312, Beijing.

Bei der Tübinger Schriftleitung eingegangen am 23. Januar 1991.

Anschriften der Verfasser:

- Lic. JORGE LOBO, Ing. ENRIQUE AGUILERA, Centro de Tecnología Petrolera, Y.P.F.B., CC 727, Santa Cruz, Bolivia.
- Dr. JEANNE DOUBINGER, Centre de Sédimentologie et Géochimie de la Surface, 1 rue Blessig, 67084, Strasbourg, France.
- Ing. JAIME OLLER, Gerencia de Exploración, Y.P.F.B., CC 1659, Santa Cruz, Bolivia.
- Dr. THIERRY SEMPERE, Convention Y.P.F.B. — O.R.S.T.O.M., adresse actuelle: C.G.G.M., Ecole des Mines, 35 rue St Honoré, 77305 Fontainebleau Cedex, France.
- Dr. SYLVIE WENZ, Dr. PHILIPPE JANVIER, U.R.A. 12 du C.N.R.S., Institut de Paléontologie, 8, rue Buffon, 75005 Paris, France.