

# Analyse géométrique et modèle tectonosédimentaire de l'Altiplano Nord-Bolivien

*Geometric analysis and tectonosedimentary model of the northern Bolivian Altiplano*

Philippe Rochat<sup>a\*</sup>, Gérard Hérail<sup>b</sup>, Patrice Baby<sup>c</sup>, Georges Mascle<sup>a</sup>, Oscar Aranibar<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Laboratoire de géodynamique des chaînes alpines (CNRS-UJF), 15 rue Maurice-Gignoux, 38031 Grenoble, France

<sup>b</sup> Orstom, UR 6, Département « Ressources, environnement, développement », 211, rue La-Fayette, 75480 Paris cedex 10, France

<sup>c</sup> Orstom, UR 6, Département « Ressources, environnement, développement », CP 17116596, Quito, Équateur

<sup>d</sup> Yacimientos Petroleros Fiscales Bolivianos, CP 1659, Santa Cruz, Bolivie

**Abstract**—During the Oligo-Miocene, the northern Altiplano corresponded to a compressive basin, filled up by sediments issued from the erosion of the Eastern Cordillera. During the Middle Miocene, the sedimentation at the eastern border of the Altiplano characterises a period of low tectonic activity of the Eastern Cordillera, as opposed to the west where hemi-graben of Mauri and Corque basins were activated. In the Upper Miocene, the compressive deformation was located in the centre of the Altiplano, and resulted in the tectonic inversion of the Corque basin. These compressive tectonics continued during the Pliocene. (© Académie des sciences / Elsevier, Paris.)

**Altiplano / hemi-graben / tectonic inversion / thrusts / synsedimentary tectonic / erosion / Bolivia**

**Résumé** — L'Altiplano Nord, durant l'Oligo-Miocène, est un bassin en compression chevauché et alimenté à l'est par la Cordillère orientale, qui commence à se soulever. Au Miocène moyen, les bassins (demi-graben) Mauri et Corque se structurent, alors que la sédimentation enregistre un ralentissement de l'activité tectonique sur la bordure est de l'Altiplano. Au Miocène supérieur, la déformation compressive se traduit par l'inversion tectonique du bassin de Corque. Cette déformation se poursuit durant le Pliocène. (© Académie des sciences / Elsevier, Paris.)

**Altiplano / demi-graben / inversion tectonique / chevauchements / sédimentation syntectonique / érosion / Bolivie**

## Abridged version

The Altiplano is characterised by a crust about 65 km thick (Beck et al., 1996). Numerous authors have emphasized the importance of horizontal shortening in the Altiplano structuration (i.e. Roeder, 1988; Sempéré et al., 1990; Baby et al., 1992,

Schmitz, 1994; Lamb and Hoke, 1997). New seismic data available in YPFB as well as recent field work allow us to present a new geometrical model of the northern Altiplano, and to discuss its sedimentary evolution.

Note présentée par Jean Dercourt.

Note remise le 10 août 1998, acceptée après révision le 21 octobre 1998.

\* Adresse actuelle: Total Exploration-Production, 24, cours Michelet, La Défense 10, 92069 Paris-La-Défense cedex, France

C. R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la terre et des planètes / *Earth & Planetary Sciences*  
1998. 327, 769-775

Fonds Documentaire ORSTOM

Cote: B\*18140 Ex: 1

769



010018140

The northern Bolivian Altiplano can be divided in three structural domains (*figures 1 and 2*):

- domain 1 in the east, is formed by Corocoro and Poopo Basins; the Corocoro Basin (1B) is limited to the east by the southwest verging Coniri Fault system; the Poopo basin (1A) overlies the Coniri Fault system; the Corocoro and Poopo Basins are limited to the west by the Chuquichambi thrust;
- domain 2 in the centre is formed by the Corque Basin; these eastern flanks represent the hanging wall of the Chuquichambi thrust, whereas its western flank is carried on the Turco thrust (*figure 2*); the Corque syncline corresponds to an inverted half-graben; to the south, near Andamarca, the north-south eastern edge of the Corque hemi-graben is not inverted; the Chuquichambi fault appears to be a vertical limit reactivated with a dextral strike-slip movement;
- domain 3 to the west is characterised on the surface by undeformed Pliocene and Pleistocene formations; to the east these strata seal the preserved part of the Corque Basin (3A), and to the west, a hemi-graben (3B), limited at its eastern edge by the Villa Flor fault.

Using previous studies (Hochstatter, 1972; Cheroni, 1968; Lavenu et al., 1989; Marshall et al., 1992; Kennan, 1995), new field data and seismic information (YPFB) we characterise five major depositional sequences (*figure 3*):

- sequence 1 (Eocene-Oligocene: Tihuanacu Fm., Berenguela Fm., Turco Fm.) formed by an alternance of red sandstones, argillites, evaporites and lenses of west-proceeding fluvial conglomerates (Sempere et al., 1990); this sequence does not crop out in the Eastern Cordillera and is eroded in Poopo Basin (1A); it is 3 000 m thick in domain 2, and 2 200 m thick in the Corocoro Basin (1B);
- sequence 2 (basal Upper Oligocene-Lower Miocene: Coniri Fm., Kollu Kollu Fm., Azurita and Huayllapucara Fm., Mauri 1-5 Fm.), characterised by coarse conglomeratic layers, composed of Palaeozoic rocks and pebbles coming from the east (Coniri Fm.), in domain 1, and red granites and gneiss pebbles coming from the west, in domain 3; in the Corque syncline (domain 2), the sequence consists of sandy sediments. Near the Coniri fault (domain 1), the sediments show progressive unconformities; in the Mauri basin the depocentre is located along Villa Flor fault; the base of the Coniri Fm. has been dated at  $25.5 \pm 1.7$  Ma (Sempere et al., 1990) and the base of the Mauri Fm. at  $25.2 \pm 1$  Ma (Lavenu, 1989).
- sequence 3 (Middle Miocene) is 5 000 m thick in the centre of the Corque syncline and thinner to the west; the base is characterised by sandstones, thin conglomerates and argillite

(Caquiaviri Fm.), and the top by argillites and evaporites (Rosapata Fm.); in the Mauri basin (3B), the sediments (base of Mauri 6 Fm.) are volcano-detritic and pinch out to the west; in domain 1, the sediments are thinner and pinch out to the east; the depot centre is located along Chuquichambi fault;

- sequence 4 (Upper Miocene: Pomata Fm.) shows progressive unconformities and overlies the Middle Miocene with the Callapa tuff ( $9.03 \pm 0.007$  Ma; Marshall et al., 1992); this sequence is composed of argillites and lenses of conglomerates with Palaeozoic rocks pebbles in domains 1 and 2 and with some volcano-detritic sediments to the west (3A); domain 3B is characterised by greywackes;

- sequence 5 (Pliocene), dated at its base at  $5.34 \pm 0.003$  Ma (Marshall et al., 1992), unconformably overlies the Upper Miocene. This sequence is composed of lacustrine sandy loam with lenses of east-prograding conglomerates (domain 1), and volcano-detritic sediments (domains 2 and 3).

A combined study of the structural geometry and depositional sequences allows us to propose a tectonosedimentary evolution (*figure 2*).

During the Eocene-Lower Oligocene, the Altiplano corresponded to a basin filled up by a low detritism coming from the west. The Chuquichambi trend was able to control the sedimentation during this period, and induce the difference in thickness between domains 1 and 2.

During the Oligo-Miocene, the eastern part of the Altiplano corresponded to a compressional basin thrust by the Eastern Cordillera. Uplift of the western part was accommodated by local extension along the Villa Flor fault, producing erosion of Villa Flor. The central part of the basin (2) was undeformed and filled by sediments, due to the erosion of the Eastern Cordillera and the western Precambrian basement.

The Middle Miocene is characterised by very high rates of sedimentation in the two north-south Mauri and Corque elongated hemi-graben. This period corresponded with a gentle tectonic activity along the Coniri thrust system (Hérial et al., 1993) and the tectonic inversion of the Corque basin.

During the Lower Pliocene, in domains 3 and 2, the Upper Miocene structures were peneplaned and sealed by volcano-detritic sediments. The Oriental basin (1) is controlled by the development of the Chuquichambi thrust, which became a ridge between two Pliocene basins. At the same time, the Subandean zone was structured (Baby et al., 1989); crustal shortening increased and produced an uplift of the Cordillera and the Altiplano.

## 1. Introduction

L'Altiplano, structure essentielle des Andes centrales, s'étend du sud du Pérou au nord de l'Argentine (Puna), entre 10°S et 28°S, à une altitude moyenne de 4 000 m. Il est caractérisé par une croûte épaisse atteignant environ 70 km (Beck et al., 1996) et par une puissante série sédimentaire cénozoïque.

De nombreux auteurs ont montré le rôle prédominant des raccourcissements horizontaux dans la structuration des Andes (Roeder, 1988; Sempéré et al., 1990; Baby et al., 1992; Schmitz, 1994; Lamb et Hoke, 1997, par exemple). Néanmoins, pour l'Altiplano, ces modèles n'expliquent ni les grandes épaisseurs des séries continentales tertiaires, ni surtout la géométrie des bassins qui les contiennent. Les données de la géophysique pétrolière

fournies par YPFB (Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos) et celles acquises au cours de récentes campagnes de terrain nous permettent de préciser la géométrie du remplissage sédimentaire de l'Altiplano nord-bolivien et les modalités de sa mise en place.

## 2. Géométrie des bassins tertiaires et organisation sédimentaire

Trois domaines structuraux, constituant trois sous-bassins, ont été reconnus dans la région étudiée (figures 1 et 2). Chacun d'eux contient une série sédimentaire caractéristique.

### 2.1. Les domaines structuraux

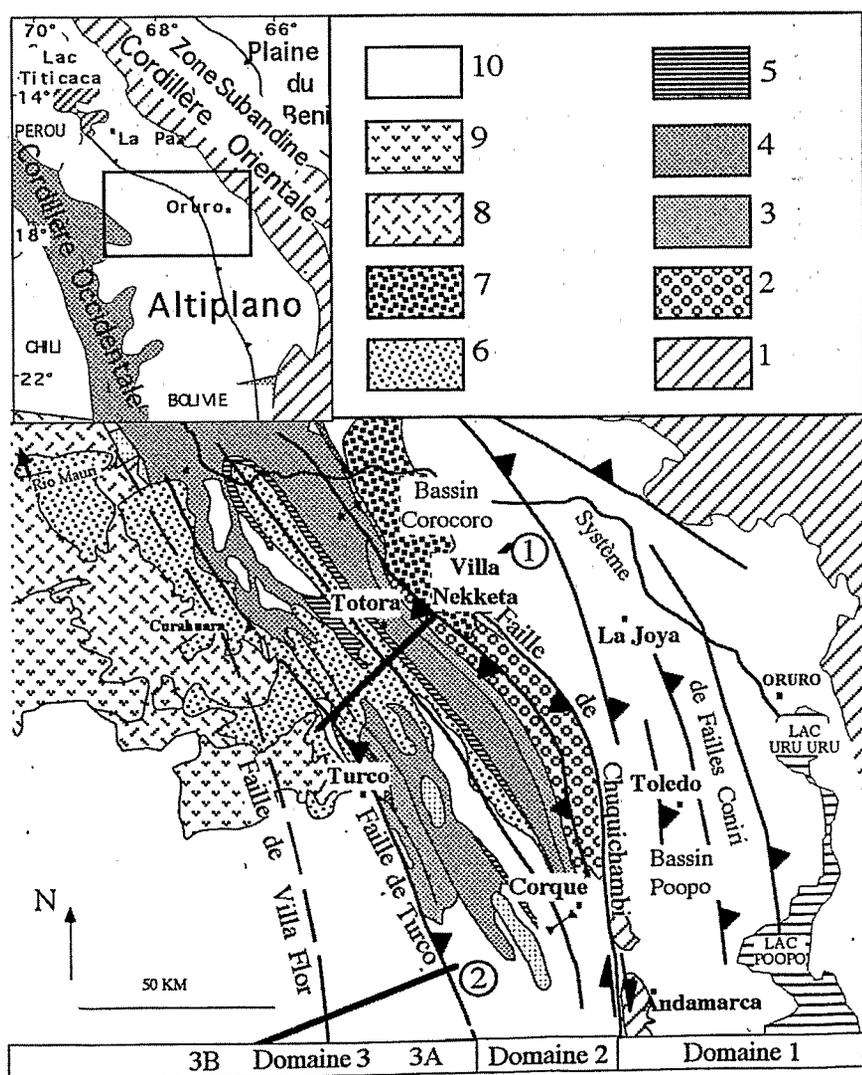
À l'est, le domaine 1 (figure 2) est composé par deux unités distinctes : les bassins de Poopo au sud et de Corocoro au nord. Le système de la faille Coniri (orienté N150), à vergence ouest, limite le bassin de Corocoro à

l'est. Il amène le Paléozoïque de la cordillère sur les dépôts tertiaires de l'Altiplano. À l'est, le domaine 1 est limité par les chevauchements de Chuquichambi, à vergence est.

Au centre, dans le domaine 2 (synclinal de Corque, figure 1), toute la série tertiaire (10 000 m) est exposée (figure 2). Le flanc est de ce synclinal forme le toit des chevauchements de Chuquichambi, alors que le flanc ouest est déformé et transporté au dos du chevauchement de Turco. Les niveaux évaporitiques de la base de la série tertiaire constituent le niveau de décollement de ces chevauchements. Dans la région de Villa Nekketa, le raccourcissement est en majeure partie absorbé par le jeu du système de chevauchements de Chuquichambi, alors que, sur le flanc ouest, ne se sont formées que des structures compressives mineures. Au contraire, dans la région de Andamarca, la sismique montre que c'est l'expulsion du flanc ouest qui absorbe l'essentiel du raccourcissement (chevauchement de Turco), la faille de Chuquichambi constituant une limite verticale, orientée nord-sud, réactivée en décrochement dextre (figure 1).

Figure 1. Carte géologique de l'Altiplano. 1. Paléozoïque, Crétacé (Substratum du bassin altiplanique). 2. Séquence Éocène - Oligocène inférieur. 3. Oligocène supérieur - Miocène inférieur. 4. Séquence Miocène moyen. 5. Séquence Miocène supérieur. 6. Séquence Pliocène (Volcano-détritique). 7. Séquence Pliocène (Terrigène). 8. Ignimbrites pléistocènes. 9. Volcanisme quaternaire. 10. Quaternaire et secteurs non cartographiés. 1 et 2 (dans un cercle) : tracé des coupes 1 et 2 de la figure 2.

Geological map of the Altiplano. 1. Palaeozoic, Cretaceous (Altiplano basement). 2. Eocene - Lower Oligocene Sequence. 3. Upper Oligocene - Lower Miocene sequence. 4. Middle Miocene sequence. 5. Upper Miocene sequence. 6. Pliocene sequence (volcanodetritic). 7. Pliocene sequence (terrigenous). 8. Pleistocene ignimbrites. 9. Quaternary volcanism. 10. Quaternary and unmapped areas. 1 and 2 (in a circle): location of the cross-sections 1 and 2 of figure 2.



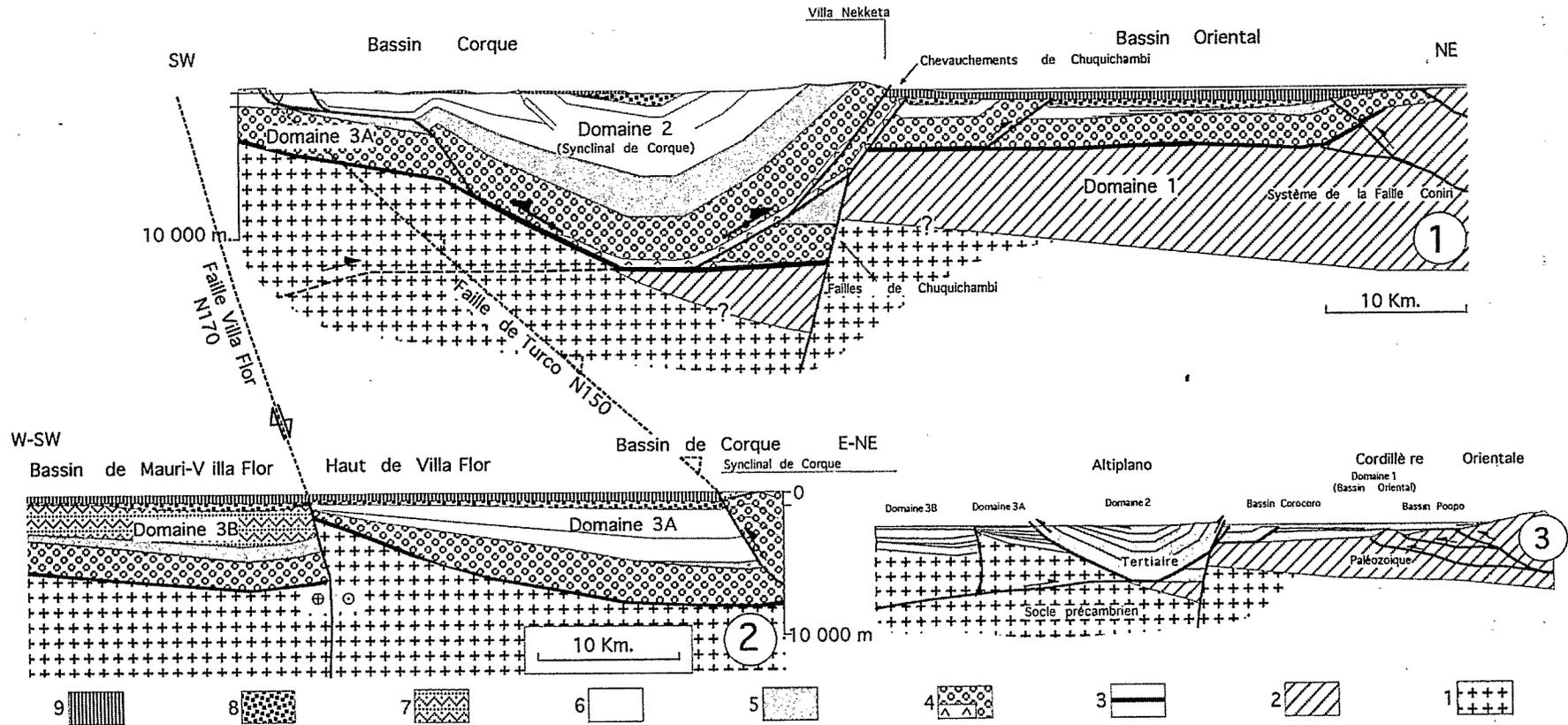


Figure 2. Coupes géologiques dans le bassin tertiaire de l'Altiplano du Nord de la Bolivie. Les coupes 1 et 2 sont localisées sur la figure 1; la coupe 3 est une coupe synthétique allant de la Cordillère orientale jusqu'à la frontière du Chili. 1. Socle précambrien (gneiss et granites rouges). 2. Paléozoïque. 3. Crétacé probable. 4. Séquence Éocène – Oligocène inférieur. 5. Séquence Oligocène supérieur – Miocène inférieur. 6. Séquence Miocène moyen. 7. Séquence Miocène moyen volcano-détritique. 8. Séquence Miocène supérieur. 9. Séquence Pliocène.

Geological cross-sections in the Tertiary basin of the Altiplano of northern Bolivia. The cross-sections 1 and 2 are located in figure 1; cross-section 3 is a synthetic section from the Eastern Cordillera to the Chilean border. 1. Precambrian basement (gneisses and red granites). 2. Palaeozoic. 3. Probable Cretaceous. 4. Eocene–Lower Miocene sequences. 5. Upper Oligocene–Lower Miocene sequences. 6. Middle Miocene sequence. 7. Middle Miocene sequence (volcanodetritic). 8. Upper Miocene sequence. 9. Pliocene sequence.

Le domaine 3 (figure 3) est peu déformé ; des terrains pliocènes et pléistocènes scellent la faille de Turco. La sismique a permis de mettre en évidence l'existence de deux bassins séparés par une limite verticale (faille de Villa Flor) :

- à l'est, la partie préservée (3A) du bassin de Corque, dont la bordure occidentale constitue le haut-relief de Villa Flor ;
- à l'ouest, un demi-graben (3B), rempli de sédiments volcanodétritiques qui affleurent plus au nord, dans la région de Berenguela ; ce bassin, qui correspond à la continuation du bassin Mauri, a été légèrement flexuré.

**2.2. Les séquences sédimentaires**

À partir de la nomenclature utilisée par Hochstatter (1972) dans le bassin Corque et celle de Cherroni (1968) dans le bassin Mauri, des précisions chronologiques apportées lors de la dernière décennie par différents auteurs (principalement : Lavenu et al., 1989 ; Marshall et al., 1992 ; Kennan et al., 1995) et nous-mêmes, des données de terrain (cartographie de détail et analyses lithostratigraphiques), ainsi que de l'analyse de la sismique pétrolière, il est possible de regrouper les formations en cinq séquences (figure 2) que l'on retrouve partout dans le Nord de l'Altiplano de Bolivie, mais dont l'évolution interne et les relations mutuelles caractérisent chacun des domaines structuraux.

**2.2.1. La séquence S1 (Éocène – Oligocène inférieur)**

Elle est constituée d'argilites et des grès rouges, provenant de l'ouest (Sempere et al., 1990). Ce sont les Fms Tihuanacu, datée de  $29,2 \pm 0,8$  Ma au toit (Swanson et al., 1987), Turco (à l'est et au centre) et Berenguela (à l'ouest). À Chuquichambi (colonne 2), la séquence débute par des argilites évaporitiques rosées dont les épaisseurs calculées en sismique sont de 3 000 m au centre du bassin de Corque (colonne 2) et de 2 200 m dans le Bassin oriental (colonne 1). Cette séquence n'existe pas dans la Cordillère Orientale.

**2.2.2. La séquence S2 (Oligocène supérieur – Miocène inférieur)**

Elle débute par l'arrivée de conglomérats. Elle rassemble les Fms Coniri, à l'est (colonnes 1 et 2), Mauri 1 à 5, à l'ouest (colonne 4), Azurita et Huayallapucara, au centre (colonne 3). Les dépôts conglomératiques de la Fm. Coniri, datés de  $25,5 \pm 1,7$  Ma (Sempere et al., 1990), sont associés à l'activité du système de la faille Coniri (présence de discordances progressives). Plus au sud, ils sont discordants sur la séquence S1 déformée.

Sur le flanc est du synclinal de Corque, les grès de la séquence S1, provenant de l'ouest, passent progressivement aux conglomérats de la Fm. Coniri, provenant de l'est (clastes du Paléozoïque de la Cordillère orientale). Au centre du synclinal de Corque, dans les zones plus dista-

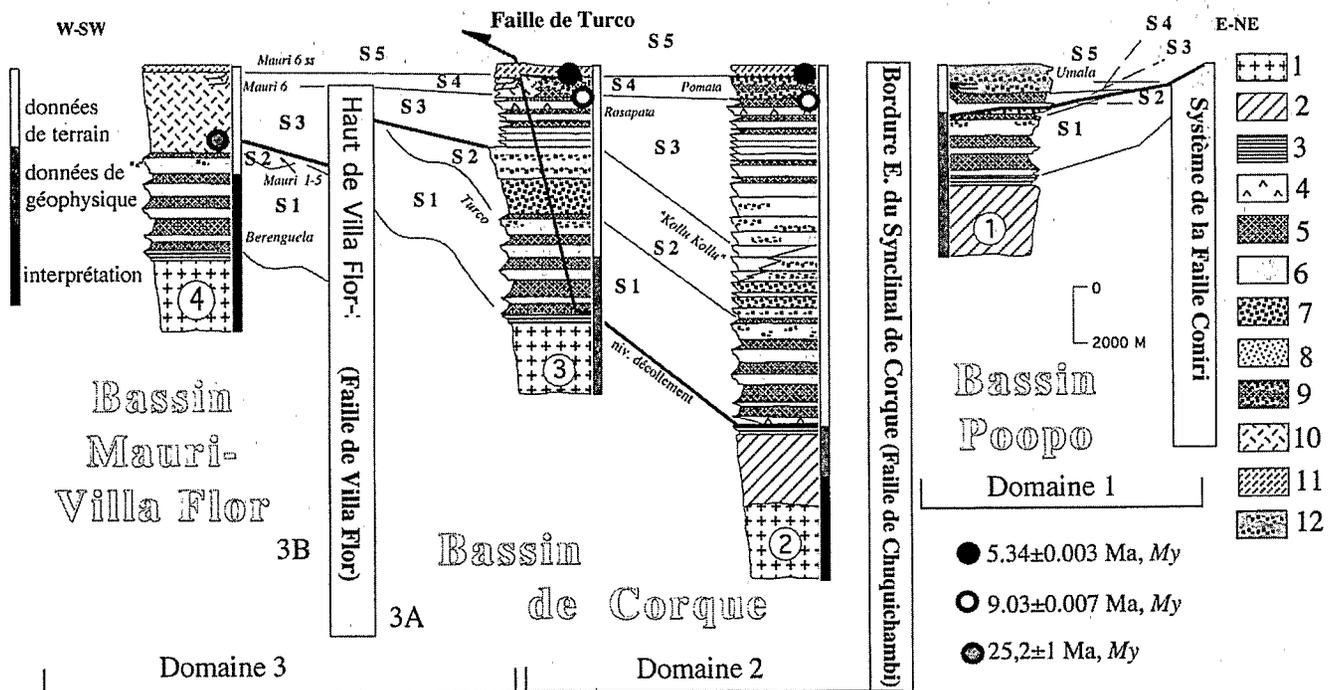


Figure 3. Colonnes lithostratigraphiques corrélées des différents domaines. 1. Socle précambrien. 2. Paléozoïque. 3. Pérites crétaées. 4. Argilites. 5. Grès. 6. Conglomérats. 7. Grès et lentilles conglomératiques. 8. Pérites conglomératiques. 9. Sables grauwaqueux et tufacés. 10. Conglomérats et grauwaques. 11. Limons et lentilles conglomératiques. 12. Surface d'érosion. S 1 : Éocène – Oligocène inférieur ; S 2 : Oligocène supérieur – Miocène inférieur ; S 3 : Miocène moyen ; S 4 : Miocène supérieur ; S 5 : Pliocène.

Correlation between lithostratigraphic sections of the different domains. 1. Precambrian basement. 2. Palaeozoic. 3. Cretaceous pelites. 4. Argillites. 5. Sandstones. 6. Conglomerates. 7. Sandstones and conglomeratic lenses. 8. Conglomeratic pelites. 9. Graywackes and tuffaceous sandstones. 10. Conglomerates and graywackes. 11. Silts and lenses of conglomerates. 12. Erosional surface. S 1: Eocene–Lower Oligocene; S 2: Upper Oligocene–Lower Miocene; S 3: Middle Miocene; S 4: Upper Miocene; S 5: Pliocene.

les, le haut de la séquence S2 est plus gréseux et forme un équivalent de la Fm. Kollu Kollu, datée, plus au nord, à  $18,4 \pm 0,5$  Ma (Swanson et al., 1987). Sur le flanc ouest du synclinal, dans la région de Turco (colonne 3), les conglomérats (Fm. Azurita) sont constitués de fragments de granites rouges et de gneiss à grenats provenant de l'ouest ; il n'y a donc pas, ici, de changement dans la polarité de l'alimentation au passage d'une séquence à l'autre.

Dans le bassin Mauri, la Fm. Mauri volcano-détritique,  $25,2 \pm 1$  Ma à sa base (Lavenu, 1989), se biseaute vers l'ouest ; elle atteint son maximum d'épaisseur au pied de la faille de Villa Flor (figure 2).

#### 2.2.3. La séquence S3 (Miocène moyen)

Elle est, au centre du bassin de Corque, en continuité avec les formations oligo-miocènes sous-jacentes. Elle débute par des grès et argiles beiges à passées conglomératiques (Fm. Caquiaviri) et se termine par des limons et des argiles, localement évaporitiques (Fm. Rosapata). Son épaisseur (5 000 m dans la moitié ouest de la structure) diminue fortement vers l'ouest (figure 3). Dans le bassin Mauri, la séquence S3, constituée de sables greywackeux et tufacés (base de la Fm. Mauri 6), forme un biseau sédimentaire qui s'amincit vers l'ouest (colonne 4). C'est dans le domaine 1 que l'épaisseur de cette séquence est la plus faible (1 000 m) ; elle se présente sous forme de biseaux sédimentaires s'amincissant vers la cordillère. Dans les domaines 1 et 3, la base de cette séquence correspond à une surface d'érosion recoupant localement les sédiments de la séquence S2.

#### 2.2.4. La séquence S4 (Miocène supérieur)

Elle se situe juste au-dessus du Tuf Callapa daté à  $9,03 \pm 0,007$  Ma (Marshall et al., 1992), mais sa base est légèrement diachrone. Dans le domaine 1 et au centre du domaine 2, elle est marquée par des arrivées de conglomérats à galets de Paléozoïque (base de la Fm. Umala et Fm. Pomata) et présente des discordances progressives, alors que, vers l'ouest (3A), elle est, comme le bassin Mauri, influencée par des apports volcanodétritiques.

#### 2.2.5. La séquence S5 (Pliocène)

Limitée à sa base par le tuf *Toba 76*, daté à  $5,34 \pm 0,003$  Ma (Marshall et al., 1992), elle est en continuité avec la séquence S4 dans les zones non déformées du centre des domaines 2, 3A et 3B, alors qu'elle la recouvre en discordance dans les zones déformées limitrophes.

Dans le domaine 1, cette séquence est constituée de limons terrigènes lacustres contenant des lentilles de conglomérats à galets de Paléozoïque (Fm. Umala) et prograde vers l'est. Vers le haut, les termes fins lacustres prédominent. Dans les domaines 2 et 3, elle est entièrement composée de sédiments volcano-détritiques (Fm. Mauri 6 ss) provenant de l'ouest.

### 3. Évolution tecto-sédimentaire : discussion

À l'Éocène – Oligocène inférieur, les directions d'apport et la composition des sédiments constituant la séquence S1 montrent que l'Altiplano nord correspond alors à un bassin alimenté essentiellement par l'ouest. Les différences d'épaisseur de la Formation Tihuanacu, de part et d'autre des chevauchements de Chuquichambi, pourraient être héritées d'une structure extensive, ou transtensive, ayant influencé la sédimentation au cours de l'Éocène.

À l'Oligo-Miocène, la sédimentation est contrôlée par la compression qui affecte le bord est du bassin entre 25 et 29 Ma (Sempere et al., 1990). À l'est, les sédiments sont issus de l'érosion des reliefs générés par l'activation des chevauchements du système de failles Coniri. À l'ouest, les conglomérats de la formation Azurita indiquent l'érosion du socle précambrien du haut de Villa Flor ; la faille de Villa Flor accommode le soulèvement avec un jeu normal, permettant la création d'un espace dans lequel s'accumule la Formation Mauri 1–5. La position des surfaces d'érosion montre qu'à cette époque, alors que les bords de l'Altiplano étaient soumis à l'érosion, un bassin non déformé comblé par les apports provenant à la fois de l'est et de l'ouest perdurait, à l'emplacement actuel du synclinal de Corque.

Au Miocène moyen, le domaine 1 est le siège d'une sédimentation peu épaisse ; le versant occidental de la Cordillère orientale est recoupé par une surface qui recoupe les principaux fronts de chevauchements (Hérail et al., 1993). Tout ceci témoigne d'une activité tectonique réduite et d'une érosion active. Au contraire, à l'ouest, deux zones fortement subsidentes s'individualisent (figure 3) :

- le bassin de Mauri-Villa Flor (3B) où s'accumulent des produits volcano-détritiques venant de l'ouest ; il est limité à l'est par la faille de Villa Flor et sa morphologie en héli-graben apparaît bien en sismique ;
- le bassin de Corque, dans lequel s'accumulent des sédiments provenant de l'est (érosion de la bordure occidentale de la Cordillère orientale et/ou de sédiments tertiaires) ; la faille de Chuquichambi accommode cette subsidence ; le dépôt-centre de la séquence S3 se situe à son pied ; les rejets normaux des failles de Chuquichambi et de Villa Flor indiquent un mécanisme de *collapse* des parties centrales de l'Altiplano.

Entre 9 et 5,4 Ma, des faciès de comblement et des apports volcano-détritiques (ouest du domaine 2) submergent le Haut de Villa Flor. Ce changement dans la sédimentation semble marquer la fin du fonctionnement des demi-graben. En revanche, les sédiments qui se déposent alors dans le bassin de Corque proviennent de l'est, ce qui montre que les reliefs générés par le chevauchement de Chuquichambi n'existaient pas encore, alors que les discordances progressives qui apparaissent aux alentours de

9 Ma montrent l'initiation d'un régime en compression, responsable de l'inversion de la bordure est du bassin de Corque.

Le Bassin oriental recueille les produits de l'érosion de la Cordillère orientale.

La base de la séquence Pliocène est discordante sur des reliefs pénéplanés (colonne 1). À l'ouest et au centre de l'Altiplano, il ne reste plus qu'un seul bassin, alimenté par le volcanodétritisme (colonnes 2, 3 et 4) ; par contre, à l'est, la sédimentation est terrigène (colonne 1). Ces deux bassins étaient séparés par les reliefs nés de l'inversion du synclinal de Corque. Dans le domaine 1, les sédiments pliocènes progradent vers l'est et montrent un approfondissement de la zone située au pied des chevauchements de Chuquichambi, qui sont donc toujours actifs.

#### 4. Conclusion

L'analyse des interactions entre tectonique, sédimentation et érosion permet de proposer un modèle d'évolution tecto-sédimentaire de l'Altiplano du Nord de la Bolivie :

– à la fin de l'Oligocène – début du Miocène, il correspond à un bassin en compression dans sa partie est,

chevauché et alimenté en sédiments par la Cordillère orientale ; sa partie occidentale est soumise à un soulèvement d'ensemble, accommodé par le jeu normal de la faille de Villa Flor, à l'ouest de laquelle se déposent des sédiments issus de l'érosion de l'arc magmatique ;

– au Miocène moyen, se déposent dans le demi-graben de Mauri-Villaflor des sédiments volcano-détritiques provenant de l'ouest, alors que le bassin de Corque, contrôlé par la faille de Chuquichambi, recueille des sédiments provenant toujours de l'est ; la séquence conservée dans le Bassin oriental, moins épaisse et discordante sur les structures oligo-miocènes, enregistre le ralentissement de l'activité de la tectonique sur le bord est de l'Altiplano ;

– au Miocène supérieur, la déformation, compressive et localisée au centre de l'Altiplano, se traduit par l'inversion tectonique du bassin de Corque, principalement le long de son bord oriental ; cette structure forme actuellement le synclinal de Corque ;

– cette déformation compressive se poursuit durant le Pliocène ; le Bassin oriental est alors alimenté, à l'est, par la Cordillère et, à l'ouest, par le bord oriental chevauchant du synclinal de Corque.

**Remerciements.** Cette étude a été réalisée dans le cadre de la convention de recherche existant entre l'Orstom et YPFB. Nous remercions particulièrement les membres du Projet Altiplano pour leurs contributions à ce travail.

#### 5. Références

- Baby P., Sempere T., Oller J., Blanco J., Zubieta D. et Hérail G. 1992. Evidence for major shortening on the eastern edge of the Bolivian Altiplano: the Calazaya nappe, *Tectonophysics*, 205, 155–169
- Beck S., Zandt G., Myers S., Wallace T., Silver P. et Drake L. 1996. Crustal Thickness variations in the Central Andes, *Geology*, 24, 407–410
- Cherroni C. 1968. Geologia de la Serrania de Berenguela, *Informe YPFB (GXG-1338)*
- Hérail G., Soler P., Bonhomme M. et Lizca J.-L. 1993. Évolution géodynamique du contact Altiplano – Cordillère Orientale au nord d'Oruro (Bolivie). Implications sur le déroulement de l'orogénèse andine, *C. R. Acad. Sci. Paris*, 317, série II, 512–522
- Hochstatter H. 1972. Informe sobre la region NE del Altiplano septentrional, *Informe YPFB (GXG-1792)*
- Kennan L., Lamb S. et Rundle C. 1995. K–Ar dates from the Altiplano and Cordillera Oriental of Bolivia: implications for Cenozoic stratigraphy and tectonics, *J. South Amer. Earth Sci.*, 8, 163–186
- Lamb S. et Hoke L. 1997. Origin of the high plateau in the Central Andes, Bolivia, South America, *Tectonics*, 16, 623–649
- Lavenu A., Bonhomme M., Vatin-Perignon N. et de Pachtère P. 1989. Neogene magmatism in the Bolivian Andes between 16° and 18°S. Stratigraphy and K–Ar geochronology, *J. South Amer. Earth Sci.*, 2, 35–47
- Marshall L.G., Swisher C., Lavenu A., Hoffstetter R. et Curtis G. 1992. Geochronology of the mammal-bearing Late Cenozoic on the northern Altiplano, Bolivia, *J. South Amer. Earth Sci.*, 5, 1–19
- Roeder D. 1988. Andean age structure of eastern Cordillera, *Tectonics*, 7, 23–39
- Schmitz M. 1994. A balanced model of the southern Central Andes, *Tectonics*, 13, 484–492
- Sempere T., Hérail G., Oller J. et Bonhomme M. 1990. Late Oligocene–Early Miocene major tectonic crisis and related basins in Bolivia, *Geology*, 18, 946–949
- Swanson K.E., Noble D. C., Mckee E. H., Sempere T., Martínez C. et Cirbian M. 1987. Major revisions in the age of rock units and tectonic events in the northern Altiplano basin of Bolivia, *GSA Meeting, Abstracts with Programs*, 19, 456

