

Néotectonique du Piémont amazonien des Andes centrales du Pérou (San Ramon)

J.F. DUMONT ⁽¹⁾

Résumé : Le Piémont des Andes orientales du centre Pérou est caractérisé par l'accumulation d'épandages alluviaux conglomératiques (formation Cañon) dans une paléotopographie différenciée datant probablement du début du Pliocène (bassin de San Ramon). Ces terrains sont déformés par un raccourcissement de direction NE-SW et chevauchés par les terrains de la cordillère le long de la bordure flexurée du bassin de San Ramon. La reprise d'érosion qui s'ensuit au Quaternaire est caractérisée par l'apparition d'importants cônes de déjection au Piémont de la cordillère.

Mots-clés : Néotectonique - Andes centrales - Chevauchement - Sub-Andin.

Abstract : Neotectonics of the Amazonian Piedmont of the Central Andes, Peru (San Ramon). On the eastern slope of the eastern Andes, central Peru, the amazonian piedmont is clearly marked by the deposition of a conglomeratic apron (the Canon formation) in a steep paleotopography of probably early Pliocene age (the San Ramon Basin). The formation of Canon was faulted during a NE-SW shortening, and overthrust by the mesozoic rocks of the eastern cordillera along the western flexured edge of the San Ramon Basin. A piedmont of alluvial cone was formed by the following erosion during early quaternary.

Key words : Neotectonic - Central Andes - Overthrusting - Sub-Andin.

Resumen : Neotectonico del piedmonte amazonico de los Andes Centrales del Perú (San Ramon). El piedemonte de los Andes Orientales del Peru Central se caracteriza en San Ramon por la acumulación de napas aluviales conglomeraticas (formación Canon) en una paleotopografía diferenciada probablemente al comienzo del Plioceno (Cuenca de San Ramon). Estos terrenos estan deformados por un acortamiento de direction NE-SW y recubiertos por los terrenos de la Cordillera, a lo largo de la orilla flexurada de la cuenca de San Ramon. La reanudación, en el Cuaternario, de una erosion subsecuente se caracteriza por la aparición de importantes conos aluviales, al pie de la cordillera.

Palabras claves : Neotectonique - Andes Central - Sobreoscurimiento - Sub-Andin.

(1) ORSTOM, UR 105, Aportado 18-1209, LIMA - PÉROU.

Dans les Andes centrales du Pérou, le versant amazonien de la Cordillère orientale est très abrupt et domine de plus de 2 000 m la Ceja de Selva, marge montagneuse de chaînons très découpés qui s'étend vers l'est jusqu'au bassin amazonien. Pour éviter toute confusion par la suite, rappelons que le terme de Ceja de Selva a un sens géographique, et doit être distingué de celui de Sub-Andin qui a un sens géologique et s'applique à la zonation morpho-structurale des Andes. En effet, la rupture morphologique entre la Cordillère orientale et la Ceja de Selva ne correspond pas exactement avec la limite occidentale de la zone sub-andine (MÉGARD, 1978) qui passe plus à l'est.

CADRE GÉOLOGIQUE

La figure 1 en donne les traits essentiels. Le socle est représenté ici par le granite de La Merced, dont la limite occidentale suit la basse vallée du Rio Tulumayo, au pied de la Cordillère orientale. Ce granite comprend des enclaves de terrains appartenant au groupe Tarma (grès et schistes du Pennsylvanien, MÉGARD, 1978, et données non publiées de J. PAREDES). La couverture sédimentaire transgressive sur le granite débute par des grès de faciès Mitu d'âge présumé permo-trias, qui affleurent dans de hautes collines arrondies au bas du versant. Le reste de la série sédimentaire est constitué par les carbonates de la Formation Pucara (LEVIN, 1974) qui forment ici la partie inférieure du versant de la Cordillère. Le piémont de la Cordillère orientale suit approximativement la limite de la transgression des grès de Mitu sur le granite tardihercynien de La Merced. Cependant, à San Ramon, le contact est masqué par d'importants dépôts plio-pléistocènes.

Les dépôts récents, connus par les études de DOLLFUS (1965), se répartissent en deux grands ensembles. Le plus ancien, que je nommerai la formation Cañon, est équivalent à la formation alluviale ancienne de DOLLFUS. Il s'agit de dépôts conglomératiques qui comblent partiellement une paléotopographie correspondant à une large (5 à 8 km) et profonde (plus de 1 000 m) vallée de dissection fluviale localisée au pied de la Cordillère orientale entre San Ramon et La Merced. L'importance et l'étendue des dépôts permettent de caractériser ce que nous appellerons le bassin de San Ramon. Les études antérieures (DOLLFUS, 1965, BLANC, 1984) ont montré que la bordure occidentale des conglomérats de la formation Cañon est déformée en flexure, et, comme nous avons pu le mettre en évidence, chevauchée par les terrains de la Cordillère orientale. Plusieurs nappes alluviales étagées sont conservées en lambeaux le long des vallées actuelles. Elles sont reliées par DOLLFUS (1965) aux différents événements glaciaires du Quaternaire.

LE REMPLISSAGE DU BASSIN DE SAN RAMON

Le Néogène : la formation Cañon

La formation Cañon est principalement composée de

conglomérats hétérogènes, hétérométriques, massifs, la stratification étant parfois soulignée par des intercalations peu épaisses de lentilles sableuses. La taille des éléments varie du centimètre au demi-mètre. Les galets sont bien émoussés et jointifs à matrice sableuse peu abondante. Le spectre pétrographique comprend différents faciès siliceux provenant des terrains paléozoïques de la Cordillère orientale (grès, siltites, quartzites, granites). Les galets de granite clair à biotite sont partiellement ou totalement arénisés, alors que les faciès plus riches en ferromagnésiens sont moins atteints. Cette altération, plus ou moins poussée suivant les endroits, s'accompagne d'un enrichissement en argile rubéfiée de la matrice sableuse des galets. L'épaisseur des conglomérats est de 400 m au minimum, mesurée entre le fond de la vallée du Rio Chanchamayo (entre San Ramon et La Merced) et les sommets où ces terrains culminent.

Les dépôts ont les caractères d'un épandage de nappe alluviale, venu ici combler une large paléo-vallée méridienne. L'imbrication sédimentaire des galets indique des écoulements en provenance du Sud. Cette vallée était alimentée depuis la Cordillère par la haute vallée du Rio Tulumayo.

Des niveaux lacustres (argiles, sables argileux alternant avec des sables sans matrice) apparaissent dans la partie sommitale des conglomérats, en marge de la vallée principale et à la jonction d'une large vallée haute située à l'est de La Merced. L'accumulation rapide des conglomérats dans la partie centrale de la vallée principale paraît être la cause de ces dépôts beaucoup plus fins confinés à la jonction avec cette vallée transverse où l'érosion devait être moins active.

MÉGARD (1978) différencie les conglomérats Cañon des faciès couches rouges qui affleurent un peu plus à l'est, vers Oxapampa. Ces couches rouges sont datées du Miocène par des Ostracodes (KOCH et BLISSENBACH, 1960) et la découverte de restes de mammifères dans les niveaux supérieurs indique que leur âge pourrait atteindre le Pliocène (SPILLMANN, 1949). D'autre part, nous avons vu que les conglomérats Cañon sont recouverts en discordance par les terrains du quaternaire ancien (DOLLFUS, 1965, BLANC, 1984). Ceci conduit à considérer un âge Pliocène pour les conglomérats Cañon. On ne peut cependant exclure la possibilité de considérer les conglomérats Cañon comme un équivalent proximal des couches rouges continentales affleurant plus à l'est, ce qui reviendrait à leur attribuer un âge mio-pliocène.

Les terrains quaternaires

DOLLFUS (1965) a décrit deux terrasses basses (t' et t'' subdivisée en t''a et t''b) étagées à +3 m, +25 m et +40 m au-dessus du lit actuel du Rio Chanchamayo. Ces terrasses que nous désignerons plus simplement t1, t2 et t3 sont emboîtées dans une terrasse haute, t4, située à 80 m environ. La terrasse basse (t1) ainsi que les terrasses hautes (t3 et t4) sont constituées de

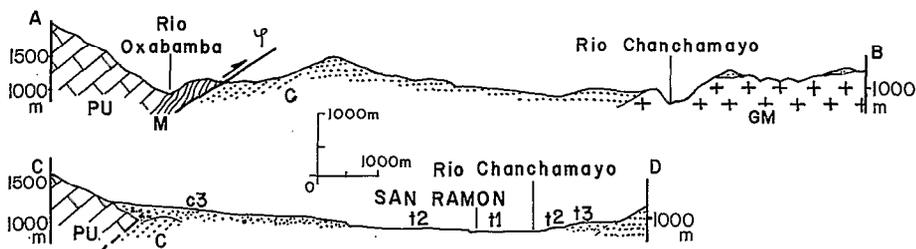
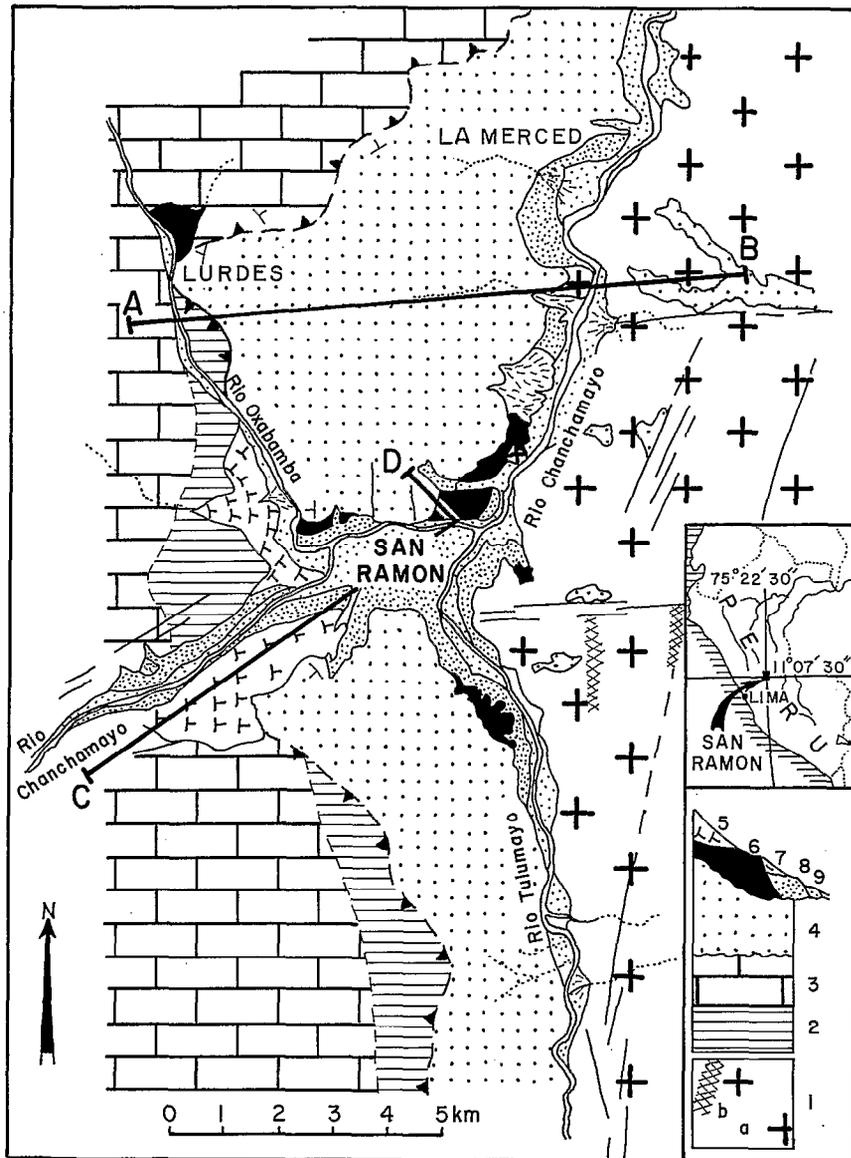


Fig. 1. — Schéma géologique des environs de San Ramon. 1. Granite tardi-hercynien (a) et septas de terrains paléozoïques (b) ; 2. Grès et siltes de faciès Mitu ; 3. Calcaires Pucara (Trias supérieur, Lias) ; 4. Conglomérats Cañon (Pliocène) ; 5. Cônes torrentiels du Quaternaire ancien (c3) ; 6. Terrasse fluviatile du Quaternaire ancien (t4) ; 7. Cônes torrentiels du Quaternaire moyen (c2 et c3) ; 8. Terrasses fluviatiles du Quaternaire moyen (t2 et t3) ; 9. Terrasses fluviatiles récentes (t1). Coupes géologiques localisées sur la figure 1. Terrasses fluviatiles successives du Quaternaire (t1, t2, t3), cône torrentiel du Quaternaire ancien (c3), conglomérats pliocènes de Cañon (Co), calcaire Pucara (Pu), détritique de faciès Mitu (Mi), granites de La Merced (GM).

Geological sketch of the San Ramon area. 1. Granite of late hercynian (a) and « septas » of paleocene (b) ages ; 2. Sandstones and silts of the Mitu facies ; 3. Pucara limestones (upper trias, lias) ; 4. Conglomerates of Cañon (pliocene) ; 5. Alluvial cones of early pleistocene (c3) ; 6. Stream terrace of early pleistocene (t4) ; 7. Alluvial cones of pleistocene (c2 and c3) ; 8. Stream terraces of pleistocene (t2 and t3) ; 9. Recent stream terraces (t1). Geological sections localized on figure 1 : successive stream terraces of pleistocene (t1, t2, t3), alluvial cone of early pleistocene (c3), pliocene conglomerates of Cañon (Co), Pucara limestones (Pu), detrital rocks of Mitu facies (Mi), La Merced granites (G.M.).

matériel fluvial de forte énergie (galets arrondis décimétriques, blocs métriques épars) alors que la terrasse t2 est constituée de sable fin entourant des lits discontinus de galets et de blocs.

Les terrasses basses et moyennes (t1, t2 et t3) jalonnent assez régulièrement le réseau hydrographique actuel (fig. 1). Des cônes de déjection de faible importance et à forte pente (matériel grossier et apport local) se raccordent à ces terrasses. Par contre, on observe que les cônes raccordés à la terrasse haute t4 ont un développement beaucoup plus important au pied de la Cordillère que dans les autres secteurs. L'un d'eux que nous nommerons cône de San Ramon est localisé au débouché de la vallée haute du Rio Chanchamayo sur la Ceja de Selva (fig. 1). Ce cône de déjection accuse un dénivelé de 400 m pour une extension entre apex et marge externe de 4 km. Il est composé à sa base de matériel de taille décimétrique à métrique, anguleux ou sub-arrondis, à matrice terreuse. Vers le sommet, le dépôt est nettement fluvial avec des galets arrondis grossièrement imbriqués.

STRUCTURE DU BASSIN DE SAN RAMON

Le bassin de San Ramon est installé dans une vaste paléo-vallée méridienne, et couvre 5 km de large pour près de 25 km d'extension longitudinale. Sa structure est dissymétrique : vers l'est, les niveaux les plus hauts débordent dans des paléo-vallées transverses (sur soubassement granitique), alors que vers l'ouest un pli ample abaisse le niveau sommital des conglomérats qui vient coïncider approximativement avec le pied de la Cordillère orientale. Ce pli est dissymétrique, avec un flanc est sub-horizontale et un flanc ouest incliné de 30 à 40 degrés (fig. 2). Cette limite occidentale est faillée et correspond au chevauchement de Lurdes, qui fait reposer les terrains de la Cordillère sur les conglomérats de la formation Cañon.

Le chevauchement de Lurdes

La cartographie de la limite entre Cordillère et conglomérats Cañon le long de la vallée du Rio Oxabamba a montré la présence d'une butte avancée de grès de faciès Mitu ou Pucara inférieure superposée au flanc occidental des conglomérats Cañon (fig. 1, coupe A-B). Cette superposition anormale marque la présence d'un contact tectonique incliné de 40 à 45 degrés vers l'ouest/sud-ouest, faisant chevaucher vers l'est la série mésozoïque de la Cordillère sur les conglomérats Cañon. Je nommerai cet accident majeur qui ne figure pas sur les cartes antérieures le « chevauchement de Lurdes ». La flèche visible de recouvrement des conglomérats Cañon est de 1 km environ, mais le recouvrement total, plus important, n'excède vraisemblablement pas la valeur de quelques kilomètres.

ÉTUDE DES DÉFORMATIONS CASSANTES

Les déformations cassantes relevées dans les conglomérats Cañon sont des fractures et des galets striés tectoniquement.

Les fractures ont été observées seulement près de Lurdes dans le flanc occidental de la flexure, à proximité du contact tectonique qui limite les conglomérats Cañon. Les plans de failles, souvent visibles sur plusieurs mètres, tranchent les galets nettement et sans formation de brèche. Les stries sont fines et continues. Les sens de mouvements sont le plus souvent indiqués par des repères décalés (galets ou lentilles sableuses) ou plus rarement par des échelons de fractures. Les rejets observés sont centimétriques à décimétriques. Les galets cisailés sont fréquents dans cette zone de faille, les jeux observés étant comparables à ceux des failles.

Aucune faille certaine n'a été relevée dans les terrains quaternaires, ce qui peut être dû à une lithologie peu favorable (très faible consolidation) et à des conditions d'affleurement souvent mauvaises (végétation, éboulement des talus de roches meubles).

Des galets striés tectoniquement sont fréquemment rencontrés dans la partie ouest des affleurements de conglomérats de la formation Cañon, ce qui correspond approximativement à la zone de la flexure. Des éléments striés ont aussi été observés dans la partie inférieure du cône de déjection de San Ramon.

Une chronologie des jeux successifs a été établie. Les deux jeux les plus anciens relevés ici sont calés par recoupement des plans de failles respectifs. Nous avons ici des failles qui sont soit inverses, soit normales, aussi leur appartenance à l'une ou l'autre phase est facile à distinguer. Plusieurs observations ont montré la même chronologie, à savoir l'antériorité de la phase compressive NE-SW sur la distension NO-SE. Ces failles ne paraissent pas affecter les terrains quaternaires. Dans ces derniers, la tectonique cassante, uniquement exprimée par des galets striés, montre des jeux qui sont incompatibles avec les jeux anciens.

La recherche des directions principales de mouvement a été faite par méthode graphique (ANGELIER et MECHLER, 1977).

Le jeu le plus ancien affectant les conglomérats Cañon est un raccourcissement de direction NE-SW, bien exprimé par des failles de direction méridienne à NNE-SSW. Les jeux correspondants sont dextres/inverses. Des mesures de galets cisailés complètent les mesures de failles et permettent de définir avec une bonne précision la direction de raccourcissement par traitement graphique (fig. 2A).

Je considère que cette phase tectonique peut être mise en relation avec le chevauchement de Lurdes. Les failles qui ont été mesurées sont localisées très près du chevauchement (moins de 100 m). On doit cependant remarquer que si les plans de failles ont

une direction moyenne qui est parallèle à la direction du chevauchement, les pendages sont différents. Les failles sont fortement inclinées vers l'est (60 degrés à sub-verticales) alors que la géométrie du chevauchement déduite de la cartographie indique un faible pendage vers l'ouest (40 degrés environ vers la surface). Il est donc vraisemblable que les failles représentent ici un jeu secondaire par rapport au plan majeur du chevauchement, dont le pendage en profondeur pourrait aussi s'accroître.

La seconde phase observée dans les conglomérats Cañon est une extension de direction WNW-ESE (fig. 2B) qui est exprimée par des failles à pendage généralement plus faible que dans la phase précédente, mais dont les directions générales sub-méridiennes sont identiques. La direction azimutale des stries sur les plans à faible pendage permet de préciser la direction de l'extension obtenue par traitement graphique.

Les deux phases les plus récentes ont été observées dans les conglomérats de la formation Cañon (plans de failles voisins des directions précédentes et à rejets centimétriques) et dans les terrains quaternaires discordants du cône torrentiel t3 (galets striés). La direction de raccourcissement la plus souvent identifiée et peut-être aussi la plus récente (suivant quelques recouvrements de stries qui demanderaient à être confirmés) est WNW-ESE (fig. 2D). Une autre direction de raccourcissement sensiblement orthogonale (NWE-SSW) a été observée (fig. 2C).

ÉVOLUTION MORPHOLOGIQUE ET TECTONIQUE DU PIÉMONT

Période mio-pliocène

Les couches rouges du Miocène sont plissées, et le relief formé est disséqué par de profondes vallées d'érosion fluviale (KOCH, 1959). C'est vraisemblablement à cette époque que la Ceja de Selva a commencé à s'individualiser entre la Cordillère à l'ouest et le Bassin amazonien à l'est. Dans la partie ouest de la Ceja de Selva l'érosion a entaillé de larges vallées comme celles du Tulumayo et du Chanchamayo aux environs de San Ramon. Cette dépression (le bassin de Cañon) a été partiellement comblée par les nappes alluviales conglomératiques déversées au piémont des reliefs de la Cordillère (formation Cañon). Il faut cependant remarquer que la différenciation en deux périodes de dépôt et d'érosion repose sur des datations peu précises et qu'une équivalence entre la formation Cañon et les couches rouges du Miocène ne ferait qu'un seul cycle. La tectonique compressive qui intervient vers la fin du Pliocène ou le début du Quaternaire (chevauchement de Lurdes) va rajeunir les reliefs sub-andins et provoquer une nouvelle période d'érosion.

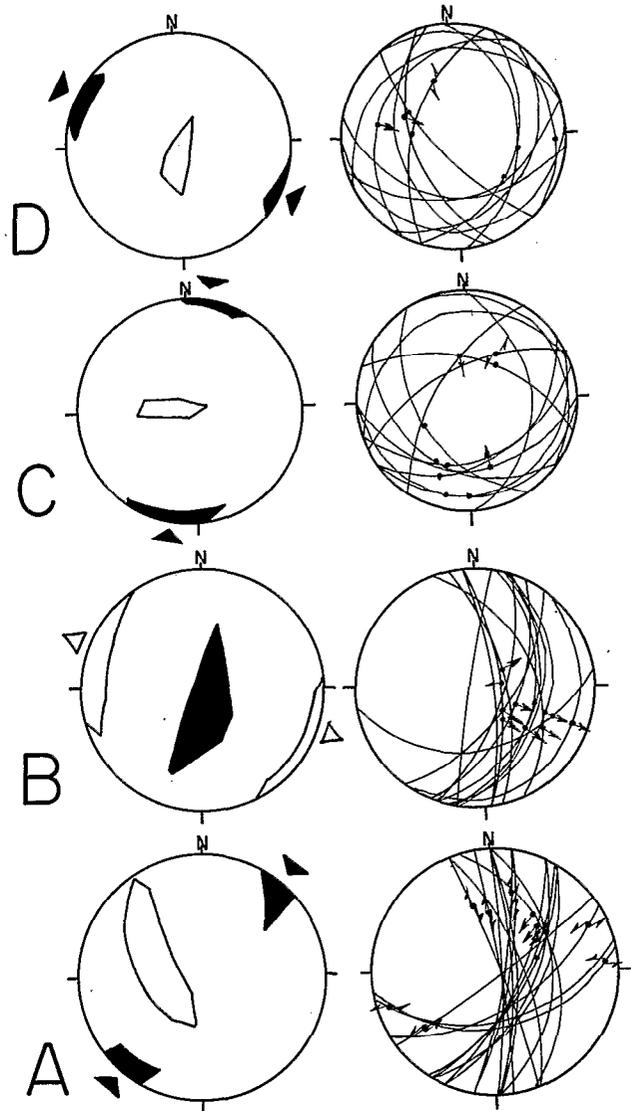


Fig. 2. — Représentation stéréographique des données structurales : à droite plans de fractures (Wulff) et à gauche recherche des directions principales par traitement graphique : A : Failles et galets cisailés de Lurdes indiquant un raccourcissement NE-SW ; B : Failles rapportées à l'extension WNW-ESE ; C et D : Galets striés à la base du cône de San Ramon.

Stereographic representation of structural patterns ; at right : slip planes (Wulff), at left : graphical search for principal directions : A. shortening NE-SW inferred from faults and sheared boulders of Lurdes ; B. Faults from dilatation WNW-ESE ; C and D. sheared boulders at the base of San Ramon cone.

La période quaternaire

La période quaternaire correspond à une reprise de l'érosion dans la Ceja de Selva jusqu'à un niveau qui n'a cependant pas atteint la profondeur qu'avait

atteint l'érosion avant le dépôt de la formation Cañon. Le chevauchement de Lurdes indique que le relief de la Cordillère a été accentué par rapport à la Ceja de Selva, ce que montre aussi le profil fortement convexe du Rio Chanchamayo entre Tarma et San Ramon. Un important cône alluvial se forme alors au pied de la Cordillère orientale, au débouché du Rio Chanchamayo sur le bassin de San Ramon. Un effet secondaire mais vraisemblablement précoce (il était acquis à l'époque du cône c4) de cette tectonique est d'avoir repoussé la vallée quaternaire des Rio Tulumayo et Chanchamayo (en aval de San Ramon) à la limite orientale du bassin pliocène : en s'enfonçant, la vallée quaternaire va se surimposer aux granites du soubassement et y tailler en deux endroits d'étroites gorges (fig. 1. coupe A-B).

CORRÉLATION AVEC LES RÉGIONS VOISINES

La faiblesse des datations et la discontinuité des affleurements rend les corrélations à grande distance particulièrement délicates. On se basera donc surtout sur la comparaison des grands événements pouvant servir de repère (déformations, périodes d'érosion ou de comblement).

Dans les Andes du Sud Pérou, LAUBACHER *et al.* (1984) et HÉRAIL *et al.* (1988) ont décrit plusieurs petits bassins localisés au piémont de la Cordillère orientale, à la limite des chaînons de la zone sub-andine (bassins de Pilcopata, Quincemil, Candamo, Tipuani). Ces bassins ont une histoire très semblable à celle de la région de San Ramon. Les formations de Cangalli

(Tipuani) et de Cancao (Quincemil) sont comparables aux conglomérats Cañon. Ces formations fossilisent une paléomorphologie différenciée, et sont affectées par une tectonique en raccourcissement (de direction NNE-SSW à NE-SW à Tipuani et N-S à Quincemil). La période quaternaire correspond au creusement dans ces bassins de vallées à terrasses étagées.

CONCLUSION

Le bassin de San Ramon représente un jalon supplémentaire au chapelet de petits bassins installés à la limite de la Cordillère orientale et de la Ceja de Selva. Depuis la fin du Tertiaire, on observe une évolution relativement identique de la marge amazonienne des Andes sur près de 800 km (de San Ramon à Tipuani). Le relief de dissection fluviale creusé au début du Pliocène a été partiellement comblé par des nappes alluviales de matériel grossier déposées au piémont morphologique de la Cordillère orientale. Cette rupture morphologique sera accentuée par la phase tectonique de la fin du Pliocène — début du Quaternaire.

Remerciements

Cette étude a été réalisée dans le cadre d'un contrat de coopération avec l'I.G.P. (Instituto Geofísico del Perú). Par ailleurs, je remercie G. LAUBACHER qui a participé à la mise en place du projet et à la mission de reconnaissance.

Manuscrit accepté par le Comité de Rédaction le 14 janvier 1988.

BIBLIOGRAPHIE

- ANGELIER (J.) et MECHLER (P.), 1977. — Sur une méthode graphique de recherche des contraintes principales également utilisable en tectonique et en séismologie : la méthode des dièdres droits *Bull. Soc. Géol. France* (7), XIX, 6 : 1309-1318.
- BLANC (J.L.) 1984 — Néotectonique et sismotectonique des Andes du Pérou central dans la région de Huancayo. Thèse 3^e cycle. Univ Paris Sud Orsay, 161 p
- DOLLFUS (O.), 1965 — Les Andes centrales du Pérou et leurs piémonts (entre Lima et le Péréné). Étude séomorphologique. Travaux de l'Institut Français d'Études Andines, Tome X. Lima, Pérou, 404 p.
- HERAIL (G.), FORNARI (M.), LAUBACHER (G.), ARGOLLO (J.), VISCARA (G.) et MIRANDA (V.), 1988. — Géodynamique et siltologie de l'or détritique sur le front amazonien des Andes (Sud Pérou - Nord Bolivie). *Géodynamique*, 3 (1), 1988
- KOCH (E.), 1959 — Unos apuntes sobre la geomorfologia del Rio Ucayali (Oriente Peruano) *Bull. Soc. Geol. Peru*, 34 : 32-41.
- KOCH (E.) et BLISSENBACH (E.), 1960. — Die Gefalteten oberkretazisch-tertiären Rotschichten im Mittel-Ucayali-Gebiet, Ostperu. *Beih. Geol. Jb.* 43, 103 p.
- LAUBACHER (G.), HÉRAIL (G.), FORNARI (M.) et SEBRIER (M.), 1984. — Le piémont amazonien des Andes sud-orientales du Pérou (Marcapata-Inambari). *In* : Montagnes et Piémonts, R.G.P.S.O., Toulouse : 71-84.
- LEVIN (P.), 1974. — Die Pucara sedimente in Chanchamayo-Gebiet in Ost Peru. *Geol. Rdschau.*, 63 (1) : 347-356.
- MEGARD (F.), 1978. — Étude géologique des Andes du Pérou central. *Mémoires ORSTOM*, n° 86, 310 p.
- SPILLMANN (F.), 1949. — Contribución à la paléontología del Perú. Una mamifera fósil de la region del Rio Ucayali. *Publ. Mus. Ist. Nat.*, ser. C. Geol., 1. Lima.