

SURFACES D'APLANISSEMENTS EN ZONE AMAZONIENNE DE BOLIVIE (RÉGION DE SAN IGNACIO DE VELASCO-SANTA CRUZ)

B. BOULANGÉ* et M. LITHERLAND**

* *Mission O.R.S.T.O.M.-Bolivie, Cajón Postal 8714, La Paz, Bolivie*

** *Institute of Geological Sciences 154, Clerkenwell Road, London EC1R-SDU*

RÉSUMÉ

Les travaux effectués dans cette région ont permis le relevé de quelques observations morphologiques, à savoir la présence de deux surfaces d'aplanissements identifiables par leurs positions topographiques et leurs formations superficielles : allérations et cuirasse ferrugineuse. La surface haute a été soumise à une déformation tectonique lui conférant topographiquement deux plans distincts. Cette brève étude, nullement exhaustive, n'a comme unique but que de fournir quelques données sur une zone difficile d'accès et mal connue.

RESUMEN

Los trabajos realizados en esta zona permitieron la relación de algunas observaciones morfológicas, es decir la presencia de dos superficies de aplanamiento que se identifican por sus posiciones topográficas y sus formaciones superficiales : alteraciones y coraza feruginosa. La superficie alta ha sido sometido a una deformación tectónica, la cual le da dos planos topográficos distintos. Este breve estudio, de ningún modo exhaustivo, tiene un solo objetivo que es proporcionar algunos datos de una zona difícil de acceso y mala conocida.

BASE-LEVEL SURFACES IN BOLIVIAN AMAZONIAN AREA (SAN IGNACIO DE VELASCO-SANTA CRUZ AREA)

ABSTRACT

The works executed in this country permitted to take some morphological notes, that is to say the presence of two flattened surfaces that we can identify by their topographical position and their surface formations : weathering and ferruginous durycrust. The high surface was the object of tectonic deformation, which give it topographical two different flats. This short study, not at all raised, has only one end, to give some datas on a unrecognized area whose approach is difficult.

ЭРОЗИОННЫЕ ПОВЕРХНОСТИ В ЗОНЕ РЕКИ АМАЗОНКИ В БОЛИВИИ (РАЙОН САН ИГНАЦИО ВЕЛАСКО-САНТА КРУЗ)

РЕЗЮМЕ

Проведенные в этом районе работы позволили отметить некоторые морфологические особенности : наличие двух эрозионных поверхностей, определяемых их топографическим положением и поверхностными образованиями — выветривания и железистый панцирь. Высокая поверхность была подвержена тектонической деформации, придавшей ей два топографически различных плана. Это краткое, отнюдь не исчерпывающее, исследование, имеет единственной целью представить несколько данных об этой трудно доступной и мало известной зоне.

La zone étudiée est située dans l'« Oriente » bolivien au nord-est de Santa Cruz (cf. fig. 1). Elle est comprise entre les coordonnées suivantes : 60° et 61° de longitude Ouest, 16° et 17° de latitude Est. Elle fait partie de la zone amazonienne de Bolivie et est couverte de forêt. Elle forme la partie occidentale du bouclier brésilien précambrien. C'est à ce titre que, dans le cadre des travaux géologiques réalisés actuellement dans cette zone, nous nous sommes intéressés à la morphologie et aux formations superficielles rencontrées. Des critères généraux peuvent être précisés qui permettent de conclure à l'existence de deux surfaces d'aplanissement.

CLIMAT - VÉGÉTATION

Le climat est de type tropical, la majeure partie de la pluie (1.200 mm/an), tombe en été (octobre à février). Les températures maximales varient de 23 °C en juin à 31 °C en février. La végétation est épaisse, à l'exception de la zone d'altération ferrallitique profonde où les plateaux sont couverts d'une maigre savane arborée et où les zones alluviales forment de grandes savanes ou « pampas ».

ASPECT GÉOLOGIQUE

La zone recouvre une partie de l'extrémité occidentale du bouclier brésilien. Suivant une bande courbe passant par San Miguel et San Ignacio (cf. fig. 2 — Unité 4), se répartissent des schistes à quartz, feldspaths et muscovite avec en quelques rares endroits de l'hématite, du graphite, des grenats et des staurolites. Dans ce groupe de schistes s'intercalent des formations ignées de metagabbro avec troctolite, serpentinite et des formations de quartz à hornblende. En dehors de ce secteur, la plupart des roches sont des gneiss, granulites et granites.

LE RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE (cf. fig. 1 et 2)

Il comprend 3 bassins. Au nord le bassin du Rio Paragua, à l'ouest le bassin du Rio Zapocoz Sud qui rejoint le Rio San Paulo, ces deux rivières se jettent au nord dans le Rio Itenes ou Guapore dont l'une des branches en amont, le Rio Curiche Oquiriquia, vient drainer la partie nord-est de cette région. À l'est les Rios Urucu et Mercedes dirigent leurs eaux vers le Rio Paraguay ; au sud le Rio Santa Barbara dirige ses eaux vers une dépression : « la Laguna Concepción ».

Cette zone est donc soumise à l'influence de trois systèmes hydrographiques. Ceux-ci ont sans doute fonctionné avec des niveaux de bases différents. Des phénomènes de capture paraissent s'être produits dans la partie nord-est occasionnés par le Rio Curiche Oquiriquia au détriment du Rio Urucu.

Malgré les 1.200 mm d'eau reçus durant la saison des pluies les rivières sont souvent asséchées (quebradas) et en raison de leurs faibles pentes les lits sont transformés en marécages.

MORPHOLOGIE

Sur les coupes schématiques (cf. fig. 3) il est possible de distinguer quatre niveaux :

A. Une ligne de sommets (cf. fig. 3 - Unité 1) domine nettement le paysage au sud-ouest de cette zone. Au pied de ceux-ci s'étendent trois niveaux d'altitudes différentes correspondant à deux surfaces d'aplanissement.

B. La première de ces surfaces a été soumise à un décrochement tectonique et se situe à deux niveaux différents d'altitude 480 m et 400 mètres (cf. fig. 3 - Unité 2).

C. La deuxième de ces surfaces est comprise entre 270 et 300 mètres (cf. fig. 3 - Unité 3).

A Les sommets forment une ligne orientée NW-SE jusqu'à Santa Ana, qui s'incline ensuite en direction NE-SW. Leur altitude est comprise entre 500 et 600 mètres. Ils dominent le paysage d'une hauteur de commandement d'environ 50 à 120 mètres. Ces reliefs ont des flancs abrupts, convexes, présentant parfois une très légère concavité dans leur partie inférieure, ils apparaissent le plus souvent comme des dômes à flanc convexe émergeant de la surface d'aplanissement. Ces reliefs sont formés de gneiss, lesquels ont été soumis à une silicification post-génétique le long des lignes tectoniques. Une partie de cette silice secondaire peut provenir d'horizons d'altération anciens et érodés.

Sur les sommets ou sur les pentes à la faveur de légers replats, on peut encore relever quelques indices d'altération ancienne : éléments de gneiss altérés en kaolinite, parfois même ferruginisés et indurés.

On peut voir là les restes d'une surface d'aplanissement supérieure, mais le petit nombre de témoins, leur faible extension, l'absence de formations superficielles déterminantes ne laissent que peu d'arguments outre celui de la différence d'altitude.

B La surface d'aplanissement de San Ignacio (cf. fig. 2 - Unité 2)

Cette surface s'étend sur la plus grande partie de cette région. Elle s'incline régulièrement de part et d'autre de la ligne de sommets. Les principales agglomérations y sont situées (San Ignacio - Santa Ana - San Rafael - San Miguel). Elle présente en son milieu un fort décrochement, décrochement de

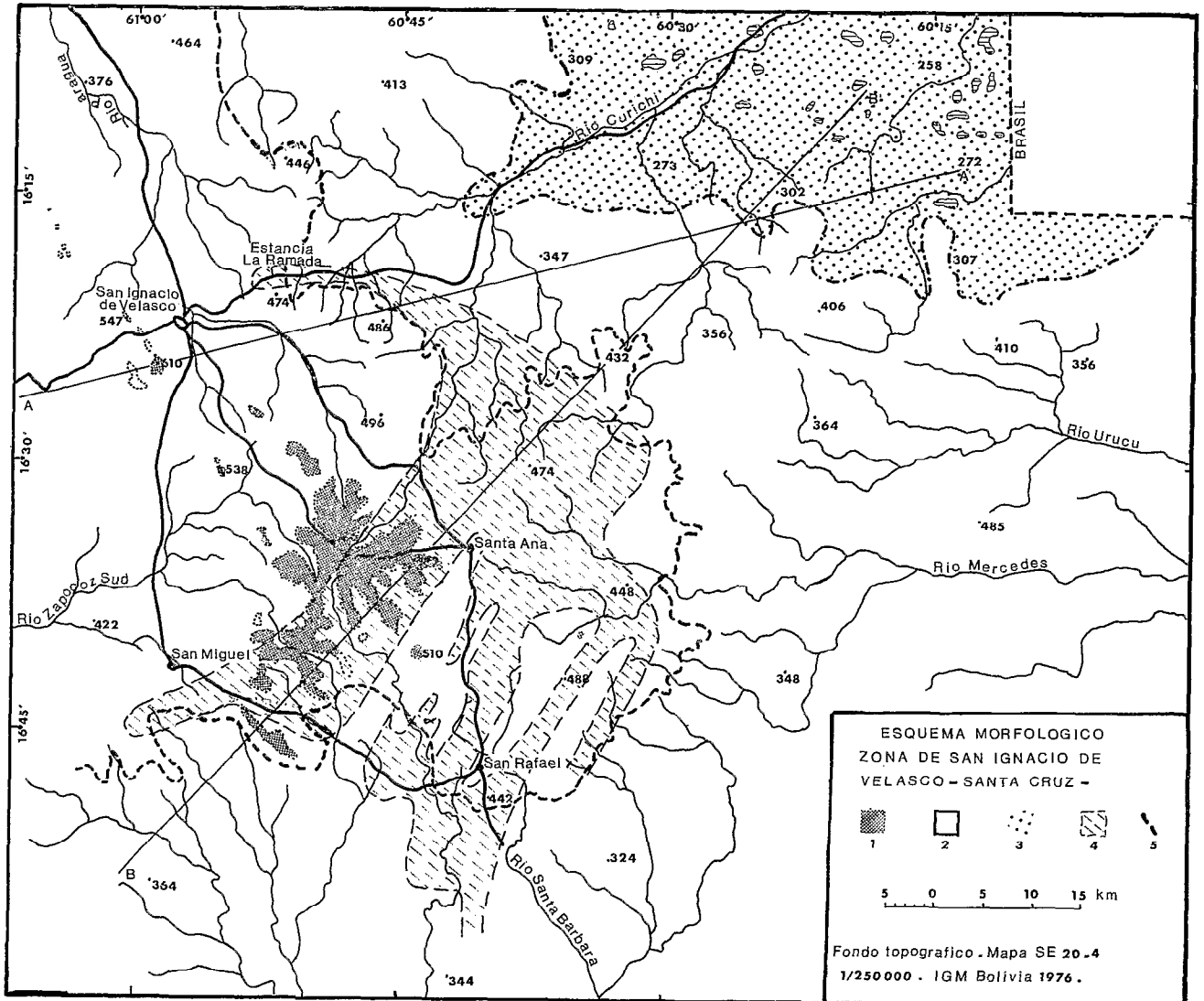


Fig. 2. — Schéma morphologique de la région de San Ignacio de Velasco. 1 : Sommets ; 2 : Surface d'aplanissement de « San Ignacio » ; 3 : Surface d'aplanissement des « Tres Lagunas » ; 4 : Zone de schistes ; 5 : Décrochement.

La Ramada, observable près de la ferme de ce nom à 12,5 km à l'est de San Ignacio, et de même sur la route de San Miguel à Santa Ana. Ce décrochement fait passer le plan de surface de 480 à 400 mètres. Il suit une ligne de direction NW-SE et NE-SW parallèle aux orientations de la ligne de sommets. Cette ligne est parfaitement visible sur l'image par satellite dont nous disposons (*).

Les « quebradas » entaillent profondément les deux parties de cette surface et y découpent une

mosaïque de plateaux. Sur ceux-ci la végétation est maigre : savanes arborées et pâturages, les fonds de vallées présentent une végétation de savane. Au pied du décrochement, la végétation est plus dense tant sur les collines érodées que dans les fonds de vallées ; vers le nord-est la surface remonte légèrement et l'on retrouve rapidement la même morphologie et le même type de végétation.

Ces plateaux, dont l'extension peut varier de 1 à 5 km, ont une surface plate ou légèrement ondulée.

(*) NASA-ERTS E 2145-13232-7 01 du 16 juin 1975.

Leurs rebords sont en général convexes. On n'observe pas à la faveur des entailles le développement de glacis de piedmont. Tout au plus ces rebords présentent une ou deux facettes marquant les étapes d'enfoncement du réseau hydrographique.

Les formations superficielles rencontrées sur ces plateaux sont en relation directe avec les roches sous-jacentes : schistes, gneiss ou granites. L'ensemble de la surface s'est trouvé soumis à des phénomènes d'altération et de cuirassement qui se traduisent par le développement de profils types :

- sol
- cuirasse ferrugineuse bien indurée
- argile tachetée
- lithomarge
- roche-mère.

La cuirasse ferrugineuse est bien développée sur schistes et sur gneiss, ceci en raison de la teneur en fer de ces roches. Ce sont des cuirasses d'accumulation relative. Les échantillons sont variés mais ne contiennent pas en général d'éléments figurés transportés (gravillons); tous les éléments figurés proviennent de l'altération des roches en places, et de concrétionnements ferrugineux. Ceci indique bien que cette surface est une surface d'érosion. On peut relever cependant, à proximité de la cote 610 (Cerro de La Cruz) près de San Ignacio à la cote 480, une cuirasse fortement indurée, bréchique : les éléments bréchiques sont des éléments de roches altérées provenant du sommet proche.

Cette cuirasse affleure localement sur les plateaux notamment à la faveur des ondulations. Elle paraît bien développée sur les rebords (ressaut de 1 à 3 mètres). Selon la nature des roches elle pourra contenir une forte proportion ou très peu de quartz. Quelques déterminations aux rayons X donnent pour composants majeurs : kaolinite, goethite et hématite.

Des portions de plateaux, légèrement abaissées en raison de leur faible extension, ne présentent plus que les traces d'une cuirasse démantelée : boules noyées dans un horizon à forte concentration gravillonnaire limité à sa base par une ligne d'éléments quartzeux formant « stone-line ». L'ensemble repose sur une argile rouge et sur un gneiss altéré (profil à 5 km de San Ignacio sur la route de San Miguel). Ce type de relief se trouve aussi au pied du décrochement.

L'épaisseur de la zone d'altération peut être évaluée à 20 ou 30 mètres (ancienne mine de kaolinite à 1 km à l'est de San Ignacio). Cette zone d'altération a pu être observée à la faveur des entailles. Sur schistes et sur gneiss elle est formée d'argile tachetée et d'un horizon d'argile rouge surmontant une lithomarge (horizon à structure conservée). C'est

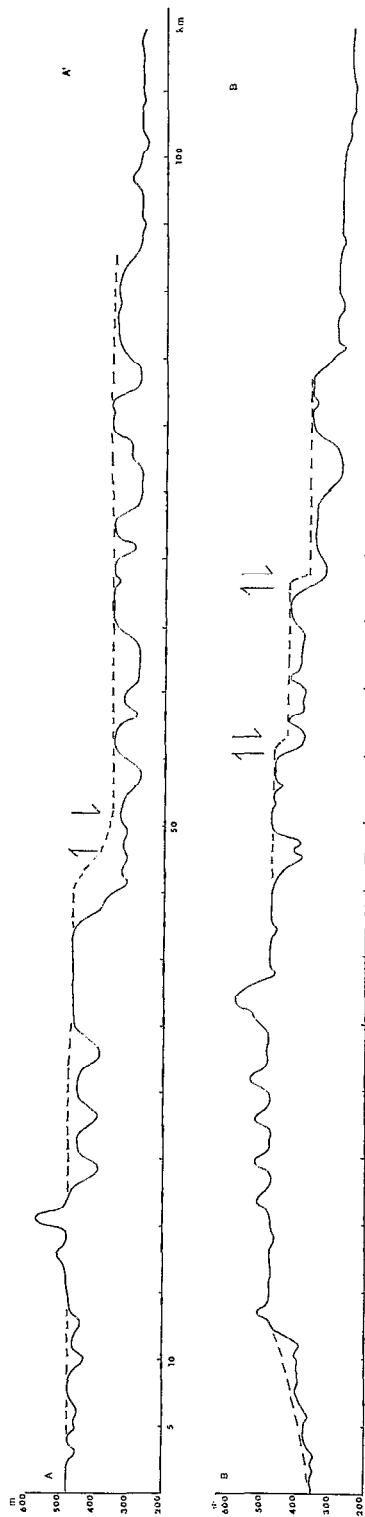


Fig. 3. — Coupes schématiques.

une altération de type kaolinique. Les bas-fonds sont recouverts d'alluvions : argile, sables et graviers.

Les flancs des plateaux, observés le long des pistes sont recouverts par des formations superficielles. Il est fréquent, notamment sur granite, de distinguer très nettement sous le rebord cuirassé un recouvrement de sables ocres passant à sa partie inférieure à des sables blancs. A ce passage, la facette de sables ocres est soulignée par un léger replat dont la bordure est indurée. Ce deuxième type de cuirasse est plus clair, moins dur, moins ferrugineux, contenant plus de quartz que la cuirasse supérieure. Les minéraux principaux en sont le quartz, la kaolinite et la goëthite (24 km au sud de San Ignacio sur la route de San Miguel et sortie de San Miguel vers San Rafaël). Sur cette surface les roches-mères ne sont affleurantes que dans les « quebradas ».

A la faveur du décrochement on observe sur les gneiss un épais horizon de quartz et de graviers ferrugineux (1 à 2 mètres), accompagnés sur schistes de grands cristaux de grenats et staurolites, reposant sur une argile rouge et sur la roche-mère.

Au pied du décrochement l'érosion a été plus intense. Les plateaux ne sont plus qu'une juxtaposition de dômes à flancs convexes dont l'altitude est comprise entre 300 et 350 mètres, les profils d'altération sont érodés et peu épais (1 à 2 m), les affleurements rocheux sont nombreux, beaucoup de quartz sont épandus en surface. A proximité des entailles des rivières on peut observer de fins lisérés indurés : cuirasse semblable au deuxième type rencontré en amont du décrochement.

Rapidement vers le nord-est on remonte sur une série de plateaux (350 à 400 m) présentant les mêmes caractéristiques que ceux de la partie haute de la surface : savane arborée sur les plateaux, profils d'altération bien développés (20 à 30 m), cuirasse ferrugineuse avec rebord de 1 à 3 mètres.

C La surface d'aplanissement des Trois Lagunes (cf. fig. 2 - Unité 3)

Cette surface s'inscrit dans la précédente avec une dénivelée d'environ 50 mètres, son altitude est comprise entre 250 et 280 mètres ; le raccord entre les deux surfaces présente une légère concavité. Les rivières s'y enfoncent d'une dizaine de mètres, mais la zone est très plate, les eaux s'écoulent mal et se maintiennent dans de nombreuses lagunes. La végétation est dense, c'est le domaine de la forêt. Les profils d'altération sont peu épais (1 à 2 m). Il n'y a pas traces de cuirassement généralisé, tout au plus quelques lisérés indurés peuvent se développer autour des lagunes ou près des entailles de rivières.

Une interprétation sûre de l'évolution morpho-tectonique de cette partie du bouclier brésilien nécessiterait une étude plus étendue et plus détaillée

de cette zone. Nous ne pouvons pour le moment que conclure à l'existence de deux surfaces d'aplanissements.

Le type de formations superficielles rencontrées sur la surface 480 m et sur la surface 400 sont identiques : épaisseur d'altération, formation indurée. Ces deux surfaces paraissent donc bien appartenir à la même unité géomorphologique soumise ultérieurement à une déformation tectonique. En l'absence de toute étude de ce type faite dans cette région nous ne pouvons qu'avancer quelques arguments.

Tout d'abord la ligne de dénivelée suit les axes d'orientation NW-SE et NE-SW des lignes de sommets qui sont aussi les axes d'orientation des cordillères. Cette déformation dans la surface d'aplanissement a induit la formation d'un relief de côtes. Les Rios Urucu et Mercedes coulent en direction subséquente, suivant les orientations de la ligne de dénivelée. Le Rio Curiche Oquiriquia a provoqué une percée consécutive dans le compartiment affaissé de la surface, dans lequel il a pénétré profondément captant une partie du réseau amont du Rio Urucu et entaillant fortement le compartiment supérieur de la surface. Le drainage, plus intense au pied de la dénivelée, a entraîné une érosion quasi complète des plateaux à cet endroit, ceux-ci ne présentent plus qu'une faible épaisseur d'altération et des gravillons ferrugineux témoignant de l'existence d'une couverture cuirassée, maintenant démantelée.

En aval, partie nord-est de la zone, à l'entaille de cette surface d'aplanissement à partir du Rio Curiche Oquiriquia, branche amont du Rio Itenes, correspond le façonnement d'une basse surface caractérisée par un changement de végétation (forêt dense), des profils d'altération peu épais et l'absence généralisée de cuirassement. A son tour, cette surface a été disséquée, les rivières s'y enfoncent de 10 à 15 mètres. Des levées alluviales se sont mises en place, obstruant dans ces bas-fonds de nombreux cours d'eau et provoquant par le fait même la formation du réseau des lagunes.

Si les travaux menés en différentes parties de l'Amazonie (Colombie, Venezuela, Brésil), notamment dans les zones de dépôts du quaternaire récent ont permis de préciser pour cette période l'interférence entre les oscillations climatiques et les variations glacio-eustatiques du niveau marin (TRICART, 1977), il paraît difficile d'établir des corrélations sûres avec les formations situées plus en amont, au pied de la Cordillère Orientale. Les étapes de creusement, n'ayant pas dans cette région leur correspondance en aires alluvionnaires (terrasses, glacis de piedmont...), les formes de reliefs s'estompent avec le temps, peu de traces se maintiennent. Les phases climatiques et les phases d'érosion du quaternaire récent se surimposent le plus souvent

aux périodes plus anciennes assez mal connues. Seuls les modelés en demi-orange des sommets résiduels, et la convexité des flancs des plateaux témoignent de la vigueur des entailles.

Les sommets pourraient être considérés comme les ultimes témoins d'une surface ancienne : surface Sud-América de la fin crétacé, début tertiaire (KING, 1962) mais peu d'arguments nous permettent de l'affirmer, notamment l'absence de formations superficielles à concentration d'alumine.

Le fort soulèvement qui a fait suite à cette période a engendré le façonnement de la surface d'aplanissement 480 m ou surface de San Ignacio qui correspondrait à celle dénommée « Velhas » et décrite par KING comme étant la plus développée sur le continent. Cette surface aurait été affectée par une nouvelle phase de bombement tectonique à la fin de l'époque tertiaire provoquant d'une part le décrochement de

La Ramada (12,5 km à l'est de San Ignacio, route de Santa Anita), et d'autre part, son entaille aval et le façonnement de la basse surface ou surface des Trois Lagunes.

Une ultime phase de déformation serait à l'origine de l'entaille actuelle de cette basse surface.

*Manuscrit reçu au Service des Publications de l'O.R.S.T.O.M.
le 12 mai 1978.*

BIBLIOGRAPHIE

- KING (L. C.), 1962. — Morphology of the Earth. *Oliver and Boryd. Edinburgh London*. 699 p.
- TRICART (J.), 1977. — Aperçus sur le quaternaire amazonien. *Recherches Françaises sur le Quaternaire. INQUA. Suppl. Bull. AFEQ*. 1977, 1, n° 50 : 265-271.