

INCEM MET DE GÉOGRAPHIE PHYSIQUE ET DE GÉOLOGIE DYNAMIQUE (2) VOL. X, FASC. 5, pp. 429-440, Paris, 1968.

LES FORMATIONS QUATÉRNAIRES DU BASSIN DE HUANCAYO ET LEUR NÉOTECTONIQUE (ANDES CENTRALES PÉRUVIENNES)

par Olivier DOLLFUS* et François MEGARD**

RESUME. — Dans le bassin intra-andin de Huancayo-Jauja, dont l'origine semble liée à un gondolement de la surface d'érosion tertiaire dite « de la Puna », s'est déposé un important ensemble de formations quaternaires. La plus ancienne est la formation lacustre « Jauja » ; les suivantes constituent des terrasses t''', t'' et t', chacune contemporaine d'une phase de glaciation.

Des observations nouvelles permettent de prouver que « Jauja » et t''' ont été plissées, engendrant un système de rides anticlinales étroites et de vastes bassins synclinaux plats. Une tectonique de blocs qui semble se poursuivre actuellement a aussi conditionné en partie la sédimentation des terrasses et le creusement des gorges du rio Mantaro en aval du bassin.

Ces faits nouveaux sont enfin replacés dans le cadre de l'évolution climatique du bassin et de la région au cours du Quaternaire.

RESUMEN. — En la depresión intra-andina de Huancayo-Jauja, cuyo origen parece estar ligado a una deformación tectónica de la superficie de erosión terciaria « Puna », se depositó una importante sucesión de formaciones cuaternarias. La más antigua, llamada formación « Jauja », es lacustre; las siguientes constituyen terrazas t''', t'' y t', siendo cada una de ellas contemporánea de una fase glaciár.

Observaciones nuevas permiten comprobar que « Jauja » y t''' han sido plegadas, originándose un sistema de arrugas anticlinales estrechas y de cuencas sinclinales planas y muy anchas. Una tectónica en bloques, que todavía parece ser activa actualmente, condicionó también en parte la sedimentación de las terrazas y el encañonamiento del río Mantaro aguas abajo de la depresión.

Para terminar, los autores emplazan estos hechos nuevos dentro del cuadro de la evolución climática local y regional en el curso del Cuaternario.

ABSTRACT. — In the Huancayo-Jauja intra-Andean basin, whose origin seems to be linked to a warping of the « Puna » tertiary erosion surface, an important set of quaternary formations was deposited. The oldest one is the « Jauja » lacustrine formation ; the following ones constitute t''', t'' and t' terraces, each one of them being contemporaneous with one glaciation stage.

New observations allow to prove that the « Jauja » and t''' formations have been folded, generating a system of narrow anticlinal ripples as also large, flat synclinal basins. The terraces sedimentation and the deepening of the rio Mantaro gorges below the basin were also partly conditioned by a block tectonics which appears to continue at the present time.

These new facts are then replaced into the frame of the basin and of the area climatic evolution, in the Quaternary.

INTRODUCTION

Les Andes péruviennes sont, on le sait, creusées en leur centre de dépressions, généralement longitudinales, dont l'origine et l'évolution morphogénétique sont diverses. Dans le Sud du pays c'est l'altiplano du lac Titicaca, partagé avec la Bolivie, dans le Nord c'est le grand sillon du

Marañón, doublé partiellement par la vallée longitudinale du Santa; dans les régions du centre, ce sont les bassins d'Ayacucho, de Huancayo et l'altiplano de Junín. Secteurs inégalement déprimés en contrebas des plateaux de la « puna » et des grandes cordillères, ces vallées et ces plaines de montagne ont généralement un climat plus sec que les hauteurs qui les encadrent.

* Institut de Géographie de l'Université de Paris.

** Laboratoire de Géologie Structurale de la Faculté des Sciences de Montpellier et Carta Geológica Nacional (Lima-Pérou).

En fonction des conditions de leur remplissage par des formations détritiques, de l'entaille aussi de ces dépôts, on peut y suivre les différentes étapes d'une histoire quaternaire marquée par une succession de changements climatiques et de mouvements tectoniques; des cordillères encore englacées aux bassins intramontagneux, il est possible d'étudier l'étagement des dépôts hérités des fluctuations climatiques et d'en établir la corrélation (O. D., 1965).

C'est ce que nous nous proposons de réaliser dans cet article dédié au bassin de Huancayo, que complète une carte hors-texte à laquelle le lecteur est prié de se référer.

A. — LE CADRE GÉOGRAPHIQUE DU BASSIN.

1) *Sa situation.*

Le bassin de Huancayo se trouve sous le 12° degré de latitude Sud. C'est une dépression intramontagneuse, au fond tapissé de terrasses et de larges cônes de déjection torrentiels, qui est drainée par le Mantaro. La rivière y entre près de Jauja, à 3 350 m d'altitude et en sort à une soixantaine de kilomètres au SSE, à 3 150 m. La dépression, entre les deux versants montagneux, a 4 à 12 km de large. Son axe longitudinal moyen a une direction N 40° W.

A l'Est, elle est dominée par de lourdes croupes sombres, culminantes vers 4 600 m, qui sont modelées dans un matériel surtout paléozoïque; sur les interfluves on retrouve les traces de la surface d'érosion tertiaire (surface dite de « la puna »). Au-dessus se dresse la Cordillère du Huaytapallana dont les sommets, qui dépassent 5 500 m, sont encore englacés.

A l'Ouest, les grands versants réglés, blanchâtres ou tapissés d'une terre rouge, se raccordent en haut aux plateaux des « Altos del Mantaro » où les séries sédimentaires mésozoïques sont, entre 4 400 et 4 500 m, également tronquées par l'aplanissement de la puna. Aux deux extrémités NNW et SSE le bassin se termine contre une série d'épaves qui émergent des formations détritiques quaternaires.

2) *Ses paysages.*

Les paysages du bassin présentent plusieurs aspects, commandés par la disposition et la nature des remblaiements, qui se reflètent d'ailleurs dans les modalités de l'occupation humaine.

A l'Est, descendant des glaciers du Huaytapallana, des torrents ont étalé leurs cônes de déjection,

dont la base est inégalement entaillée par le Mantaro.

A l'Ouest, seul le rio Cunas rejoint le Mantaro; les nappes alluviales déposées par ces deux rivières ont été entaillées en terrasses qui s'étagent de 3 à 200 m au-dessus du plancher alluvial.

Cependant le jeu des terrasses n'est pas le même dans le nord, le centre et le sud du bassin. Au NNW la cuvette d'Acolla, enfoncée dans les plis de la couverture mésozoïque, est suspendue à une soixantaine de mètres au-dessus du Mantaro dont elle est séparée par une ride de cailloutis plus ou moins encroûtés. De Jauja à Orcotuna, le bassin est étroit, il n'a que 3 à 4 km de largeur et les hautes terrasses sont absentes; cependant, dans la partie occidentale de ce secteur, entre Sinco et Aco, on relève l'existence de séries lacustres blanchâtres et rougeâtres, et de cailloutis anciens qui s'accrochent sur le grand versant jusqu'à 500 m au-dessus du Mantaro. Au droit de Huancayo, la dépression s'élargit; à l'Est elle a son fond tapissé de cônes de déjection caillouteux tandis qu'à l'W et au S on note l'existence de plusieurs niveaux de terrasses dont les plus élevées forment des rides allongées du SSE au NNW. L'encroûtement calcaire et la présence de plaques de « terra rossa » contribuent à donner une tonalité particulière aux formations quaternaires du Sud du bassin.

3) *Son climat.*

Le bassin de Huancayo jouit d'un climat tempéré, relativement sec et ensoleillé, rythmé par l'alternance d'une saison de pluies, de novembre à avril, et d'une saison sèche. La température moyenne annuelle est comprise entre 10 et 13°, les mois de juin et de juillet étant les plus froids (9 et 10°) par suite du refroidissement nocturne; à la fin de la nuit, pendant la saison sèche, la température peut s'abaisser en-dessous de 0° (de -3 à -5°) et des phénomènes d'inversion de température sont fréquents entre le fond de la dépression et ses bordures. Les pluviomètres enregistrent 400 à 700 mm de précipitations par an.

B. — SON CADRE STRUCTURAL (cf. fig. 1).

1) *Situation.*

Le bassin de Huancayo est situé sur la limite entre les hauts plateaux calcaires andins et la cordillère Orientale essentiellement paléozoïque. Les dépôts du Quaternaire y reposent indifféremment sur les flyschs gréseux du Paléozoïque inférieur, les grès rouges et les vulcanites du Permien supérieur ou les puissantes séries calcaires triasico-liasiques.

Plusieurs tectogenèses ont affecté l'ensemble de ces formations à la fin du Crétacé et au cours du

FORMATIONS QUATERNAIRES DU BASSIN DE HUANCAYO

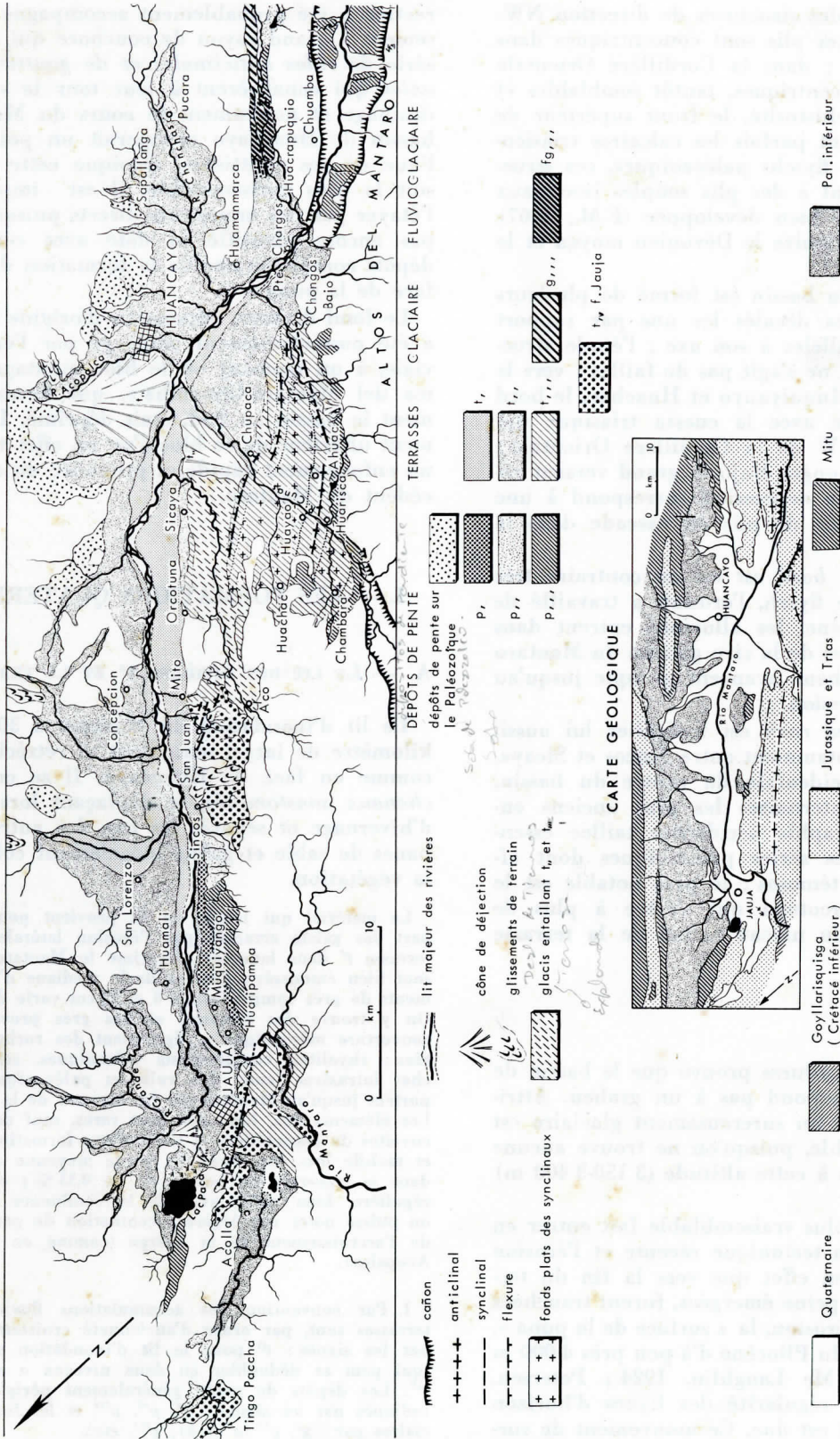


FIGURE 1
Carte géologique du bassin de Huancayo-Jauja et de ses environs.

Tertiaire, donnant des structures de direction NW-SE à NNW-SSE. Les plis sont concentriques dans les hauts plateaux ; dans la Cordillère Orientale ils sont tantôt concentriques, tantôt semblables et accompagnés de schistosité, le front supérieur de schistosité atteignant parfois les calcaires triasico-liasiques. Dans les flyschs paléozoïques, ces structures se superposent à des plis souples isoclinaux à schistosité axiale bien développée (F.M., 1967) d'âge éo-hercynien (entre le Dévonien moyen et le Mississipien).

Le bord ouest du bassin est formé de plusieurs segments rectilignes décalés les uns par rapport aux autres et parallèles à son axe ; l'étude structurale prouve qu'il ne s'agit pas de failles : vers le lac Paca et entre Muquiyaayo et Huachac, le bord du bassin coïncide avec la cuesta triasique qui marque la limite W de la Cordillère Orientale ; entre Ahuac et Chongos Bajo le grand versant régulier qui borde la dépression correspond à une flexure accompagnée de plis en cascade dans la série liasique.

Le tracé de son bord est au contraire très irrégulier ; dans le flysch, l'érosion a travaillé de façon plus homogène, les alluvions entrent dans les vallées affluentes de la rive gauche du Mantaro et des éperons rocheux avancent presque jusqu'au centre de la dépression.

Le profil du bed rock est irrégulier lui aussi. On le remarque notamment entre Sincos et Sicaya, dans la partie occidentale du centre du bassin, où les dépôts quaternaires les plus anciens ennoient une topographie accidentée taillée essentiellement dans les séries paléozoïques dont affleurent quelques témoins ; le plus notable est le massif de Mito-Orcotuna qui s'élève à plus de 200 m au-dessus du niveau actuel de la terrasse ancienne t''' .

2) Creusement.

L'étude de ses bordures prouve que le bassin de Huancayo ne correspond pas à un graben. Attribuer son origine à un surcreusement glaciaire est également impossible, puisqu'on ne trouve aucune trace de glaciation à cette altitude (3 150-3 400 m) dans les Andes.

L'hypothèse la plus vraisemblable fait entrer en ligne de compte la tectonique récente et l'érosion fluviale. On sait en effet que vers la fin du tertiaire les Andes, à peine émergées, furent tranchées par une surface d'érosion, la « surface de la puna », soulevée au cours du Pliocène d'à peu près 4 000 m (Bowman, 1916 ; Mc Laughlin, 1924 ; Petersen, 1958) ; la grande régularité des lignes d'horizon dans les Andes lui est due. Ce mouvement de sur-

rection a été probablement accompagné d'un plissement à grand rayon de courbure qui édifia une série de *rides anticlinales et de gouttières synclinales* qui canalisèrent à leur tour le système de drainage et notamment le cours du Mantaro ; le bassin de Huancayo occuperait un point bas de l'une de ces gouttières. Quoique cette hypothèse soit la plus vraisemblable, il est impossible de l'étayer par des arguments directs puisque l'on n'a pas encore identifié ni daté avec certitude de dépôts contemporains de la formation de la « surface de la puna ».

Le fond de cette dépression d'origine tectonique a été postérieurement aménagé par l'érosion fluviale, à un moment où le bloc montagneux « Altos del Mantaro-Chuamba », qui ferme actuellement le bassin au Sud, était déprimé. Le soulèvement ultérieur de ce bloc s'est en effet traduit par un enfouissement rapide et prononcé du cours antécédent du Mantaro.

I. — LES FORMATIONS QUATERNAIRES

A. — LE LIT DES RIVIÈRES t^0 ET LA TERRASSE $t' 1$.

Le lit d'inondation du Mantaro a 300 m à un kilomètre de large, mais peut se rétrécir à 150 m comme en face de Huancayo. Il se compose de *chenaux anastomosés*, se déplaçant lors des crues d'hivernage et séparés les uns des autres par des bancs de sable et galets inégalement colonisés par la végétation.

Le matériel qui jonche le lit provient pour une large part des galets arrachés par l'érosion latérale à la basse terrasse t' dans laquelle s'imprime le Mantaro. Les galets sont bien émoussés ; l'indice de la médiane d'un lot d'éléments de grès compris entre 8 et 12 cm varie de 390 à 420. On y trouve des calcaires et des grès provenant de la couverture mésozoïque et également des roches plus colorées : rhyolites, conglomérats volcaniques, schistes et roches intrusives issues des volumes paléozoïques et transportées jusqu'au Mantaro par les torrents de la rive gauche. Les éléments fins, limoneux sont rares, sauf dans quelques cuvettes de décantation. Il s'agit d'une formation bien lavée et mobile lors des crues. La pente moyenne de la rivière dans sa traversée du bassin est de 0,33 % ; elle est assez régulière, bien qu'en aval de la confluence des torrents on puisse noter une légère accentuation du profil par suite de l'accroissement de la charge (comme en aval du rio Acopalca).

1. Par convention, les accumulations fluviales et les terrasses sont, par ordre d'ancienneté croissante, désignées par les signes : t^0 pour le lit d'inondation actuel, t' , t'' (qui peut se doubler en deux niveaux a et b), t''' et t^{IV} . Les dépôts de pente généralement périglaciaires sont indiqués par les signes : p' , p'' , p''' et les formations glaciaires par : g' , g'' (a et b), g''' , etc...

Tertiaire, donnant des structures de direction NW-SE à NNW-SSE. Les plis sont concentriques dans les hauts plateaux ; dans la Cordillère Orientale ils sont tantôt concentriques, tantôt semblables et accompagnés de schistosité, le front supérieur de schistosité atteignant parfois les calcaires triasico-liasiques. Dans les flyschs paléozoïques, ces structures se superposent à des plis souples isoclinaux à schistosité axiale bien développée (F.M., 1967) d'âge éo-hercynien (entre le Dévonien moyen et le Mississipien).

Le *bord ouest* du bassin est formé de plusieurs segments rectilignes décalés les uns par rapport aux autres et parallèles à son axe ; l'étude structurale prouve qu'il ne s'agit pas de failles : vers le lac Paca et entre Muquiyauyo et Huachac, le bord du bassin coïncide avec la cuesta triasique qui marque la limite W de la Cordillère Orientale ; entre Ahuac et Chongos Bajo le grand versant régulier qui borde la dépression correspond à une flexure accompagnée de plis en cascade dans la série liasique.

Le tracé de son *bord est* est au contraire très irrégulier ; dans le flysch, l'érosion a travaillé de façon plus homogène, les alluvions entrent dans les vallées affluentes de la rive gauche du Mantaro et des éperons rocheux avancent presque jusqu'au centre de la dépression.

Le *profil du bed rock* est irrégulier lui aussi. On le remarque notamment entre Sincos et Sicaya, dans la partie occidentale du centre du bassin, où les dépôts quaternaires les plus anciens ennoient une topographie accidentée taillée essentiellement dans les séries paléozoïques dont affleurent quelques témoins ; le plus notable est le massif de Mito-Orcotuna qui s'élève à plus de 200 m au-dessus du niveau actuel de la terrasse ancienne t''' .

2) Creusement.

L'étude de ses bordures prouve que le bassin de Huancayo ne correspond pas à un graben. Attribuer son origine à un surcreusement glaciaire est également impossible, puisqu'on ne trouve aucune trace de glaciation à cette altitude (3 150-3 400 m) dans les Andes.

L'hypothèse la plus vraisemblable fait entrer en ligne de compte la tectonique récente et l'érosion fluviale. On sait en effet que vers la fin du tertiaire les Andes, à peine émergées, furent tranchées par une surface d'érosion, la « surface de la puna », soulevée au cours du Pliocène d'à peu près 4 000 m (Bowman, 1916 ; Mc Laughlin, 1924 ; Petersen, 1958) ; la grande régularité des lignes d'horizon dans les Andes lui est due. Ce mouvement de sur-

rection a été probablement accompagné d'un plissement à grand rayon de courbure qui édifia une série de *rides anticlinales et de gouttières synclinales* qui canalisèrent à leur tour le système de drainage et notamment le cours du Mantaro ; le bassin de Huancayo occuperait un point bas de l'une de ces gouttières. Quoique cette hypothèse soit la plus vraisemblable, il est impossible de l'étayer par des arguments directs puisque l'on n'a pas encore identifié ni daté avec certitude de dépôts contemporains de la formation de la « surface de la puna ».

Le fond de cette dépression d'origine tectonique a été postérieurement aménagé par l'érosion fluviale, à un moment où le bloc montagneux « Altos del Mantaro-Chuamba », qui ferme actuellement le bassin au Sud, était déprimé. Le soulèvement ultérieur de ce bloc s'est en effet traduit par un enfoncement rapide et prononcé du cours antécédent du Mantaro.

I. — LES FORMATIONS QUATERNAIRES

A. — LE LIT DES RIVIÈRES t^0 ET LA TERRASSE t^1 .

Le lit d'inondation du Mantaro a 300 m à un kilomètre de large, mais peut se rétrécir à 150 m comme en face de Huancayo. Il se compose de *chenaux anastomosés*, se déplaçant lors des crues d'hivernage et séparés les uns des autres par des bancs de sable et galets inégalement colonisés par la végétation.

Le matériel qui jonche le lit provient pour une large part des galets arrachés par l'érosion latérale à la basse terrasse t^1 dans laquelle s'imprime le Mantaro. Les galets sont bien émoussés ; l'indice de la médiane d'un lot d'éléments de grès compris entre 8 et 12 cm varie de 390 à 420. On y trouve des calcaires et des grès provenant de la couverture mésozoïque et également des roches plus colorées : rhyolites, conglomérats volcaniques, schistes et roches intrusives issues des volumes paléozoïques et transportées jusqu'au Mantaro par les torrents de la rive gauche. Les éléments fins, limoneux sont rares, sauf dans quelques cuvettes de décantation. Il s'agit d'une formation bien lavée et mobile lors des crues. La pente moyenne de la rivière dans sa traversée du bassin est de 0,33 % ; elle est assez régulière, bien qu'en aval de la confluence des torrents on puisse noter une légère accentuation du profil par suite de l'accroissement de la charge (comme en aval du rio Acopalca).

1. Par convention, les accumulations fluviales et les terrasses sont, par ordre d'ancienneté croissante, désignées par les signes : t^0 pour le lit d'inondation actuel, t^1 , t^2 (qui peut se dédoubler en deux niveaux a et b), t^3 et t^4 . Les dépôts de pente généralement périglaciaires sont indiqués par les signes : p^1 , p^2 , p^3 et les formations glaciaires par : g^1 , g^2 (a et b), g^3 , etc...

Il faut également noter la tendance actuelle du Mantaro à décrire des *méandres* dans la partie aval du bassin, au droit de Chongos Bajo. S'agit-il d'une modification dans le rapport charge-débit liée à la construction du barrage de Malpaso en amont de La Oroya ou bien est-ce l'indice d'un léger soulèvement tectonique contribuant à diminuer la pente de la rivière à sa sortie du bassin ? La question reste posée, mais nous avons des raisons d'être favorables à la seconde hypothèse.

Le Mantaro, comme sur sa droite le rio Cunas et sur sa gauche le rio Grande, est localement bordé par une basse terrasse t' de 1,5 à 5 m de commandement, qui est progressivement rongée par les divagations des rivières. Le matériel qui la compose est frais ; quelques lentilles sableuses s'y intercalent entre des lits de galets arrondis.

B. — LES NAPPES ALLUVIALES t''

1) Les cônes t'' .

Alors qu'on ne remarque à l'Ouest du Mantaro que le cône très aplati du rio Cunas, à l'Est, au contraire, de grands cônes triangulaires s'étalent très largement de San Lorenzo à Huancayo. Ils ont été construits au cours des dernières grandes périodes plus froides et humides par des torrents descendus de la Cordillère du Huaytapallana (rios Ahuayo, Acopalca, etc...). Ils se composent de nappes de galets bien lavés. Les phyllades fournissent des galets aplatis tandis que les rhyolites, les gneiss et les granites donnent des galets plus épais et souvent mieux émoussés ; les rares calcaires sont issus des synclinaux mésozoïques pincés dans la Cordillère Orientale.

La pente des cônes t'' n'est pas la même selon les torrents. Le rio Ahuayo a une pente faible, 1% en moyenne, et régulièrement concave. La rivière n'est pratiquement pas encaissée dans ses alluvions. A la tête du cône on note la présence de gros blocs d'une soixantaine de cm, transportés par des laves torrentielles tandis qu'à proximité du Mantaro les galets ne dépassent guère 5 cm ; ce matériel se raccorde latéralement avec celui déposé au même moment par le Mantaro. Le rio Acopalca a construit un cône en pente plus forte (2%) ; au droit de Huancayo, l'entaille faite dans ce cône par le Mantaro a provoqué la formation d'un abrupt d'une cinquantaine de mètres de commandement, ce qui a obligé le rio Acopalca à creuser une gorge de raccordement dans ses propres alluvions. Les dépôts t'' du cône d'Acopalca sont assez bien lités ; dans les coupes, on relève que le matériel est plus grossier à la base qu'au sommet de la formation. Alors qu'à la base les galets d'une vingtaine de cm sont assez fréquents, à proximité de la surface des bancs de galets de 3 à 7 cm s'interstraient de lits sableux, ce qui prouve une diminution de la compétence du rio Acopalca au fur et à mesure de la construction du cône t'' . La médiane de l'indice d'émoussé d'un lot de galets de rhyolites choisis entre 6 et 8 cm s'établit

à 330 ; elle est voisine de celle d'un lot analysé à la tête du cône ce qui montre que les galets avaient acquis une forme d'équilibre dès leur entrée dans le bassin de Huancayo.

Le matériel des cônes de la rive gauche est frais et aucune trace d'encroûtement ne se voit ni dans la masse ni en surface.

La convergence des cônes t'' construits au même moment par les rios Acopalca et Cunas s'accompagnait en amont d'un ralentissement du courant du Mantaro et du dépôt de sables fins et de limons qui sont particulièrement épais sur la bordure septentrionale du cône de cailloutis d'Acopalca. De même dans le NNE du bassin, la dépression très peu profonde occupée par le lac Paca est due à un blocage de l'écoulement par suite de la convergence du cône alluvial très aplati du rio Grande et de celui, torrentiel, d'un volume réduit mais au profil plus tendu du torrent de Chucclu.

2) Les terrasses t'' .

Dans le secteur voisin de la confluence des rios Mantaro et Grande, à l'Est de Jauja, ainsi que dans les rentrants du bassin où ne débouche aucune rivière latérale, comme à Huamali, la nappe t'' tapisse le fond du bassin. Au sud du rétrécissement de Mito, elle se mêle sur la rive gauche aux apports des torrents, sur la rive droite, au matériel déposé par le rio Cunas et dans le SE du bassin à celui du rio Chanchas.

Très généralement on note l'existence de deux niveaux t'' , étagés au-dessus de t' ou même directement au-dessus du lit majeur des rivières. Ainsi à Sicaya, sur la rive droite du Mantaro, le village est construit sur une terrasse t''_b à environ 25 m au-dessus de t' , mais à l'entrée du village en venant de Huancayo on remarque un niveau t''_a à 15 m ; le long du rio Cunas en aval de Chupaca, un niveau t''_a est à 12-15 m au-dessus du rio tandis que t''_b est à 25-28 m. Enfin, de part et d'autre du rio Chanchas, on note d'une part t' , puis t''_a à 15 m et t''_b à 25-28 m au-dessus du talweg. Ces deux niveaux relativement constants correspondent à deux phases dans la construction des terrasses t'' , mais le matériel est identique. Il faut enfin signaler, tant au N qu'au S du rio Chanchas, une terrasse qui se trouve à environ 30 m en dessus de t''_b et qui, vers Huamanmarca, montre des dépôts très fins de type lacustre ; il s'agit là probablement d'un niveau t'' supplémentaire dont l'existence est liée à des conditions locales.

Ces dépôts sont formés de galets généralement bien triés, émoussés (la médiane de l'indice d'émoussé de plusieurs lots de galets de grès d'une même dimension est pratiquement égale à 400) ; les plus gros éléments se trouvent à la base tandis que la partie supérieure de la nappe montre une alternance de lits de galets de petite dimension (5 à 6 cm) et de bancs sableux qui peuvent devenir dominants localement comme dans la terrasse t'' un peu en aval de Sicaya. Tout au sud du bassin, aux environs de Huacrapuquio, t''_b renferme un matériel beaucoup plus fin, argileux même, de couleur souvent rosâtre, lié à la présence de conditions localement lacustres. D'une manière générale, les sables sont frais : les feldspaths sont bien conservés, de

même que quelques biotites, les quartz sont « non usés » mais on relève parfois à la surface des grains un écaillage probablement dû au gel.

Ces dépôts ne sont jamais cimentés par des carbonates et on n'y trouve pas de concrétions ; mais ils peuvent être recoupés par des glacis encroûtés, ce qui est le cas à Sicaya où le glacis tranche à la fois t'' et t''' (fig. 3, section 2).

Nulle part ces terrasses n'ont subi de déformations tectoniques observables.

C. — LA NAPPE t''' ET LES GLACIS QUI LA RECOUPENT.

1) Terrasses et cônes t''' .

Le relief du secteur SW du bassin se caractérise par la présence de rides de plusieurs km de longueur se relayant en échelons, séparées les unes des autres par des bassins à fond plat, parfois marécageux comme au Nord de Chongos Bajo, mais le plus souvent faiblement inclinés et offrant une topographie de glacis comme la pampa de Sicaya, celle d'Huachac-Huayao ou celle d'Auyanpampa près d'Ahuac. La largeur des rides varie de 200 à 400 m, celle des bassins d'un à trois km ; la hauteur relative des interfluves au-dessus des plaines est variable : si une centaine de mètres sépare le haut du Cerro Arhuantac de la plaine d'Auyanpampa, la ride qui se trouve à l'Est et au Sud de Chupaca n'a que quelques mètres, une quinzaine au maximum. Rides et bassins sont souvent revêtus de croûtes ou d'encroûtements calcaires parfois épais de plusieurs mètres, qui peuvent masquer la nature de la formation sous-jacente.

Le matériel des rides et des bassins est identique ; on peut l'observer dans les coupures des vallées, dans les ravinements ou dans les tranchées des routes et des canaux. Il comprend surtout des galets dont quelques-uns peuvent atteindre de grandes dimensions (jusqu'à 50 cm), bien roulés et déposés en lits avec une matrice surtout gravillonnaire ; parfois on remarque l'existence d'un matériel plus torrentiel, boueux, avec des blocs moins usés. Localement des accumulations sableuses sont liées à un blocage comme en amont de Chupaca. A proximité des grands versants calcaires qui dominent le SW du bassin, des éclats de gélivation se mêlent aux cailloutis ou viennent les recouvrir (près d'Ahuac notamment), indiquant ainsi que la mise en place de ces nappes de galets est contemporaine d'une période froide.

Il y a donc corrélation entre la masse de cailloutis déposés par des rivières aux flots puissants et un climat froid caractérisé par une gélifraction intense sur les versants rocheux.

L'épaisseur de la nappe t''' est nettement plus considérable que celle des accumulations t'' déjà décrites. Les cailloutis t''' ont plus de 100 m au-dessus du rio Cunas en aval de Huarisca.

Rides et bassins correspondent à l'alternance d'anticlinaux étroits et de synclinaux larges et plats.

2) Les glacis et leurs encroûtements.

Lors des fortes averses qui marquaient la saison des pluies dans les Andes durant les stades interglaciaires, les eaux, ruisselant en nappes depuis les flancs des anticlinaux ou les versants dominant la dépression, remaniaient superficiellement les cailloutis t''' dans le fond plat des bassins qui étaient modelés en glacis. Ces glacis sont souvent recouverts d'un sol limoneux brun-rouge qui repose directement sur une croûte calcaire ; celle-ci, douce au toucher, légèrement farineuse, est d'une couleur grise ou blanchâtre ; elle est d'épaisseur inégale, de quelques cm à plus d'un mètre et n'est pas partout présente. Parfois elle est très résistante en surface et revêtue d'une fine pellicule de calcite brune. Ces encroûtements qui plombent les glacis et souvent les versants qui les dominent sont à mettre en rapport avec deux facteurs facilitant la précipitation de la calcite. a) Dans les bassins, le battage de la nappe phréatique, obéissant au rythme saisonnier, peut provoquer un encroûtement progressif qui imperméabilise la surface. Celle-ci, rendue moins poreuse, est parcourue plus facilement par les eaux du ruissellement, chargées de bicarbonate de calcium par l'attaque des versants calcaires dominant le Sud et l'Ouest du bassin. Circulant sur le glacis où elles se réchauffent, elles perdent le CO_2 libre, le CaCO_3 précipite alors en calcite. b) Sur les versants, l'encroûtement est essentiellement dû au ruissellement ; les eaux de pluie, froides, se chargent rapidement de bicarbonates qu'elles lâchent en ruisselant sur la pente, contribuant ainsi à la consolidation des dépôts périglaciaires mis en place au cours de la phase plus froide précédente (O.D., 1965, p. 131).

D. — LA FORMATION JAUJA (t^v).

En plusieurs points du bassin, on note l'existence d'une formation plus ancienne que t''' , décrite par Harrison (1940-1943) aux environs de Jauja et que nous appellerons formation Jauja (t^v dans notre nomenclature). Localement elle peut atteindre plus de 200 m d'épaisseur.

La lithologie et les séquences de la formation Jauja sont très variables.

1°) Dans la partie la plus septentrionale du bassin, au N d'Acolla, nous lui attribuons des argiles et des limons rouges ruisselés des versants et des

plateaux de la puna qui, mêlés de cailloutis fins, remblaient le fond d'une cuvette.

2°) Dans la zone de Jauja et au long des premiers km du cours du Mantaro en amont du bassin, elle comporte surtout des cailloutis bien roulés dans lesquels s'intercalent quelques bancs sableux ; à mesure qu'on avance vers l'Est, c'est-à-dire vers Jauja, les intercalations sableuses se font plus importantes et passent progressivement à des grès fins, tendres, bien lités, de couleur pâle, à caractère nettement lacustre ; nous avons donc là les restes d'un ancien cône de déjection du Mantaro, qui se jetait là dans un bassin alors lacustre.

3°) On rencontre également une séquence intéressante de la formation Jauja sur le bord occidental du bassin aux environs des villages de Sincos, Aco et Mito ; en partant de la base, nous y trouvons :

— des conglomérats (ordre de 100 m) de couleur ocre clair à kaki, dont au moins 90 % des éléments sont fournis par les grès et schistes paléozoïques ; on distingue deux types de galets, les uns, très anguleux, semblent provenir directement du substratum primaire que l'on retrouve en place sous le conglomérat (à Sincos par exemple), les autres, plus usés, de la Cordillère orientale.

— 50 à 70 m de grès argileux fins, blancs à violacés.

— 30 à 50 m de grès identiques mais de couleur ocre clair intercalés de conglomérats.

Dans toute la série, les conglomérats prennent de plus en plus d'importance à mesure qu'on approche des collines qui limitent le bassin.

4°) On retrouve des grès argileux de teinte claire tout à fait au Sud du bassin, dans un grand vallon qui débouche à Huaacrapuquio et dont le flanc Est est emprunté par la route Huancayo-Ayacucho ; nous les attribuons également à la formation Jauja.

Les grès argileux contiennent des plagioclases assez nombreux, des biotites peu altérées et quelques cristaux de quartz dans un ciment de silice amorphe dû à la précipitation de tests de diatomées dont on retrouve quelques restes ; parmi les éléments argileux, on note des illites et de la montmorillonite anhydre.

La faune recueillie dans la formation Jauja n'a pas permis d'en déterminer l'âge avec précision. On y trouve de nombreux Planorbidae, de petits Lamellibranches et divers types d'Ostracodes² ; ces restes, faute de travaux de comparaison, sont peu utilisables. Divers auteurs, notamment Harrison (1940-1943), parlent de débris

2. A. Pardo y a déterminé des Limnocytheridae et des Cyprididae.

d'os découverts antérieurement et déterminés par Lisson, dont certains appartiendraient à des Mégathérium et des Mastodontes. Si on se fie à ces déterminations, on doit attribuer à cette formation un âge *pléistocène*. Ces données anciennes devraient de toute façon être précisées par la recherche et l'étude de nouveaux gisements.

t^{IV} a été tectonisé de la même façon que t'''

II. — LA NÉOTECTONIQUE QUATÉRNAIRE DU BASSIN DE HUANCAYO

A. — LA TECTONIQUE PLISSÉE.

En pratiquant une cartographie continue au 1/50 000 du Sud du bassin, l'un de nous (F.M.) avait relevé nombre de pendages dépassant 30° dans la nappe t''' .

Durant l'été 1966, lors d'une excursion commune³, nous avons vérifié qu'une tectonique avec anticlinaux, synclinaux, flexures et failles déformait les dépôts t''' et t^{IV} dans les trois secteurs où ils sont exposés.

1) Secteur de Jauja-Acolla.

Au Nord de ce secteur, la petite cuvette de Tingo Pacha montre des pendages forts (ordre de 30°) au long d'une ligne de flexure approximativement Nord-Sud.

Mais la néotectonique est surtout nette aux environs de la route Jauja-Acolla. Des collines qui la surplombent au Sud, on a vue à la fois sur le bad-land taillé dans un t^{IV} argilo-sableux, juste à l'Ouest de Jauja, et sur les pentes douces qui descendent vers la dépression marécageuse d'Acolla. Dans ces pentes, on observe des pendages de l'ordre de 20° vers le SW, c'est-à-dire vers la dépression, alors que dans les bad-lands les couches sont inclinées avec parfois 30° vers le NE. Plus au Sud, le flanc W de l'anticlinal d'axe N 30° ainsi défini devient de plus en plus plat et l'anticlinal passe à une flexure. Dans cette zone, les conglomérats qui plombent la surface t^{IV} et qui appartiennent vraisemblablement à t''' ont également été employés. Il est probable que les couches du Trias et du Lias qui affleurent par places sous t^{IV} ont été affectées de la même manière par ce mouvement car on ne voit aucune trace de désolidarisation entre elles et les couches lacustres « Jauja ».

3. Réalisée grâce à la Carta Geológica Nacional, que nous remercions vivement ici.

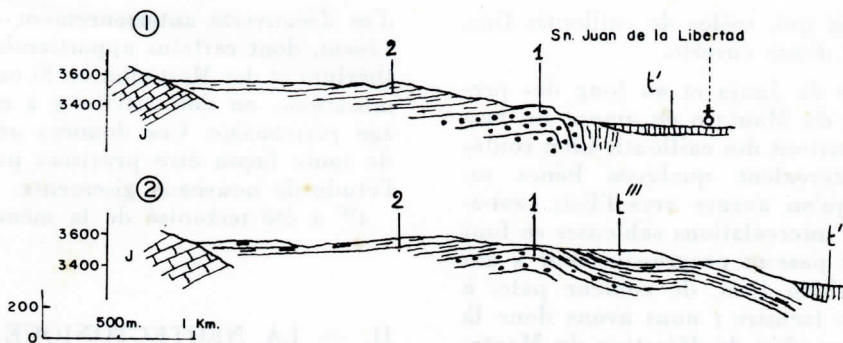


FIGURE 2

Coupes dans le secteur Sincos-Aco-Mito

- t' = nappe alluviale t' . t''' = nappe alluviale t''' .
 2 = série argilo-siliceuse de t .
 J = séries calcaires du Trias et du Lias.
 1 = conglomérats ocre de t .

2) Secteur Sincos-Aco-Mito.

Dans la partie la plus septentrionale des affleurements, t^{IV} est accroché dans le grand versant au-dessus de Sincos où il atteint une altitude de 3 600 m avec des pendages faibles vers l'ESE.

Plus au Sud, on voit une coupe intéressante en traversant de l'WSW vers l'ENE les collines situées immédiatement au Nord d'Aco (fig. 2, coupe 1). On rencontre d'abord, adossée au Trias, la série t^{IV} qui pend régulièrement à l'WSW avec 5 à 15° puis redevient pratiquement horizontale pour enfin s'enfoncer avec des pendages verticaux ou même inverses (60° WSW à l'envers) sous les cônes t' des environs de San Juan de la Libertad; on peut parfaitement suivre cette tectonique grâce à la superposition très régulière des couches siliceuses blanchâtres sur les couches conglomératiques ocre.

Plus au Sud encore (fig. 2, coupe 2), t''' participe à cette tectonique; il est repris avec t^{IV} par un anticlinal flexuré, moins marqué que celui de la coupe 1, flanqué à l'Est d'un petit synclinal puis d'un anticlinal, puis disparaît aussi sous t' avec un pendage 20° ENE. Les axes de ces structures ont une direction approximative N 25° W.

3) Secteur de Chambara-Huachac-Chupaca, Chongos Bajo (SW du Bassin).

Les coupes de la figure 3 illustrent la tectonique de ce secteur où t^{IV} n'affleure pas.

La coupe (1) traverse le bassin synclinal de Chambara. Dans son flanc W des conglomérats t''' souvent encroûtés ont des pendages ENE approchant 30°: La coupe de ce flanc par le rio Cunas (rive droite) montre des argiles roses t''' , pendantes aussi au NE, froissées au contact des calcaires

triasico-liasiques sous-jacents. Sa partie centrale est presque horizontale. Dans son flanc E, on trouve des conglomérats t''' redressés à 60° et reposant sur le Trias.

La figure 4 nous montre l'anticlinal de Huarisca tranché *en antécédence* par le rio Cunas, tel qu'on peut l'observer lorsqu'on regarde la rive droite depuis la chambre de mise en charge de la centrale hydro-électrique située sur la rive gauche. Le flanc occidental du pli pend à 45° et chevauche au long d'une faille inverse son flanc oriental qui ne pend qu'à 30°. Les mesures effectuées sur la rive gauche prouvent que l'anticlinal y est moins prononcé (30° et 20°). Plus à l'Est (fig. 3, section 2), les couches se disposent à nouveau à l'horizontale pour former le synclinal plat de Huayao, dont l'axe coïncide curieusement avec celui d'un synclinal « andin » beaucoup plus prononcé qui affecte le Jurassique; puis, après avoir pris une inclinaison de 5° vers l'Est, elles sont reprises par une flexure prononcée qui les fait pendre à 60° E et disparaissent enfin sous le glacis encroûté de la Pampa de Sicaya. Plus au Nord, sur le flanc Est du glacis, on retrouve des niveaux probablement t''' presque horizontaux protégés de l'érosion par le massif paléozoïque de Mito. Vers le Sud ces structures évoluent. L'anticlinal de Huarisca passe à partir d'Ahuac à une flexure qui se prolonge avec un net abaissement d'axe jusqu'à Chongos Bajo (fig. 3, coupes 3 et 4), cependant que la flexure orientale passe à un système de rides anticlinales qui se relaient et sont de moins en moins marquées à mesure que l'on avance vers le Sud.

Ce sont les observations faites dans ce secteur de Huarisca qui nous ont convaincus définitivement de l'existence de la néotectonique plissée quaternaire.

FORMATIONS QUATERNAIRES DU BASSIN DE HUANCAYO

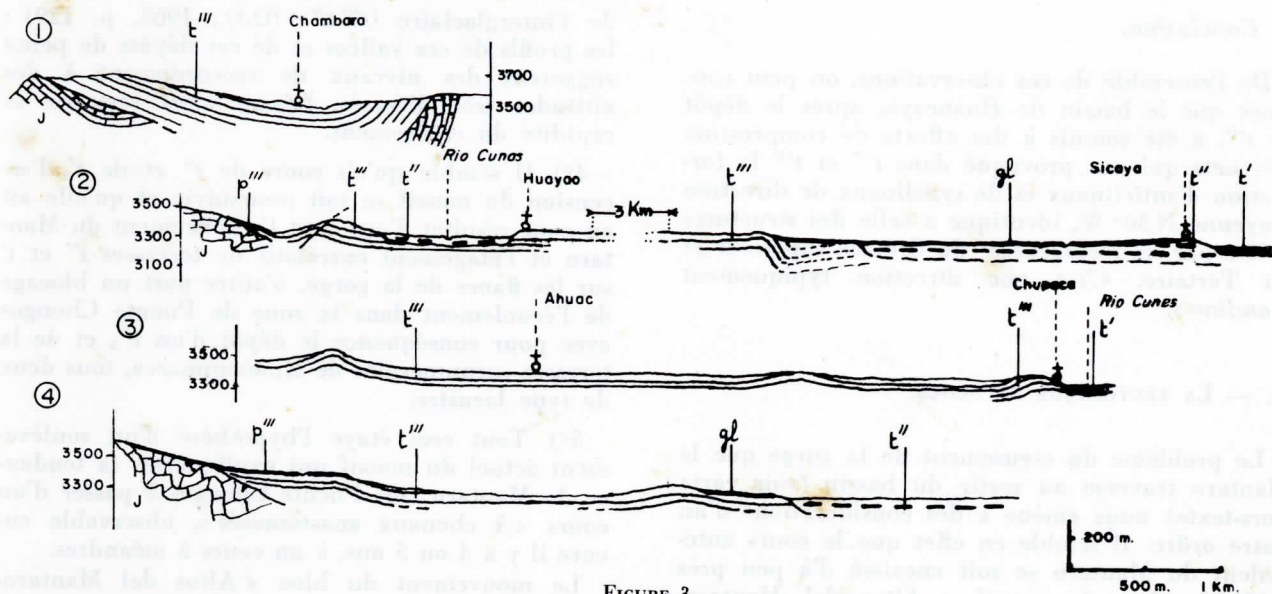


FIGURE 3

Coupes dans le secteur SW du bassin.

- t' = nappe alluviale t' . t'' = nappe alluviale t'' .
 t''' = nappe alluviale t''' . p''' = dépôts de pente encroûtés corrélés avec t''' .
 gl = glaciis encroûtés.
 J = séries calcaires du Trias et du Lias.

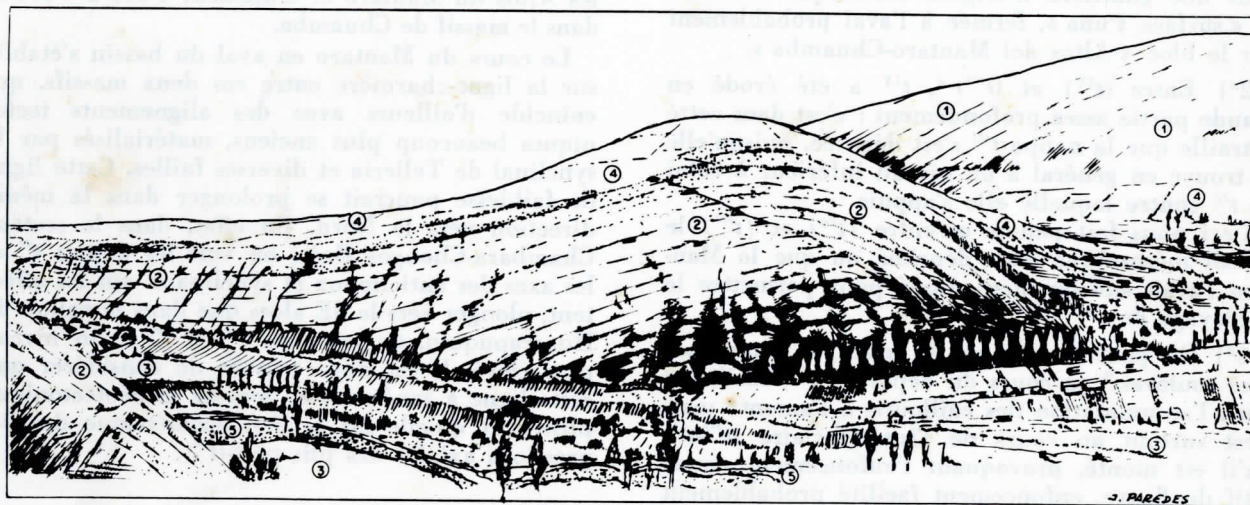


FIGURE 4

Anticinal de Huarisca tranché en antécédence par le rio Cunas.

- 1: t' ; 2: t'' ; 3: t''' ; 4: t^{IV} ; 5: t^V .

4) Secteur du vallon de Huacrapuquio.

Les conditions d'observation sont moins bonnes dans cette zone où les croûtes p''' sont difficiles à distinguer des croûtes p'' qui les remanient.

Les croûtes p''' et le matériel fin argileux t^{IV}

forment une série de petits anticlinaux et synclinaux à axe N W-S E parfois très pincés où les pentes atteignent parfois 45°. p''' est en général légèrement discordant sur t^{IV} mais il semble s'agir d'une discordance angulaire apparente due à l'érosion.

5) *Conclusion.*

De l'ensemble de ces observations, on peut conclure que le bassin de Huancayo, après le dépôt de t'' , a été soumis à des efforts de compression très nets qui ont provoqué dans t''' et t^{IV} la formation d'anticlinaux et de synclinaux de direction moyenne N 30° W, identique à celle des structures créées par les tectogénèses du Crétacé supérieur et du Tertiaire. C'est une direction typiquement « andine ».

B. — LA TECTONIQUE DE BLOCS.

Le problème du creusement de la gorge que le Mantaro traverse au sortir du bassin (voir carte hors-texte) nous amène à des considérations d'un autre ordre. Il semble en effet que le cours antécédent du Mantaro se soit encaissé d'à peu près 1 000 m dans le massif « Altos del Mantaro-Chuamba », essentiellement après les dépôts de la formation Jauja.

1°) Nous avons admis que le lac dans lequel s'est déposée la formation Jauja s'était installé dans une gouttière d'origine tectonique affectant la « surface Puna », fermée à l'aval probablement par le bloc « Altos del Mantaro-Chuamba ».

2°) Entre (t^{IV}) et (t''')⁴, t^{IV} a été érodé en grande partie assez profondément ; c'est dans cette entaille que la nappe t''' s'est déposée, puisqu'elle se trouve en général à un niveau inférieur à celui de t^v contre laquelle elle s'appuie.

Ceci nous fait penser qu'entre (t^v) et (t''') le massif mésozoïque était déprimé ou que le Mantaro l'avait suffisamment érodé pour permettre le déblayage de t^v .

3°) On peut penser que le massif a commencé à se soulever⁵ au cours du dépôt de t''' , facilitant ainsi l'accumulation des cailloutis à l'amont ; mais c'est surtout au cours de l'interglaciaire (t''' - t'') qu'il est monté, provoquant l'enfoncement corrélatif du fleuve, enfoncement facilité probablement par l'abaissement du niveau de base à l'aval. Cet encaissement du fleuve est prouvé par l'étagement sur les flancs de la gorge d'un grand nombre de petites vallées suspendues et de plaques d'éboulis que leurs encroûtements épais et durs datent

4. t^v, t''', \dots = nappes alluviales t^v, t''', \dots
 (t^v), (t'''), \dots = période de dépôt de t^v, t''', \dots
 (t^{IV} - t'''), (t''' - t''), \dots = période intermédiaire entre le dépôt de t^v et t''', t'' et t''', \dots

5. Il s'agit de mouvements relatifs par rapport au bassin. La question du creusement des gorges doit être replacée par ailleurs, dans l'étude, qui reste à faire, de la mise en place et de l'enfoncement de tout le cours du Mantaro.

de l'interglaciaire (t''' - t'') (O.D., 1965, p. 129) ; les profils de ces vallées et de ces dépôts de pente suggèrent des niveaux de raccordement à des altitudes très diverses, faisant ainsi ressortir la rapidité du creusement.

4°) Il semble qu'au cours de t'' et de t' , l'ascension du massif se soit poursuivie et qu'elle ait eu pour résultat d'une part l'enfoncement du Mantaro et l'étagement corrélatif de terrasses t'' et t' sur les flancs de la gorge, d'autre part un blocage de l'écoulement dans la zone de Puente Chongos avec pour conséquence le dépôt d'un t'' , et de la terrasse surnuméraire de Huamanmarca, tous deux de type lacustre.

5°) Tout ceci étaye l'hypothèse d'un soulèvement actuel du massif qui expliquerait la tendance du Mantaro vers Puente Chongos à passer d'un cours « à chenaux anastomosés », observable encore il y a 4 ou 5 ans, à un cours à méandres.

Le mouvement du bloc « Altos del Mantaro-Chuamba » semble d'ailleurs complexe, le massif de Chuamba étant moins monté que celui des Altos. Cette impression résulte de l'observation du niveau des lignes de crêtes, restes de la surface « puna », qui atteint 4 400 m en moyenne dans les Altos du Mantaro et seulement 4 000 à 4 100 m dans le massif de Chuamba.

Le cours du Mantaro en aval du bassin s'établit sur la ligne-charnière entre ces deux massifs, qui coïncide d'ailleurs avec des alignements tectoniques beaucoup plus anciens, matérialisés par le synclinal de Tellería et diverses failles. Cette ligne de faiblesse pourrait se prolonger dans la même direction vers le Nord. En effet, dans le secteur Chambara-Chongos Bajo, on voit les dépôts t'' et les axes des anticlinaux et synclinaux qui les affectent, plonger vers le SE alors que dans le vallon de Huacrapuquio, on retrouve t''' et t^v à un niveau plus élevé. Il est donc tentant de considérer que cette ligne a joué un rôle lors de la néotectonique plissée et qu'elle est le lieu géométrique des dépressions axiales des plis post- (t'') .

III. — CONCLUSION :

L'ÉVOLUTION DU MODÈLE DU BASSIN DE HUANCAYO ET DES RÉGIONS VOISINES PENDANT LE QUATERNAIRE

La description et l'analyse des formations essentiellement détritiques qui tapissent le fond ou certains versants du bassin de Huancayo et l'étude de

leur tectonique *suggèrent* l'évolution suivante depuis la fin du Tertiaire.

A. — PÉRIODE JAUJA t^{IV} .

Les dépôts « Jauja » se sont mis en place après que se soit formé le creux de Huancayo, probablement par enfouissement tectonique de la « surface de la puna ». Pendant la phase de dépôt, le Mantaro avait un régime puissant et il était assez bien alimenté pour pouvoir construire un grand cône de déjection à son entrée dans le bassin. En aval, le bassin était partiellement fermé, ce qui explique l'importance de l'accumulation lacustre ; une partie au moins de la gorge du Mantaro au Sud du bassin n'avait pas alors été creusée.

L'épaisseur des dépôts fluviaux et lacustres « Jauja » est l'indice d'une assez longue durée de sédimentation. La disposition et la succession des dépôts t^v montrent que le fort débit du Mantaro est à mettre en liaison avec des précipitations importantes, mais l'absence de très gros éléments et le bon triage du matériel sont des indices d'un écoulement plus fluvial que torrentiel. Le remplissage de la petite cuvette de Tingo Paccha par des limons et des argiles rouges interstratifiés de petits cailloux généralement anguleux signale la prise en charge par le ruissellement des sols rubéfiés (contenant des argiles, illites surtout, et de l'hématite finement cristallisée), formés sur les plateaux calcaires sous un climat probablement ensoleillé, assez chaud, avec une saison pluvieuse. En revanche la nature des dépôts lacustres blanchâtres (cf. p. 14) montre qu'au moins pendant une partie de t^v le climat était frais et humide, avec des températures de plusieurs degrés inférieures aux moyennes actuelles (12°). « Jauja » devait correspondre, dans la haute sierra, à une glaciation dont il n'a pas été possible de retrouver des traces dans les Andes Centrales. La rubéfaction, qui affecte sur plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur les couches t^v au-dessus de Sincos montre l'ampleur des altérations postérieures à leur dépôt, qui n'ont cependant jamais été poussées jusqu'à la formation de latérites et sont restées « bloquées », au niveau de terres rouges, riches en illite et en kaolinite, associées à de l'hématite.

La majeure partie de t^v a été déblayée et cette importante phase d'érosion a précédé (t'''). Ce déblayage est à mettre en liaison avec le creusement de la vallée en aval favorisant la vidange du lac.

Jusqu'à présent nous n'avons pu mettre en évidence aucun événement tectonique entre (t^v) et (t''') ; la discordance qui sépare t^v et t''' semble n'être qu'une discordance d'« érosion ».

B. — PÉRIODE t''' .

La mise en place de t''' est contemporaine de la première grande période froide caractérisée par une glaciation qui a laissé des dépôts importants dans les Andes Centrales, dans le bassin supérieur du Mantaro, d'où le nom de « glaciation Mantaro » que lui a donné O. Dollfus (1965, p. 110). Cette période froide comporte au moins deux grandes phases distinctes.

1) La première est caractérisée par un climat *très froid* et relativement *sec* ; au cours de cette phase ont été probablement enregistrées les températures les plus basses du Quaternaire sur les plateaux andins ; les glaciers sont descendus à des altitudes jamais atteintes ultérieurement et de vastes glaciers de plateaux se sont formés ; dans un même site et pour une même formation les débris gélivés de (t''') sont d'un calibre de 3 à 4 fois supérieur à celui qu'ils atteignent au cours des périodes « froides » plus récentes. Dans la région de Huancayo les importants glaciers qui recouvrent les plateaux poussent dans les vallées qui les entaillent des moraines d'un volume considérable : moraines g''' d'Acopalca, vallum morainique g''' près de Cullhuas, vers 3 700 m au SSE de Huacrapuquio. En-dessous de l'étage englacé, la gélivation est vigoureuse sur les versants (talus d'éboulis périglaciaires des grandes pentes au SW du bassin, d'Ahuac à Chongos Bajo), et on trouve même dans les dépôts, mêlés aux éclats dus au gel et dégel, quelques cailloux morainiques poussés jusqu'au bord des plateaux par les glaciers.

2) La phase suivante apporte un climat peut-être *moins froid* mais *beaucoup plus humide* qui se traduit par la mise en place d'un important matériel fluvial et fluvioglaciaire dans le fond des grandes vallées. Les rivières, rio Mantaro et rio Cunas, avaient une compétence qu'elles n'ont plus eue par la suite ; le rio Cunas déposait au milieu du bassin de Huancayo des blocs d'une cinquantaine de centimètres et construisait à son entrée dans le bassin un cône de plus de 100 m d'épaisseur. L'observation des dépôts montre qu'il est possible de distinguer plusieurs fluctuations, marquées par des apports tantôt plus torrentiels (gros blocs médiocrement triés, emballés dans une matrice boueuse), tantôt plus fluviaux (galets bien roulés, disposés en lits séparés par des bancs sableux).

La fin de cette grande période glaciaire est marquée par une brusque recrudescence du froid et une diminution du débit des rivières : des dépôts gélivés venant des versants recouvrent la nappe fluviale sur la banquette t''' d'Ahuac.

C. — INTERGLACIAIRE (t''' - t'').

Cette longue phase froide « Mantaro » est séparée de celles plus récentes, auxquelles correspondent également des accumulations glaciaires, péri-glaciaires et fluviales, par un long « interglaciaire ». C'est à son début, probablement lors du basculement climatique caractérisé par le rétablissement d'un rythme saisonnier où se succèdent un hivernage humide et une saison sèche et ensoleillée, que se forment les grands encroûtements carbonatés (calcaires et dolomitiques) qui plombent les dépôts de pente et les affleurements de la nappe de cailloutis t''' . Ces encroûtements contribuent à donner aux versants un profil qu'ils conservent depuis ; seules des retouches de détails témoignent des périodes froides du Quaternaire récent.

C'est au cours de cet interglaciaire que les rivières, conservant un certain débit lors de la saison des pluies, mais faiblement alimentées en charge solide par suite de la mise en place d'une couverture végétale sur les plateaux de la puna, entaillent en terrasses la nappe t''' , pratiquement jusqu'au plancher alluvial actuel dans la vallée du Mantaro en amont de Jauja.

A ces données générales pour les Andes Centrales s'ajoutent, dans le bassin de Huancayo, les effets d'une *phase de plissement* qui donne des anticlinaux étroits se relayant en échelon et passant souvent à des flexures, séparés par des bassins synclinaux à fond plat. Cette phase de compression donne naissance à un relief original de rides et de plaines modelées postérieurement en glaciaires ; les axes de cette tectonique ont une direction « andine ». Certaines rivières, comme le Mantaro ou le rio Cunas, conservent une vigueur suffisante pour trancher ces plis au cours de leur formation, mais le drainage de second ordre s'installe alors

dans les synclinaux plats.

Ce sont également les dépôts de pente de cet interglaciaire qui sont les témoins les plus anciens qu'on puisse observer de la *tectonique de blocs* qui fait monter le massif mésozoïque situé à la sortie du bassin et provoque l'encaissement corrélatif du Mantaro.

D. — PÉRIODES (t'') et (t').

La mise en place des nappes détritiques t'' , dont le volume est moindre que celui des nappes t''' (même si la surface qu'elles occupent dans le bassin de Huancayo est plus considérable), correspond aux phases les plus froides et les plus humides du Quaternaire récent. t''_b est liée à la première phase froide marquée par la formation de glaciers de piémont en contrebas des cordillères (O.D., 1965, p. 99) ; t''_a est corrélatif des pulsations des langues glaciaires dans les vallées andines, situées à plus de 4 000 m. Dans la vallée du rio Acopalca, de la cordillère du Huaytapallana au bassin de Huancayo, on peut établir les rapports entre les formations morainiques, les nappes fluvioglaciaires et le grand cône sur lequel est construit Huancayo. Pendant ces phases froides, on note la reprise des actions périglaciaires sur les versants, mais avec une ampleur moindre que lors de la phase (t'''). Chacune de ces phases humides était séparée de la suivante par une phase plus sèche et plus chaude au cours de laquelle les rivières entaillaient en terrasse la nappe déposée précédemment.

La nappe t' date probablement de la dernière phase froide et humide et est probablement « tardiglaciaire ».

Au cours de t'' et t' , et peut-être encore actuellement, les mouvements verticaux de certains blocs conditionnent en partie la déposition des alluvions et interfèrent avec les facteurs climatiques.

BIBLIOGRAPHIE

- BOWMAN, I. (1916). — The Andes of Southern Peru. The Amer. Geogr. Soc., Special Publ., N° 1, 336 p.
- DOLLFUS, O. (1965). — Les Andes Centrales du Pérou et leurs piémonts. Trav. Inst. Fr. d'Etudes Andines, T. 10. Lima.
- DOLLFUS, O., TALTASSE, P. et TRICART, J. (1966). — Etudes des formations alluviales et lacustres de la région d'Ilave (Pérou). Bull. Ass. fr. pour Et. Quatern.
- GROSE, L., TROWBRIDGE (1964). — Tectonic topography and recent Deformations in the Central Andes, Peru. Geol. Soc. Amer., Special paper n° 82, p. 328-329 (publication connue après la rédaction de cet article).
- HARRISON, J. V. (1940). — Nota preliminar sobre la Geología de los Andes Centrales del Perú. Bol. Soc. geol. Perú, T. 10.
- HARRISON, J. V. (1943). — Geología de los Andes Centrales en su parte del Departamento de Junín, Perú. Bol. Soc. geol. Perú, T. 16.
- MÉGARD, F. (1967). — Commentaire d'une coupe schématique à travers les Andes Centrales du Pérou. Rev. Geogr. phys. et Geol. dynam., vol. IX, fasc. 4, p. 335-345.
- PETERSEN, U. (1958). — Estructura y levantamiento de los Andes del Perú, Bolivia, Chile y partes adyacentes de Argentina. Bol. Soc. geol. Perú, T. 33.

(Manuscrit déposé le 22-5-67.)