

## La chaîne hercynienne d'Amérique du sud structure et évolution d'un orogène intracratonique

par BERNARD DALMAYRAC, GÉRARD LAUBACHER, RENÉ MAROCCO,  
CLAUDE MARTINEZ, PIERRE TOMASI, Paris—Montpellier \*)

Avec 8 figures

### Zusammenfassung

Ein variskischer Falteingürtel, der auch einige präkambrische Elemente umfaßt, bildet die Basis der Zentralanden, die sich von Nordperu bis Zentralargentinien erstrecken. Die präorogene Entwicklung dieses Gürtels beginnt am Ende des oberen Präkambriums mit einem Kontinentalbruch an der westlichen Grenze der heutigen südamerikanischen Platte. Während des Paläozoikums wurde eine große Senke, die auf einer dünnen Kruste lag, mit 8000—15 000 m ditritischen, marinen Sedimenten gefüllt. Die intrakratonische Senke war auf der östlichen Seite durch den brasilianischen Schild begrenzt und auf der westlichen Seite durch eine Kontinentalfläche, die während des unteren Paläozoikums als ein wichtiges Liefergebiet für Sedimente diente. Dieser westliche Kontinent setzte sich aus dem präkambrischen Massiv von Arequipa und dem südostpazifischen Kontinent zusammen. Die Entwicklung des variskischen Falteingürtels kann auf die Kompression des paläozoischen Beckens zwischen den rigid präkambrischen Blöcken zurückgeführt werden. Hier unterscheidet man zwei Hauptkompressionsphasen: eine wichtigere frühvariskische Phase (350—330 mJ) und eine spätvariskische Phase (265—260 mJ). Es ist aber deutlich, daß der variskische interkontinentale Falteingürtel der Zentralanden einfach symmetrisch aufgebaut ist und von subvertikalen Strukturen bestimmt wird. Die Metamorphose ist epizonal mit Ausnahme von sehr begrenzten Gebieten, wo die syntektonischen Granite mit einer mezo- bis catazonalen Druckmetamorphosen verbunden sind.

In der vorliegenden Arbeit wird ein geodynamisches Entwicklungsmodell für den südamerikanischen variskischen Falteingürtel vorgeschlagen, das im Sinne einer Globaltektonik die Faltung mit Blocktektonik erklärt.

### Abstract

A Hercynian Foldbelt, reworking elements of Precambrian, constitutes the basement of the Central Andes that extend from the northern Peru to the central Argentina. The preorogenic evolution of the belt initiate after the end of the Upper Precambrian with continental fracturation on the western boundary of the actual South American Plate. During the Paleozoic a great elbowed trough, lying on thinned crust, was filled by 8000 to 15 000 m of essentially detritic marine sediments. That intracratonic trough was bounded to the East by the Brazilian Shield and also to the West by an other continental area that acted during the Lower Paleozoic as an important sediment source area: the Precambrian Massif of Arequipa that extend toward the West with the "South-East Pacific Palecontinent". The Hercynian Foldbelt resulted from the compression of the paleozoic basin between that rigid precambrian blocs. Two main compression stages are distinguished: an Eohercynian Phase (350—330 My) that is the most important and a Tardi-

\*) Adresse des Auteurs: Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre Mer, 24 rue Bayard, Paris 75008; Laboratoire de Géologie Structurale, USTL, Place E. Bataillon, 34060, Montpellier.

## Aufsätze

hercynian Phase (265—260 My). That Hercynian intracontinental Foldbelt of the Central Andes is obviously simple with symmetrical aspect and subvertical structures. The metamorphism is epizonal except in very limited areas where syntectonic granites are associated with meso- and catazonal metamorphism of low-pressure type.

To conclude a paleogeodynamic evolution model of the south american hercynian foldbelt is proposed in terms of global tectonic, with emphasis on the mechanism of its formation, mechanism where folding is associated with strike-slip faulting.

## Résumé

Une chaîne hercynienne, remaniant des noyaux précambriens, forme le substratum de la chaîne des Andes centrales depuis le Nord du Pérou jusqu'en Argentine moyenne. L'évolution préorogénique de cette chaîne s'amorce, dès la fin du Précambrien, par une fracturation sur la bordure ouest de l'actuelle plaque sud-américaine. Au Paléozoïque inférieur s'individualise un vaste sillon coudé, sur croûte amincie, où s'accumulent 8000 à 15 000 m de sédiments marins essentiellement détritiques. Ce sillon intracratonique est bordé, à l'Est, par le Bouclier brésilien et, à l'Ouest, par une aire continentale: le massif précambrien d'Arequipa que prolongeait, vers l'ouest, le «Paléocontinent sud-est pacifique». Deux phases tectoniques: la phase majeure éohercynienne (350—330 Ma) puis la phase tardihercynienne (265—260 Ma), sont responsables de la formation de la chaîne hercynienne laquelle résulte du serrage, du sillon paléozoïque entre les deux blocs précambriens rigides.

C'est une chaîne intracontinentale apparemment simple, d'allure symétrique, à structures généralement verticales. Le métamorphisme est épizonal sauf dans certaines zones très localisées où la montée de granites syntectoniques s'accompagne d'un métamorphisme méso-à catazonal intermédiaire de basse pression.

En conclusion et dans une optique de tectonique globale, il est proposé une hypothèse sur l'évolution paléogéodynamique de la chaîne hercynienne sud-américaine des Andes centrales, en mettant l'accent sur les mécanismes particuliers de sa formation; mécanismes où la compression se traduit par du plissement associé à des décrochements.

## Краткое содержание

Основание центральных Анд составлено включающем докембрийские элементы варисским складочным поясом, простирающимся от северного Перу до центральной Аргентины. До-орогенное развитие этого пояса начинается в конце верхнего докембрия материковым разломом на западной границе сегодняшней южноамериканской платформы. В течение палеозоя большая впадина, залегающая на тонкой коре заполнилась детритными материковыми осадками мощностью в 8000—15000 метров. Интракратоновая впадина ограничена на восточной ее части бразильским щитом, а на западной части континентальной равниной, которая во время позднего палеозоя являлась основной областью сноса. Этот западный континент составлен из докембрийского массива Арекипа и части материка, являющейся сейчас юго-восточной частью Великого океана. Развитие верисского складочного пояса можно связать со сдвиганием палеозойского бассейна докембрийскими глыбами. Здесь различают две основных фазы сдвигания: основная ранневарисская (350—330 миллионов лет тому назад) и поздневарисская (265—260 миллионов лет тому назад). Ясно видно, что варисский интерконтинентальный пояс центральных стран построен просто, симметрично, что обусловлено субвертикальными структурами. Метаморфизм здесь — за исключением очень строго органических областей, в которых синтетонические граниты связаны с мезо- до катазональным метаморфизмом давления — эпизональный.

В данной работе предлагают модель геодинамического развития южно-американского варисского складчатого пояса, объясняя ее с точки зрения глобальной тектоники складкообразования тектоникой глыб.

La chaîne hercynienne sud-américaine affleure au sein de la Cordillère des Andes, édifice composite constitué par la succession de plusieurs orogènes et qui s'étend sur plus de 8000 km, au bord occidental du craton sud-américain. Cependant, selon le segment de chaîne considéré, la superposition tectorogénique n'est pas la même. Ainsi, dans les Andes septentrionales (Equateur, Colombie et Vénézuëla), la succession observée est: Précambrien, Calédonien, Tardihercynien, Andin (BURGL, 1967; IRVING, 1971; SHAGAM, 1975). Dans les Andes centrales et méridionales (Pérou, Bolivie, nord de l'Argentine et du Chili), la Cordillère des Andes est constituée par la superposition des orogènes précambrien, éohercynien, tardihercynien et andin (MÉGARD et al. 1971; AUDEBAUD et al. 1973). Dans cet article, nous proposons une synthèse de la chaîne hercynienne s. l. (Eohercynien + Tardihercynien) des Andes centrales basée sur nos études entreprises au Pérou et en Bolivie ainsi que sur une abondante bibliographie.

Le cycle hercynien débute dès la fin du Précambrien (dans les régions qui nous intéressent l'orogène calédonien est absent) et se termine au Permien moyen après que les dépôts du sillon paléozoïque aient été déformés par deux importantes phases de compression: la phase éohercynienne (350—330 Ma) (Fig. 1—2) et la phase tardihercynienne (265—260 Ma). Le domaine plissé hercynien correspond à une chaîne intracontinentale résultant du raccourcissement, entre deux blocs rigides, d'un sillon subsident sur croûte amincie. Cette chaîne a l'allure d'un chaîne linéaire, en éventail symétrique, dont l'histoire se déroule parallèlement à celle des chaînes hercyniennes d'Europe et d'Amérique du Nord. Nous excluons du type hercynien les molasses volcano-sédimentaires permo-triasiques qui reposent en discordance angulaire sur la chaîne hercynienne et qui, tant du point de vue stratigraphique que structural, font la transition au cycle andin méso-cénozoïque.

## I — DESCRIPTION DE LA CHAÎNE

L'orogène hercynien des Andes centrales est situé actuellement sur la bordure occidentale du craton sud-américain. Il constitue une ceinture de 200 à 700 km de large dont les affleurements s'étendent sur plus de 5000 km de long depuis le Pérou, au nord, jusqu'à l'extrémité méridionale du continent sud-américain. On peut y définir trois zones:

- un segment NW-SE (Centre Pérou — Centre Bolivie),
- un segment N-S (Centre Bolivie et Argentine jusqu'à la latitude de Mendoza, 33° S),
- un segment méridional, au sud de Mendoza, où les directions structurales et le style tectonique sont moins bien précisés.

Le domaine hercynien proprement dit peut-être reconstitué à partir des affleurements de Paléozoïque plissé, souvent schistosé et épimétamorphisé, connus dans la Cordillère Orientale du Pérou et de Bolivie, le sud de l'altiplano bolivien (MÉGARD

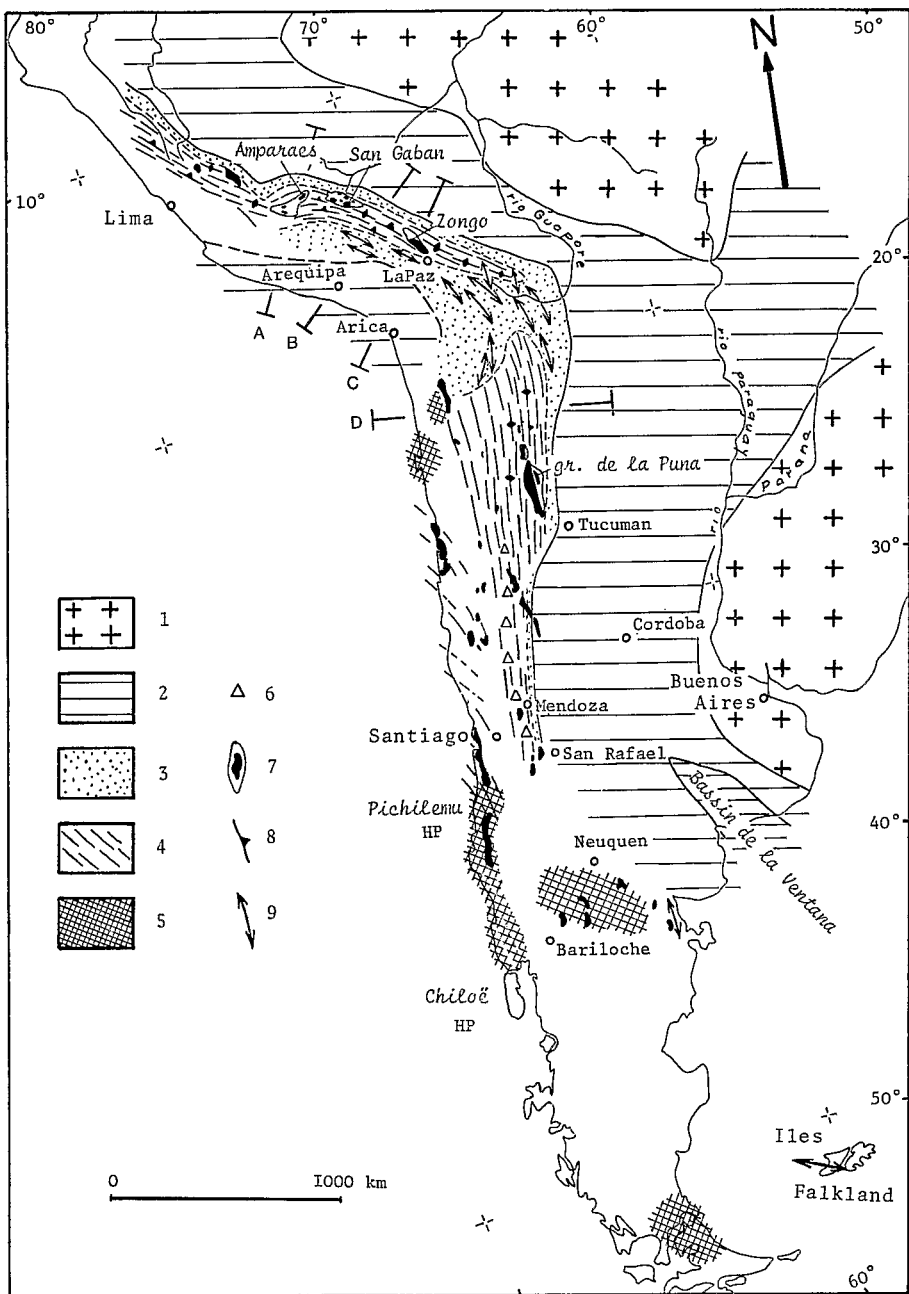


Fig. 1 — Extension du plissement éohercynien (350—320 Ma) dans les Andes centrales. 1 Bouclier brésilien émergé au cours du Paléozoïque inférieur; 2 couverture de plateforme non déformée; 3 zones déformées sans schistosité; 4 zone axiale à schistosité et métamorphisme épizonal; 5 Précambrien supérieur (?) repris dans la chaîne éohercynienne; 6 ultrabasites (ordoviciennes ?); 7 plutonisme éohercynien syn et/ou post-tectonique (l'auréole indique le métamorphisme associé aux granites syntectoniques); 8 pendage de la schistosité; 9 axe de pli.

B. DALMAYRAC u. a. — La chaîne hercynienne d'amerique du sud

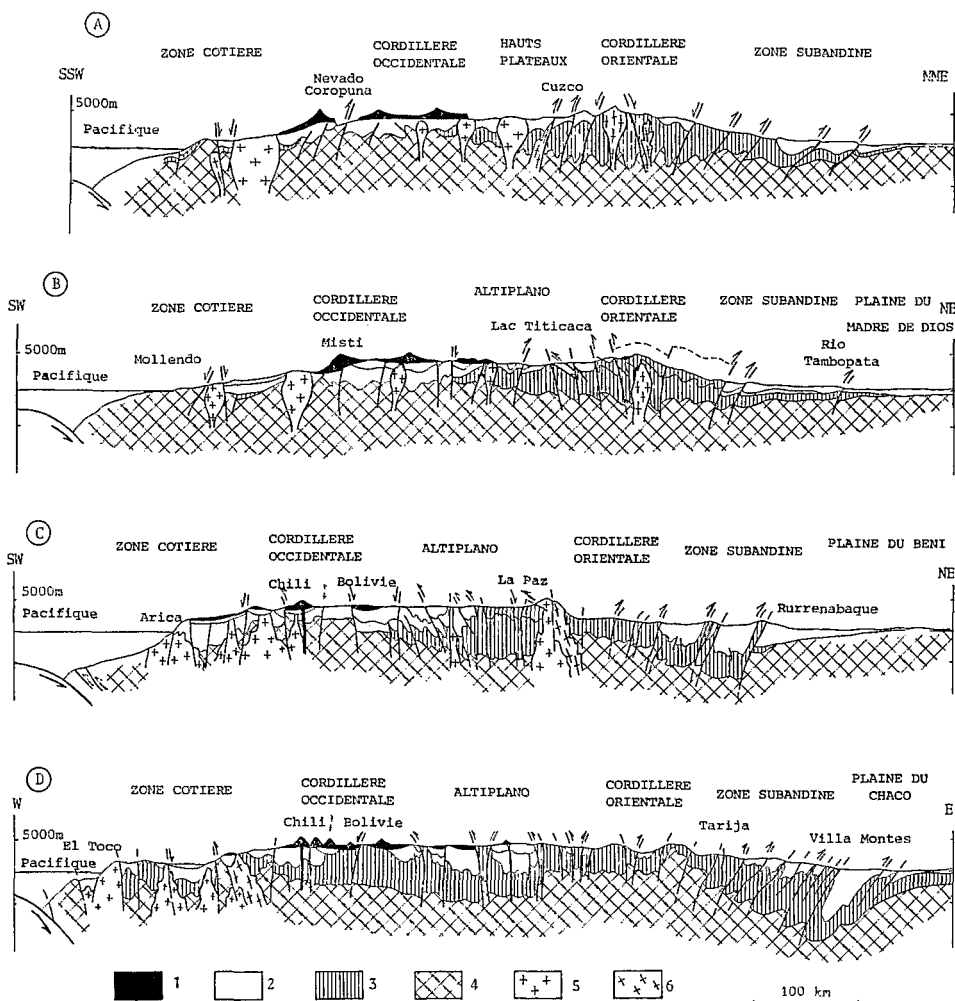


Fig. 2 — Coupes générales à travers les Andes Centrales du Pérou et de la Bolivie (localisation sur la fig. 1). 1 Plio-quaternaire (volcanisme et dépôts lacustres peu déformés); 2 Méso-cénozoïque déformé par la tectonique andine; 3 Paléozoïque inférieur et supérieur déformés par les tectoniques hercyniennes et andines; 4 socle précambrien; 5 granitoïdes andins; 6 granitoïdes hercyniens.

et al. 1971; MÉGARD, 1973; DALMAYRAC et al. 1977; AHLFELD et BRANISA, 1960; MARTINEZ, 1978; BROKMAN et al. 1972; FERNANDEZ et al. 1972), la «Puna» et la Cordillère Orientale du Pérou et de Bolivie, le sud de l'Altiplano bolivien (MÉGARD la Sierra de Famatina (DE ALBA, 1972), la Précordillère (FURQUE, 1972), la Cordillère frontale (CAMINOS, 1972) et la région de San Rafaël (CRIADO ROQUE, 1972), en

Argentine (Fig. 2). Les affleurements de la côte chilienne (RUÍZ et al. 1965; MILLER, 1970) permettent de le prolonger vers l'ouest.

### I-1 — Caractéristiques sédimentaires et paléogéographiques

Dès la fin de l'orogénèse brasiliide (environ 600 Ma.) se met en place un sillon subsident sur une croûte sialique amincie (Fig. 3 A), situé, au moins au niveau du Pérou et de la Bolivie, entre deux zones cratonisées stables: le Bouclier Brésilien, à l'est, et le Massif d'Aréquipa, à l'ouest. Une forte sédimentation de dépôts schisto-gréseux, parfois glacio-marins (base du Silurien), s'étalant sur 200 millions d'années, commence localement dès le Cambrien et se généralise à l'Ordovicien (AHFELD et BRAÑISA, 1960; BORELLO, 1969; TURNER, 1970, 1972; MÉGARD et al. 1971; BERRY et BOUCOT, 1972; SUAREZ, 1976). Notons la présence en Argentine, pour cette période, de faciès carbonatés de plateforme (BORELLO, 1969; FURQUE, 1972; TURNER, 1972) équivalents des calcaires connus sur la bordure du Bouclier Brésilien à la frontière boliviano-brésilienne (FRANKL, 1959).

Dans l'ensemble du domaine hercynien, les terrains du Paléozoïque inférieur dépassent 8000 m d'épaisseur et peuvent atteindre près de 15 000 m dans l'axe du bassin, en Bolivie et dans le sud du Pérou.

Des dykes et des coulées basaltiques, d'âge ordovicien à dévonien, ont été observés dans plusieurs régions (centre du Pérou, Cuzco, sud du Pérou, centre et sud de la Bolivie, . . .) jalonnant des zones de grandes fractures du bassin hercynien.

Ce sillon subsident présente des déflexions (Cochabamba, peut-être Abancay) qui ont été déterminées par le jeu d'accidents crustaux antéordoviens, vraisemblablement fini-précambriens; la sédimentation du Paléozoïque inférieur et supérieure sera guidée par ces accidents.

Une tectogenèse d'âge dévonien à mississippien (350—330 Ma) entraîne l'émergence de tout le domaine éohercynien. En discordance angulaire forte sur les terrains cambro-dévonien plissés, une sédimentation marine grésopélimitique et carbonatée, néritique, parfois intercalée de dépôts continentaux glaciaires »gondwana« (DALMAYRAC et al. 1977; MARTINEZ, 1978), reprend au Mississippien inférieur. Le dispositif paléogéographique qui restera valable jusqu'au Permien inférieur, est alors caractérisé par (Fig. 3 B):

- un bassin occidental subméridien qui s'étend du sud du Pérou au Chili et en Argentine.
- un bassin oriental, séparé du précédent par la zone axiale éohercynienne et connu dans la Cordillère Orientale du sud du Pérou et dans la zone subandine de la Bolivie.

Ces deux bassins se réunissent en un seul au niveau du Pérou central où les épaisseurs peuvent atteindre 5000 m.

Dans les zones de Bolivie, du Chili et de l'Argentine, restées émergées, se déposent des séries continentales à intercalations glaciaires du type »gondwana«.

### I-2 — Caractéristiques tectoniques et magmatiques

La chaîne hercynienne des Andes centrales est caractérisée par deux principales phases de déformation (MÉGARD et al. 1971):

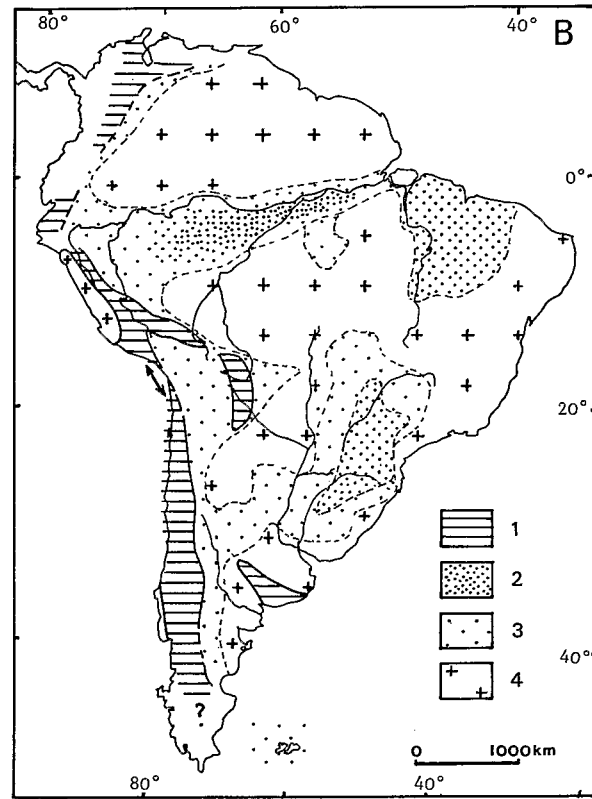
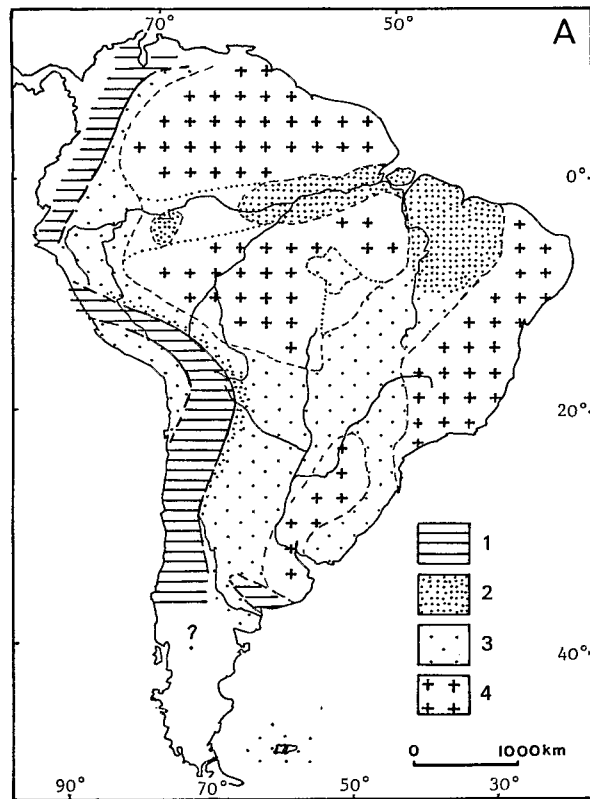


Fig. 3 — Répartition des bassins paléozoïques: La subsidence au cours du Paléozoïque inférieur (A) et au Paléozoïque supérieur (B); 1 sillons fortement subsidents (15 000 à 3000 m); 2 bassins à subsidence faible (3000 à 1000 m); 3 dépôts de plateforme peu épais; 4 zone émergées.

- la première appelée »phase éohercynienne«, déforme les dépôts du bassin hercynien entre 350 et 330 Ma (Dévonien supérieur à Carbonifère inférieur) (Fig. 1 et 4).
- la deuxième, appelée »phase tardihercynienne«, affecte les dépôts du Permocarbone entre 265 et 260 Ma (Permien moyen) (Fig. 5).

### I-1-1 — La phase éohercynienne (350 à 330 Ma)

Dans les Andes centrales, la phase éohercynienne correspond à un plissement généralisé affectant le bassin hercynien sur toute la longueur (Fig. 1).

Dans la zone axiale, la chaîne éohercynienne est caractérisée par des plis serrés associés à une schistosité de flux ou de fracture. Les structures et la schistosité sont généralement verticales. Cependant, localement, dans le centre et le sud du Pérou, on observe des plis couchés plurikilométriques, respectivement déversés vers le NE et le SW, associés à une schistosité de flux horizontale (Fig. 4).

De part et d'autre de la zone axiale, on passe à des zones sans schistosité où l'intensité de la déformation diminue progressivement (plis en chevrons).

Dans la zone axiale de l'ensemble de la chaîne, la déformation est accompagnée par un métamorphisme épizonal. Quelques rares remontées, localisées, des isogéothermes entraînent un métamorphisme mésozonal, de type intermédiaire de basse pression, qui atteint la zone à staurotite, grenat et parfois la sillimanite. De tels métamorphismes ont été signalés dans la Cordillère frontale d'Argentine (CAMINOS, 1972), à Zongo dans le nord de la Bolivie (BARD et al., 1974), à San Gaban (MÉGARD et al., 1971) et à Amparaes (MAROCCO, 1977) au Pérou. Une deuxième schistosité peut se manifester dans le domaine du métamorphisme mésozonal.

En Bolivie et au Pérou, ces remontées des isogéothermes sont liées à des intrusions de granites à deux micas, syntectoniques, datés à  $330 \pm 10$  Ma. par U/Pb à Amparaes, (région de Cuzco, LANCELOT in MAROCCO, 1977). Cet âge est comparable à celui que Munizaga (1967) a obtenu sur les schistes métamorphiques du Chili central ( $342 \pm 65$  Ma. par Rb/Sr). Les intrusions signalées par MENDEZ et al. (1972) dans la Puna du nord de l'Argentine semblent se rattacher à ce même épisode magmatique.

Un plutonisme post-tectonique intracarbonifère inférieur est connu dans le Pérou Central (MÉGARD et al. 1971), mais il est surtout abondant au niveau de l'Argentine moyenne et au Chili où il se met en place soit dans la chaîne, soit dans les zones cratonisées précambriennes (Sierra de Cordoba) (HALPERN et al. 1970; LINARES et LATORRE 1972, GONZALES BONORINO et AGUIRRE 1970). Dans les sierras pampéennes au nord de l'Argentine, MAC BRIDE et al. (1976) décrivent des granitoïdes datés de l'Ordovicien par K/Ar. Ces âges ordoviciens posent un problème: il pourrait s'agir d'un magmatisme paléozoïque anorogénique, ou de granites, d'âge précambrien supérieur, ayant subis un rajeunissement isotopique lors de la mise en place du magmatisme permo-carbonifère.

Dans la partie méridionale des Andes centrales (région de Mendoza et de la Puna argentine) affleurent au sein de séries métamorphiques (Précambrien? Paléozoïque inférieur?) des corps de petite taille de roches ultra-basiques (Fig. 1) (ZARDINI 1970, VILLAR 1970, CAMINOS 1972, ARGANARAZ 1972). Les données pétrologiques succinctes et l'absence de données géochimiques ne permettent pas de se faire une idée précise de leur nature, de leur âge ainsi que de leur mode de mise en



B. DALMAYRAC u. a. — La chaîne hercynienne d'amerique du sud

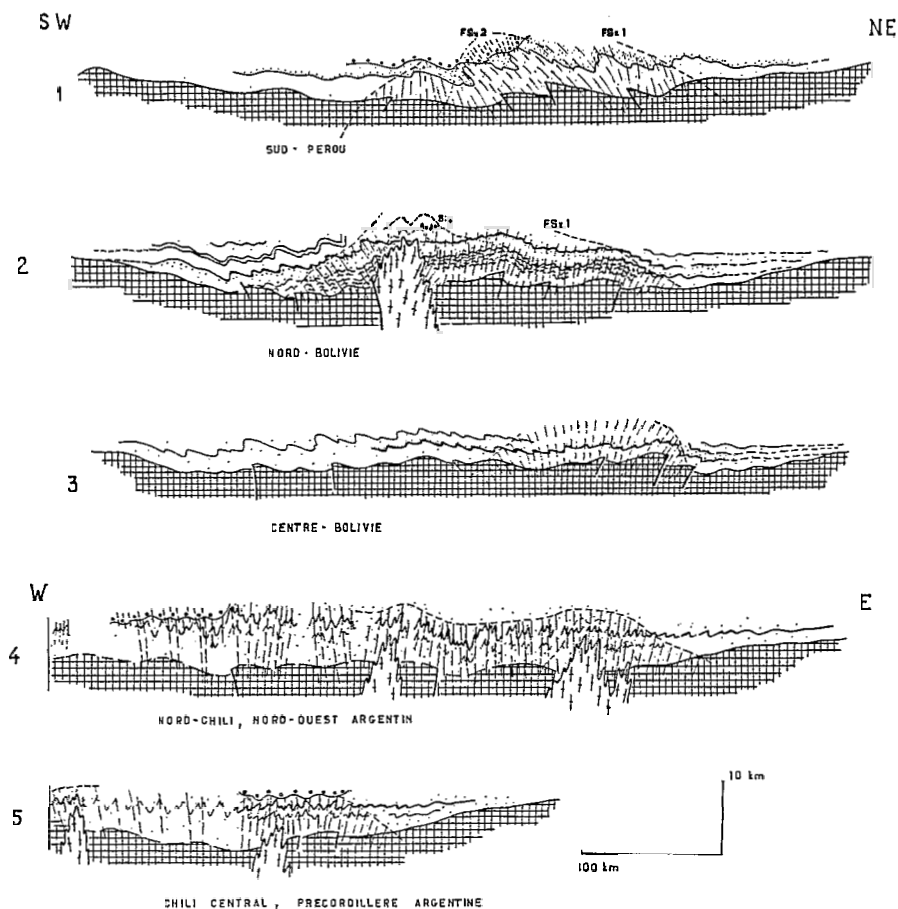


Fig. 4 — Coupes interprétatives montrant l'allure de la schistosité et le style du plissement éohercynien dans le segment septentrional (Pérou, nord et centre Bolivie) et dans le segment méridional chilo-argentin. Les granites post-tectoniques ne sont pas représentés; la discordance entre le Paléozoïque inférieur et supérieur (coupes 1 et 5) est soulignée par une ligne surmontée d'un liseré de petits ronds; FSx1 front supérieur de la schistosité de fracture; FSx2 front de la schistosité de flux; Bi isograde de la biotite; And isograde de l'andalousite.

place. S'il s'agissait d'un complexe ophiolitique mis en place à l'Hercynien, peut-être faudrait-il y voir la trace d'une ancienne suture océanique. Se poserait alors le problème du raccord entre cette chaîne et le segment intracontinental des Andes Centrales.

Le plissement éohercynien est suivi, durant le Carbonifère et le Permien inférieur, d'une période de calme tectonique caractérisée par de la distension. Il faut cependant signaler que:

— au Pérou, MÉGARD et al. (1971) ont montré qu'une tectonique cassante et un

magmatisme effusif (coulées et tuffs cinéritiques verts) accompagnent la distension permo-carbonifère qui pourrait être liée à une phase de cisaillement affectant le segment éohercynien NW-SE.

— En Argentine, POLANSKI (1970) a décrit une discordance intracarbonifère et un magmatisme intrusif «mésos-varisque» (340 à 306 Ma.). Cependant l'importance et l'âge de ces événements sont contestés par d'autres auteurs (CAMINOS, 1972).

### I-1-2 — La phase tardihercynienne (265 à 260 Ma)

La phase tardihercynienne (Permien moyen), prouvée dans le sud du Pérou (AUDEBAUD et LAUBACHER, 1969), se manifeste dans cette zone par des plis NNW-SSE associés parfois à une schistosité et à un épimétamorphisme affectant le Paléozoïque supérieur. Les molasses post-tectoniques du Permien supérieur recouvrent avec une forte discordance cet ensemble plissé. Des déformations moins intenses (schistosité de fracture) se retrouvent dans des zones limitées du segment NW-SE du nord de la Bolivie. Le raccourcissement est faible et ne semble pas avoir dépassé 15 à 20 km.

Plus au nord, dans le Pérou central, cette phase de plissement n'existe pas; le Permien supérieur est généralement concordant sur le Permien inférieur. Des mouvements épirogéniques sont soulignés par un «overlap» généralisé du Permien supérieur sur des terrains plus anciens.

Vers le sud, c'est à dire dans le segment nord-sud des Andes (entre 13° et 35° de latitude sud) et, en particulier, en Argentine (région de Mendoza) peuvent être définis des plis concentriques, de direction générale NNW-SSE et NNE-SSW d'âge tardihercynien; la phase tardihercynienne semble donc biphasée. Localement le plissement est plus intense, atteignant le niveau structural inférieur, comme dans la région de Rio Las Tunas (Argentine, 33° S) (CAMINOS, 1965 et 1972).

En conclusion, la phase tardihercynienne, d'intensité faible, marque la fin de la tectonique hercynienne dans les Andes centrales.

### I-1-3 — Conclusion

La chaîne hercynienne des Andes centrales est de type intracontinental. L'analyse de ses caractéristiques et de son évolution montre que ce n'est ni une chaîne de collision ni une chaîne de subduction. En effet, l'absence de suture océanique, d'un métamorphisme de haute pression, de structures tangentielles importantes (pas de nappes, ni de charriages) exclut qu'il s'agisse d'une chaîne de collision étant donné par ailleurs que le matériel constituant la chaîne n'a été que faiblement érodé. L'absence complète de volcanites susceptibles de correspondre à un arc volcanique et le faible volume de granites rendent improbable l'hypothèse d'une chaîne de subduction.

Par contre, de nombreux arguments sont en faveur d'une nature intra-continente de la chaîne hercynienne au niveau des Andes centrales.

— Dans les sédiments paléozoïques, de nature détritiques, on ne connaît pas de matériel océanique, ni de séries de «mélanges» qui pourraient laisser supposer une participation océanique.

— la présence de massifs précambriens, à la base du Paléozoïque inférieur et repris au sein de la chaîne hercynienne, dans le centre et dans le sud du Pérou

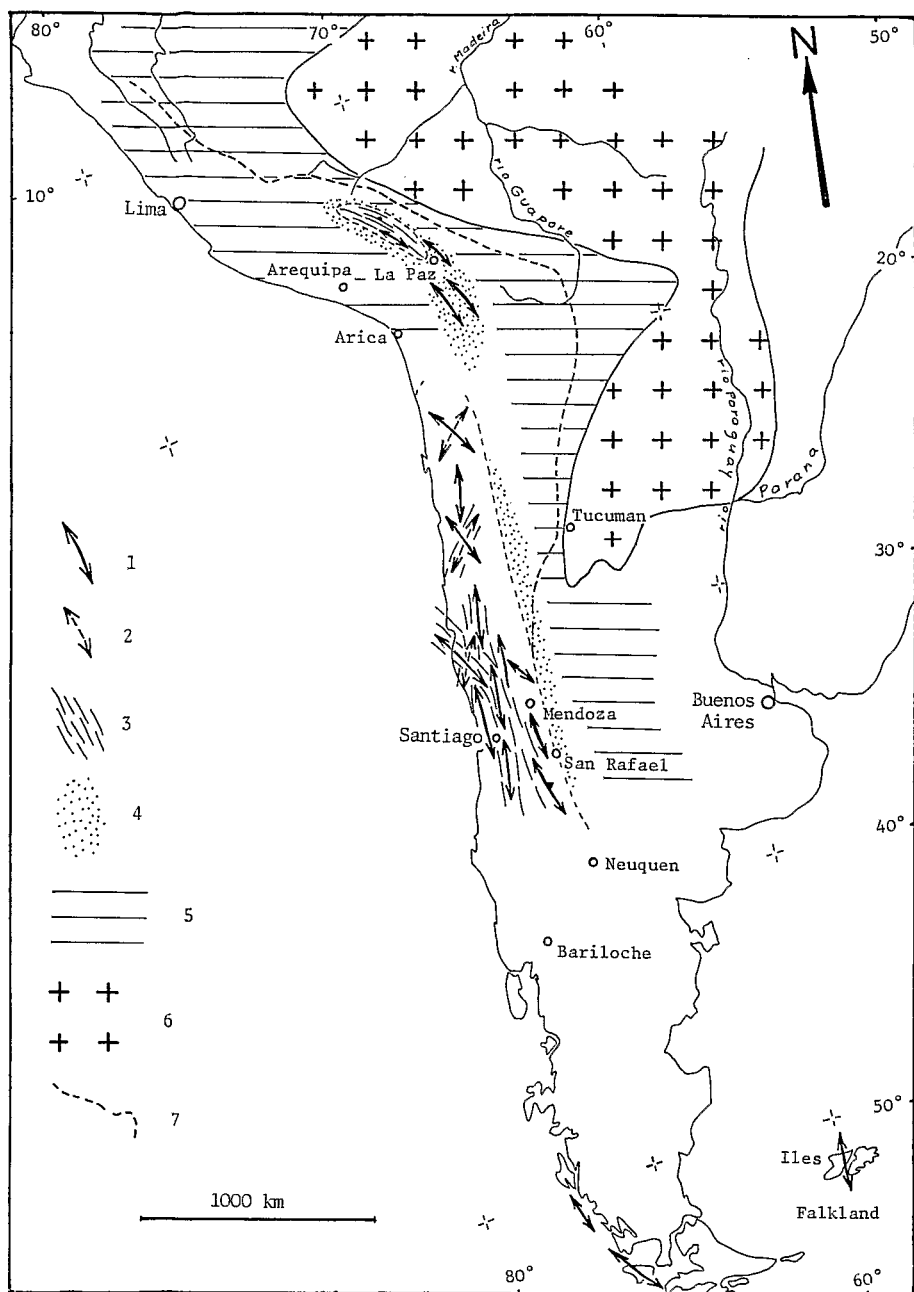


Fig. 5 — Extension de la phase tardihercynienne (265 à 260 Ma). 1 et 2 plis tardihercyniens (2 phases ?); 3 schistosité tardihercynienne; 4 zones déformées sans schistosité; 5 Carbonifère et Permien en couverture de plateforme non déformée (orientation des structures du Chili, d'après Miller, 1970); 6 bouclier brésilien; 7 limite est de la chaîne éohercynienne.

(gneiss de Quincemil) (MÉGARD et al. 1971), dans le sud de la Bolivie et le NW argentin qu'on ne peut expliquer par des mouvements tangentiels importants, suggère le caractère sialique de son substratum.

— L'allure généralement verticale des structures hercyniennes, le raccourcissement très faible de la série paléozoïque et de son substratum qui est de l'ordre de 80 à 150 km à l'Eohercynien et de 20 km environ au Tardihercynien pour un bassin initialement large de 350 à 500 km, impliquent un rapprochement modéré des deux blocs qui encadrent le sillon ce qui semble incompatible avec une chaîne de collision.

— le métamorphisme général intermédiaire de basse pression qui ne dépasse pas le domaine de l'épizone, témoigne du faible degré géothermique de la chaîne. Cette faible intensité géothermique se manifeste également par l'absence quasi totale de granitoïdes. Les rares intrusions syntectoniques associées à un métamorphisme méso- à catazonal peuvent s'expliquer par des dômes thermiques liés à de grandes zones de fractures cisailantes.

En conclusion, la chaîne hercynienne résulte donc du faible raccourcissement (25 % environ) entre deux blocs rigides, d'un bassin paléozoïque, établi sur une croûte continentale étirée. Cet étirement n'ayant pas évolué, au moins au niveau des Andes Centrales, jusqu'à une océanisation.

Il semble donc bien qu'on puisse la qualifier de chaîne intracontinentale.

Si les roches ultra basiques de l'Argentine moyenne et le métamorphisme de haute pression de Pichilemu (X) étaient hercyniens, il faudrait admettre qu'au sud de 30° S l'organisation de la chaîne hercynienne était fondamentalement différente de celle des Andes Centrales.

## II — HYPOTHESE D'ÉVOLUTION PALEOGEODYNAMIQUE DE LA CHAÎNE HERCYNIENNE D'AMÉRIQUE DU SUD

Essayer de donner un modèle évolutif du domaine hercynien sud-américain implique avant tout de rediscuter l'idée déjà ancienne d'un »Paléocontinent sud-est pacifique«.

### II-1 — Arguments en faveur d'une extension vers l'Ouest de la plaque sud-américaine durant le Paléozoïque: le Paléocontinent sud-est pacifique

L'existence d'un paléocontinent sud-est pacifique a été évoquée par de nombreux auteurs (BURKHARDT, 1902; MUNOZ CRISTI, 1942; MILLER, 1970; MÉGARD, 1973; ISAACSON, 1975). Ces divers auteurs s'accordent pour admettre qu'une aire continentale, plus ou moins vaste, a existé à l'ouest de l'actuelle fosse péruvienne chilienne. Les principaux arguments en faveur d'une telle hypothèse sont d'ordre sédimentologique, paléogéographique et structural.

Les énormes quantités de sédiments d'origine sialique du Paléozoïque inférieur proviennent pour l'essentiel de l'ouest, c'est à dire du Massif d'Arequipa. ISAACSON (1975) a montré, qu'au Dévonien, le volume de sédiments supposait une large extension du Massif d'Arequipa vers l'ouest.

Au point de vue structural, nous avons montré que les structures du Précam-

brien à 2000 Ma et 600 Ma de la côte sud-péruvienne (DALMAYRAC et al. 1977) ainsi que les structures éohercyniennes (N 110 à N 130°) du Pérou central (MÉGARD et al. 1971) sont tronquées au niveau de la côte actuelle. Dans le nord du Chili, MILLER (1970) signale également des structures tardi-hercyniennes NNW-SSE tronquées au niveau de la côte, de direction subméridienne.

Il est clair que ces structures ne pouvaient s'arrêter brutalement le long d'une paléomarge parallèle à la marge actuelle; elles devaient se prolonger largement vers l'ouest au cours du Paléozoïque et n'ont été amputées qu'après le Paléozoïque supérieur.

Ces constatations associées aux caractéristiques intracontinentales de la chaîne hercynienne des Andes centrales ainsi qu'à l'absence d'arguments en faveur d'une paléomarge, nous amènent à accepter l'existence d'un paléocontinent sud-est pacifique prolongeant la plaque sud-américaine vers l'ouest; cependant, son évolution post-paléozoïque pose des problèmes qui sont loin d'être résolus. Pour MÉGARD (1973), il se serait détaché de l'Amérique du Sud à la suite d'une phase de rifting, puis aurait migré par delà le Pacifique. Cette interprétation, qui impliquerait que l'actuel Pacifique sud se serait formé entre l'Amérique du Sud et le Paléocontinent sud-est pacifique en voie de migration, nous paraît problématique. Aussi, avons-nous proposé un autre modèle (DALMAYRAC et al. 1977; MARTINEZ, 1978) où le Paléocontinent, d'une extension relativement réduite, s'est désolidarisé de l'Amérique du Sud et a migré entre le Permien et le Jurassique supérieur, latéralement le long de grands accidents décrochants NW-SE qui ont déterminé l'actuelle limite ouest de la plaque sud-américaine. Dans cette hypothèse, le Paléocontinent sud-est pacifique se retrouverait morcelé dans l'extrémité sud du continent (Patagonie, Terre de Feu) ainsi que dans la péninsule Antarctique qui en constituait jadis son prolongement.

## II-2 — Evolution paléogéodynamique de la chaîne hercynienne des Andes Centrales (Fig. 6)

### II-2-1 — La distension cambro-dévonienne (durée: 150 Ma): Formation du bassin paléozoïque intracontinental

Au Cambrien et, probablement, dès l'Infracambrien, la plaque sud américaine incluant le Paléocontinent sud-est pacifique est affectée par un premier stade de

---

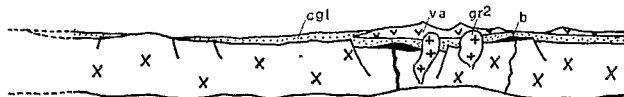
\*) Un métamorphisme de haute pression, à schistes bleus a été décrit sur la côte chilienne entre 34° et 43° S.

MILLER (1970—1972) pense en se basant sur des considérations structurales, que ces séries de haute pression sont anté-dévoniennes et représenteraient des noyaux précambriens repris à l'Hercynien par un métamorphisme intermédiaire de basse pression. De plus elles seraient affectées par les effets thermiques d'intrusions hercyniennes.

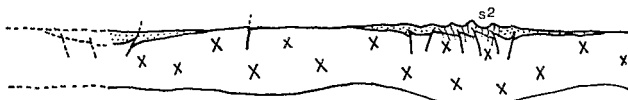
Pour HERVÉ et al. (1974) ERNST (1975) ce métamorphisme haute pression qui a donné des âges apparents K/Ar (sur crossite et roche totale) de  $329 \pm 22$  Ma et 211 m. a. serait donc paléozoïque supérieur ce qui pour ces auteurs est en accord avec les âges du métamorphisme général du socle chilien que MUNIZAGA et al. (1973) situent entre 273 et 342 Ma. HELWIG (1972), MIYASHIRO (1972) et ERNST (1975) associent ce métamorphisme haute pression à une zone de subduction active au cours du Paléozoïque supérieur.

Aufsätze

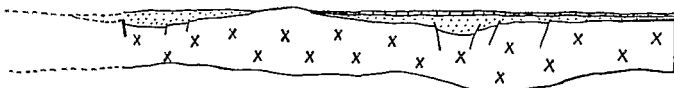
SW Côte actuelle Cordillère Occidentale Cordillère Orientale Zone subandine NE



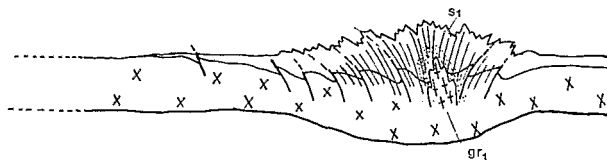
Permien supérieur à Trias inférieur (250 à 215 Ma): fracturation continentale avec volcanisme basique et acide associé à des dépôts volcano-détritiques et détritiques continentaux rouges.



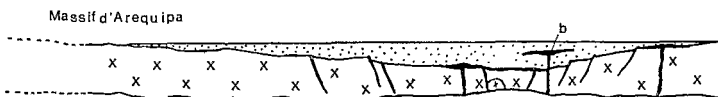
Tectogenèse tardihercynienne (265 à 260 Ma)



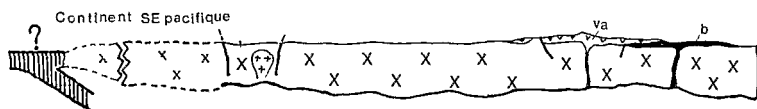
Carbonifère et Permien inférieur (330 à 265 Ma) : distension et sédimentation marine



Tectogenèse éohercynienne (350 à 330 Ma)



Ordovicien à Dévonien supérieur (500 à 330 Ma): distension et sédimentation marine détrititique.



Infracambrien à Cambrien (600 à 500 Ma): fracturation continentale

30km  
100km

Fig. 6 — Modèle d'évolution du domaine hercynien des Andes centrales (au niveau du sud du Pérou). Va Volcanisme acide; b basaltes; cgl dépôts détritiques rouges; gr<sup>1</sup> grani-toïdes syn tectoniques avec métamorphisme meso à catazonal; S<sup>1</sup> schistosité éohercynienne; S<sup>2</sup> schistosité tardihercynienne; gr<sup>1</sup> grani-toïdes posttectoniques.

«rifting» marqué localement par un volcanisme ignimbritique et des dépôts sédimentaires à caractères lagunaires.

A cours du Paléozoïque inférieur, cette phase de rifting intracontinentale se poursuit, entraînant la formation d'un sillon subsident qui sépare la plaque sud-américaine, à l'est, d'une sous-plaque occidentale constituée par l'actuel Massif d'Arequipa et son prolongement, le «Paléocontinent sud-est pacifique». Dans les Andes centrales, l'évolution en rift ne dépassera jamais le stade de la croûte amincie. Cet amincissement, qui atteint un ordre de 40 à 60 % à la fin du Dévonien, entraînera le dépôt de 10 000 à 15 000 mètres de sédiments, essentiellement terrigènes, ainsi que la montée de basaltes. Au Pérou et dans le nord de la Bolivie, la largeur du sillon paléozoïque était en moyenne de 300 à 400 km, alors que dans le centre et le sud de la Bolivie, ainsi qu'en Argentine, elle pourrait atteindre 900 km.

## II - 2—2 — La compression éohercynienne (350 à 330 Ma) (Fig. 7)

Au Dévonien terminal ou au Carbonifère inférieur, la plaque sud-américaine et la sous-plaque du paléocontinent SE pacifique se rapprochent comprimant le bassin paléozoïque et donnant naissance à la chaîne éohercynienne qui comprend deux segments:

— un segment septentrional péruvo-bolivien ( $8^{\circ}$  S à  $17^{\circ}30'$  S) de direction WNW-ESE large de 150 à 300 km,

— un segment méridional ( $18^{\circ}30'$  S à  $35^{\circ}$  S) de direction NS, deux fois plus large que le précédent (500 à 700 km).

Le passage de la branche septentrionale à la branche méridionale se fait, au niveau de  $18^{\circ}$  S (Santa Cruz) par une déflexion où la déformation très modérée, n'a donné que des plis isopaques N-S sans schistosité. Les épaisseurs des séries paléozoïques étant à ce niveau du même ordre de grandeur que dans les zones axiales, on ne peut donc expliquer l'absence de schistosité, en particulier dans les séries les plus profondes de l'Ordovicien inférieur, que par une compression éohercynienne localement de plus faible intensité.

Seule une hypothèse (Fig. 7) faisant intervenir deux étapes de compression affectant successivement le segment méridional puis le segment septentrional nous semble pouvoir expliquer la disposition et l'extension des zones axiales ainsi que la faible déformation au niveau de la déflexion de Santa Cruz:

— Dans une première étape la compression E-W provoque le plissement du segment méridional NS et détermine dans le segment septentrional des décrochements senestres.

— Dans une deuxième étape la compression devient NE-SW et provoque le plissement de la branche septentrionale alors que dans le segment méridional se produisent des décrochements dextres.

Cette interprétation s'accorde avec les observations de terrains faites dans la région de Cochabamba (BROCKMANN et al. 1972) où des plis éohercyniens WNW-ESE à schistosité de la branche péruvo-bolivienne, replissent d'autres plis éohercyniens NS (sans schistosité) et correspondent visiblement au prolongement vers le Nord des structures de la branche méridionale Boliviano-Argentine. Les plis éohercyniens précoces NE-SW signalés par MÉGARD et al. (1971) dans le centre du Pérou pourraient être contemporains de cette première étape.

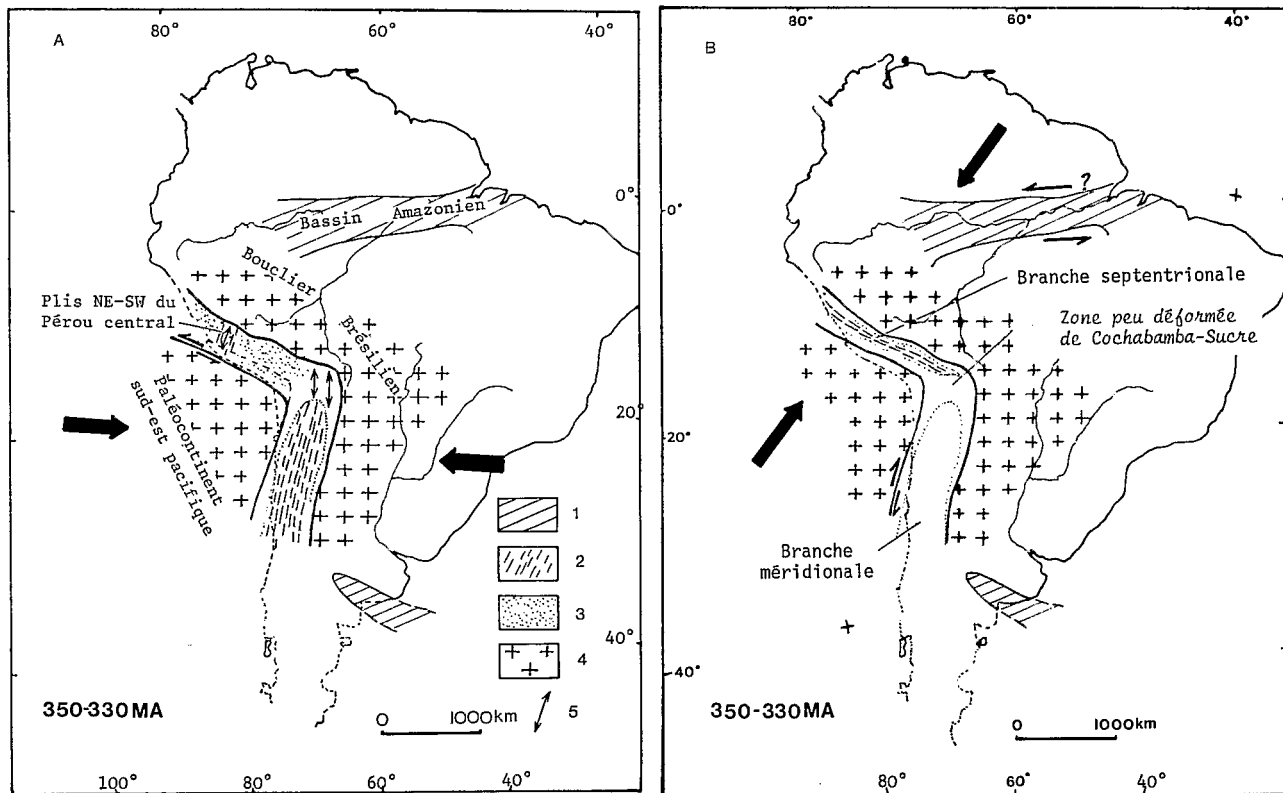


Fig. 7 — La tectogenèse éohercynienne. A) première étape plissement du segment méridional; B) deuxième étape plissement de la branche septentrionale; 1 Bassins de l'Amazonie et de la Ventana non déformés à l'Eohercynien; 2 domaine de la schistosité; 3 branche septentrionale non déformée lors de la première étape de plissement; 4 cratons; 5 plis précoces du Pérou central et de la zone de Cochabamba-Sucre.



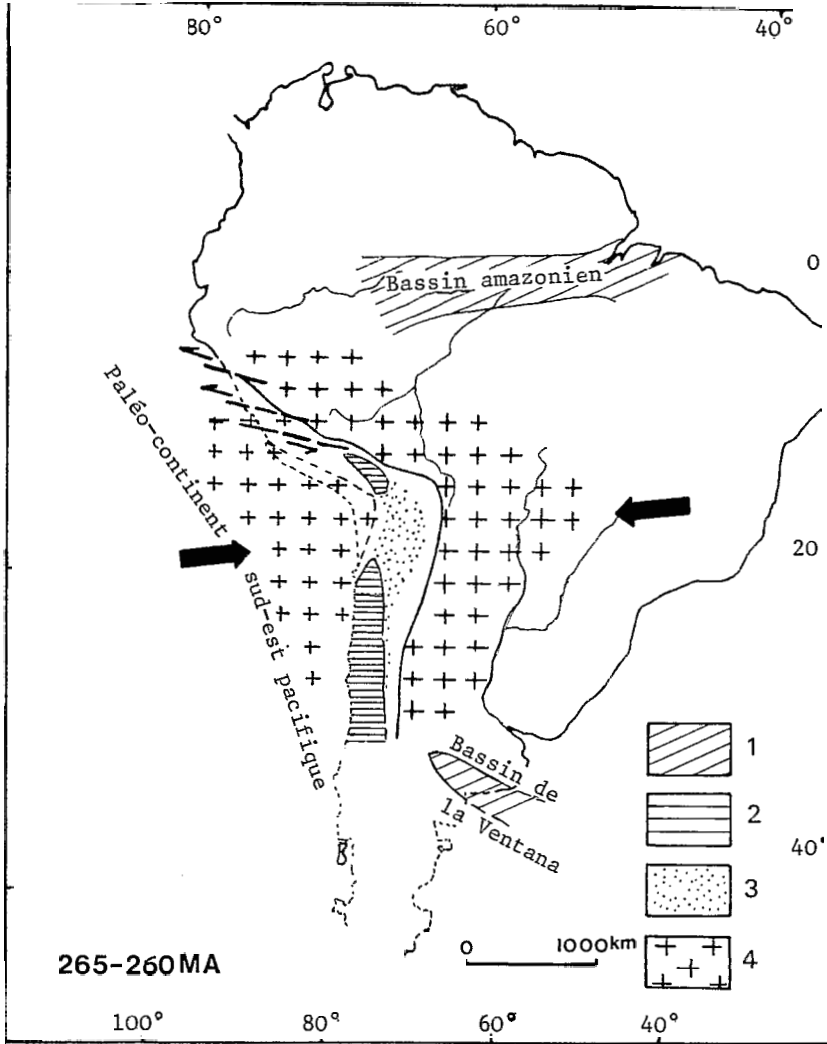


Fig. 8 — La tectogenèse tardihercynienne; 1. bassins non déformés au Tardihercynien; 2. domaine tardihercynien fortement plissé; 3. domaine tardihercynien faiblement plissé; 4. cratons stables.

### II-2-3 — La distension du Carbonifère et du Permien inférieur

Après la phase éohercynienne, le domaine hercynien sud-américain est quasi cratonisé. Au carbonifère s'individualisent des bassins continentaux ou marins de type épicontinental et néritique. Plusieurs sillons subsidents, généralement étroits

et de direction NS à NNW-SSE, traduisent une distension localement plus marquée (Fig. 4 B).

II - 2—4 — La compression tardi-hercynienne (260 à 265 Ma)

Au Léonardien supérieur, les zones mobiles que constituent les sillons subsidents carbonifères et permians sont soumises à une nouvelle phase de serrage de très faible intensité provoquant la formation (Fig. 8):

— d'un segment plissé méridional, de direction approximativement NS, reconnu sur plus de 1500 km depuis la Bolivie méridionale jusqu'en Argentine moyenne (35° S) et dont la direction de raccourcissement est  $Z = N 90^\circ$ ,

— d'un segment plissé septentrional, de direction NNW-SSE, reconnu dans le SE du Pérou et le Nord de la Bolivie, dont la direction de raccourcissement est  $Z = N 70^\circ$  à  $N 80^\circ$ .

A grande échelle, la contrainte principale semble avoir eu une direction proche  $N. 90^\circ$  à  $N. 80^\circ$ , ce qui pourrait expliquer l'absence de déformation souple dans le Pérou central au Tardihercynien. En effet, dans cette région, les contraintes tardihercyniennes ont seulement réactivé les failles pré-existantes éohercyniennes (WNW-ESE à E-W) qui ont pu jouer en décrochements senestres.

Le plissement tardihercynien représente le stade ultime de l'évolution géodynamique éohercynienne. Dans le domaine hercynien des Andes, tout comme en Europe et dans les Appalaches, les dernières zones encore mobiles se sont cratonisées lors de cette phase. Cette cratonisation générale résulte du blocage progressif, à partir du Carbonifère, de tout le système hercynien. Les différentes plaques qui s'étaient individualisées pendant le Paléozoïque inférieur, se retrouvent regroupées pour former le supercontinent »Pangea« (WEGENER, 1937). La phase tardihercynienne marque donc la fin du cycle hercynien.

Le Permo-Trias est une période postérieure à la tectonique hercynienne. La Pangea, qui s'était constituée après les plissements tardihercyniens, va subir un premier et important processus de fracturation continentale, associé à des dépôts continentaux rouges et à un magmatisme abondant. Dans une optique de tectonique globale, le Permo-Trias qui se différencie déjà nettement de l'Hercynien semble correspondre à une période transitoire entre les cycles hercyniens et andins.

### III — CONCLUSIONS

La chaîne hercynienne, ainsi définie, constitue un élément majeur de la Cordillère des Andes, élément trop souvent ignoré ou minimisé dans les schémas relatifs à l'évolution andine de la Cordillère.

Elle constitue également une importante structure contemporaine des orogènes hercyniens d'Amérique du Nord, d'Europe et d'Asie. Après l'avoir caractérisée au niveau de l'Amérique du Sud, il conviendra de l'intégrer dans les modèles géodynamiques s'attachant à reconstituer globalement l'évolution des chaînes hercyniennes.

Le caractère intracontinental de la chaîne hercynienne des Andes Centrales apporte enfin des arguments importants en faveur de l'extension, au cours du Paléozoïque, de la plaque sud-américaine vers l'Ouest. La nature de la marge occidentale de cette paléoplaque dont la position actuelle reste encore très mal définie, est encore totalement inconnue.

**Bibliographie**

- AGEÑOLAZA, F. G.: El Ordovícico de la Puna salto-catamarqueña. Actas V Congr. Geol. Arg., t. IV, p. 3—18, 1972.
- AHLFELD, F., y BRANISA, L.: Geología de Bolivia. 245 p.; 1 carte h—t., Inst. Bol. Petrol., la Paz, 1960.
- ARGAÑARAZ, R., VIRAMONTE, J. C., et SALAZAR, L.: Sobre el hallazgo de serpentinas en la Puna Argentina. Vº Congreso Geol. Arg. Carlos Paz-Cordoba, 1972.
- AUBOUIN, J., BORRELLO, A. V., CECIONI, G., CHOTIN, P., FRUTOS, J., THIELE, R., et VICENTE, J. C.: Esquisse paléogéographique et structurale des Andes méridionales. Rev. de Geogr. Phys. et Geol. Dyn. (2), XV, (1—2), p. 11—72, Paris, 1973.
- AUDEBAUD, E., CAPDEVILA, R., DALMAYRAC, B., DEBELMAS, J., LAUBACHER, G., LEFEVRE, C., MAROCCO, R., MARTINEZ, G., MATTAUER, M., MEGARD, F., PAREDES, J. P., TOMASI, P.: — Les traits géologiques essentiels des Andes Centrales (Pérou-Bolivie). Rev. Géogr. Phys. et Géol. Dyn., XV (1—2), p. 73—114, Paris, 1973.
- AUDEBAUD, E., et LAUBACHER, G.: Sur une discordance tardi-hercynienne dans la Cordillère Orientale du Sud du Pérou. C. R. Acad. Sci. 269, pp. 2163—2166, Paris, 1969.
- BARD, J. P., BOTELLO, R., MARTINEZ, C., SUBIETA, T.: Relations entre tectonique, métamorphisme et mise en place d'un granite éohercynien à deux micas dans la Cordillère Real de Bolivie (Massif de Zongo-Yani). Cahiers O.R.S.T.O.M., vol. VI, n° 1, p. 3—18, Paris, 1974.
- BERRY, W. B. N., and BOUCOT, A. J.: Correlation of the South American Silurian Rocks. Geol. Soc. Amer. Spec. Paper, 133, 59 p., 1972.
- BORRELO, A. V.: Los geosinclinales de la Argentine. Min. Ec. Y Trabajo. Dir. Nac. de Geol. y Minería. Anales XIV, 188 p. Buenos-Aires, 1969.
- BROCKMANN, C., CASTANOS, A., SUAREZ, R., TOMASI, P.: Estudio geológico de la Cordillera Oriental de los Andes en la zona central de Bolivia (region de Chapare). Soc. Geol. Bolív., Bol. 18, p. 1—36, La Paz, 1972.
- BURCKHARDT, C.: Traces géologiques d'un ancien continent pacifique. Rev. Mus. La Plata, 10, p. 179—192, 1902.
- BURGL, H.: The orogenesis in the Andean system of Colombia. Tectonophysics, vol. 4, n° 4—6, 1967.
- CAMINOS, R.: Geología de la vertiente oriental del Cordon de la Plata. Rev. Asoc. Geol. Argentina, XX, p. 351—392. Buenos-Aires, 1972.
- : Sierras Pampeanas de Tucuman, Catamarca, La Rioja y San Juan. In Geol. Reg. Argentina, Acad. Nac. Ciencias de Cordoba, p. 42—79, 1972.
- COBBING, E. J., OZARD, J. M., SNELLING, N. J.: Reconnaissance geochronology of the crystalline basement rocks of the coastal Cordillera of Southern Peru. Geol. Soc. Amer. Bull., v. 88, p. 241—246, 1977.
- CRIDO-ROQUE, P.: Bloque de San Rafael. In Geología regional Argentina. Acad. Nac. Cienc. Cordoba, p. 283—295, 1972.
- : Cinturón Móvil mendocino-pampeano. In Geología regional Argentina. Acad. Nac. Cienc. Cordoba, p. 297—303, 1972.
- DALMAYRAC, B.: Géologie de la Cordillère Orientale de la région de Huanuco. Sa place dans une transversale des Andes du Pérou central (9°—10°30' S) in thèse commune B. DALMAYRAC, G. LAUBACHER et R. MAROCCO, U.S.T.L. Montpellier, 123 p., 1977.
- DALMAYRAC, B., LANCELOT, J., et LEYRELOUP, A.: 2 b. y. granulites in the late Precambrian metamorphic basement along the southern Peruvian coast. Science. vol. 198, p. 49—51, 1977.
- DALMAYRAC, B., LAUBACHER, G., MAROCCO, R.: Caractères généraux de l'évolution géologique des Andes péruviennes. Thèse Doct. Sci. Nat., U.S.T. L. Montpellier, 361 p., 1977.

- DE ALBA, E.: Sistema del Famatima in Geol. Reg. Argentina. Acad. Nac. Ciencias de Cordoba, p. 143—184, 1972.
- ERNST, W. G.: Systematics of large scale tectonics and age progressions in alpine and circum-pacific blue-schist belts. *Tectonophysics*, 26, p. 229—246, 1975.
- FERNANDEZ, A., MEAVE, J., y SUBIETA, T.: Soc. Geol. Bolív., Bol. 18, p. 69—90, 1972.
- HALPERN, M., LINARES, E., & LATORRE, C.: Estudio preliminar por el metodo Estroncio-Rubidio de rocas metamorficas y graniticas de la prov. de San Luis. Rep. Arg. Rev. Asoc. Geol. Arg., 25, 3, p. 293—302, Buenos Aires, 1970.
- FRANKL, J.: La "Formation Limbo" Bolo Técn. Y.P.F.B., Ano II, n° 5 La Paz (Bolivia), 1959.
- FURQUE, G.: Precordillera de la Rioja, San Juan y Mendoza in Geologia regional Argentina Acad. Nac. Cienc., p. 237—282, Cordoba, 1972.
- GONZALEZ BONORINO, F., et AGUIRRE, L.: Metamorphic facies series of the crystalline basement of Chile. *Geol. Rdsch.* 59, 3, 979—994, Stuttgart, 1970.
- HELWIG, J.: Late Paleozoic stratigraphy and tectonics of the Central Andes. Symp. Inter. sobre os sistemas carboniferos e permianos na America do sul. An. Acad. Bras. Ciencias. v. 44 (suplemento), p. 161—171, 1972.
- HERVE, F., MUNIZAGA, F., GODOY, E., and AGUIRRE, L.: Late paleozoic K/Ar ages of blueschists from Pichelemu, Central Chile. *Ear. Plan. Sci. Let.*, 23, p. 261—264, 1974.
- IRWING, E. M.: La evolution estructural de los Andes mas septentrionales de Colombia. *Bol. Geol. de Colombia*, vol. XIX, n° 2, 1971.
- ISAACSON, P. E.: Evidence for a Western Extracontinental Land Source during the Devonian Period in the Central Andes. *Geol. Soc. Am. Bull.* vol. 86, p. 39—46, 1975.
- LANCELOT, J. R., LAUBACHER, G., MAROCCO, R., RENAUD, U.: U/Pb radiochronology of two granitic plutons from the Eastern Cordillera (Peru). *Extend of Permian magmatic activity and consequences. Geol. Rdsch.*, bd. 67, 1, p. 236—243, 1978.
- LAUBACHER, G.: Géologie de l'Altiplano et de la Cordillère Orientale au nord et au nord-ouest du lac Titicaca (Pérou). In: Thèse commune DALMAYRAC, B., LAUBACHER, G. et MAROCCO, R., USTL, Montpellier, 116 p., 1977.
- LINARES, E.: Datacion geologica de las rocas graniticas de las sierras de Cordoba, por medio del metodo Pb/alfa (Larsen). *Actas 3ras. Jorn. Geol. Arg. T. II*, p. 199—217, Bs. As 1968.
- LINARES, E., & LATORRE, C. O.: Nuevas edades radiometricas por le metodo potasio-argon de rocas graniticas de Cordoba y San Luis. V° Congreso Geol. Arg. Paz-Cordoba, 1972.
- MAC BRIDE, S., CAELLES, J. C., CLARK, A. H., and FARRAR, E.: Paleozoic radiometric age provinces in the Andean basement, latitude 25°—30° S. *Ear. Plan. Sci. Let.*, n°29, p. 373—383, 1976.
- MAROCCO, R.: Un segment est-ouest de la chaîne des Andes péruviennes: la déflexion d'Abancay. Etude géologique de la Cordillère Orientale et des Hauts Plateaux entre Cuzco et San Miguel (sud du Pérou 12°30' S et 14°00' S). In: Thèse commune DALMAYRAC, B., LAUBACHER, G., et MAROCCO, R., USTL, Montpellier, 141 p., 1977.
- MAROCCO, R., et ZABALETA, G. F.: Estudio geologico de la région entre Cuzco y Machu Picchu. *Bull. Inst. Fr. Et. And.*, III, n° 2, p. 1—27, 1974.
- MARTINEZ, CL.: Géologie du nord-ouest des Andes boliviennes (Département de la Paz). Thèse d'Etat en préparation, 1978.
- MARTINEZ, CL., TOMASI, P., DALMAYRAC, B., LAUBACHER, G., et MAROCCO, R.: Caractères généraux des orogènes Précambrien, Hercynien, et Andin au Pérou et en Bolivie. 24 Intern. Geol. Congr. Montreal, vol. 1, 1972.
- MEGARD, F.: Etude géologique d'une transversale des Andes au niveau du Pérou central. Thèse Doct. es Sciences, Montpellier, 264 p., 1973.

B. DALMAYRAC u. a. — La chaîne hercynienne d'amerique du sud

- MEGARD, F., DALMAYRAC, B., LAUBACHER, G., MAROCCO, R., MARTINEZ, C., PAREDES, J., et TOMASI, P.: La chaîne hercynienne au Pérou et en Bolivie. Premiers résultats. Cah. ORSTOM, sér. Géol., vol. II, n° 1, p. 5—44, 1971.
- MENDEZ, V., NAVARINI, A., PLAZA, D., and VIERA, V.: Faja eruptiva de la Puna oriental. Actas V Cong. Geol. Argentino, Tomo IV, p. 89—100, Buenos Aires, 1972.
- MILLER, H.: Das Problem des hypothetischen „Pazifische, Kontinentes“ gesehen von der chilenischen Pacifikküste. Geol. Rdsch., 59, (3), p. 927—937, 1970.
- : Características estructurales del basamento geológico chileno. Actas V Cong. Geol. Argentino, tomo IV, p. 101—115, Buenos Aires, 1972.
- MIYASHIRO, A.: Metamorphism and related magmatism in plate tectonics. Amer. Journ. of Sci., vol. 272, n° 7, p. 629—656, 1972.
- MUNIZAGA, F.: Geocronología de los esquistos del Sur de Chile. Resumen Jorn. Trab. Inst. Invest. Geol., Xth Aniv. Santiago de Chile, p. 36—37, 1967.
- MUNIZAGA, F., AGUIRRE, L., and HERVE, F.: Rb/Sr age of rocks from the Chilean metamorphic basement. Ear. Plan. Sci. Let., 18, p. 87—92, 1973.
- MUNOZ-CHRISTI, J.: Rasgos generales de la constitucion geologica de la Cordillera de la Costa, especialmente en la Provincia de Coquímbo. Anales 1er Congr. Panamer. Ong. Minas. Geol., 2, p. 285—318, Santiago de Chile, 1942.
- OCOLA, L. C., MEYER, R. P.: Crustal structure from the Pacific basin to the Brasilien shield between 12° and 30° S latitude. Geol. Soc. Amer. Bull., 84, p. 3387—3404, 1973.
- POLANSKI, J.: Carbonico y Permico de la Argentina. Eudeba Ed. Univ. Buenos Aires, 216 p., Buenos Aires, 1970.
- RUIZ, C., AGUIRRE, L., CORVALAN, J., KLOHN, C., KLOHN, E., et LEVI, B.: Geología y yacimientos metalíferos de Chile. Inst. Invest. Geol., 305 p., Santiago, Chile, 1965.
- SHAGAM, R.: The Northern termination of the Andes. In: A. E. M. NAIRN and F. G. STEHLI Ocean Basins and Margins, vol. 3: The Gulf of Mexico and the Caribbean. Plenum Press New York, 1975.
- STIPANICIC, P. N., y LINARES, E. L.: Edades radiométricas determinadas para la Republica y su significado geológico. Bol. Acad. Nac. Cs., XLVII, p. 51—96, Cordoba, 1969.
- SUAREZ, R. S.: El sistema ordovicico en Bolivia. In: GARCIA. Rev. Tec. YPF, vol. V, n° 2, p. 111—223, 1976.
- TURNER, J. C. M.: The Andes of Northwestern Argentina. Geol. Rdschau, 59 (3), p. 1028—1063, I carte h. t., 1970.
- : Cambrico, Ordovicico, Silurico. Actas IV Jorn. Geol. Argent. Mendoza, t. III, p. 181—224, 1972.
- : Puna, Cordillera oriental. In: Geol. Reg. Argentina, Acad. Nac. Ciencias de Cordoba, p. 91—142, 1972.
- VICENTE, J. CL.: Essai d'organisation paléogéographique et structurale du Paléozoïque des Andes méridionales. Geol. Rdschau, Bd. 64, Hft 2, p. 343—394, 1975.
- VILLAR, L. M.: La Faja ultrabásica de la Sierra de Fiambala. Prov. de Catamarca. Rep. Arg. Conf. on Solid Earth Pb. 2, p. 399—409, Buenos Aires, 1970.
- WEGENER, A.: La genèse des Continents et des Océans. Lib. Nizet et Bastard. 236 p., Paris, 1937.
- ZARDINI, R. A.: Studies on Ultrabasic belts of Argentina. Conf. on Solid Earth Probl. p. 411—416, Buenos Aires, 1970.

*Nicht einzeln im Buchhandel erhältlich*



**Sonderdruck aus der Geologischen Rundschau Band 69, 1980**  
Ferdinand Enke Verlag / Stuttgart

**La chaîne hercynienne d'Amérique du sud  
structure et évolution d'un orogène intracratonique**

par BERNARD DALMAYRAC, GÉRARD LAUBACHER, RENÉ MAROCCO,  
CLAUDE MARTINEZ, PIERRE TOMASI, Paris—Montpellier

Avec 8 figures

Geol. Rundschau	69	1	1—21	Stuttgart, März 1980
-----------------	----	---	------	-------------------------

28 NOV. 1983

21 JUL. 1980

O. R. S. T. O. M. Fonds Documentaire

N°: 39-25 ex 1

Cote: B

O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

n° ~~40/033~~ 401.