

ISSN 0258-3135

**BOLETÍN DE HISTORIA
DE LAS GEOCIENCIAS EN
VENEZUELA**

Número 75

Agosto de 2001



Jovan Žujović (1856-1936)

**Ediciones de la Sociedad Venezolana de Historia de las Geociencias
Apartado 47.334, Caracas 1041A, Venezuela**

BOLETÍN DE HISTORIA DE LAS GEOCIENCIAS EN VENEZUELA

Número 75, Agosto 2001

Índice

Artículos originales

- | | Pág. |
|---|-------------|
| • Jovan Žujović (1856-1936) y la petrografía en Venezuela.
<i>Franco URBANI & Alexander GRUBIC</i> | 3-24 |

© *Sociedad Venezolana de Historia de las Geociencias, 2001*

Este *Boletín* es la publicación oficial de la *Sociedad Venezolana de Historia de las Geociencias*.

Toda correspondencia debe dirigirse a:

Sociedad Venezolana de Historia de las Geociencias. Apartado 47.334, Caracas 1041A. Venezuela.

Fax: (58-212)-272.07.24 *Email:* svhgc@yahoo.com

Revista indizada en:

Bibliography and Index of Geology (American Geological Institute, USA).
Edición como revista y en CD en la base de datos GEOREF de SilverPlatter).
Current Geographical Publications (American Geographical Society, USA)
Earth Sciences History (USA)

I.S.S.N. 0258-3135

París

Depósito Legal Biblioteca Nacional, Caracas pp 84-252

JOVAN ŽUJOVIĆ (1856-1936) Y LA PETROGRAFÍA EN VENEZUELA

Franco URBANI¹ & Alexander GRUBIC²

¹ UCV. Fac. Ingeniería. Dept. Geología. urbani@cantv.net

² Rudarsko-Geoloski Fakultet. Djušina 7. 11001 Beograd. Yugoslavia.

RESUMEN EXTENSO

Una de las primeras descripciones petrográficas de rocas del norte de Suramérica son las de Jovan Žujović en 1884. Este personaje nació el 18 de octubre de 1856 en el Ducado de Serbia (hoy Yugoslavia), realiza estudios superiores en Zürich, Belgrado y desde 1877 a 1880 en París toma cursos de ciencias naturales, orientándose hacia la geología. Realiza su tesis doctoral en el College de France con los petrógrafos F. Fouque y A. Michel-Levy. Para ello utiliza una colección de 600 rocas no estudiadas previamente, obtenidas por J.-B. Boussingault a principios de siglo en la Gran Colombia. Prepara las secciones finas y las estudia con el microscopio petrográfico.

En 1880 publica un resumen de su tesis y regresa a Belgrado. Allí se inicia como profesor de mineralogía y geología y establece un laboratorio petrográfico. Sus estudios se extienden por toda la península balcánica, con numerosas publicaciones sobre geología regional y mineralogía. Por razones políticas en 1899 es expulsado de Serbia. Se establece en París y en el College de France culmina su “Geología de Serbia”. Por una amnistía general un año después regresa a Belgrado, pero desde entonces se dedica mayormente a la política y a los cargos públicos, pero paralelamente continuó sus actividades geológicas hasta su muerte en 1936, con la sola interrupción de los años 1915-1918 por causa de la Gran Guerra. De sus cientos de trabajos publicados no es fácil indicar cuales son los más importantes, pero la mayor herencia de Žujović fue la fundación de las ciencias geológicas en Serbia y la creación de una escuela moderna en esta disciplina, formando profesionales de muy alta calidad, que continuaron su trabajo casi hasta nuestros días. Žujović es considerado como uno de los cincuenta más eminentes serbos de toda la historia. En 1884 Žujović publica su tesis doctoral con el título de *Les Roches des Cordilleres*. Allí aparecen las primeras descripciones petrográficas de muestras de Venezuela, a saber:

Rocas ígneas

Augitita: Estudia dos muestras de las localidades de Cura y Semen, cerca de Villa de Cura. Esta compuesta de piroxeno con evidencias de dos generaciones y sin feldespato. Presenta textura traquítica, es de color verde oscuro y posee cristales grandes (5 a 7 mm) de piroxeno

de primera generación, bien preservados y con bordes abruptos, sin alteración ni inclusiones. Los piroxenos de segunda generación son pequeños cristales de unos 0,01 mm rodeando a los de la primera generación, poseen una textura orientada y aspecto fibroso debido al desarrollo y a la frecuencia del clivaje del piroxeno. En el ejemplar de Cura hay microlitos de serpentina, actinolita y clorita, mientras que en la muestra de Semen, aquellos de augita disminuyen y en su lugar aparecen algunos de diópsido. Por la presencia de estructura traquítica y la ausencia de feldespato, la considera como una especie nueva de roca no previamente descrita en la literatura. Indagando más en las colecciones de París y con otros petrógrafos, encuentra rocas similares de otras tres localidades. Concluye que “La augitita es un tipo petrográfico definido desde un punto de vista composicional y textural, además su presencia en varios lugares alineados del planeta, como son las Cordilleras, las islas Canarias, las islas de Cabo Verde y Francia central, nos hace pensar que no son un simple accidente local, sino más bien una formación distintiva y especial”.

Sienita anfibólica: Cerca de Villa de Cura. Es una roca de grano grueso, sin biotita ni cuarzo. El anfíbol se encuentra en grandes prismas, que poseen una avanzada descomposición. Hay varios tipos de feldespatos, a saber: Una oligoclasa de primera generación con maclas tipo albita y periclino. También hay ortosa de primera generación con maclas de carlsbad. Los feldespatos de segunda generación carecen de maclas, son de menor tamaño y rodean los minerales predominantes. Los feldespatos grandes están descompuestos a talco, así como una materia amorfa y opaca de color marrón. Minerales accesorios: óxidos de Fe, apatito, esfena. Minerales secundarios: hematita y epidoto que fundamentalmente alteran al anfíbol.

Microgranulita anfibólica: Cerca de Villa de Cura. Presente una breve descripción e indica que no posee los usuales cristales grandes de cuarzo. En anfíbol está casi totalmente alterado.

Rocas metamórficas

Serpentinita: Cerca de Villa de Cura. No indica mayor descripción.

Esquisto: Señala un “esquisto arcilloso antiguo” observado en Buena Vista, cerca de San Pedro.

Identifica cuarzo, una masa negra amorfa y minerales accesorios como actinolita, rutilo, zircón, talco y hematita. Esta localidad puede ser San Pedro de Los Altos, donde antes pasaba el camino que iba desde Los Teques y los valles de Aragua.

Anfibolita: Cerca de La Guaira. El mineral mayoritario es un anfíbol que identifica como hornblenda, asociado aparece la mica negra. El segundo mineral es cuarzo y los feldespatos son raros. Adicionalmente aparece zircón, esfena y calcopirita, y epidoto como mineral secundario.

Eclogita: Cerca de La Guaira. Constituida por dos tipos de anfíbol, uno verde y otro azul (glaucofano). El granate es almandino y posee inclusiones de cuarzo, casiterita, hematita y epidoto que es muy abundante. La calcita y el talco aparecen como minerales de descomposición.

Esquisto clorítico con piroxeno: Villa de Cura. Agregado de pequeños cristales de cuarzo con aspecto de microgranulita, rodeado de una masa de pequeños cristales elongados de clorita. Accesorios: apatito. Dentro de esa masa descrita aparecen frecuentes cristales grandes de augita.

Esquisto clorítico: Sin localidad. Más compacta que la muestra anterior, pero sin piroxeno y con cristales de cuarzo inequigranulares pero mayores, prácticamente es una filita. Los minerales accesorios son óxidos de Fe, hematita, pirita, zircón.

Esquisto talcoso: Cerca de Caracas. El talco ocupa casi todo el volumen de la roca, también hay cuarzo, óxido de Fe y algunos granos de serpentina.

Gneis de mica negra: Las Trincheras, Carabobo. Contiene un feldespato triclinico que domina al monoclinico. Tiene abundantes granos de granate. Contiene cuarzo tanto en cristales grandes como incluido dentro de feldespato y granate.

Comentarios:

Dado que en estudios modernos no se ha identificado *talco* en ninguno de los tipos de rocas venezolanas como las descritas por Žujović, es probable que se trate de sericita.

Žujović estudia muestras del actual Grupo de Villa de Cura. La *sienita* y la *microgranulita anfibólica* probablemente sean uno de los tipos granofels que describen NAVARRO (1983) y tesistas, mientras que la *augitita* es un tipo de piroxenita. El *esquisto clorítico con piroxeno* y el *esquisto clorítico* pueden corresponder a la Formación Santa Isabel.

El *esquisto* puede ser un esquisto grafitoso de la Formación Las Mercedes. Mientras que el *esquisto talcoso* lo interpretamos sea una filita muscovítica (sericítica) de la Formación Las Brisas.

La *anfibolita* y la *eclogita* pertenecen a la Fase Nirgua, pero este último tipo más bien debe clasificarse

como una *anfibolita granatífera*, pero dudamos de la identificación de casiterita.

El *gneis de mica negra* parece ser uno de los tipos de roca del Granito de Guaremal.

1. INTRODUCCIÓN Y COMENTARIOS

Una de las primeras descripciones petrográficas de rocas del norte de Suramérica son las de Jovan Žujović en 1884. Este personaje nació el 18 de octubre de 1856 en el Ducado de Serbia (hoy Yugoslavia), realiza estudios superiores en Zürich, Belgrado y desde 1877 a 1880 en París toma cursos de ciencias naturales, orientándose hacia la geología. Realiza su tesis doctoral en el College de France con los petrógrafos F. Fouque y A. Michel-Levy. Para ello utiliza una colección de 600 rocas no estudiadas previamente, obtenidas por J.-B. Boussingault a principios de siglo en la Gran Colombia. Prepara las secciones finas y las estudia con el microscopio petrográfico.

En 1880 presenta un resumen de su tesis y regresa a Belgrado. Allí se inicia como profesor de mineralogía y geología y establece un laboratorio petrográfico. Sus estudios se extienden por toda la península balcánica, con numerosas publicaciones sobre geología regional y mineralogía. Por razones políticas en 1899 es expulsado de Serbia. Se establece en París y en el College de France culmina su “Geología de Serbia”. Por una amnistía general un año después regresa a su país, pero desde entonces se dedica mayormente a la política y a los cargos públicos, pero paralelamente continuó sus actividades geológicas hasta su muerte en 1936, con la sola interrupción de los años 1915-1918 por causa de la Gran Guerra. De sus cientos de trabajos publicados no es fácil indicar cuales son los más importantes, pero la mayor herencia de Žujović fue la fundación de las ciencias geológicas en Serbia y la creación de una escuela moderna en esta disciplina, formando profesionales de muy alta calidad, que continuaron su trabajo casi hasta nuestros días. Žujović es considerado como uno de los cincuenta más eminentes serbos de toda la historia.

En 1884 Žujović publica en París su tesis doctoral con el título de *Les Roches des Cordilleres*. Allí aparecen las primeras descripciones petrográficas de muestras de Venezuela, a saber:

Rocas ígneas

Augitita: Estudia dos muestras de las localidades de Cura y Semen, cerca de Villa de Cura. Esta compuesta de piroxeno con evidencias de dos generaciones y sin feldespato. Presenta textura traquítica, es de color verde oscuro y posee cristales grandes de 5 a 7 mm de piroxeno de primera generación, bien preservados y con bordes abruptos, sin alteración ni inclusiones. Los

piroxenos de segunda generación son pequeños cristales de unos 0,01 mm rodeando a los de la primera generación, poseen una textura orientada y aspecto fibroso debido al desarrollo y a la frecuencia del clivaje del piroxeno. En el ejemplar de Cura hay microlitos de serpentina, actinolita y clorita, mientras que en la muestra de Semen, aquellos de augita disminuyen y en su lugar aparecen algunos de diópsido. Por la presencia de estructura traquítica y la ausencia de feldespato, la considera como una especie nueva de roca no previamente descrita en la literatura. Indagando más en las colecciones de París y con otros petrógrafos, encuentra rocas similares de otras tres localidades. Concluye que “La augitita es un tipo petrográfico definido desde un punto de vista composicional y textural, además su presencia en varios lugares alineados del planeta, como son las Cordilleras, las islas Canarias, las islas de Cabo Verde y Francia central, nos hace pensar que no son un simple accidente local, sino más bien una formación distintiva y especial”.

Sienita anfibólica: Cerca de Villa de Cura. Es una roca de grano grueso, sin biotita ni cuarzo. El anfíbol se encuentra en grandes prismas, que poseen una avanzada descomposición. Hay varios tipos de feldespatos, a saber: Una oligoclasa de primera generación con maclas tipo albita y periclino. También hay ortosa de primera generación con maclas de carlsbad. Los feldespatos de segunda generación carecen de maclas, son de menor tamaño y rodean los minerales predominantes. Los feldespatos grandes están descompuestos a talco, así como una materia amorfa y opaca de color marrón. Minerales accesorios: óxidos de Fe, apatito, esfena. Minerales secundarios: hematita y epidoto que fundamentalmente alteran al anfíbol.

Microgranulita anfibólica: cerca de Villa de Cura. Presente una breve descripción e indica que no posee los usuales cristales grandes de cuarzo. En anfíbol está casi totalmente alterado.

Rocas metamórficas

Serpentinita: Cerca de Villa de Cura. No indica mayor descripción.

Esquisto: Señala un “esquisto arcilloso antiguo” observado en Buena Vista, cerca de San Pedro. Identifica cuarzo, una masa negra amorfa y minerales accesorios como actinolita, rutilo, zircón, talco y hematita. Esta localidad puede ser San Pedro de Los Altos, donde antes pasaba el camino que iba desde Los Teques y los valles de Aragua.

Anfibolita: Cerca de La Guaira. El mineral mayoritario es un anfíbol que identifica como hornblenda, asociado a él aparece la mica negra (biotita). El segundo mineral en abundancia es el cuarzo, mientras que los feldespatos son raros. Adicionalmente

aparece zircón, esfena y calcopirita, y epidoto como mineral secundario.

Eclogita: Cerca de La Guaira. Constituida por dos tipos de anfíbol, uno verde y otro azul, que identifica como smaragdita y glaucofano, respectivamente. El granate es del tipo almandino y en su interior aparecen inclusiones de cuarzo, casiterita, hematita y epidoto que es muy abundante. La calcita y el talco aparecen como minerales de descomposición.

Esquisto clorítico con piroxeno: Villa de Cura. Agregado de pequeños cristales de cuarzo con aspecto de microgranulita, rodeado de una masa de pequeños cristales elongados de clorita. Accesorios: apatito. Dentro de esa masa descrita aparecen frecuentes cristales grandes de augita.

Esquisto clorítico: No indica localidad. Más compacto que el anterior, pero sin piroxeno y con cristales de cuarzo inequigranulares de mayor dimensión, prácticamente una filita. Los minerales accesorios son óxidos de Fe, hematita, pirita, zircón.

Esquisto talcoso: Cerca de Caracas. El talco ocupa casi todo el volumen de la roca, también hay cuarzo, óxido de Fe y algunos granos de serpentina.

Gneis de mica negra: Las Trincheras, Carabobo. Contiene un feldespato triclinico que domina al monoclinico. Tiene abundantes granos de granate. Contiene cuarzo tanto en cristales grandes como incluido dentro de feldespato y granate.

Comentarios: Dado que en estudios modernos no se ha identificado *talco* en ninguno de los tipos de rocas venezolanas como las descritas por Žujović, es probable que se trate de sericita.

Žujović estudia varias muestras que corresponden al Grupo de Villa de Cura. La *sienita* y la *microgranulita anfibólica* probablemente correspondan a uno de los tipos de rocas que NAVARRO (1983) y tesisistas denominan como granofels, mientras que la *augitita* es un tipo de piroxenita. El *esquisto clorítico con piroxeno* y el *esquisto clorítico* pueden corresponder a la Formación Santa Isabel.

El *esquisto* descrito puede corresponder a un esquisto grafitoso de la Formación Las Mercedes. Mientras que el *esquisto talcoso* lo interpretamos sea una filita muscovítica (sericítica) de la Formación Las Brisas.

La *anfibolita* y la *eclogita* pertenecen a la Fase Nirgua, pero este último tipo más bien debe clasificarse como una anfíbolita granatífera, pero dudamos de la identificación de casiterita.

El *gneis de mica negra* puede corresponder a uno de los tipos de roca del Granito de Guaremal.

2. JOVAN ŽUJOVIĆ (1856-1936), A BIOGRAPHY

One of the first modern microscopic descriptions of petrographic features of various rocks from the Andes was given by an Zujovic (1880, 1884), then a young geologist in the Kingdom of Serbia, who had never been in South America. This statement raises the question: How and why it was done by Zujovic?. A brief reference to his career will show that it was not a mere accident.

Jovan Zujovic was born on 18 October 1856 at Brusnica, near Gornji Milanovac, in the Dukedom of Serbia (presently Yugoslavia). His father, Mladaen Zujovic (1811-1894), was an administrator of Rudnik District and later a chief in the General Military Administration and government advisor in Belgrade.

As a boy, he attended elementary school (1862) in the village of Nemenikuće, where the Zujovics lived, while the secondary was taken school in Belgrade. These were the years when Zujovic was a diligent student of languages: German, French, English and Russian, which were important for his career.

In autumn 1872 became a student of the Polytechnic in Zürich, at his own will and his father's encouragement. But he spent there more time in discussing politics, for which he showed an interest while in Gymnasium (particularly under the influence of his uncle, Zivojin Zujović, a renown socialist), than in studying. As a result, Zujovic passed only the lower course in mathematics, and left the Polytechnic.

The following year (1873) he registered at the Faculty of Philosophy, Division of Natural Sciences and Mathematics, in Belgrade, and graduated in 1877. At the university, under the influence of J. Pancic, a prominent professor, Zujovic developed his affection for natural sciences. As a student, he had a conspicuous part in the Pobratinstvo student society and the political life of the capital. Before completing the studies (from June 1876 to February 1877) he volunteered to the First Serbian-Turkish War.

Again encouraged by his father, he went to Paris in autumn 1877 to study at the Anthropological School and natural sciences at Sobornne (Faculte des Sciences). At the Anthropological School, he finished only the first course, and only attended for two more years the lectures at his choice without taking exams. At Soborne, however, he was a devoted student of natural sciences and graduated with a distinguished success in July 1879. His zoology professors invited him to prepare a doctoral thesis in their laboratories, but Zujovic had turned to geology. This decision might have been influenced by the only vacancy for a professor at the Chair of Mineralogy and Geology of the Faculty of Philosophy in Belgrade.

Having acquired the "license", Zujovic began contemplating the doctoral degree. Once more supported by his father, he stayed in Paris another year,

working in the famous petrographic laboratory, College de France, tutored by professor F. Fouque, who noted him earlier as a student of exceptional intelligence, knowledge and diligence, and who "helped him with the texts" of H. Rosenbusch published in German. He made the best of his professors' (F. FOUQUE and A. MICHEL-LEVY) kindness to devotedly study and work on the latest methods of rock identification which in Paris, in addition to Stuttgart (H. Rosenbusch), were developed at the highest international level. Zujovic worked on a small collection of magmatic rocks, received from Belgrade, when F. Fouque suggested him to study a large collection of rocks from the Andes, deposited in the College de France by J. B. Boussingault after a long journey in South America.

Zujovic examined the collection with a great pleasure, instructed how to prepare more than six hundred thin sections, and continued studying and describing them. In a letter to his professor J. Pancic of 22 April 1880 he wrote: "My work in Paris is nearing the end. Within few weeks, I shall complete my petrographic study of eruptive rocks from Cordillera, made available by Mr. FOUQUE..." (P. STEVANOVIC, 1976: 349-350). This is how it happened that a young Serbian geologist and a Parisian student, as he used to repeat proudly to the end of his life, among his first serious works studied in detail rocks from various parts of the Andes.

Still in Paris at the College de France, in July 1880 as he himself noted, Zujovic prepared and completed his first original paper under the title "Note sur les roches eruptives et metamorphiques des Andes" (ZUJOVIC, 1880). He published it as soon as he returned to Belgrade, probably all by himself, mentioning that the nineteen printed pages were only "le resume d'un memoire assez etendu, qui va etre publie prochainment". Thus, Zujovic was fast and efficient in informing the geological readers of his scientific results in Paris.

Back in Belgrade in August 1880, Zujovic brought there the first (polarizing) microscope and immediately ran for a lecturer in the Mineralogy and Geology Department, Faculty of Philosophy. As the best candidate, he won the post and was nominated in November the same year.

As a professor of Mineralogy and Geology in Belgrade, Zujovic began working at a feverish pace. He prepared and gave lectures, established the Mineralogical-Geological Laboratory at the Faculty (1883), introduced student seminars and geology student conferences (1883), took part in the foundation and activities of scientific societies, traveled in Serbia, collected rocks and fossils and worked on the first geological map of Serbia (1882,1886), began publishing of the geological bibliography of Balkan peninsula (1886), etc. In addition to and above all these activities,

persistently and devotedly worked on a voluminous monograph, "Les roches des Cordilleres", which was published 1884 in Paris at the expense of the Ministry of Education in France (P. STEVANOVIC, 1976: 351)

For this monograph, which was issued with the support of one of the well-known petrographic laboratories of the time, and for the Geological Map of the Kingdom of Serbia at 1: 1,500,000 (1886) and a synthesized presentation of her geology, Zujovic became a prominent figure in the geology of Serbia, Balkan peninsula, and Europe. By 1887, he became a member of: French Geological Society (1880), French Mineralogical Society (1880), Serbian Archaeological Society (1883), Serbian Society of Sciences (1883), Yugoslavian Academy of Sciences (1886), Croatian Society of Natural Sciences (1886), Hungarian Geological Society (1886), Kiev Society of Natural Sciences (1887), and the Serbian Royal Academy of Sciences (1887). He also was later elected to the Hungarian Academy of Sciences (1894).

The honors and recognitions had not affected the enthusiasm of Zujovic. He went on with a tireless ardor: gave lectures at the faculty, established a separate Mineralogy and Petrography department giving the chair to his disciple S. Urosevic (1889), founded a new geological institute (1889), began publishing of a new journal, *Geological Annals of Balkan Peninsula* (1889) which has been yearly issued to the present time, began a new course in Geology of Balkan Peninsula (1890), was Dean of all Belgrade faculties (1896), gave the Chair of Paleontology to his distinguished disciple S. Radovanovic (1897), etc. Outside the University, he established the Serbian Geological Society (1891) and presided it until his late days, promoted the idea of establishing a committee for a detail geological map of Serbia (1893), wrote and published the first part of a monograph on the Geology of Serbia (1893), became secretary of the Serbian Royal Academy of Sciences (1895) and held this post for ten years, founded a board for the foundation of the Museum of Nature of Serbian Country, and many other activities.

This active career of J. Zujovic was interrupted on 31 July 1899, when for political reasons he was pensioned off and expelled from Serbia. He went to Paris and, again in the laboratory of College de France, completed the second part of the Geology of Serbia, which gave detail descriptions of magmatic rocks from Serbia. This marked the end of the busiest period of his geological career.

The amnesty, on the occasion of the wedding of King Alexander I Obrenovic, brought him back to Serbia in mid July 1900 to the University and the Academy, but, affected by his exile, he turned to the politics and public affairs until 1912.

He was a senator (from 1901 to 1903), government advisor (1903), and ten years, from April 1903, he was elected a representative to the Parliament of the Kingdom of Serbia on the list of the Independent Radical Party. Two times he was in the Government: minister of foreign affairs (1905) and minister of education and church affairs (1909-1910). In August 1910, he retired from the minister's position before the retirement age, and tired of the political life after April 1912 he did not run any more for a representative. He was considered an honest and sincere politician of broad democratic views who cared for a general well-being. He was particularly concerned with the social and economic problems of peasants and low-class people, since he knew their troubles. Throughout this period, Zujovic continued teaching at the University, but mostly as a part time or according to an agreement professor. Full time professor he was only in short intervals (e.g. 1901 and 1905).

When retired, still strong and healthy, he intended to devote more time to his lectures at the University; his activities in the Serbian Royal Academy of Sciences, whose president he was from 1915 to 1921 and secretary from 1923 to 1927; the problems of Serbian village and cooperative farms; and writing text-books and popularizing geology (public lectures, articles, books). He managed all these activities at a calm pace that persisted until his death.

The only interruption in the mentioned Zujovic's activity was made during the First World War when, from May 1915 to the end of 1918, he was "a commissioner of the Government of the Kingdom of Serbia" in Paris and president of the Serbian Academy of Sciences in exile who dealt with important and practical issues on behalf of the Government for many of Serbian pupils and students who exiled and studied in France. He was very active in propagating the interests of Serbia and advocating future Yugoslavia.

Upon the First World War, Zujovic was one of the founders of the Republican Party, but his part in the public life was less active. He devoted himself to lecturing and research. Besides the one term free courses at the Geology and Paleontology Department, he turned also to the applied geology and taught Engineering Geology at the Faculty of Engineering and Agrogeology at the newly established Faculty of Agriculture (into which he put a great effort).

Zujovic died on 19 July 1936 and was interred at the "New Cemetery" of Belgrade, in a crypt with the tombstone still showing his bronze bas-relief.

It is not easy, even now, to select the most important deed from the enormous inheritance from Jovan Zujovic. Geologists think it to be the education of young geologists, capable of independent work, the foundation

of the geological school and discipline in Serbia, and the geological study of its territory. The geologists may be right in this. For anything else, if Zujovic had not done, it would sooner or later have been done by somebody else, but for the formation of a modern geological school in Serbia at that important time, only he was capable. And he did it in a majestically manner.

The list of geological works written by J. Zujovic covers hundred and twenty bibliographic units including very short notes from the Minutes of the Serbian Geological Society but also books of several hundred pages (monographs, text-books, translations) Moreover, Zujovic left geological, archaeological, anthropological, political, and sociological articles, reports, lectures, and reviews published in various papers, magazines, calendars, and other printed materials.

For his work Zujovic received many recognitions during his lifetime and later. There has not been a geological celebration in Belgrade or Serbia without a mention of his name and his merits for the establishment of the "Serbian geological school" which educated many generations of specialists. Many fossil remains were given names after Zujovic. Even a symposium at the Faculty of Mining and Geology in Belgrade, 1986, dedicated to his figure and work on the occasion of 130 years from Zujovic's birth and 50 years from his death. His life and work were comprehensively enlightened at this convention, and the proceedings printed on 189 pages in the *Geological Annals of Balkan Peninsula*, vol. LI.

Students and associates of Zujovic remember him as a shortish, lively, gray-haired, and always elegant gentleman, distinguished for his intelligence and scientific erudition, warm friendliness, serene and liberal mind, notably tolerant conversationalist, enormous will power, diligence, enthusiasm, and great vitality which could overcome any difficulty encountered in the life or work. He continuously raised new questions and searched the answers with enthusiasm.

Jovan Zujovic, as an academician, university professor, statesman, public worker, educator and above all the founder of the school and science of geology in Serbia, was, by many criteria, one of the fifty most eminent personalities of Serbian people in its entire history. He also was a prominent figure of the national science and culture, and a known and recognized European scientist of the time. For what Zujovic's life was and what and how he acted, the reference is made to the statement at the beginning: it was not an accident that he found himself in Paris at College de France and studied then, described and classified rocks from the Andes and published an important monograph them.

References

- ANDJELKOVIC M. 1988. Jovan Zujovic, the founder of geologic science and school in Serbia. *Annales Géologiques Peninsule Balkanique*, Beograd, 51: 1-12.
- DIMITRIJEVIC B. 1937. Jovan Zujovic, agrogeologist. *Ibidem*, 14: 17-23. (In serbian).
- JOVIC V. 1988. Jovan Zujovic, the founder of petrography in Serbia. *Ibidem*, 51: 43-50.
- 1988. Zujovic's contribution to Serbian archaeology. *Ibidem*, 51: 129-136.
- KOJIC M. 1937. Jovan Zujovic. *Ibidem*, 14: 8-10. (In serbian).
- KOSANIN N. 1926. Zujovic Jovan. *National Encyclopedia Serbo - Croato Slovenian*, Zagreb, p. 752-753. (In Serbian).
- LUKOVIC M. 1937. On Jovan Zujovic, geologist. *Annales Géologiques Peninsule Balkanique*, Beograd, 14: 10-14. (In Serbian).
- MILADINOVIC M. 1988. Morality in political and scientific activities of Jovan M. Zujovic. *Ibidem*, 51: 176-190.
- PAVLOVIC M. 1937. Jovan Zujovic. *Bulletin Service Géologique du Royame de Yougoslavie*, Beograd, 5: 3-6.
- PETKOVIC K. V. 1925. Jovan Zujovic, scientist. *Annales Géologiques Peninsule Balkanique*, Beograd, 20: 167-172. (In Serbian).
- PETKOVIC V. K. 1925. Jovan Zujovic. *Almanac "Svetlost", teachers association, for 1925*. Beograd. (In serbian).
- SAVICEVIC D. 1988. Social and ethical views of J. Zujovic. *Annales Géologiques Peninsule Balkanique*, Beograd, 51: 27-32.
- STEVANOVIC P. 1952. Jovan Zujovic, personality and activity in cultural affairs. *Ibidem*, 20: 173-176.
- 1976. Contributions to the History of Geology in Serbia of XIX century. From correspondence of Josif Pancic. *Ibidem*, 40: 347-354. (In serbian).
- 1988. Jovan Zujovic, academician from 1887 to 1936. *Annales Géologiques Peninsule Balkanique*, Beograd, 51: 13-26.
- 1988. Jovan Zujovic. *Glas Serbian Academy of Sciences and Arts, CCCLII, Department of Natural and Mathematic Sciences*, Beograd, 52: 1-5.
- STOJKOVIC A. 1982. Les vues philosophiques et socio-politique de Jovan Zujovic. *Faculté de Géologie et des Mines, Monographie*, Beograd, p. 1-171.
- TODOROVIC D. 1988. The political figure of Jovan Zujovic. *Annales Géologiques Peninsule Balkanique*, Beograd, 51: 137-148.
- TOMIC J. 1937. Jovan Zujovic. *Ibidem*, 14: 1-8, 14-17.
- ZUJOVIC J. M. (JOUYOVITCH J) 1880. *Note sur les roches éruptives et métamorphiques des Andes*. Imprimerie nationale, p. 1-19. Belgrade.

- 1881. *Inaugural lecture to students 16.12.1880*. National printing-house, p. 1-22. Beograd. (In serbian).
- 1882. Geological sketch of Serbia. In: F. TOULA, *Geologische Übersichtskarte des Balkanhalbinsel*. 1:2.500.000. Gotha.
- 1884. *Les roches des Cordilleres*. Imprimerie générale A. Lahure. Paris.
- 1886. Geologische Übersichtskarte des Königreiches Serbien. 1: 750.000. *Jahrbuch geologischen Reichsanstalt*, Wien.
- 1886. *Bibliographie géologique de la presque ile des Balkans*. Beograd.
- 1893. *Geology of Serbia, I part*. Special publication, Serbian Academy of Sciences. Beograd. (In serbian).
- 1900. *Geology of Serbia, II part*. Ibidem. (In serbian).
- 1925. Influence of Svetozar Markovic on the school-youth. *Buktinja*, 2(15): 129-146. Beograd. (In serbian)
- 1927. J. M. Zujovic, professor of the University. *Annual report of Serbian Academy of Sciences*, Beograd, 35: 3-12. (In serbian).
- 1986. *Diary, t. I*. Edited by National Archive of Serbia. Beograd. (In serbian).

3. REPRODUCCIÓN DE LA PARTE CORRESPONDIENTE A VENEZUELA Y COLOMBIA DEL LIBRO:

LES ROCHES DES CORDILLERES

par J. M. ZUJOVIC

Professeur de la Faculté des Sciences de Belgrade

Paris. Imprimerie Générale A. Lahure
9, rue de Fleurus 9. 1884

[4] Nous commencerons la description des roches éruptives des Andes par les roches à structure trachytoïde et nous passerons ensuite aux roches à structure granitoïde.

Avant de commencer la description des roches éruptives de l'Amérique du Sud, que nous y avons examinées, nous croyons devoir donner un aperçu succinct des types de roches que nous y avons reconnues.

Les formations volcaniques des Andes étant surtout caractéristiques de ces montagnes, et y étant plus développées que les formations anciennes, nous pensons qu'il faut principalement insister sur les roches de ces formations; aussi la place qui leur sera donnée dans ce mémoire est relativement beaucoup plus grande que celle qu'occupera l'histoire des roches anciennes.

A mon grand regret, j'ai dû me contenter, dans ce travail, de pures descriptions pétrographiques dénuées de considérations géologiques et de vues générales qui impliquaient une étude sur le terrain.

Si nous parcourons les groupes de nos roches des Andes, nous verrons qu'au point de vue de la structure, elles renferment les types de tous les modes de structure que les roches éruptives peuvent présenter:

a) La structure *granitoïde* proprement dite est représentée par les granites, les diorites, les granulites, etc.

b) La structure *pegmatoïde*, qui se rencontre dans certaines microgranulites, par exemple dans les microgranulites d'El Pantano et de San Gorgos.

c) La structure *ophitique* observée souvent parmi les dolérites, par exemple dans la dolérite andésitique de Sopinga, etc.

d) La structure *microlithique*, qui domine dans toutes les porphyrites, labradorites et andésites.

e) La structure *pétrosiliceuse*, représentée par les porphyres de Bucaramanga.

f) La structure *vitreuse*, caractéristique des perlites et des obsidiennes.

Ces différents modes de structure sont souvent liés l'un à l'autre et offrent des passages. Ainsi, nous avons pu observer:

a) Les passages de la structure *microlithique* à la structure *vitreuse*.

b) Les passages de la structure *ophitique* à la structure *microlithique*. De beaux exemples nous en ont été fournis par les dolérites de Rio Succio et de Quietratomo.

c) Les passages de la structure *microgranulitique* à la structure *micropegmatoïde*.

Les passages de la structure *microgranulitique* à la structure *pétrosiliceuse*.

Au point de vue de la composition minéralogique, nos roches des Andes se classent dans les groupes suivants:

a) *Roches à silice libre et à orthose*: granites, granulites, microgranulites et porphyres pétrosiliceux.

b) *Roches à silice libre et à plagioclase*: Dacites.

c) *Roches sans silice libre*:

1. A *orthose*: Syénites

2. A *plagioclase*: Diorites, dolérites, porphyrites, andésites et labradorites. Dans ce groupe de roches, il nous manque les diabases, les gabbros, les euphotides, les norites et les hypérites. Nous sommes frappés surtout de l'absence des roches franchement [5] basiques, comme les mélaphyres et les basaltes, tandis que ces dernières sont très répandues dans l'Etat de Nevada (Amérique septentrionale) (1) et que M. Strobel les

indique dans les Andes méridionales de la république Argentine (2).

Les roches à népheline et à leucite manquent absolument dans l'Amérique méridionale. Pas un auteur n'a signalé jusqu'à ce jour une roche de ce groupe provenant de cette région. Dans l'Amérique septentrionale, M. Zirkel indique une leucitite à mica noir, dans les Wyoming Territory, Leucite Hills. (3) Une collection des roches de l'Amérique du Nord, que possède le Collège de France, contient également une leucitite. Malgré cela, la leucite reste encore un minéral localisé surtout dans les roches enropéennes.

d) *Roches sans feldspath*:

1. Les *serpentes*: Cura, Marmato.
2. Les *augitites*: Cura.

Les espèces de roches de l'Amérique méridionale que nous décrivons sont les suivantes:

I.- GRANITES

1. A *mica noir*: Monte Angostino, Rioncoro, etc.
2. A *amphibole*: Paramerico, Caribden, etc.

II.- GRANULITES

1. A *mica noir*: la Virgen.
2. A *amphibole*: el Palmichal
3. A *mica blanc* seul: Xavoncil.

III.- MICROGRANULITES

1. A *mica noir*: Olaya, Cocomico, etc.
2. A *amphibole*: Marmato, Cucurusape, Sotara, Monte de la Plata, etc.
3. A *mica noir* et à *amphibole*: rio Mayo, rio Sabaletti, etc.
4. A *amphibole* et *pyroxène*: Rucupichincha.

IV.- PORPHYRES

1. *Pétrosiliceux*: Bucaramanga.

V.- DACITES

1. A *amphibole*: Tuqueres.
2. A *augite*: Sotara (?).

VI.- SYENITES

1. A *amphibole*: Cura (Vénézuéla).

[6] VII.- DIORITES

1. *Andésitiques*: La Virgen, Colondrina, Medellin, etc.

VIII.- DOLÉTITES

1. *Andésitiques*: Roldanillo, Soppinga.
2. *Labradoriques*: El Diablo, Varro Colorado, etc.

IX.- PORPHYRITES

a) *Andésitiques*.

1. A *amphibole*: Moraga, rio Toache.

b) *Labradoriques*.

2. *Micacées*: laguna de la Virgen.

X.- LABRADORITES.

1. A *amphibole*: Cativo, Zupia, Siccipamba.
2. A *pyroxène*: Pasto, Guaga, Pichincha, etc.

XI.- ANDESITES

1. A *amphibole*: Tuqueres, Martequita, Sotara, etc.
2. A *pyroxène*: Tolima, Puracé, Cumbal, etc.
3. A *amphibole* et à *pyroxène*: Rucupichincha.

XII.- AUGITITES

1. Microlithique: Cura (Vénézuéla).

XIII.- VERRES VOLCANIQUES

1. *Obsidiennes*: Pisoje, Siccipamba, etc.
2. *Perlites*: Quisca, etc.

Parmi ces espèces de roches, il y en a qui n'avaient pas encore été rencontrées. Ces nouveaux types, qui comblent trois lacunes dans le tableau des roches éruptives de la *Minéralogie micrographique*, sont:

1. *Porphyrite labradorique micacée*. Cette roche de la Virgen est l'équivalent de la porphyrite andésitique micacée, qui se trouve à Mhère (Nièvre) et qui est représentée dans la planche XXVI de la *Minéralogie micrographique*.

2. *Labradorite à amphibole*. Le type franc de cette espèce se trouve à Cativo et à Zupia.

3. *Augitite* (4). Cette roche sans feldspath est composée uniquement de pyroxène de première et de seconde consolidation. Elle a été trouvée à Cura (Vénézuéla), à Taphira (Grande Canarie) et à la Baraque, près Brioude (Haute-Loire).

Nous avons trouvé aussi quelques types de roches intermédiaires entre les espèces établies auparavant. La fixité relative de ces types fréquents dans la nature, nous a engagé à les distinguer des espèces précédemment admises. Ce sont:

1. L' *andésite à amphibole et à pyroxène*.
2. La *labradorite à amphibole et à pyroxène* (Siccipamba).
3. La *microgranulite à mica noir et à amphibole*.
4. La *microgranulite à amphibole et à pyroxène*.

Il est bien entendu cependant que nous ne proposons pas de considérer ces roches comme des espèces distinctes, puisque nous reconnaissons bien leurs passages fréquents aux types voisins.

Bien que chaque roche en particulier ne présente jamais une fixité absolue, ni au point de vue de la

structure, ni au point de vue de la composition minéralogique, cependant on y retrouve toujours un type nettement tranché qu'il est facile de reconnaître et dont le microscope ne fait que démontrer la persistance et l'extension.

Notre étude contribue à établir que l'universalité des caractères pétrographiques des formations géologiques n'est pas moins incontestable que l'universalité des caractères zoologiques de la série animale.

Quand on pourra étudier les relations stratigraphiques qui unissent entre elles les roches des Andes, que nous avons décrites, il nous paraît presque certain qu'elles devront offrir la même succession géologique que les roches européennes de mêmes types. L'identité pétrographique constatée par nous entre les roches des deux continents est trop nette pour qu'elle ne soit pas accompagnée par une identité stratigraphique correspondante...

[38] AUGITITES

Les roches microlithiques sans feldspath, à structure trachytoïde, sont représentées par une roche qui se trouve à Cura et à Semen, près Cura en Vénézuëla.

Dans cette intéressante roche, on voit les cristaux d'un minéral vert foncé noyés dans une matière fondamentale, dont la couleur est également verte et la dureté assez faible. Sous le microscope, on voit que cette roche est composée uniquement de pyroxène. Ce minéral y est à deux états différents: à l'état de grands cristaux de première consolidation et à l'état de microlithes.

Les cristaux de première consolidation, d'une couleur plus foncée que celle de la pâte, sont d'une grandeur de 5 à 7 millimètres; leurs formes sont raccourcies et présentent les pointements caractéristiques du pyroxène. Ils ne sont pas polychroïques et les sections s'éteignent en général obliquement, entre les nicols croisés, à la façon de l'augite; les couleurs de polarisation sont assez vives. Les grands cristaux de pyroxène sont parfaitement conservés; les contours de leurs sections dans les plaques minces sont très nets. Ils n'ont pas subi d'altération et ne renferment pas d'inclusions.

Les cristaux de pyroxène de seconde consolidation se présentent sous forme de petits prismes affectant les apparences habituelles de l'augite dans les labradorites et possédant toutefois une tendance marquée à la structure fibreuse, due au développement et à la fréquence des clivages habituels du pyroxène. Ils ne sont pas sensiblement dichroïques et, sous l'épaisseur ordinaire des préparations (0,01 mm), ils se colorent en jaune entre les nicols croisés.

D'autres microlithes qui sont très allongés, souvent maclés et qui, dans les mêmes conditions, se colorent en bleu ou en jaune pâle, sont des cristaux d'actinote. Ceux-

ci ne sont pas mélangés avec les premiers, mais groupés en amas qui semblent occuper la place d'un minéral préexistant. Dans la roche de Cura, ces plages sont constituées par de la serpentine, qui englobe les microlithes d'actinote et qui ne polarise pas. La chlorite et les microlithes d'actinote sont formés par les actions secondaires.

Dans certains échantillons de Semen, les microlithes d'augite commencent à disparaître pour faire place à des microlithes de diopside. Ceux-ci sont polychroïques et s'éteignent généralement sous des angles allant jusqu'à 22 et 25° et quelque fois jusqu'à 30°.

On voit que c'est bien une roche à structure microlithique sans feldspath. Elle est assez voisine de la nouvelle espèce pétrographique désignée par MM. Fouqué et [39] Michel Lévy sous le nom de *mélaphyrite*, laquelle est caractérisée par la présence simultanée de l'augite et de l'olivine, noyés dans un magma augitique et micacé. L'augite diffère de la limburgite en ce qu'elle n'a pas de péridot ni de fer oxydulé. Elle comble une lacune dans la série des roches dépourvues d'éléments blancs, série qui comprend la serpentine, la péridotite, la *herzolithite* et la limburgite.

Dans le *Tableau de la classification des roches éruptives*, par MM. Fouqué et Michel Lévy, publié récemment par M. L. Bourgeois (5), ces auteurs l'ont casée dans la colonne 10, dans la rangée des roches microlithiques à pyroxène comme équivalent tertiaire de l'*augitophyre*. Dans le même travail, nous voyons que ce type a été reproduit artificiellement par les auteurs.

Ici se rattache également la roche que M. Fouqué a trouvée dans l'alluvion de la Baraque près Brioude (Haute-Loire), et qui se compose d'augite et de fer oxydulé. Les cristaux d'augite de première consolidation se distinguent très bien de ceux du second temps, qui sont petits, allongés et nombreux. Il y a encore beaucoup de matière amorphe dans cette roche augitique. Dans les vacuoles il s'est déposé de la mésotype.

J'ai retrouvé la même espèce de roche parmi les roches volcaniques des îles Canaries, que M. Salvador Calderon, professeur à l'Institut libre à Madrid, a apportées, pour les déterminer, au laboratoire de M. Fouqué. Cette roche que M. Salvador a bien voulu me permettre d'étudier, provient de Tafira, à la Grande Canarie. (6).

Par sa composition minéralogique et sa structure elle appartient au même type que l'augitite de Cura (Vénézuëla). Elle est violacée noire et très compacte; à la loupe, on y voit de très petits cristaux noirs. Au microscope, ces cristaux se montrent comme étant de l'augite. Ils sont très abondants et ont bien conservé leurs formes. Ils sont rarement cassés. On y voit souvent des macles et des zones concentriques. Les caractères optiques de ces cristaux, qui sont un peu allongés, sont

les caractères ordinaires de ce minéral. Avec l'augite, la roche contient beaucoup de fer oxydulé et d'apatite. Les cristaux d'apatite renferment des cristaux de fer oxydulé; ceux de pyroxène contiennent du fer oxydulé et de l'apatite.

Les minéraux de seconde consolidation sont des microlithes de fer oxydulé et de pyroxène. Ces derniers ont des formes raccourcies, souvent irrégulières.

Les minéraux secondaires de la roche de Tafira sont: le fer oligiste, la calcite et le sphène. Le sphène est à l'état de petits grains; il est ici beaucoup plus abondant que dans la roche de Cura.

L'augitite de Tafira est à l'état de grande fraîcheur. On y voit très bien les différences entre les produits des différents temps de consolidation de la roche. Les cristaux de [40] première consolidation sont nettement distincts des cristaux de deuxième consolidation. Ces derniers ne remplissent pas toute la masse de la roche. Il reste encore beaucoup de matière vitreuse, brune, qui n'est pas cristallisée. Ce résidu vitreux de la cristallisation commence à se dévitrifier et donne lieu à la formation de cristallites opaques ou brunâtres qui atteignent rarement la structure cristalline en commençant d'agir sur la lumière polarisée. Par place la dévitrification est plus avancée et a produit une matière feldspathique biréfringente, mais sans formes rares cristallines. Dans certains exemplaires du même massif la roche contient quelques rares cristaux de feldspath de première et de seconde consolidation, et l'augitite passe alors à une andésite. La roche a donc une tendance à sortir du groupe des roches sans feldspath.

L'augitite est un type pétrographique franc au point de vue de sa composition et de sa structure. Mais sa présence sur des points du globe aussi éloignés que les Cordillères, les îles Canaries, les îles du Cap-Vert et la France centrale, nous amène à croire aussi que ce n'est pas seulement un accident local, mais bien une formation distincte et spéciale...

[50] SYÉNITES

M. Gustave von Rath a signalé l'existence de la syénite dans le plateau d'Equateur, à *Punon*, qui est situé entre Rio Bamba et le Chimborazo.

M. Boussingault en a apporté un exemplaire de Cura, dans la république du Vénézuéla.

La syénite décrite par M. G. von Rath est composée de plagioclase, d'orthose, de quartz en grains et en cristaux bipyramidés, de biotite et de hornblende.

Celle de Cura, dans le Vénézuéla est une roche à gros grains; elle ne renferme ni biotite, ni quartz. Ce dernier minéral est de même excessivement rare dans les syénites proprement dites. La syénite de Cura est donc une syénite à *amphibole*.

L' *amphibole* y est en très grands prismes d'un vert foncé; ses cristaux sont maclés à la façon ordinaire de

l'amphibole. Le dichroïsme de l'amphibole de cette roche est assez faible, ce qui tient probablement à l'état avancé de sa décomposition.

Les cristaux de *feldspath* se sont formés en deux temps différents. Ceux d'oligoclase sont de première consolidation; ils sont formés de lamelles hémitropes agrégées suivant les lois de l'albite et du péricline. L'orthose, de première consolidation, est maclé suivant la loi de Carlsbad; celui de seconde consolidation généralement ne l'est pas. Celui-ci cimente les minéraux primordiaux.

Les cristaux de feldspath sont en grande partie décomposés en talc et en une matière amorphe et opaque d'une couleur brune.

Les minéraux accessoires sont: le *fer oxydulé*, qui se trouve en grands cristaux bien conservés et à contours nets; l'*apatite*, qui offre ses propriétés ordinaires; le *sphène*, qui est très fréquent, soit en grains irréguliers, soit à l'état de grands cristaux.

Les minéraux secondaires de la syénite de *Cura* sont le fer oligiste et l'épidote, qui épigénise les cristaux d'amphibole.

D'après cela, nous croyons que les syénites sont très rares dans la partie des Andes explorée jusqu'à présent, puisque M. von Rath n'en signale qu'un échantillon douteux et que M. Boussingault l'a recueillie en un seul endroit.

Les vraies syénites paraissent être très rares également dans l'Amérique du Nord. M. Zirkel en a trouvé un seul exemplaire dans la riche collection qu'il a étudiée. Cette syénite provient de Cluro Illils, Cortez-Range, Nevada, et se compose d'un orthose rouge et d'une amphibole verte. Regardée au microscope, on voit que la roche contient [51], avec ces deux éléments quelques grains de quartz à inclusions liquides et quelques cristaux d'un feldspath triclinique (7).

Dans la même région, à Palisade Canon, Cortez-Range, on trouve une roche qui, suivant M. Zirkel, est une variété porphyrique de la syénite précédente; les grands cristaux composants sont englobés dans une masse d'apparence felsitique, mais que le microscope montre comme étant un agrégat de quartz, de feldspath et de hornblende (7).

Nous n'avons pu trouver des roches analogues parmi celles de l'Amérique du Sud...

MICROGRANULITES

Nous entrons dans la série des roches très acides, où la silice libre joue le rôle principal, et nous commencerons par les plus récentes de ces roches, par les microgranulites.

Le nom de microgranulite est nouveau dans la science pétrographique, et il n'y est pas encore parfaitement établi; il a été imaginé par M. Michel Lévy

pour désigner un certain mode de structure que présentent certaines roches porphyroïdes.

Dans ses remarquables études sur la structure des roches anciennes, et notamment des roches acides, cet auteur reconnu que les porphyres présentent plusieurs modes de structure et que la structure varie suivant l'âge de la roche. Il a établi qu'il y a une relation intime entre la texture de ces roches et l'époque à laquelle elles se sont formées et ont fait leurs éruptions.

Les variations de structure portent principalement sur la constitution de la matière fondamentale de la roche, de sa "pâte". Celle-ci est d'autant plus avancée dans sa cristallisation que la roche est plus ancienne. Les porphyres carbonifères et la plus grande partie des porphyres houillères ont leur magma entièrement cristallisée. A la fin de l'époque houillère apparaissent les porphyres, qui dans leur magma contiennent déjà un peu de matière amorphe. Celle-ci devient prédominante dans les porphyres permien et triasiques. Entre les premiers, les microgranulites, et les derniers, les porphyres pétro-siliceux, se montrent les porphyres à quartz globulaire. Les sphaerolithes de quartz globulaire sont le premier commencement de la cristallisation de la silice du second temps. Le maximum d'individualisation de ces globules a lieu dans les roches qui forment le passage du porphyre à quartz globulaire à la microgranulite.

On voit donc que les microgranulites ne sont pas autre chose que des porphyres à magma entièrement cristallin, et nous croyons qu'on pourrait bien les appeler *porphyres* [52] *microgranulitiques* et les garder ainsi dans la famille des porphyres, en conservant à celle-ci l'extension que lui avaient donnée les anciens géologues.

Cependant, dans la *Minéralogie micrographique* nous les voyons constituer un groupe spécial et distinct du groupe des porphyres. Celui-ci comprend seulement: les porphyres à quartz globulaire, qui peuvent être anciens ou récents; les porphyres pétrosiliceux et les porphyres syénitiques à biotite ou à amphibole, dont la matière fondamentale amorphe contient aussi des microlithes d'orthose (dominants), d'albite, d'oligoclase et d'amphibole.

Les auteurs de l'ouvrage ont été amenés à séparer la microgranulite des roches auxquelles ils ont réservé le nom de porphyres par la considération des structures. Cette considération est en effet la base de leur classification. Ils séparent d'un côté les roches à structure granitoïde, d'autre part, les roches à structure trachytoïde. Le groupe des roches possédant le premier genre de structure est en majeure partie composé d'éléments cristallisés, produits pendant le second temps de consolidation; il exclu dans le magma tout élément amorphe; il exclut aussi les microlithes de seconde consolidation, les cristallites et autres productions analogues (8).

Le groupe des roches possédant le second genre de structure est caractérisé par la distinction plus nette des cristaux de première et de seconde consolidation, par l'adjonction fréquente d'un magma amorphe, enfin par le développement normal de la structure fluidale. (9).

D'après ces définitions, les auteurs de la *Minéralogie micrographique* ont cru devoir ranger la microgranulite dans les roches à structure granitoïde, et c'est ainsi qu'ils ont été amenés à la séparer des porphyres et à lui donner un nom nouveau.

Mais il est à remarquer que d'après la définition même qu'ils donnent, on peut combattre les conclusions qu'ils en ont tirées relativement à la place de la microgranulite dans leur classification.

En effet, dans les roches auxquelles ils réservent ce nom, les deux temps de consolidation sont extrêmement distincts. Les grands cristaux d'orthose du premier temps et les cristaux d'orthose très raccourcis du second temps sont aussi différents par leur aspect et leur âge relatif que le sont les deux variétés analogues du même minéral dans les trachytes. La différence entre le quartz bipyramidé, de première consolidation, et le quartz microgranulitique du second temps est tout aussi prononcée que dans les rhyolithes. Les cristaux du premier temps sont ordinairement très développés et ne font pas plus souvent défaut que dans les rhyolithes ou dans les trachytes. Enfin l'absence de matière amorphe, le manque de microlithes allongés de feldspath, de cristallites et autres productions analogues, ne suffisent pas pour éloigner ces roches du groupe à structure trachytique, puisque les porphyres à quartz globulaire, qui présentent ces caractères, n'en ont pas été moins rangés, par MM. Fouqué et Michel Lévy, dans la série des roches à structure trachytoïde.

Si l'on se décidait à conserver aux microgranulites la dénomination de porphyres, il serait préférable de leur appliquer l'épithète microgranulitique plutôt que de les [53] désigner par le nom de porphyres quartzifères, sous lequel ils étaient connus naguère; de cette manière, on s'écarterait aussi peu que possible de la nomenclature adoptée par les auteurs de la *Minéralogie micrographique*, et avec eux, on tiendrait compte du caractère microgranulitique de la matière fondamentale de la roche.

Je garde le nom de microgranulite à cause de la brièveté et aussi pour ne rien innover en fait de nomenclature.

Le groupe des microgranulites se subdivise en microgranulite à mica noir, microgranulite à amphibole et microgranulite à pyroxène. Chacune de ces espèces peut être soit ancienne, soit récente.

L'existence de microgranulites récentes est un fait assez rare et assez nouveau pour que l'on ne s'étonne pas de le voir contesté et mis en doute. Notons cependant que M. Charles Velain (10) a trouvé à la Grande Galite

une microgranulite à mica noir qui traverse les couches jurassiques et probablement aussi les couches crétacées.

Mais il reste encore beaucoup de recherches à faire sur le terrain pour bien fixer les différents âges des microgranulites.

Les microgranulites paraissent représenter à elles seules tout le groupe des popyres dans les Cordillères de l'Amérique méridionale. Elles sont très répandues dans ces régions et largement représentées dans la collection du Collège de France. Pour abrégé l'histoire de ces nombreuses roches, nous exposerons d'un seul coup les caractères généraux et communs à toutes.

Toutes les microgranulites des Cordillères que nous avons examinées semblent être d'âge récent. Leur aspect extérieur, leur structure et les nombreuses inclusions vitreuses de leurs feldspaths tendent à faire penser que ces roches n'appartiennent pas à la série des roches anciennes. Il nous paraît probable que ces roches forment la base des andésites.

Nous avons précédemment supposé que les *quartz-andésites* de M. Wolf, qui, d'après lui, sont à la base des andésites, sont des microgranulites. Cette supposition est fondée sur la présence, dans la collection de M. Boussingault, d'un échantillon de roche de Sotara près de Popayan, qui est taillé de manière à montrer le contact de l'andésite et de la microgranulite. Un autre échantillon de Zupia offre un contact de la microgranulite. Un autre échantillon de Zupia offre le contact de la microgranulite avec une roche qui est tellement métamorphosée par ce contact que je ne peux pas déterminer d'une manière certaine.

Le magma fondamental des microgranulites des Andes est essentiellement constitué par du quartz microgranulite très fin, quelquefois tellement fin qu'il faut employer un fort grossissement pour décomposer la matière fondamentale de la roche en un agrégat de granules. Les éléments du quartz granulite sont généralement arrondis; mais quelquefois, et surtout quand ils ont des dimensions un peu plus considérables qu'à l'ordinaire, leurs contours sont polygonaux, particulièrement [54] hexagonaux. Le fait s'observe dans les roches d'El Pantano près de Marmato et de Monte de la Plata (Vega de Zupia). Il arrive quelquefois, dans les roches d'El Platano et de San Gorgos, que la microgranulite se charge de *quartz pegmatoïde* et passe à la micropegmatite; c'est ce qu'on voit dans les microgranulites de Monte de la Plata, de Zupia, d'Emparque, de Conico, de Rio Sabalata et Rio Mayo, entre Popayan et Pasto.

Les microlithes de *fer oxydulé* ne manquent presque jamais, et ils sont abondants surtout autour de grands cristaux. C'est une raison de plus pour considérer ces microgranulites comme de la série récente. Dans la série ancienne, le fer est surtout à l'état d'hématite rouge et justifie le nom de porphyre rouge.

Les grands cristaux de quartz manquent seulement dans les échantillons provenant d'El Pantano, de Zupia, de Quietratomo, de Cucurusape (près de Marmato) et de Cura (au Vénézuéla). Dans toutes les autres microgranulites, ces cristaux sont abondants. Ils sont grands et bipyramidés, avec les faces bien conservées. Quelquefois les cristaux ont leurs arêtes émoussées. Le quartz est corrodé et, dans les infractuosités des cristaux, on voit pénétrer la matière fondamentale de la roche sous forme de pédoncules. Ce quartz bipyramidé est incolore et transparent, avec des inclusions liquides et des inclusions vitreuses à bulle de gaz. Les inclusions vitreuses sont parfois volumineuses et à contours très sinueux.

Les feldspaths sont l'orthose et l'oligoclase; on trouve du labrador seulement dans la roche d'Agua Caliente, à Quindiu. L'*orthose* est en cristaux toujours altérés et décomposés. L'oligoclase est plus abondant que le feldspath monoclinique; ses cristaux atteignent une longueur de 5 mm et sont maclés suivant la loi de l'albite combinée souvent à celle du péricline. Il est frais et ne renferme pas beaucoup d'inclusions; ces inclusions vitreuses sont caractéristiques pour l'âge de la roche.

Les éléments ferro-magnésiens que nous avons rencontrés dans les microgranulites des Cordillères sont au nombre de trois; ce sont le mica noir, l'amphibole et le pyroxène.

L'*amphibole* est le plus constant et le plus abondant de tous. Elle est verte, fraîche et pure dans les roches d'El Penol, près Zupia, de San Gorgos, de Rio Mayo, de Rio Sabaleti, de Moraga, de Zupia; dans celles de Marmato et encore d'autres localités, elle se décompose en une matière verte serpentineuse. Cette matière est quelquefois répandue dans la pâte sous forme de plages et de trainées. Elle n'agit pas sur la lumière polarisée.

L'*apatite*, la *pyrite*, le *fer oxydulé* et le *zircon* complètent le nombre des minéraux de première consolidation.

Les microlithes d'amphibole ne sont pas rares dans les roches de San Gorgos, de Moraga et de Rio Mayo.

L'*épidote*, le *talc*, la *chlorite*, le *fer oligiste* et la *calcite* sont formés par épigénie ou par décomposition des autres minéraux. La *calcédoine* apparaît bien rarement.

Suivant l'élément ferromagnésien qui domine dans une roche, nous classerons nos microgranulites en quatre groupes, les suivants.

[55] C.- MICROGRANULITES À AMPHIBOLE

C'est la variété la plus répandue de toutes les microgranulites des Andes. On la trouve dans beaucoup de localités, parmi lesquelles nous citerons: Marmato, Cucurusape et El Pantano, près Marmato; Rio San Gorgos, situé entre Popayan et Pasto; Sotara près

Popayan; Zupia; el Penal et Monte de la Plata près Zupia; Emparque près Rio Sucio.

Les roches de Quietratomo et de Cura (Vénézuéla) paraissent appartenir aussi à cette espèce de microgranulite; mais leur élément ferromagnésien est tout à fait détruit ou décomposé. Dans les roches d'El Pantano, il y a de jolis petits cristaux de *zircon*, qui sont assez rares dans les microgranulites. La microgranulite de Sotara près Popayan contient beaucoup de microlithes d'orthose, et par ce caractère comme par l'aspect général de son magma, qui est plutôt pétrosiliceux que granulitique, elle se rapproche beaucoup des roches porphyriques proprement dites...

[61] ROCHES MÉTAMORPHIQUES

Je serai très court sur l'histoire pétrographique de cet intéressant groupe de roches. Le nombre d'exemplaires qu'il m'a été possible d'étudier est, pour certaines espèces, trop restreint pour donner une idée exacte des caractères pétrographiques de l'ensemble des roches métamorphiques rapportées des Andes par M. Boussingault. Il n'y a que la série des schistes cristallins (schistes cristallins proprement dits et gneiss), dont j'ai pu examiner les types principaux. Cependant, si incomplètes et insuffisantes que soient mes observations, je dois les reproduire ici, croyant qu'elles ne seront pas superflues, surtout quand on songe combien ces roches, en général, sont encore peu étudiées.

En outre des schistes cristallins, il existe dans la collection de M. Boussingault des schistes argileux et autres, des calcaires, des grès. Les échantillons sont nombreux, mais le temps m'a manqué pour en faire une étude sérieuse. Je me bornerai donc à exposer les principaux résultats de mes observations sur quelques exemplaires de schistes et de gneiss.

Si l'on peut juger d'après ce que l'on voit dans la collection des roches anciennes des Andes de l'Amérique méridionale, les calcaires cristallins anciens et quartzites paraissent être rares dans ces régions; du moins, les échantillons de ces roches sont peu nombreux.

La serpentine apparaît sur plusieurs des points visités par M. Boussingault. Il en a trouvé à Cura, à El Pantano, près Marmato, à El Tambor, etc.

A.- PHYLLITES

Un type de schistes argileux anciens s'observe à Buena Vista, près San Pedro de Vénézuéla. Cette roche est une vraie phyllite, clivable et feuilletée; sa couleur est gris jaunâtre avec un éclat soyeux. A l'oeil nu, elle paraît être aphanitique, mais sous le microscope on voit qu'elle est cristalline.

La masse ou le fond de la roche est formé par une matière siliceuse, un quartz calcédonien, qui agit assez

légèrement sur la lumière polarisée. Cette masse fondamentale est fortement imprégnée par une matière noire, opaque, d'origine organique ou minérale, mais toujours amorphe, qui rend les plaques minces de cette roche, noires et opaques (une autre matière, jaune, ferrugineuse, assez transparente, colore aussi le fond de la roche); celle-ci provient probablement de l'altération du fer oligiste.

Les minéraux qu'on trouve à l'état de cristaux bien conformés dans cette phyllite de Buena Vista sont le fer oxydulé, le fer oligiste, le zircon, l'actinote, le talc et le rutile.

Le fer oligiste est excessivement abondant dans cette roche. Il s'y trouve à l'état de grains ou de cristaux bien conformés, réunis généralement en un agrégat globulitique; les globules de ces cristaux sont de dimensions différentes, généralement très petits; plus le grossissement qu'on emploie est fort, plus on en découvre dans le champ du microscope; la couleur de l'hématite est rouge foncé ou jaune clair.

Le *zircon* est très rare; ses cristaux sont tellement petits qu'il faut les chercher avec un fort grossissement; ce sont des prismes terminés par des pyramides quadrangulaires. L'*actinote* se présente soit à l'état de petits cristaux maclés, soit à l'état de cristaux fibreux qui s'éteignent suivant leur longueur. Ce minéral est assez fréquent; le *talc* l'est aussi.

La phyllite de Buena Vista est intéressante par la présence du rutile. Ce minéral y est en une telle quantité qu'il forme pour ainsi dire un tissu. Les cristaux de rutile, dans ce schiste archaïque, sont très petits; pour bien les voir il faut employer l'objectif n. 5 de Nacet. Ce sont des prismes allongés et minces, terminés par des faces nettes ou par des pointements effilés. Leur couleur jaune naturelle est [63] encore assez sensible, même dans les plaques minces. A la lumière polarisée, les cristaux de rutile deviennent d'un jaune vif, orangé; ils s'éteignent toujours suivant leur longueur. Dans les cristaux de dimensions un peu plus fortes on peut observer un léger polychroïsme. Tous les cristaux sont en relief dans les plaques minces et ont leurs bords fortement ombrés. Ils sont généralement disposés parallèlement dans le sens de la schistosité; on en voit très peu et très mal dans les plaques minces qui ont été taillées perpendiculairement à la schistosité de la roche.

Au premier abord et avec un grossissement faible, les cristaux de rutile paraissent être incurvés comme des trachites; mais quand on regarde avec un plus fort grossissement ou bien quand on les isole, comme le fait M. Kalkowsky, on remarque que ces apparences curvilignes ne correspondent pas à la réalité. L'effet produit est dû à l'accolement accidentel de cristaux. Les cristaux de rutile se groupent souvent en macles sous des angles voisins de 60 degrés.

M. Zirkel est le premier qui ait indiqué la présence de certaines aiguilles cristallines dans les schistes paléozoïques (11). Après lui, quelques auteurs ont pris ces aiguilles pour de l'actinote; M. Kalkowsky, qui a réussi à séparer des petits cristaux microscopiques analogues du reste de la roche, a cru avoir prouvé que ce sont des cristaux de staurotide (12).

B.- SCHISTES AMPHIBOLIQUES

Les schistes dans lesquels le minéral prédominant est la hornblende se rattachent soit à la série du gneiss, soit à celle des micaschistes. En effet, ou bien ils ont du feldspath ou en sont dépourvus.

La Quayra, dans le Vénézuéla, et la Honda, dans la vallée de Surata, près Socorro fournissent des amphibolites schisteuses qui peuvent être considérées comme des types de ce genre de roches.

La roche de La Quayra est noire avec des bandes blanchâtres; elle est très schisteuse et fraîche dans les plaques minces. L'amphibole y est l'élément principal et le plus abondant: ses cristaux sont grands, de couleur vert brunâtre. Le dichroïsme de ces cristaux n'est pas aussi fort qu'il l'est ordinairement, quoique la substance de ce minéral ne paraisse pas être attaquée ni altérée. Rarement on y observe l'épidote en petites lamelles, formée par voie d'épigénie.

A l'amphibole s'associe le mica noir; ces deux minéraux forment dans la roche des traînées continues, comme on l'observe fréquemment dans les amphibolites. La quantité de mica noir n'est pas importante; les cristaux de ce minéral présentent les propriétés ordinaires du mica gneissique.

Les cristaux d'amphibole et de mica noir ont leurs bords très déchiquetés et noircis. Avec un fort grossissement, on voit que l'ourlet noir de ces cristaux est composé d'une multitude de petits cristaux minces et allongés, ayant un fort relief. Ces aiguilles [64].microscopiques polarisent faiblement la lumière et paraissent être des microlithes d'actinote, quoiqu'elles s'éteignent parallèlement au sens de leur longueur.

Après l'amphibole, l'élément le plus abondant est le quartz. Ce minéral se trouve en plages granitoïdes et en grains granulitiques. Quelques-uns de ces cristaux polarisent très faiblement. Les inclusions liquides à bulle de gaz manquent dans le quartz de cette roche; il englobe seulement des cristaux d'apatite et des cristallines qui ne polarisent pas et qui peuvent être également de l'apatite. Les cristaux d'apatite sont très fréquents; ce sont des prismes allongés, bleuâtres, à clivage basal visible, qui s'éteignent entre les nicols, suivant leur longueur.

Les cristaux de feldspath qui se trouvent dans l'amphibolite de La Quayra appartiennent à l'orthose et à l'oligoclase; les deux sont très frais, mais assez rares.

Les minéraux accessoires ou accidentels sont le sphène et le zircon, qui se présentent en petits grains; la pyrite de cuivre en paillettes d'un jaune vif, entourées par une autre substance, qui est probablement l'hydrocarbonate de cuivre.

La roche de La Quayra est identique aux amphibolites qu'on trouve en Europe, et notamment dans les Alpes.

[65] Aux amphibolites il faut rattacher ces roches cristallines, sans feldspath, qui sont constituées principalement par le grenat et par la hornblende ou l'omphacite, et qui sont connues sous le nom d'eklogite (13).

Nous en avons étudié un exemplaire qui provient de La Quayra (Vénézuéla). Cette eklogite est pètrie de cristaux de grenat. Les cristaux sont des dodécaèdres rhomboïdaux caractéristiques de cette espèce minérale. Ils sont tous bien conservés; les usures des angles sont rares. Dans les plaques minces leurs contours sont des polygones plus ou moins réguliers; la surface de ces sections a un aspect chagriné. Ce grenat est rouge almandin. A l'intérieur de ces cristaux, on trouve des grains de quartz, des petits cristaux de cassitérite, d'épidote et de fer oligiste.

La hornblende est représentée par deux de ces variétés: la variété verte, ou la *smaragdite*, et la variété bleue, ou la *glaucothane*. Cette dernière est en petite quantité et passe insensiblement à la première. La smaragdite est très abondante; elle se présente surtout en lamelles allongées, déchiquetées, qui ne peuvent pas montrer les deux clivages ordinaires de ce minéral; le dichroïsme est presque aussi fort que dans la hornblende.

L'épidote est très abondante dans l'eklogite de Quayra; elle en forme presque la moitié; ses grands cristaux allongés et étirés possèdent leurs clivages normaux et s'éteignent bien en long.

Le quartz se trouve à l'état granulitique; les grains sont entremêlés avec les autres minéraux.

Cette roche est remplie de grains et de cristaux de cassitérite, inclus presque dans tous les autres éléments composants de l'eklogite. Ces cristaux sont d'un brun jaunâtre; ils s'éteignent en long, sont légèrement dichroïques. Ils présentent souvent les macles caractéristiques qui donnent la forme connue sous le nom de "bec d'étain". Fréquemment, les angles des cristaux sont usés et le minéral apparaît sous forme de grains. Tous les individus de ce minéral ont un fort relief dans les plaques minces.

[66] D'autres combinaisons métalliques qui se trouvent dans cette roche sont la pyrite et le fer oligiste.

La calcite et le talc sont des produits de décomposition fréquents. La calcite s'y trouve en très grands cristaux. Le talc est en lamelles minces, blanches

et luisantes, qui sont souvent agglomérées et localisées, et forment une petite couche dans la roche.

[68] D.- SCHISTES CHLORITEUX ET TALQUEUX

Les schistes chloriteux et talqueux peuvent être considérés comme des variétés des micaschistes dans lesquelles le mica est remplacé par la chlorite ou par du talc. Ils se composent donc de quartz et de chlorite ou de quartz et de talc. Ces deux espèces de roches passent souvent insensiblement de l'une à l'autre, et constituent soit des membres indépendants, soit des accidents dans les autres groupes du terrain archaïque.

Ils paraissent être assez fréquents dans la partie de l'Amérique méridionale visitée par M. Boussingault, mais nous n'en décrivons ici qu'un petit nombre d'échantillons, parce qu'ils se ressemblent beaucoup entre eux.

Le schiste de Cura, dans la république du Vénézuéla, est constitué par un agrégat de très petits grains de quartz, qui ressemble à une microgranulite fine. Le fond de la roche est imprégné de chlorite. Les cristaux de ce minéral sont ici très petits, microlithiques et allongés; ils sont le plus souvent groupés en amas qui paraissent comme de grands cristaux de la même substance; mais ils abondent aussi à l'état de petits cristaux isolés qui s'enchevêtrent et forment un tissu chloriteux dans la roche.

A travers les mailles de ce tissu on découvre beaucoup de petits cristaux d'un minéral transparent et incolore, qui n'agissent pas sur la lumière polarisée. On y trouve aussi quelques petits cristaux d'apatite. Mais ce schiste chloriteux est intéressant surtout par la présence du pyroxène en grands cristaux. On sait que ce minéral n'est pas répandu dans les roches anciennes et surtout dans les schistes cristallins. M. Kalkowsky en a trouvé dans les schistes verts de Ludwigsdorf en Silésie, (14) et je crois que c'est la première fois que l'augite a été signalée dans les schistes anciens.

Dans les schistes chloriteux de Cura (Vénézuéla) le pyroxène est assez fréquent; ses cristaux sont bien conformés, à bords nets et sans usure des angles. Les clivages sont bien marqués. Les extinctions entre les nicols croisés des sections longitudinales de ce minéral se font obliquement, sous des angles qui vont jusqu'à 55 degrés. Sa couleur de polarisation est jaune pâle et mielleuse.

Un autre schiste chloriteux du Vénézuéla est beaucoup plus compact que celui-ci; c'est une véritable phyllade. Les grains de quartz ne sont pas petits et égaux comme dans les schistes de Cura, mais assez grands et de dimensions inégales. La chlorite forme des amas verts en rosaces, dont les fibres polarisent assez vivement en couleur vert d'olive. La roche abonde en petits prismes bipyramidés de zircon, qui s'y trouvent

aussi à l'état de grains roulés. Le fer oxydulé, le fer oligiste et la pyrite sont également fréquents dans ce schiste chloriteux du Vénézuéla.

[69] Parmi les talcschistes, nous citerons ceux de Las Colondrinas, près Pamplona, de Caracas et de Santa Marta.

Dans une variété de talcschiste de Las Colondrinas, on voit à l'oeil nu la masse fibreuse, blanche et un peu brillante du talc, traversée par les prismes noirs de tourmaline. La tourmaline est très abondante dans cette roche; elle possède ses caractères ordinaires; ses cristaux englobent des grains de quartz. Le quartz est assez rare; il se trouve en grains granulitiques, et parfois en grains calcédonieux. Le microscope fait découvrir encore dans cette roche des petits grains de zircon et des cristaux de fer oxydulé.

Un autre exemplaire de Las Colondrinas possède beaucoup plus de quartz que le premier (tout le fond de la roche en est constitué), et au lieu de tourmaline, il est chargé de petits grains de grenat usés et corrodés.

Cette roche est colorée en vert par une matière serpentineuse, légèrement polychroïque, et polarisant un peu; cette matière est un produit de décomposition d'un minéral qui a pu être de l'amphibole, mais qui ne se trouve plus dans la roche.

Dans les talcschistes de Caracas, le quartz et les autres minéraux accessoires ont cédé leur place au talc, qui à lui seul, constitue presque toute la masse de la roche. Dans cette masse se trouvent quelques petits cristaux de fer oxydulé et quelques grains de serpentine. La serpentine est incolore dans les plaques minces, à l'oeil nu elle se montre en grains de couleur verte entourés par les fibres du talc. Les cristaux de talc sont très allongés, minces, enchevêtrés en un tissu ou disposés en rosaces.

De Santa Marta provient une roche qui est assez intéressante au point de vue de sa composition, mais dont les éléments composants sont difficiles à déterminer. Cette roche est schisteuse, d'un vert grisâtre, un peu brillante; à l'oeil nu, elle paraît homogène et aphanitique, mais sous le microscope on voit qu'elle est tout à fait cristalline, comme une roche éruptive.

Les trois quarts de cette roche sont formés par de l'épidote et du sphène. L'épidote s'y trouve sous forme de grands cristaux plus ou moins allongés. Ses couleurs de polarisation, sa forme et ses clivages font distinguer facilement ce minéral du sphène, qui est fréquent, mais se présente rarement à l'état de cristaux bien conformés. Un troisième élément très abondant est un minéral talqueux qui a les apparences du talc, mais dont les propriétés optiques sont très différentes. En effet, ce minéral fibreux, au lieu de s'éteindre parallèlement aux axes des nicols croisés comme le talc, s'éteint très obliquement, sous un angle qui va jusqu'à 25°. Un tel caractère éloigne nettement ce minéral du talc, des

micas et des chlorites, les plus communs dans les roches.

Ce talcschiste particulier de Santa Marta contient des fibres de séricite et quelques cristaux de quartz.

E.- GNEISS

Les deux groupes de granites des Andes, les granites à mica noir et les granites à amphibole, ont leur équivalent parmi les schistes cristallins de ces régions. Aux granites à mica noir correspondent les gneiss à mica noir, et aux granites à amphibole [70] correspondent les gneiss à amphibole. Nous décrivons ici séparément ces deux classes des gneiss.

a) *Gneiss à mica noir*. Un grand nombre de localités nous ont fourni cette espèce de roche. Beaucoup d'échantillons de ce gneiss présentent des particularités minéralogiques qui nous forcent de décrire chaque roche à part.

[72] Les gneiss de la Baxa, près de Pamplona, de Landes de Santo Urbano à Vétas et de Las Trincheras, près de Valencia, contiennent beaucoup plus d'orthose. Les cristaux de feldspath triclinique sont parfois très grands, comme dans la roche de Santo Urbano. Ils sont composés de nombreuses lamelles très minces et ne présentent pas d'altération. L'orthose disparaît presque dans le gneiss de Santo Urbano; il est décomposé en talc dans celui de la Baxa. Le quartz y est en grains granitoïdes ordinaires; les inclusions liquides de ce minéral sont beaucoup moins abondantes ici que dans les autres gneiss. Le mica noir est très abondant dans les deux roches; dans celles de Santo Urbano il se montre parfois en amas isolés. Les cristaux déchiquetés sont assez frais; rarement on y observe la production de l'épidote. Le mica blanc est encore plus abondant que le mica noir. A l'oeil nu, on voit dans les gneiss de Santo Urbano des paillettes innombrables de ce minéral entremêlées avec des petits cristaux verdâtres de mica noir. Le mica blanc ne se trouve pas dans le gneiss de la Baxa. Le zircon est très abondant dans les deux gneiss dont nous parlons. Il y est à l'état de petits prismes bipyramidés, de couleur légèrement rosée, à surface rugueuse et à relief très prononcé. Le fer oxydulé ne présente rien de particulier.

[73] Le gneiss à mica noir de Las Trincheras, près de Valencia (Vénézuéla), dont le feldspath triclinique domine de beaucoup le feldspath monoclinique, diffère principalement des deux autres gneiss précédents par l'absence de la sillimanite et par la présence du grenat. Ce dernier minéral est assez abondant dans la roche; il y est à l'état de grains arrondis et fendillés. Le mica noir est très abondant; il est d'un brun foncé dans les sections transversales, et plus clair dans les sections longitudinales, ce qui tient à la disposition qu'il y affecte, ses cristaux entourent de nombreux cristaux de fer oxydulé et sont aussi entourés par les cristaux du

même minéral. Le quartz est intéressant par ses inclusions de microlithes amphiboliques. Il y a des fragments de quartz inclus dans les cristaux de feldspath et de grenat; ce sont probablement des quartz de corrosion.

NOTES DE PIED DE PAGES

(1) Voir Clarence KING. *Systematical Geology*, p. 653-677, et Zirkel, *Microscopical Petrography*, p. 229-254.

(2) *Neues Jahrbuch f. Min. Geol. u. Paleontol.* 1875, p. 59-60.

(3) ZIRKEL, *Microscopical Petrography*, p. 259-261.

(4) Dans la *Note sur les roches éruptives et métamorphiques des Andes*, publiée en 1880, j'ai décrit, le premier, ce type de roches, sous le nom de *pyroxénite*. Depuis lors, M. le Dr. C. DOELTER, professeur à l'Université de Graz, ayant eu à examiner des roches du Cap-Vert, a retrouvé le même type, qu'il a décrit sous le même nom (voir dans les *Verhandlungen D. K. K. geologischen Reichsanstalt*, 1882, n°8: *Ueber das Pyroxenit, et Die Vulcane der Capterden*).

(5) Voir l'article *Reproduction artificielle des minéraux* dans l'*Encyclopédie chimique* de M. FREMY.

(6) M. DOELTER a imputé à M. ROSENBUSCH l'opinion que les augitites de la Grande Canarie, dont nous nous occupons ici, ne sont que des téphrites. Mais dans l'analyse que M. ROSENBUSCH a faite de ma *Note sur les roches éruptives et métamorphiques des Andes*, cette assertion n'existe pas. A notre tour, nous prenons la liberté de demander à M. DOELTER de nous fournir des preuves incontestables, que celles de ses pyroxénites qui contiennent du feldspath *plagioclase*, de la *népheline*, de l'*haiïyne*, et de l'*olivine*, comme il le dit dans son ouvrage (page 158, etc), n'appartiennent pas à d'autres espèces pétrographiques. Ne serait-ce pas, par exemple, plutôt des téphrites ou des basaltes?

(7) F. ZIRKEL: *Microscopical Petrography*, p. 81

(8) *Minéralogie micrographique*, par F. Fouqué et Michel Lévy, p. 153.

(9) *Min. micr.*, p.151.

(10) Voir:

- Charles VELAIN: *Constitution géologique des îles voisines du littoral de l'Afrique, du Maroc à la Tunisie*. Comptes rendus, 1874, 5 janvier.

- A. Michel LEVY: De quelques caractères microscopiques des roches anciennes acides, considérés dans leurs relations avec l'âge des éruptions. *Bull. de la Soc. géol. de France*, 5 série, t.III, p.199-296.

- F. FOUQUE et Michel LEVY: *Minéralogie micrographique*. Paris, 1879.

(11) Cité dans le *Bulletin de la Société minéralogique de France*, t.III.1880, n.4, p.103.

(12) E. KALKOWSKY: *Die Thonschiefernädelchen*. Separatabdruck aus *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paleontologie*, 1879, p. 1-6.

(13) Sur les propriétés minéralogiques des Eklogites, voir les nouvelles recherches de MM. DRASCHE et RIESS dans leurs mémoires: *Ueber die mineralogische Zusammensetzung der Eklogite*, von R. v. DRASCHE (*Tschermaks Miner. Mittheil.* 1871. Heft II, p. 85-91) et 116).

Untersuchungen ueber die Zusammensetzung des Eklogits, von E. R. RIESS (*Tschermaks Miner. und petrographische Mittheil.* 1878, II, p. 165-172 et III, p. 187-241).

(14) Ernst KALKOWSKY: *Ueber grüne Schiefer Niederschlesiens* (*Tschermaks Miner. Mittheil.* 1876, II, p. 87-

Este trabajo fue presentado en el *IV Simposio Venezolanas de Historia de las Geociencias*, Noviembre 2000, y el resumen publicado en el No. 71, diciembre 2000, de este Boletín.

A continuación se muestra la presentación en “Power-Point” expuesta en las IV Jornadas Venezolanas de Historia de las Geociencias, noviembre 2000.

JOVAN ŽUJOVIĆ (1856-1936) Y EL INICIO DE LA PETROGRAFÍA EN VENEZUELA

- Franco Urbani
 - UCV, Escuela de Geología.
urbani@cantv.net
- Alexander Grubic
 - Belgrado, Yugoslavia



JOVAN ŽUJOVIĆ (1856-1936)

- Nace el 18 de octubre de 1856 en el Ducado de Serbia
- Cursa estudios superiores en:
 - Belgrado, Zürich
 - París (1877-1880), estudia geología y petrografía en el College de France, con Fuque y Michel-Levy



Su vida y obra: Tesis Doctoral

- Utiliza la colección de 600 muestras de rocas recolectadas por **Jean-Baptiste Boussingault** (1802-1887) en Venezuela, Colombia y Ecuador entre 1822-1832
- Prepara las secciones finas y las estudia petrográficamente
- Publica un resumen en 1880 y como libro en 1884 en París "*LES ROCHES DES CORDILLERES*".



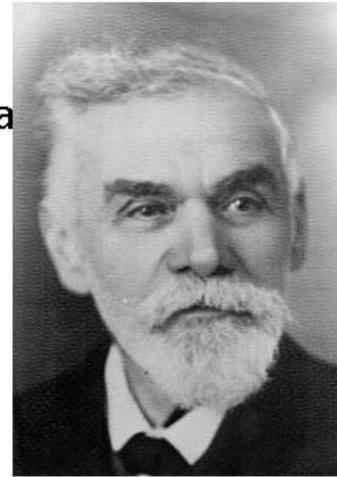
Su vida y obra

- En 1880 se inicia como profesor de mineralogía y geología y establece un laboratorio petrográfico.
- Sus estudios se extienden por toda la península balcánica, con numerosas publicaciones sobre geología regional y mineralogía.
- En 1899 es expulsado de Serbia. En el College de France culmina su "Geología de Serbia" y el "Mapa geológico del Reino de Serbia". Regresa en 1900.
- Autor de más de 120 publicaciones.



Su vida y obra

- Su principal logro fue la fundación de una escuela de geología de primer orden para la península Balcánica.
- Contribuciones importantes en arqueología, antropología, política sociología, informes, etc.
- Se le considera como una de las 50 figuras más prominetes de toda la historia de Serbia.
- Muere el 19 de julio de 1936.



Rocas venezolanas estudiadas

■ ROCAS ÍGNEAS

- ***Augitita: Cura y Semen, cerca de Villa de Cura.***
- ***Sienita anfibólica:*** Cerca de Villa de Cura.
- ***Microgranulita anfibólica:*** Cerca de Villa de Cura.



FIGURE 1
Lithological map of the Cura y Semen area, showing the distribution of igneous rocks in the Cura y Semen area, showing the distribution of igneous rocks in the Cura y Semen area.



Rocas venezolanas estudiadas

■ ROCAS METAMÓRFICAS

- ***Serpentinita***: Cerca de Villa de Cura.
- ***Esquisto*** "arcilloso antiguo": Buena Vista, cerca de San Pedro de los Altos.
- ***Anfibolita***: Cerca de La Guaira.
- ***Eclogita***: Cerca de La Guaira.
- ***Esquisto clorítico con piroxeno***: Villa de Cura.
- ***Esquisto clorítico***: Sin localidad.
- ***Esquisto talcoso***: Cerca de Caracas.
- ***Gneis de mica negra***: Las Trincheras, Carabobo.



Discusión

- Estudia muestras de la actual Asociación Volcano-sedimentaria de **Villa de Cura**.
- La *sienita* y la *microgranulita anfibólica* probablemente sean uno de los tipos de granofels que describen Navarro (1983) y tesistas.
- La *augitita* es un tipo de metapiroxenita.
- El *esquisto clorítico con piroxeno* y el *esquisto clorítico* pueden corresponder al Granofel de Santa Isabel.



Discusión

- Su *esquisto* puede ser un esquisto grafitoso del Esquisto de Las Mercedes.
- Interpretamos el *esquisto talcoso* sea una filita muscovítica (sericítica) del Esquisto de Las Brisas.
- La *anfibolita* y la *eclogita* pertenecen a la Anfibolita de Nirgua, pero este último tipo más bien debe clasificarse como una anfibolita granatífera, pero dudamos de la identificación de casiterita.
- El *gneis de mica negra* parece ser uno de los tipos de roca del Metagranito de Guaremal.



Augitita

Villa de Cura



"Le rocher des Confères", Paris, 1884



JOVAN ŽUJOVIĆ (1856-1936)

- **A. de Humboldt** en 1799 y 1800 es el primero en identificar visualmente rocas y minerales venezolanos.
- **Žujović** en 1880 es el primero en realizar un trabajo petrológico-petrográfico de rocas venezolanas.
- La **augitita** de Villa de Cura pasa a ser un tipo nuevo de roca para la ciencia.

Petrografía en la UCV

- Víctor M. López. Ph.D. MIT
(Cofundador del Instituto de Geología en 1937)
- Enrique Rubio. Ing. Minas, Madrid
 - Félix Galavís. Geólogo, UCV
- Peter Motiscka. Geólogo, UCV. Ph.D. Basel