

## TRABAJOS DE GRADO DE MAESTRÍA Y TESIS DOCTORALES

N°	Carpt.		Pág.
36	11	BLIN B. Contribution à l'étude géologique de la frontière sud de la plaque Caraïbe: le front de la chaîne caraïbe vénézuélienne entre la serranía de Portuguesa et la région de Tiznados (surface et subsurface). apport des données paléomagnétiques. interprétation géodynamique	134
37	12	CHEVALIER Y. Les zones internes de la chaîne sud-Caraïbe sur le transect: ele de Margarita peninsule d'Araya (Venezuela): lithostratigraphie, pétrologie, géochimie et évolution tectono-métamorphique	135
38	13	GRAUCH R. Geology of the Sierra Nevada, south of Mucuchies, Venezuelan Andes. an aluminum-silicate-bearing metamorphic terrane	137
39	14	KOVISARS L. Geology of the eastern flank of the La Culata massif, Venezuelan Andes	138
40	15	LAR A. Étude géochimique de massifs basiques et ultrabasiques (Apa, Todasana, Tinaquillo) de la chaîne tertiaire Caraïbe du Venezuela. genèse de magmas mantelliques et interaction manteau-croûte	138
41	16	MARECHAL P. Les téndins de chaîne hercynienne dans l'noyau ancien des Andes de Merida (Vénézuéla). structure et evolution tectonométamorphique	139
42	17	MATHIEU X. La serranía de Trujillo-ziruma aux confins du bassin de Maracaibo, de la sierra du Falcon et de la chaîne Caraïbe (Venezuela). lithostratigraphie, tectonique (surface. subsurface) et évolution géodynamique)	140
43	18	STEPHAN J. Évolution géodynamique du domaine Caraïbe, andes et chaîne Caraïbe, sur la transversale de Barquisimeto (Venezuela)	142

**CONTRIBUTION À L'ÉTUDE GÉOLOGIQUE DE LA FRONTIÈRE SUD DE LA PLAQUE CARAÏBE:  
LE FRONT DE LA CHAÎNE CARAÏBE VÉNÉZUÉLIENNE ENTRE LA SERRANÍA DE PORTUGUESA  
ET LA RÉGION DE TIZNADOS (SURFACE ET SUBSURFACE). APPORT DES DONNÉES  
PALÉOMAGNÉTIQUES. INTERPRÉTATION GÉODYNAMIQUE.**

BLIN Bruno

Université de Bretagne Occidentale. Francia. Ph.D. 1989

**(Texto completo 375 p. en DVD anexo, carpeta 11)**

En esta tesis se presentan los resultados del estudio multidisciplinario llevado en el frente de la Cadena Caribe venezolana, desde Guanare (Serranía de Portuguesa) hasta San Francisco de Tiznados (estado Cojedes), y en la cuenca de Guarumen. Aparte de la introducción y la conclusión, cuatro partes constituyen este trabajo:

#### I- LITOESTRATIGRAFÍA

La descripción litológica de las diferentes secuencias permitió distinguir de sur a norte dos provincias principales: el autóctono o ante-país andino y guayanés, y el alóctono o Cadena Caribe, representada en nuestra zona por las napas piemontinas de la Cordillera de la Costa, Tinaco-Tinaquillo y de Villa de Cura.

*El ante-país andino y guayanés:* bordea al sur la Cadena Caribe y está largamente cubierto por los sedimentos recientes que forman los Llanos. Los pozos de Guanarito revelan la existencia de Cretácico y Eoceno autóctonos, que descansan sobre el zócalo pre-Cretácico, el cual surge al sur (macizo de El Baúl). La sísmica de la cuenca de El Baúl indica que las molasas oligo-miocenas (Formación Quebradón), que afloran al este de la cuenca y que están plegadas en un sinclinal al frente de la napa piemontina, siguen hacia el oeste. Este sinclinal está cubierto en discordancia angular por las molasas plio-cuaternarias (formaciones Parángula y Río Yuca), que bordean el frente sur de la Serranía de Portuguesa.

*El terrígeno piemontino:* totaliza 3500 a 5000 m de espesor, y está continuo desde la Serranía de Portuguesa (Formación Río Guache) hasta el estado Cojedes (Formación Guárico), pasando por debajo de las molasas cuaternarias de la cuenca de Guarumen. Las secuencias litológicas de tipo flysch aparecen muy escamadas. La Formación Río Guache se diferencia del flysch típico de la Formación Guárico, y puede dividirse en dos conjuntos por ambas partes del río Ospino: un conjunto oriental, pelítico-arenoso-conglomerático, y un conjunto occidental pelítico-arenoso, con olistolitos de calizas con foraminíferos del Cretácico Tardío.

*La napa de la Cordillera de la Costa:* representa una zona intermedia entre las zonas internas (napas de Tinaco-Tinaquillo, Loma de Hierro, Villa de Cura y la zona de la franja costanera-Margarita) y la zona externa (napa piemontina). Está constituida en la Serranía de Portuguesa por una cobertura metasedimentaria, compuesta de un Albiense pelítico-arenoso-carbonático (Formación Volcancito) y de un Cretácico Tardío pelítico, a veces carbonático (Formación Yacambú). El primer término cabalga la napa piemontina hacia el sur, mientras que el segundo está cubierto en discordancia por esta última. Esta napa se sigue hasta San Carlos donde hemos reconocido las secuencias cretácicas pelítico-arenosas y carbonáticas del Grupo Los Cristales.

*La napa de Tinaco-Tinaquillo:* representada en la región de El Tinaco-El Pao, se compone de un zócalo pre-Mesozoico con anfibolitas (Complejo de El Tinaco) y de una cobertura carbonático-pelítica intercalada de basaltos, de edad Cretácico Temprano-Eoceno terminal (Formación Mamonal, Formación Querecual, "Brecha ígnea" de Sabana Larga, Formación Orupé). Esta napa, que cabalga al Norte del flysch piemontino, se encuentra también en la Serranía de Portuguesa donde forma klippe constituidas por la Formación Orupé, datada Eoceno Tardío terminal por palinología.

*La napa de Villa de Cura:* se caracteriza por sus secuencias volcánicas que, al este de la cuenca de Guarumen, cabalgan la napa de Tinaco-Tinaquillo y limitan el flysch piemontino al norte. Las rocas básicas y ultrabásicas del Cerro Tiramuto (al este de San Carlos) y de los cerros Guayabal, Moroturo y Pelón (en la Serranía de Portuguesa) representan klippe que se deben ligar a la napa de Villa de Cura y que testimonian la extensión occidental de esta napa ante la erosión.

#### II- TECTÓNICA

Las deformaciones terciarias y cuaternarias, esencialmente analizadas en el ante-país y la zona piemontina, resultan de una sucesión de esfuerzos variados en intensidad y orientación:

- Una distensión norte-sur del Cretácico Tardío, que deforma en horsts y grabens el autóctono andino.
- Una compresión N160 del Eoceno Tardío terminal, que marca el fin de la hipercolisión de la Cadena Caribe con el continente suramericano. La napa piemontina progresa hacia el sur, se escama y se deforma en pliegues orientados noreste-suroeste y volcados hacia el sureste.
- Una compresión N150-160 del Mioceno medio Tardío, que se caracteriza por: a) El movimiento hacia el Sur de la napa piemontina como un prisma intercutáneo por debajo de las molasas oligo-miocenas, discordantes encima, y

que se deforman en un sinclinal. El acortamiento, ligado a este movimiento, en el ante-país totaliza 5,5%. b) La formación de accidentes transcurrentes principalmente dextrales, que reutilizan antiguas fallas del zócalo y cortan el alóctono, el paraúctono y el autóctono en la cuenca de Guarumen. - Una fase transpresiva N110-115 del Mioceno Tardío, durante la cual aparecen largas zonas de “décrochevauchements” (cabalgamientos con un movimiento transcurrente) este-oeste en la región de El Pao. Se marcan por escamas de Cretácico Tardío.

- Una compresión N160, ligada al surgimiento andino, que afecta a la Serranía de Portuguesa y el norte-oeste de la cuenca de Guarumen, durante el Pleistoceno Tardío medio. Se traduce por fallas inversas importantes (falla de Boca de Monte y de Guanapa), a lo largo de las cuales la napa piemontina cabalga las molasas plio-cuaternarias.

- Una fase transcurrente dextral N80 durante el Holoceno, que afecta a la Serranía de Portuguesa y es contemporánea al movimiento dextral de la falla de Boconó.

### III- PALEOMAGNETISMO

El estudio paleomagnético realizado en la región de Taguay confirma que durante la edificación de la Cadena Caribe, la napa de Villa de Cura representaba un arco insular orientado norte-sur, que ha girado 90 grados en sentido horario antes de cabalgar el margen suramericano. A propósito de la napa piemontina, esta se instaló sin tener rotación importante y guardó su orientación original.

### IV- RECONSTRUCCIONES PALEOGEOGRÁFICAS Y EVOLUCIÓN GEODINÁMICA.

Con el objetivo de establecer una síntesis general, se describe desde el Titoniense hasta el Reciente la evolución geodinámica de la placa Caribe y particularmente de nuestra zona de estudio. Incluye también una reconstrucción paleogeográfica del norte-oeste de Venezuela para las diferentes épocas. Esta síntesis explica la edificación de la Cadena Caribe y da las posiciones relativas del paleoarco de Villa de Cura.

En cada fase compresiva N150-160 se inscribe un contexto de movimiento transcurrente hacia el este (desplazamiento de la placa Caribe), y constituye el precursor de una fase transpresiva dextral sub este-oeste.

## **LES ZONES INTERNES DE LA CHAÎNE SUD-CARAÏBE SUR LE TRANSECT: ELE DE MARGARITA PENINSULE D'ARAYA (VENEZUELA): LITHOSTRATIGRAPHIE, PÉTROLOGIE, GÉOCHEMIE ET ÉVOLUTION TECTONO-MÉTAMORPHIQUE**

CHEVALIER Yves

Université de Bretagne Occidentale. Francia. Ph.D. 1987

**(Texto completo 271 p. en DVD anexo, carpeta 12)**

Ce mémoire présente les résultats d'une étude pluridisciplinaire consacrée aux zones internes de la chaîne sud caraïbe vénézuélienne au droit de l'île de Margarita et de la péninsule d'Araya. Il comprend cinq parties:

-La première partie, très descriptive, est consacrée à la lithostratigraphie des grands ensembles métamorphiques (chapitres I, II, III, IV), volcanique (chapitre V) et sédimentaire (chapitres VI, VII). Elle traite notamment

-de la paléomarge continentale sud-américaine (Groupe Juan Griego, formations Manicuare, Guininita et Carúpano), constituant la base de l'édifice étudié. Elle est composée, à la base, d'anciennes séries essentiellement détritiques (paragneis, quartzites, micaschistes et schistes graphiteux etc.) tandis que des séries carbonatées prédominent au sommet. Un âge sillet rendant du Jurassique au Cénomano-Turonien est avancé pour l'ensemble de ces séries de plateforme;

-des méta-ophiolites de Margarita composées, pour l'essentiel, de serpentinites, d'éclogites, d'amphibolites et de métagabbros et recélant quelques reliques du bâti initial (dunitite, clinopyroxénolite). Elles sont surmontées, en discordance, par d'anciennes séries volcano-sédimentaires (formations El Cauca, Laguna Chica), se pour suivant par des dépôts carbonates (Formation Carúpano; calcaires marmoréens du Groupe Los Robles). Un âge jurassique est proposé pour ce lambeau de lithosphère océanique tandis que sa couverture métasédimentaire serait albo-cénomano-turonienne:

- Des massifs orthogneissiques de Guayacan et du Matasiète qui représentent d'anciens plutons granodioritiques intrusifs dans le cortège ophiolitique. Les orthogneiss de El Salado et de Boquerón, considérés comme d'anciens granites, sont a associer a cette même période d'activité plutonique, compte tenu des traces de leur remaniement dans la couverture des méta-ophiolites, un âge éocretacé est proposé pour ces anciens dômes granodioritiques et granitiques;

- Dans l'île de Margarita, les méta-ophiolites reposent sur les séries de paléomarge par l'intermédiaire de semelles tectoniques, élaborées en domaine ductile et profond. A Araya, ces deux unités sont séparées par une série a blocs mais cette fois d'origine sédimentaire;

- L'étude des volcanites de l'archipel de Los Frailes, situé a 14 km au NE de Margarita orientale, révèle l'absence de toute trace de métamorphisme dynamo-thermique. Comme les filons basaltique et gabbroïque de Margarita, ces rochés n'ont enregistré qu'un métamorphisme hydrothermal. Les faunes associées aux spilites de Los Frailes ainsi que les datations radiométriques indiquent un âge crétacé supérieur, Campanien-Maastrichtien pour ces épanchement volcaniques.

Les séries tertiaires ont plus fait l'objet d'une synthèse que d'une étude détaillée. La découverte dans un bloc de calcaire a la base du bassin éocène moyen de Margarita (Formation Punta Carnero-Pampatar) d'*amphistegines*), nous amène à considérer que le fond de ce bassin est d'âge éocène inférieur.

Les séries conglomératiques du miocène supérieur (Formation Cubagua) reposent en discordance angulaire tantôt sur les strates éocènes tantôt sur le substratum mésozoïque métamorphique.

La seconde partie traite ces caractéristiques géochimiques majeures des ensembles ortho-derives et volcaniques. Cette étude permis, entre autre de vérifier les tendances cumulatives des termes ultramafiques au complexe metaconglomératique. Les valeurs en ppm de chrome et nickel dans les termes les plus métamorphisés très levées sont rapportées à d'anciennes séquences lithologiques du type gabbros lités, troctolites, pyroxénolites. Nous aurons en conséquence un bati coniolitique très complet, depuis les péridotites jus qu'aux basaltes de type MORB. De conformer le caractère calco-alcalin des basaltes et andésites, reconnues au niveau de l'Archipel de Los Frailes et de rapporter les filons de basaltes spilitisés recoupant les structures du substratum métamorphique à d'anciennes tholéiites au sens large anormalement riches en chrome et nickel.

La troisième partie souligne que les éclogites de Margarita résultent de la course prograde d'un métamorphisme unique. Un effet, les analyses thermo-barométriques menées sur ces roches, à l'aide du couple cpx-grenats ont permis de noter que la texture zonée des grenats est à rapporter à de faibles variations des conditions température-pressure, ( $T < 100^{\circ}\text{C}$  et  $\Delta p \approx 2$  Kbars). A l'exception des facies eclogitiques indiquant un enfouissement important de matériaux de 30 a 40 Km, il n'apparaît pas de contraste métamorphique dans l'évolution thermique entre les métasédiments de la paléomarge continentale et la majorité des litofacies du complexe meta-ophiolite muni de sa couverture metasedimentaire. Toutes des roches ont subi les effets de la course rétrograde du métamorphisme et portent l'empreinte de une évolution finale jusque à l'aux facies schistes verts.

-La quatrième partie est consacrée a évolution structurale régionales dont l'essentiel des réalisations est élaboré à un serrage régional subméridien d'âge Eocène supérieur à Oligocène moyen, qui superpose ses effets la ceux plus la titrez d'une déformation précoce de type gravitaire associée au fonctionnement du réceptacle sédimentaire. L'analyse du substratum métamorphique mésozoïque se déroule en deux temps: le premier concerne un ensemble inférieur composé des séries de paléomarge; le second intéresse un ensemble supérieur, constitué d'une imbrication de métasédiments et de termes méta ophiolitiques. Ces deux ensembles ont enregistré les effets successifs d'un même épisode de déformation jalonne, notamment, par l'acquisition précoce d'une foliation régionales S, synchrone de la course rétrograde du métamorphisme et elle même déformée tardivement dans un Système de plis droits a déversés. L'analyse cinématique des différents marges de évolution tectono métamorphique précoce (D'S') est en faveur d'un régime de déformation par cisaillement tangentiel et ductiles a vergence NE, dans une direction matérialisée par la lineation d'allongement L1.

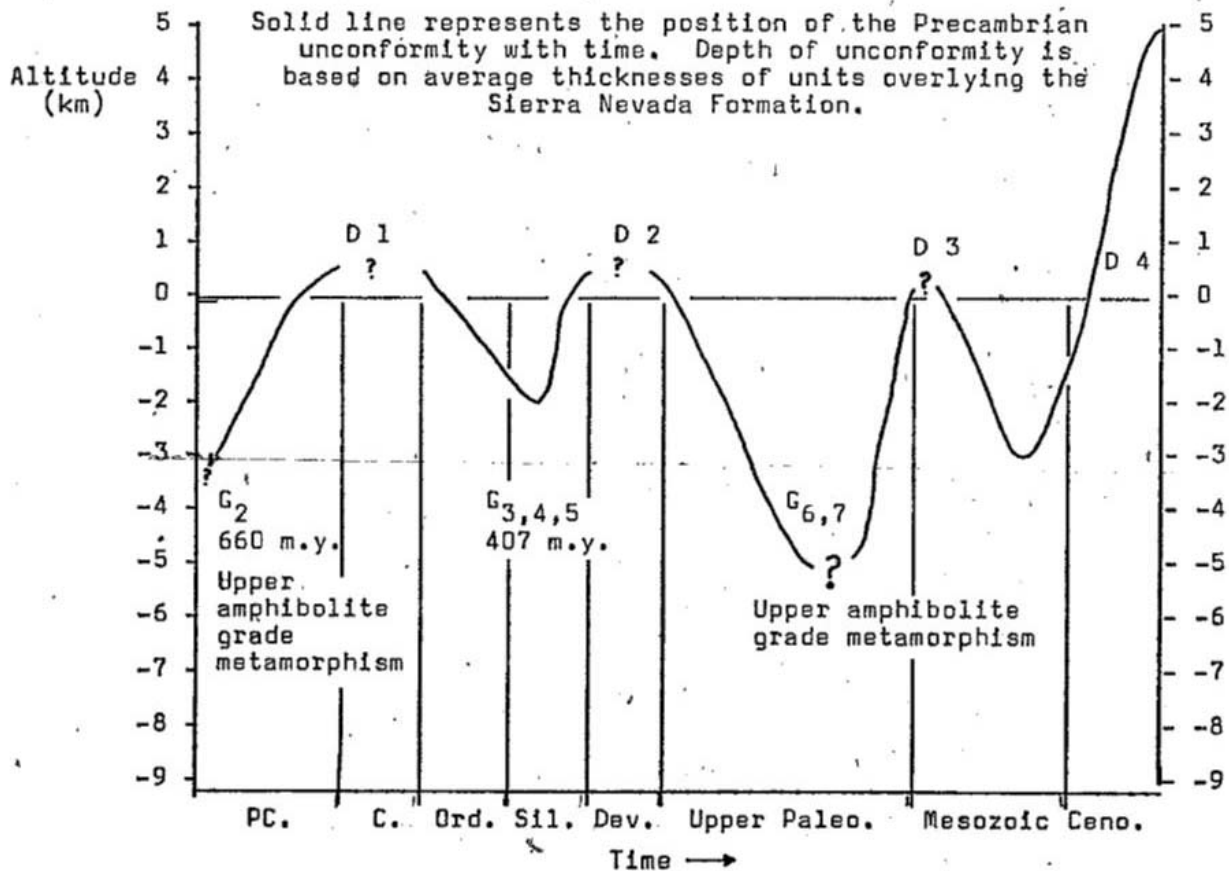
Pour rendre compte, d'une part, du parallélisme fréquent des lineations d'intersection S1/S2, un modèle en transcollision est proposé il s'agit d'un dispositif de collision oblique ou la direction de convergence est décomposée en deux vecteurs cinématiques conjugués, dont le principal est parallèle a une direction de discontinuité crustale intra continentale. Quelques données radiométriques acquises sur des minéraux de métamorphisme syntectoniques permettent de dater cette collision dell intra-Senonien ( $80 \pm 4$  Ma.)

La cinquième partie a valeur de synthèse générale. Dans un premier chapitre nous retraçons, du Jurassique au Neogene, les principales étapes de il évolution géodynamique du transept étudié: deux événements majeurs se dégagent une obduction éocétacée; et une collision intra-Senonienne. Le second chapitre de ce bilan consiste en une réflexion sur la terminaison orientale de la chaîne sud caraïbe: il aborde le problème de la position relation relative du paléo-arc de Patao-Tobago vis a vis du dispositif Margarita-Araya; il s'intéresse au substratum pre-tertiaire du bassin de Carúpano et discute enfin; de la signification de la zone de faille d'El Pilar.

**GEOLOGY OF THE SIERRA NEVADA, SOUTH OF MUCUCHIES, VENEZUELAN ANDES. AN ALUMINUM-SILICATE-BEARING METAMORPHIC TERRANE**

GRAUCH Richard Irons  
 University of Pennsylvania. Ph.D. 1971  
 (Texto completo 203 p. en DVD anexo, carpeta 13)

The geological events outlined in the Sierra Nevada unit are summarized in the following figure, in which a hypothetical line representing the Precambrian unconformity is located in space (depth) as a function of time. The depth of the unconformity has been estimated from the thickness of sediments that would have overlain the unconformity at a given time. An unresolved problem exists in defining the depth of the unconformity during the Late Paleozoic metamorphism. If a normal depth-pressure gradient of 4 kb/15 km (WINKLER 1967), a geothermal gradient of approximately 30°/km, and an aluminum silicate triple point of 5.5 kb and 622° C are accepted, the unconformity had to be approximately 21 km below the surface at the time of metamorphism. D<sub>1</sub> through D<sub>4</sub> refer to the major Andean deformation and orogenic events.



Summary of Geologic History of the Central Venezuelan Andes

## GEOLOGY OF THE EASTERN FLANK OF THE LA CULATA MASSIF, VENEZUELAN ANDES

KOVISARS Leon

University of Pennsylvania. Ph.D. 1969

**(Texto completo 261 p. en DVD anexo, carpeta 14)**

The stratigraphy, petrology, metamorphism and structural geology of a portion of the glaciated central Venezuelan Andes was studied in an attempt to decipher the metamorphic and tectonic history of the region. Three distinct rock sequences were recorded: 1) the amphibolite grade metamorphics of the Sierra Nevada Formation, 2) the greenschist grade metasediments of the El Águila Formation, and 3) the sedimentary rocks of the Cretaceous sequence of western Venezuela.

The principal rock types of the Sierra Nevada Formation are: a) quartzo-feldspathic mica schist; sillimanite-bearing assemblages are common; staurolite is rare, b) micaceous quartzo-feldspathic gneisses with rare sillimanite and garnet, and c) hornblende-plagioclase-(epidote) amphibolites in which sphene is a common accessory. All three major rock types (a,b,c) are believed to represent metamorphosed sedimentary rock. The formation is divided into an upper and a lower member on the basis of the presence or absence of amphibolite in the section. The unit is at least five km thick.

The El Águila Formation is divided into three members: d) the Gavilán Quartzite Member, a thinly laminated, fine-grained, metaquartzite, e) the El Balcón Member, a unit of interbedded phyllites and metasiltstones, and f) the Cebollata Limestone Member, made up of thinly laminated siliceous limestones. Staurolite, andalusite and garnet are locally prominent minerals. The total thickness of the formation is about 1.8 km.

Formations of the well-known Cretaceous sequence of western Venezuela are seen in the northern portions of the area.

Two major granitic bodies intrude the area: g) the El Carmen Granodiorite, characterized by quartz-plagioclase-microcline-(mica) assemblage, and h) the La Culata Adamellite, a leucocratic quartz monzonite. Minor granitic and pegmatitic bodies are common.

Three deformational periods are recorded, as shown by cross-folding and lineation and S-surface stereonet analysis. The two major faults in the area are the high-angle reverse Gavilán Fault and the high-angle (strike-slip?) Boconó Fault.

Comparison of observed mineral assemblages with experimental data on silicate minerals allows an estimation of the boundary values for the physical conditions of metamorphism. For the Sierra Nevada Formation  $T_{max}$  is estimated as 490 to 600 (540?) °C at  $P_{H_2O} = P_T$ , the pressure ( $P_T$ ) range is estimated as 3.7 to 4.7 kbars.  $\log f_{O_2}$  is estimated as -16 to -19. For the El Águila Formation  $T_{max}$  may have reached 400 °C;  $T_{min}$  exceeded 210 and probably 310 °C; at  $P_{H_2O} = P_T$  the  $P_{H_2O}$  was less than 2.3 kbars, possibly as low as 0.8 kbars.  $\log f_{O_2}$  may have ranged between -27 and -23. Local modifications of the general conditions permitted the appearance of staurolite, andalusite and possibly garnet.

The inferred sequence of events in the area is: 1) the deposition of the Sierra Nevada Formation in the (Late?) Precambrian, 2)  $D_1$  deformation in (probably) the Late Precambrian, 3) intrusion of the La Culata batholith in the Early Paleozoic, 4) deposition of the El Águila Formation in Permo-Carboniferous time, 5)  $D_2$  deformation and the intrusion of the El Carmen Granodiorite (and the La Culata batholith?) about 200 m.y. ago, 6) deposition of the Cretaceous units, 7) the post-Eocene  $D_3$  deformation. The tectonic evolution of the Andean region may be interpreted in terms of two epochs of rotational plate tectonics and continental drift.

## ÉTUDE GÉOCHIMIQUE DE MASSIFS BASIQUES ET ULTRABASIQUES (APA, TODASANA, TINAQUILLO) DE LA CHAÎNE TERTIAIRE CARAÏBE DU VENEZUELA. GENÈSE DE MAGMAS MANTELLIQUES ET INTERACTION MANTEAU-CROÛTE

LAR Alexander Uriah

Université Paul Sabatier de Toulouse. Ph.D. 1992.

**(Texto completo 229 p. en DVD anexo, carpeta 15)**

L'objectif assigné à ce travail lors de son initiation était de contribuer à la compréhension du développement d'une chaîne de type alpin, c'est à dire de collision océan/continent, et à la compréhension des processus de fusion du manteau et d'interaction avec la croûte dans un tel contexte géodynamique. Les résultats obtenus, suite à l'étude

de trios massifs basiques et ultrabasiques choisis dans la chaîne Caraïbe Tertiaire du Vénézuéla, ont apporté des résultats intéressants et me originaux sous certains aspects.

Les études réalisées ont permis de montrer les traits suivants:

- a). Le massif d'Apa correspond à la différenciation d'une chambre magmatique formée sous un arc.
- b). Le massif de Tinaquillo constitue un segment mantellique monté sous forme diapirique et ayant été affecté au cette ascension par des processus de fusion. L'on a pu montrer que ce massif était présentement constitué de niveaux résiduels (péridotites, anciens lits de pyroxénites), et de couches provenant de la différenciation de magmas de fusion. Par ailleurs, on a pu aussi démontrer que des magmas issus de la fusion de ce massif ont constitué des niveaux intrusifs dans la croûte continentale sus-jacente.
- c). Le massif de Todasana correspond à la mise en place sous la croûte et à la différenciation de magmas de type alcalin. Les caractères de ces magmas sont compatibles avec une genèse par fusion à faible pourcentage de corps péridotiques de type Tinaquillo.

Au total, la mise en place de ces deux derniers massifs peut correspondre à un cadre géodynamique d'ouverture de ride, avec amincissement cristal, montée diapirique du manteau sus-jacent (massif de Tinaquillo), injection des premiers magmas de fusion de type alcalin dans la croûte sus-jacente sous forme des dykes (niveaux d'amphibolites "externes" du massif de Tinaquillo) ou sous forme de sills sous la croûte continentale (massif de Todasana). Les magmas correspondant à des degrés de fusion plus importants se sont mise en place sous forme de sills gabbroïdes dans les niveaux supérieurs du massif de Tinaquillo, qui présente par ailleurs quelques ressemblances avec le massif de Zabargad (voir chapitre IV), peut donner se comprendre comme témoin de l'ouverture avortée d'une ride.

Il est possible que dans d'autres secteurs de la chaîne, cette ride ait pu s'ouvrir plus largement. Les compositions de certains niveaux d'amphibolites et d'éclogites de la ceinture éclogitique de Nord de la Cordillère le laisseraient penser (G. DiDONATO 1988).

Au total, dans le contexte géodynamique général de développement de cette chaîne Caraïbe, les trois massifs étudiés correspondent à des processus d'évolution du manteau et d'interaction manteau/croûte divers : fusion au dessus d'une zone de subduction dans le cas du massif d'Apa, fusion faisant suite à une montée diapirique du manteau en contexte d'ouverture de ride dans le cas des massifs de Todasana et Tinaquillo.

Il reste maintenant à compléter ce travail par des études géochronologiques précises (un des trois objectifs assignés à ce travail, mais peu développé jusqu'à présent), afin d'essayer de contraindre plus fermement les modèles avancés.

## **LES TENDINS DE CHAÎNE HERCYNIENNE DANS L'NOYAU ANCIEN DES ANDES DE MERIDA (VÉNÉZUELA). STRUCTURE ET EVOLUTION TECTONOMETAMORPHIQUE**

MARECHAL Phillippe

Université de Bretagne Occidentale. Ph.D. 1983

**(Texto completo 167 p. en DVD anexo, carpeta 16)**

Este trabajo contribuye a precisar el conocimiento de la evolución tectometamórfica del antiguo núcleo de los Andes Merideños (Venezuela) durante la orogénesis hercínica. Con ese propósito, se realizó un estudio estructural de los afloramientos premesozoicos localizados en el valle del Río Chama y sus cercanías (al oeste de la ciudad de Mérida), o sea las Formaciones Sierra Nevada, Tostosa, Mucuchachí, Sabaneta y Palmarito. El trabajo abarca tres partes principales:

**I.** Primero se efectúa una compilación de la información existente sobre los Andes Merideños, en especial de la correspondiente a:

a. La historia mesozoica y cenozoica de los Andes Merideños: Después de una breve descripción estratigráfica del referido periodo, este capítulo examina las deformaciones andinas tanto del punto de vista cronológico como geométrico. De este modo, los efectos debidos a la tectónica andina pueden ser diferenciados claramente de los eventos más antiguos.

b. Los caracteres del antiguo núcleo de los Andes Merideños: se describen los rasgos principales de las formaciones precámbricas y paleozoicas no sólo en lo que concierne a la estratigrafía y la litología, sino también a la luz de los modelos anteriormente planteados por varios autores a propósito de la historia paleozoica de esta zona.

**II.** En la segunda parte se encuentran los datos analíticos conseguidos al realizar las investigaciones de campo y de laboratorio.

a. En primer lugar, se detallan las observaciones efectuadas a varias escalas (afloramiento, mapa, sección fina) sobre las Formaciones representativas, mediante dichas observaciones se establece un inventario de las

deformaciones, se precisa la geometría de las estructuras y por fin se analizan las relaciones cronológicas entre fenómenos tectónicos y las recrystalizaciones metamórficas.

Luego considerando la exigüidad del área estudiada, el autor suministra más evidencias bibliográficas, así como de campo, que se refieren a una zona mucha más amplia.

El conjunto de estos datos permite proponer conclusiones a escala de la totalidad del macizo. Para ciertos materiales intensamente deformados, el estudio petrográfico en sección fina fue completado por análisis químicos a fin de determinar la naturaleza de las rocas iniciales; tal fue el caso de los ortogneis y anfibolitas de la Formación Sierra Nevada.

En cuanto a las rocas de las Formaciones de Sierra Nevada, Tostona y Mucuchachí, su estructuración se caracteriza por la adquisición de un plano de anisotropía (esquistosidad de flujo, foliación cristalofílica) asociado a estructuras plegadas, las cuales a veces, resultaron difíciles de observar. Dicho plano de anisotropía, esencialmente representado por los minerales procedentes del metamorfismo (cuya intensidad varía desde la anchizona hasta la catazona), lleva una lineación de estiramiento regionalmente orientada NE-SW.

Estos diversos indicios están relacionados con una deformación tangencial. Esto está comprobado también por el estudio de las orientaciones preferenciales de los ejes C del cuarzo sobre muestras de ortogneis, lo que también indica la vergencia oeste del cizallamiento.

La esquistosidad sinmetamórfica se encuentra afectada por pliegues, de amplitud centimétrica a kilométrica) orientados NE-SW, verticales hasta volcados hacia el NW, que desarrolla localmente una esquistosidad de plano axial de tipo "strain-slip" en un ambiente metamórfico que no sobrepasa la epizona. Estas estructuras están selladas por intrusiones graníticas triásicas así como por los depósitos jurásicos asignados a la Formación La Quinta.

Dentro de las Formaciones Sabaneta y Palmarito, sólo se observa una generación de pliegues cuya edad y orientación se asemejan a los señalados más arriba. De manera local, por ejemplo en la Quebrada Canés, un clivaje pizarroso acompaña a estos últimos pliegues.

b. Por fin, un capítulo está dedicado a los numerosos datos radiométricos disponibles sobre los Andes Merideños, mas cuatro dataciones x-Ar establecidas en el cuadro de este trabajo. Este examen permite evidenciar los eventos más importantes en la historia magmática y tectonometamórfica del macizo: uno de ellos, cerca de 285-290 U.A., se interpreta como el episodio tectonometamórfico mayor, responsable en particular, de la estructuración de la Formación Mucuchachí.

**III.** La última parte es una síntesis general en la que se compila los datos ya mencionados a fin de destacar los caracteres más salientes de la orogénesis hercínica en los Andes Merideños.

Se concluye que las rocas de las Formaciones de Sierra Nevada, Tostosa y Mucuchachí han sido afectados por una fase tectonometamórfica mayor D1 de edad Pensilvaniense (?), cuyas principales evidencias son el desarrollo de una Lineación de estiramiento que marca la dirección del transporte tectónico, así como un plano de anisotropía.

En base tanto a la edad propuesta por el evento D1 en esta memoria, como a los datos bioestratigráficos acerca de las Formaciones Sabaneta y Palmerito se puede considerar que la depositaron de ambas Formaciones ocurrió posteriormente a D1.

Cada una de las Formaciones previamente citadas sufrió una segunda fase de deformación D2 localmente sinmetamórfica, posiblemente de edad post-guadalupiana a pre-triásica. Este evento genera, a varias escalas, pliegues orientados NE-SW, verticales hasta volcados hacia el NW, a veces sinesquistosos.

Esta tercera parte se termina con una breve descripción geológica de los diversos núcleos antiguos aflorantes en la cordillera Oriental de Los Andes Septentrionales, a partir de la cual se ponen en evidencia numerosas analogías de su historia hercínica, en particular en lo que concierne a la naturaleza polifásica de este orogenia.

## **LA SERRANÍA DE TRUJILLO-ZIRUMA AUX CONFINS DU BASIN DE MARACAIBO, DE LA SIERRA DU FALCON ET DE LA CHAÎNE CARAÏBE (VENEZUELA). LITHOSTRATIGRAPHIE, TECTONIQUE (SURFACE. SUBSURFACE) ET ÉVOLUTION GÉODYNAMIQUE)**

MATHIEU Xavier

Université de Bretagne Occidentale. Francia. Ph.D. 1989

**(Texto completo 268 p. en DVD anexo, carpeta17)**

L' étude géologique de la Serranía de Trujillo comporte 2 volets: - I' un correspond á l' étude lithostratigraphique, - l' autre concerne la tectonique et l' évolution géodynamique du bloc de Maracaibo. Nous rappellerons ici les principaux résultats que nous avons obtenus.

I – LA LITHOSTRATIGRAPHIE



Les dépôts qui constituent la Serranía de Trujillo peuvent se répartir en trois ensembles lithostratigraphiques: - un ensemble d'âge Mésozoïque et pré - Mésozoïque; - un ensemble d'âge Paléogène; -un ensemble d'âge Néogène.

Les trois ensembles montrent chacun des contacts bien définis. Nous avons pu confirmer et préciser le contenu lithologique et les épaisseur des différents ensembles.

Pour le Paléocène, nous avons regroupé tous les faciès situés le long de la faille de Valera sous le nom de Formation Cerro Verde. Ces dépôts d'après leurs contenus lithologiques sont à corrélés avec ceux du flanc nord des Andes, c'est à dire avec les faciès de la Formation Valle Hondo.

En ce qui concerne l'Eocène nous avons mis en évidence:

1. L'origine orientale du flysch de la Formation Trujillo à partir de l'étude statistique des directions des paléocourants et du contenu des conglomérats et des olistolites. Ainsi la Formation Trujillo est l'équivalent latéral des Matatere II et en partie Matatere III, formations qui affleurent dans la Sierra de Baragua.

2. L'âge de la Formation Misoa est Eocène moyen à partir des faunes déterminées et trouvées au pied des Cerros Moreno (Qda. Aguja) et El Cerrón (Qda. Los Cedros). Les faciès les plus gréseux se situent au Sud-Ouest, devenant plus silteux vers le Nord-Est. Ces faciès sont à rapporter aux dépôts fluvio-deltaïques reconnus au niveau du Lac de Maracaïbo.

3. la discordance angulaire post - Formation Misoa se plaçant à la base de la Formation Jarillal. Cette discordance n'est observée que dans la partie nord de la Sierra de Trujillo et vers les provinces du Falcon et du Nord de Zulia. Nous avons par ailleurs précisé l'âge de ces séries qui n'est plus restrictif à Eocène moyen supérieur, mais peut être Eocène supérieur franc (Les déterminations ont été réalisées par MM J. Butterlin pour les Foraminifères benthoniques et H. Hunter pour les planctoniques).

4. le Miocène (Formations Castillo, Agua Clara et La Palma Sola) forme un ensemble appartenant à l'histoire du Falcón.

La Formation Castillo est gréso-pélique avec à la base un conglomérat; elle est datée du Miocène inférieur. L'âge des premiers dépôts a été confirmé. Ainsi, la transgression sur la bordure occidentale du Falcon est Burdigalienne.

La Formation Agua Clara est caractérisée par des dépôts marins plus profonds. Elle a été datée au Miocène inférieur moyen à partir de nombreux Foraminifères planctoniques. Quant aux dépôts sus-jacents et venant en concordance avec les faciès de la Formation Agua Clara, ils ont été regroupés sous le terme de Formation La Palma Sola. Leur origine falconienne nous a poussé à ne pas retenir le terme de Formation Isnotu qui caractérise des dépôts andins. Ces faciès gréso-conglomératiques n'ont pas révélé de faunes. Mais, de par leurs positions stratigraphiques, un âge Miocène inférieur moyen à Miocène moyen peut être retenu.

## II - LA TECTONIQUE ET L'EVOLUTION GEODYNAMIQUE

La Serranía de Trujillo montre une histoire polyphasée dont les trois phases majeures sont:

- Une phase compressive N 160 post-Formation Misoa (post-Eocène moyen) responsable des plis de phase I orientés N 70-80 et déversés vers le SE.

- Une phase transpressive N 110-120 d'âge Eocène supérieur à Oligocène, générant les couloirs de déformations sub-est-ouest et des plis N20-30.

- Une phase compressive N130-140, résultant de la virgation de la contrainte majeure N 160 au-dessus des accidents de Valera et Rio Diquiva.

A ces trois phases majeures, se superposent les phases andines du Plio-Pleistocène (N 160-170) et Actuel (N 80). Elles sont liées aux mouvements décrochants de la faille de Valera et d'Oca ainsi qu'au basculement des séries au niveau des dépressions de Sipayare et du Rio Diquiva.

La bordure orientale du Lac de Maracaïbo correspond à la limite occidentale du front de déformation de la Chaîne Caraïbe. Ainsi, la faille de Burro Negro/Ballenato, orientée N 140, peut représenter un Système de rampe lors de mise en place de l'allochtone Caraïbe. Cette structure décrochevauchante s'observe également plus au sud au niveau de la zone de Motatán.

Quant aux failles méridiennes (El Tigre, Icotea, Valera, Río Diquiva) elles montrent toutes, à l'approche de la faille d'Oca, une virgation importante, à valeurs de mégacrochon de faille, plus ou moins éclatée en queue de cheval (cf. Faille de Valera au Nord de la Serranía de Trujillo).

Enfin, l'évolution géodynamique du base de Maracaïbo est régie essentiellement par les grands accidents décrochants qui limitent ce bloc avec deux périodes majeures, la première, lors de la mise en place de l'allochtone du paléocène à l'Eocène moyen supérieur, l'autre post-nappe, de l'Oligocène à l'Actuel.

## **ÉVOLUTION GÉODYNAMIQUE DU DOMAINE CARAÏBE, ANDES ET CHAÎNE CARAÏBE, SUR LA TRANVERSALE DE BARQUISIMETO (VENEZUELA)**

STEPHAN Jean - Françoise  
 Université P. et M. Curie, Paris VI. Ph.D. 1982  
**(Texto completo 512 p. en DVD anexo, carpeta 18)**

Le travail présenté comporte deux volets faisant chacun l'objet d'un livre. Le livre I est consacré à l'étude géologique (stratigraphie - paléogéographie - tectonique) d'un secteur des Andes et de la chaîne caraïbe sur la transversale de Barquisimeto. Le livre II est une réflexion sur l'évolution géodynamique du domaine sud - caraïbe.

### LIVRE I : LA TRANVERSALE DE BARQUISIMETO. STRATIGRAPHIE ET TECTONIQUE

Sur la transversale de Barquisimeto (Etat de Lara) s'affrontent deux systèmes montagneux fort différents: la chaîne caraïbe et la chaîne andine.

La chaîne caraïbe borde le continent sud - américain sur 1.700 km depuis Trinidad et Tobago, à l'Est, jusqu'à la Colombie, à l'Ouest. C'est au Vénézuéla qu'elle est le mieux exprimé. Cette chaîne a des caractères alpins: Ophiolites et sutures ophiolitiques, métamorphisme mésozoïques (notamment de type haute pression, flyschs, vastes nappes de charriage.

La chaîne andine frange, quant à elle, sur plus de 8.000 km l'Océan Pacifique. Dans sa partie centrale et méridionale, c'est typiquement une chaîne de type liminaire, installée sur le bord du continent sud - américain et dans les limites de celui - ci. Elle est avant tout caractérisée par un puissant magmatisme calcoalcalin mésozoïque et cénozoïque. A ses deux extrémités, l'édifice andin est plus complexe car il s'y juxtapose deux ensembles: l'un, oriental de type liminaire; l'autre, occidental, de type alpin.

La transversale de Barquisimeto correspond à l'affrontement entre ces deux vastes chaînes; elle est marquée par un brusque débordement dextre plus de 300 km du front caraïbe, très largement charrié sur avant-pays, représenté à l'Est par le bouclier guyanais et par l'édifice andin, de type liminaire.

C'est ce dispositif qui fut étudié sur le terrain de façon détaillé

#### I. - STRATIGRAPHIE DES GRAN ENSEMBLES STRUCTURAUX

On traite successivement de l'autochtone andin et de l'allochtone caraïbe.

Dans l'autochtone andin, des coupes sont décrites pour l'ensemble de la série: substratum précambrien et paléozoïque, couverture mollassique et de plate - forme mésozoïque, couverture paléocène éocène.

L'allochtone caraïbe est étudié en distinguant ses grands domaines structuraux. La nappe de la Cordillère côtière est faite de séries métamorphiques correspondant à une couverture jurassique - crétacée, sur un socle précambrien et paléozoïque. Vers l'Ouest, cette nappe s'effiloche en une suite de petites unités, puis d'olistolites dans le remarquable complexe tectono - sédimentaire de Lara qui fait l'objet d'une étude très précise.

La nappe de Tinaco - Tinaquillo comprend fondamentalement un socle cristallin et cristallophyllien et des péridotites "haute température" (les célèbres péridotites de Tinaquillo) surmonté d'une couverture crétacée et tertiaire.

#### II. - TECTONIQUE ET TECTOGENESE

La chaîne caraïbe est un remarquable édifice polyphasé montrant la superposition de plusieurs nappes. Du sud au Nord, on décrit: L'avant - pays, représenté à l'Est par le bassin oligo - miocène posé sur la plate - forme guyanaise (Llanos) et à l'Ouest par les Andes de Mérida; - La nappe des Flyschs; - L'anticlinal de nappes, charrié par cisaillement plat sur la nappe des flyschs et qui comporte de bas en haut: La nappe de la Cordillère côtière; La nappe de la frange côtière - Margarita à serpentinites et éclogites; La nappe de socle de Tinaco-Tinaquillo; La nappe ophiolitique de Loma de Hierro; La nappe de Villa du Cura (paléo - arc).

Cet édifice complexe se crée par une succession d'événements majeurs-obduction, collision, hypercollision-dont on peut définir l'âge, dans une histoire polyphasée de l'Eocrétacé à l'Eocène moyen.

Il s'y ajoute une importante tectonique post - nappes au cours du Tertiaire, affectant à la fois l'allochtone caraïbe et l'autochtone andin (serrage N105 fini Eocène et déformations post - éocènes).

### LIVRE II: ÉVOLUTION GÉODYNAMIQUE DU DOMAINE SUD CARAÏBE

L'étude géologique de la transversal de Barquisimeto permet de considérer les deux édifices andin et caraïbe au travers de l'ensemble du calendrier tectonique. C'est pourquoi, j'ai été conduit à discuter sur les étapes de l'évolution géodynamique du domaine sud-caraïbe pris dans son ensemble.

Pro ce faire, il était indispensable, partant du dispositif actuel, de suivre une démarche rétrotectonique.

1 - L'étape actuelle et récente permet, en étudiant la zone frontière sud - caraïbe, de proposer une interprétation en terme de transpression et de pseudo - subduction induite;

2 - On peut appliquer, de façon plus générale, le modèle en transpression pour l'évolution de la frontière sud - caraïbe entre l'Eocène et l'Actuel.

3. La période Crétacé supérieur-Eocène (88 à 40 MA) se caractérise par une collision d'abord progressive (Sénonien inférieur) puis généralisée (Sénonien supérieur), suivie par une hypercollision (paléocène-Eocène) entre le continent sud - américain et l'Arc crétaqué de Villa de Cura.

4. On propose une évolution géodynamique pour la période moins bien documentée qui conduit de la reconquête téthysienne à l'ouverture de l'Atlantique Sud et comportant successivement: rifting téthysien avec paléo - marge active sur la façade Pacifique de la Pangée (Trias - Jurassique); naissance de la marge passive sud - téthysienne, en liaison avec l'ouverture de l'Atlantique Sud (Crétacé moyen).

Enfin, une synthèse géodynamique est présentée sous forme d'une série de planches commentées, s'appuyant sur les reconstitutions cinématiques établies par J.C. SIBUET (1980) pour l'ensemble du domaine caraïbe.