

AGES RUBIDIUM-STRONTIUM DES FORMATIONS MAGMATIQUES
DE LA CHAÎNE DE LA VENTANA
(SIERRAS AUSTRALES, PROVINCE DE BUENOS AIRES,
ARGENTINE) (*)

par C. A. CINGOLANI (**) et S. DEUTSCH (***)

(6 fig. dans le texte et 1 hors-texte)

RÉSUMÉ

L'étude géochronologique préliminaire des roches de la chaîne de la Ventana a permis de confirmer l'existence d'une période magmatique qui a eu lieu il y a 574 ± 10 M. A. et qui s'est manifestée par la mise en place de granites leucocrates.

Certains de ces granites ont été soumis à des phénomènes tectoniques ultérieurs.

Deux autres épisodes magmatiques ont été mis en évidence; l'un deux, de caractère effusif, se situe vers la limite du Dévonien Supérieur et du Carbonifère Inférieur (348 ± 21 M. A.), l'autre, caractérisé par la mise en place de granites à hornblende, a un âge (227 ± 32 M. A.) qui le situe vers la limite Permien-Triasique.

Ces événements ont été mis en relation avec la succession des différentes formations sédimentaires.

ABSTRACT

The preliminary geochronological study of the rocks of the Ventana chain has confirmed the existence of a magmatic period which happened 574 ± 10 M.Y. ago. During this event, leucocratic granites were emplaced.

Some of these granites have been submitted later to tectonic phenomena.

Two other magmatic episodes have been detected. One of them, of an effusive character, took place at the limit between Upper Devonian and Lower Carboniferous (348 ± 21 M.Y.). The other one, 227 ± 32 M.Y., near the limit between Permian and Triassic, is characterized by the intrusion of hornblende granites.

These events have been related to the sequence of the different sedimentary formations.

I. INTRODUCTION

Nous présentons dans ce travail les résultats de recherches entreprises dans la partie occidentale de la chaîne de la Ventana, située au Sud Ouest de la Province de Buenos Aires, au Nord de Bahia Bianca (fig. 1). Dans le but de préciser le géochronologie de cette chaîne, des mesures rubidium-strontium ont été faites sur les roches

(*) Communication présentée et manuscrit déposé le 13 mars 1973.

(**) Commission de la Recherche Scientifique de la Province de Buenos Aires et Faculté des Sciences Naturelles et Musée, La Plata (Argentine).

(***) Laboratoires de Minéralogie et de Pétrologie, Université Libre de Bruxelles (Belgique).

ignées qui y apparaissent, roches dénommées par HARRINGTON (1947) « granites et porphyres felsitiques de Précambrien ».

La stratigraphie des différentes formations sédimentaires de cette région a été établie par HARRINGTON (1947) et par SUERO (1957).

Les roches ignées affleurent essentiellement dans la partie occidentale de la

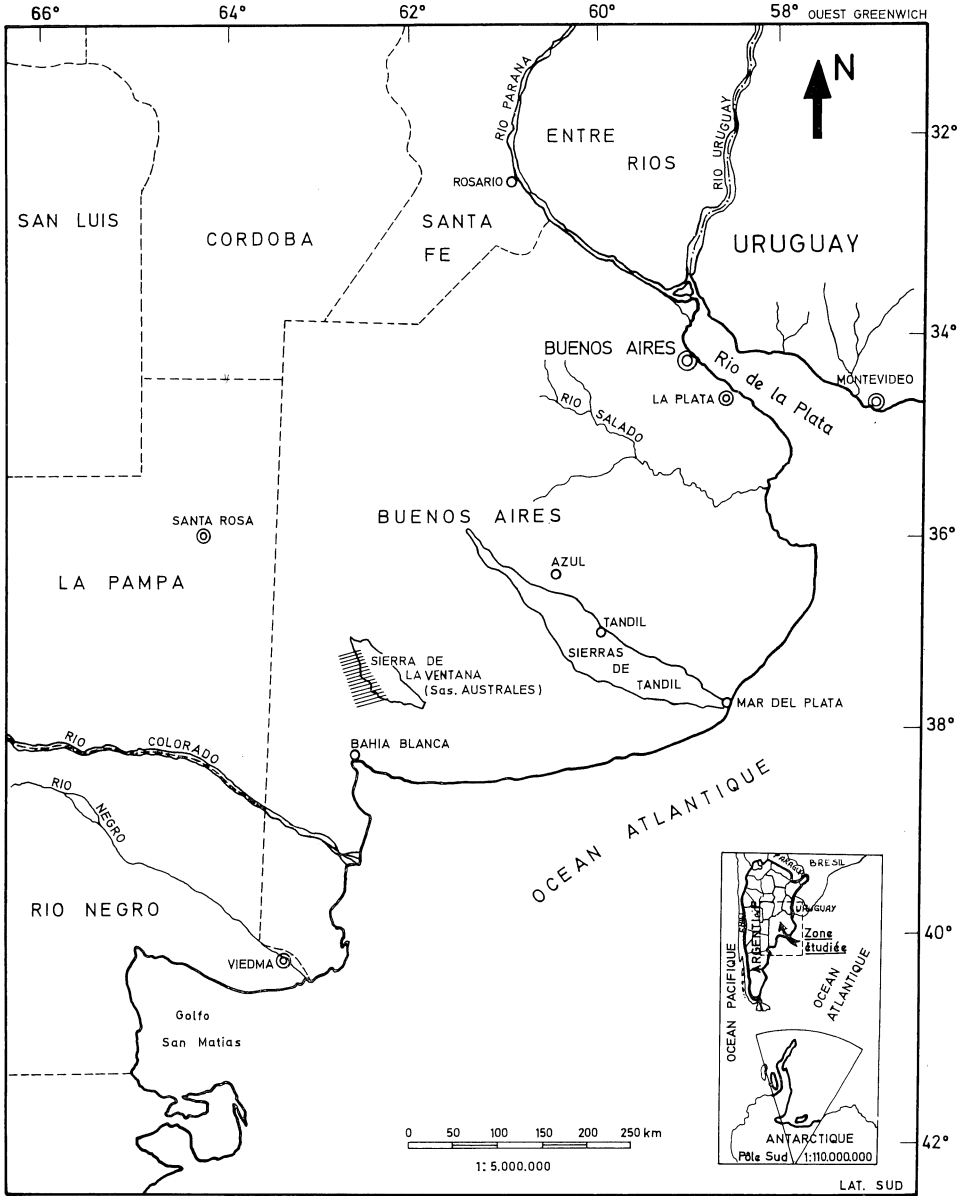


Fig. 1. — Carte géographique générale, ensemble occidental de la chaîne de la Ventana (hachures).

62° 50' O.G.

62° O.G.

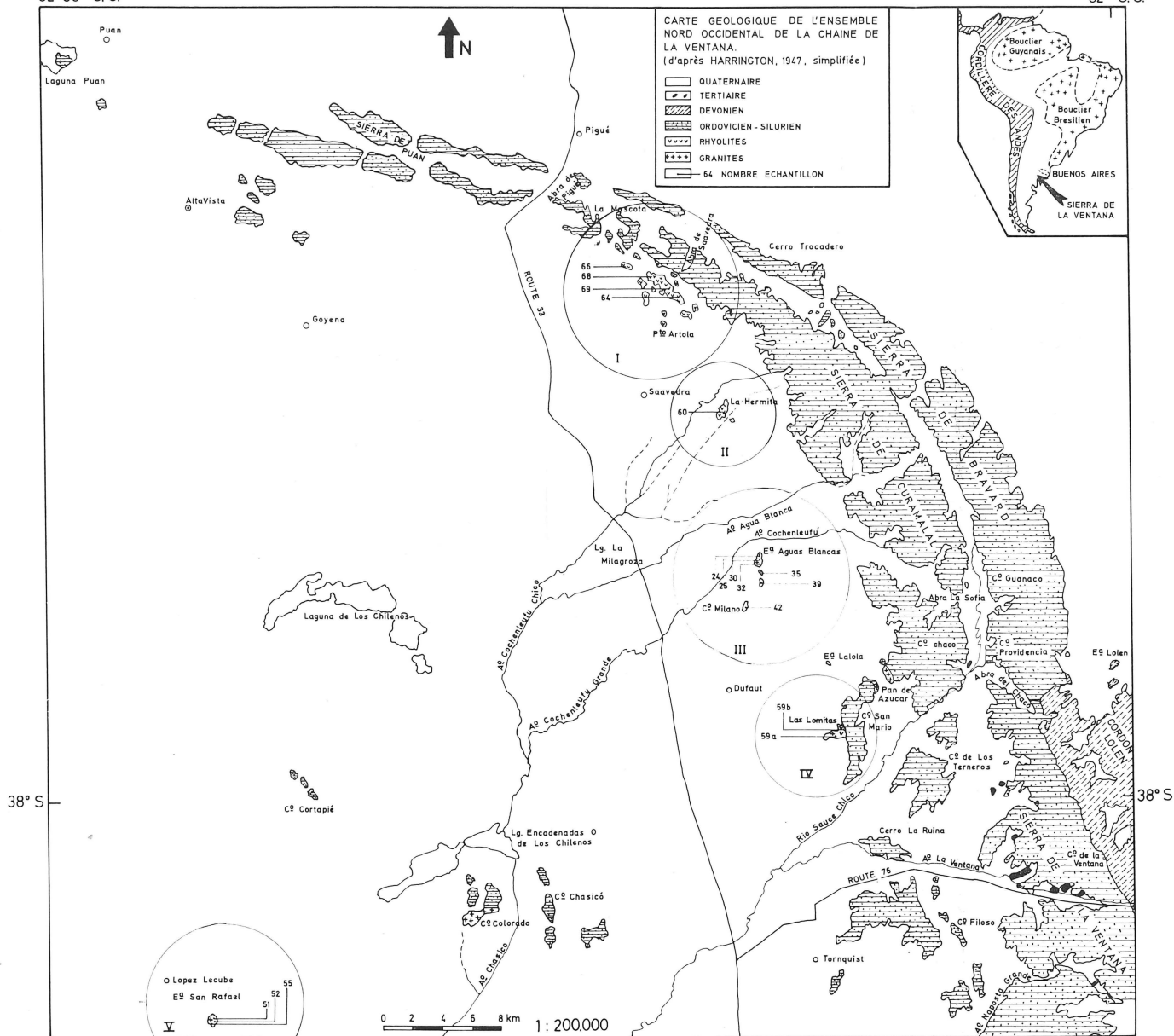


Fig. 2. — Carte géologique. Points de prélèvement et numérotation des échantillons. Localités étudiées : I) La Mascota. II) La Hermita. III) Aguas Blancas. IV) Las Lomitas. V) Lopez Lecube.

chaîne; elles ont été étudiées par : RAYCES (1941) pour la zone de Cerro Pan de Azúcar, par XICOY (1946) pour le Cerro Colorado (Chasico), par BONARELLI et PASTORE (1915) et plus récemment par CALMBELS (1955) pour l'affleurement granitique de Lopez Lecube; signalons également les importants travaux pétrologiques de KILMURRAY (1968a, 1968b) qui nous ont servi de guide lors de l'échantillonnage systématique et détaillé des roches étudiées (fig. 2).

En ce qui concerne les résultats géochronologiques déjà obtenus, citons : BORRELO et VENIER (1967) qui ont trouvé par la méthode Rb-Sr un âge de 492 M.A. pour le mica d'un granite de Aguas Blancas; CAZENEUVE (1967) qui a obtenu par A-K un âge Cambrien sur un échantillon de granite del Cerro Pan de Azúcar; HALPERN et al (1972) qui ont déterminé, par la méthode des isochrones Rb-Sr, un âge de 575 ± 10 M.A. pour trois roches totales de granites de la zone de Aguas Blancas.

La série sédimentaire (fig. 3) qui forme la partie axiale de la chaîne de la Ventana est considérée comme étant d'âge Paléozoïque (Ordovicien-Permien); elle est caractérisée à la base par le groupe *Curamalal*, composé d'un conglomérat à galets de quartzites, surmonté d'environ 1100 m de quartzites fortement plissés.

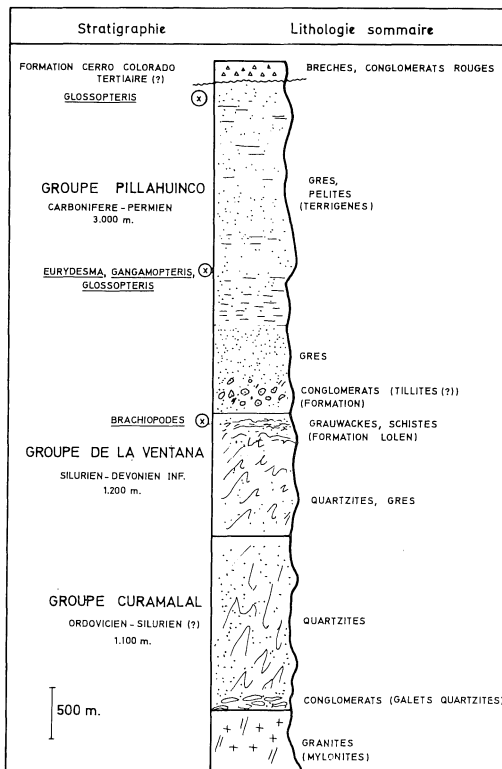


Fig. 3. — Stratigraphie des formations sédimentaires de la chaîne de la Ventana.

Séparé par une transgression, lui succède le *groupe* de la Ventana datant du Silurien (?) et du Dévonien inférieur; il est constitué à sa partie inférieure par des

quartzites et des grès et à sa partie supérieure par des grauwaackes et des schistes; des fossiles (brachiopodes du Dévonien inférieur) y ont été récoltés.

Le groupe *Pillahuinco* surmonte le précédent; il se compose successivement de 800 m de conglomérats chaotiques (tillites?) à galets de granites, de quartzites, de 300 m de schistes calcareux et enfin de 1500 m de sédiments terrigènes, grès et pélites fossilifères. À la base de ces derniers on rencontre *Gangamopteris* et *Glossopteris* et des pélécy-podes et brachiopodes, au sommet seulement les végétaux sus-mentionnés. Le tout appartient donc au Carbonifère-Permien.

La Formation *Cerro Colorado* représente la dernière phase de sédimentation et est séparée du groupe précédent par une discordance importante. Elle se compose de brèches et conglomérats rouges du Tertiaire (?).

Des hypothèses parfois discutables ont été formulées quant à l'âge des différentes formations de cette chaîne et à leur structure tectonique. Ce travail a été entrepris dans l'idée que des confirmations pourraient être apportées par l'étude géochronologique systématique d'échantillons représentatifs.

Les profils (d'après KILMURRAY, 1968a) correspondant aux affleurements de roches ignées sont schématisés à la figure 4.

En commençant par le Nord, on peut les grouper de la façon suivante :

- zones de la Mascota et La Hermita, composées de roches rhyolitiques (porphyriques) qui, au contact de la série sédimentaire, revêtent un aspect dynamométamorphique.
- zones d'Aguas Blancas, Cerro Pan de Azúcar et Cerro Colorado où affleurent des granites également dynamométamorphisés.
- zone de Las Lomitas, formée de granites et de rhyolites, accompagnés de mylonites vers le contact.
- zone de Lopez Lecube où affleurent des granites à hornblende. Ces derniers ne révèlent aucune trace de déformation cassante.

Du point de vue tectonique, le profil de l'ensemble granitique de Cerro Pan de Azúcar, publié par KILMURRAY (1969) montre clairement la présence d'un anticlinal très érodé déversé vers le Nord-Est. Il est constitué d'Ouest en Est par des roches mylonitiques en contact avec les conglomérats de la Formation La Lola, un dyke de diabase albitisé et enfin au centre de l'anticlinal, un ensemble granitique plus ou moins cataclasé.

Il est important de noter que d'après les conclusions de l'auteur, pratiquement toute la série lithologique décrite a été plissée, le plan des plis étant incliné vers l'Est. Ce plissement affecte le Permien inférieur mais non, semble-t-il, le Tertiaire. La série sédimentaire complète ne s'observe qu'en continuité latérale, le plissement étant le plus intense dans la partie Sud-Ouest de la chaîne où affleurent les roches les plus anciennes.

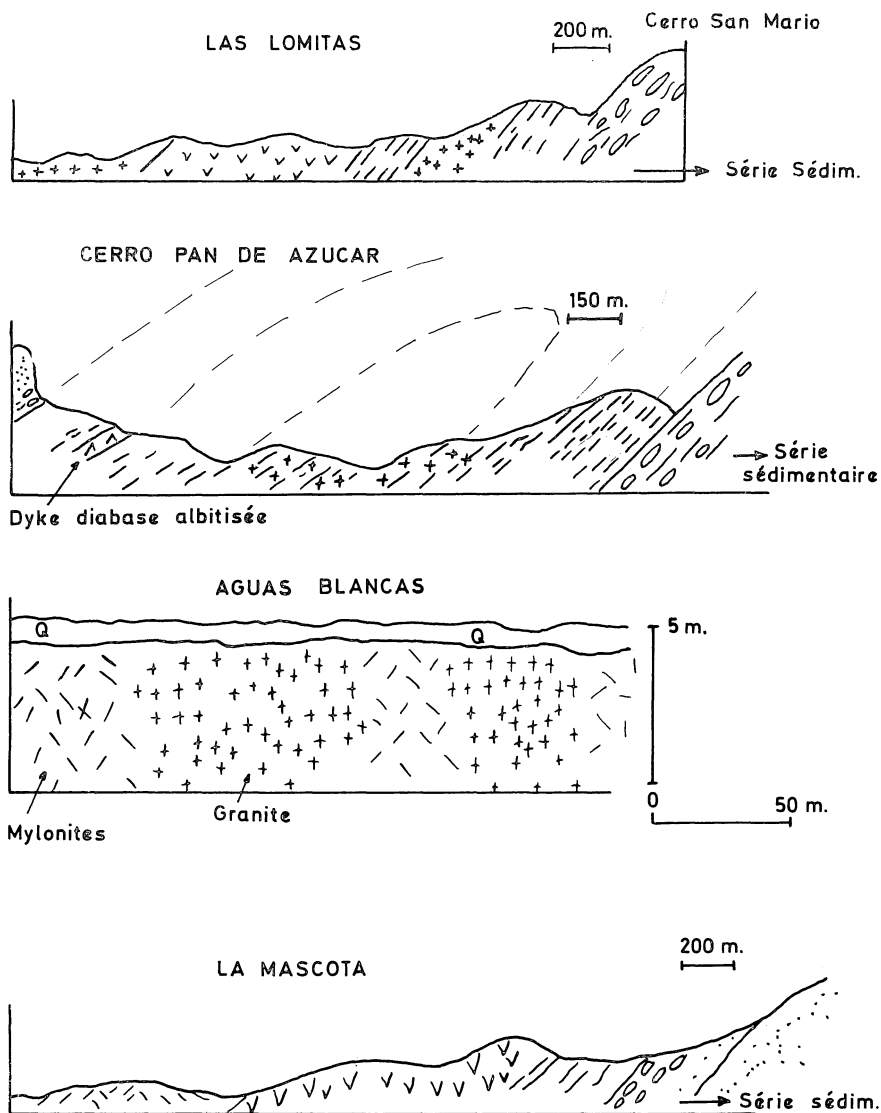
Dans le présent travail, les affleurements de La Mascota, La Hermita, Aguas Blancas, Las Lomitas et Lopez Lecube ont été échantillonnés. La pétrographie des roches étudiées permet de les grouper selon trois ensembles lithologiques distincts :

- 1) les granites leucocrates d'Aguas Blancas, Las Lomitas,
- 2) les rhyolites de la Mascota, La Hermita, Las Lomitas,
- 3) les granites à hornblende de Lopez Lecube.

(Voir paragraphe IV la description des échantillons).

S. O.

N. E.



+++ GRANITES

v v ROCHES RHYOLITIQUES

ROCHES CATACLASTIQUES

CONGLOMERATS A GALETS DE QUARTZITES (SERIE ORDOVICIEN-SILURIEN)

(PROFILS D'APRES KILMURRAY, 1968 - SIMPLIFIE)

Fig. 4. — Profils des affleurements de roches magmatitiques.

II. RÉSULTATS

La méthode de datation utilisée est celle du Rb-Sr sur roches totales. Le rubidium et le strontium ont été dosés par dilution isotopique. Les analyses isotopiques ont été faites par thermoionisation de l'élément; pour le rubidium, on a utilisé un filament de tantale (spectromètre de masse CH4 Varian MAT); pour le strontium, deux filaments de rhénium (spectromètre de masse TH5 Varian MAT).

Ce dernier appareil est muni d'un tube de 21,4 cm de rayon de courbure, l'angle de déflexion étant de 90° ; la sélection des différents isotopes se fait par sauts du champ magnétique d'un sommet de pic à l'autre. Le collecteur est du type cage de Faraday. Les données enregistrées sur un voltmètre digital sont perforées sur bande de papier, ensuite interprétées et traitées par l'ordinateur CDC 6400 au Centre de Calcul de l'U.L.B.-V.U.B.

Le strontium Eimer et Amend standard donne comme valeur de Sr-87/Sr-86, $0,7083 \pm 0,0001$, corrigé pour un rapport Sr-86/Sr-88 de 0,1194, avec l'amplificateur BDG utilisé pour ces mesures.

Les résultats analytiques obtenus sur 18 roches et 1 feldspath sont indiqués au tableau 1. Les figures 5, 6 et 7 montrent pour les 3 groupes de roches les isochrones qui ont été calculées d'après le programme de YORK (1966), avec $Rb_{87} = 1,47 \cdot 10^{-11} \cdot a^{-1}$. Les erreurs données dans le texte représentent 2σ .

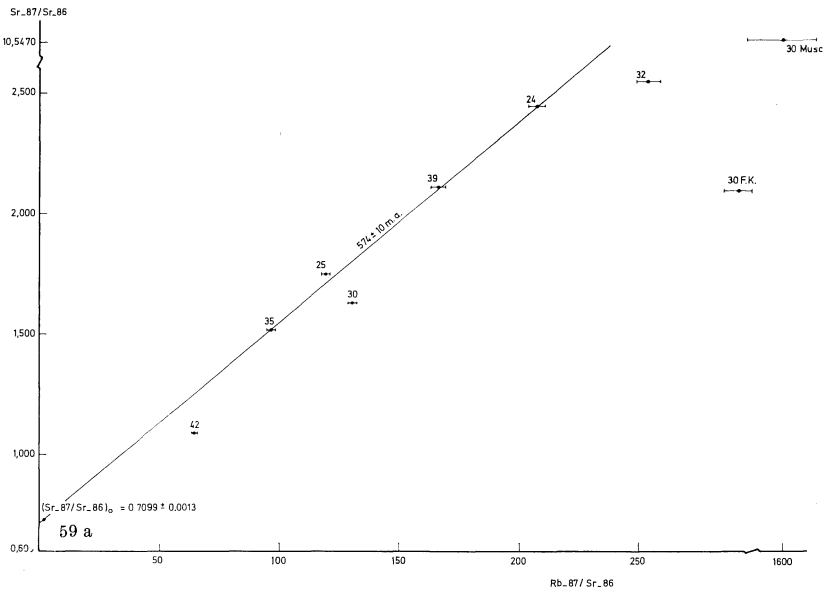


Fig. 5

1) *Granites leucocrates d'Agua-Blancas — Las Lomitas*

Cinq échantillons de roches totales (24-25-35-39-59a) s'alignent sur une isochrone d'âge 574 ± 10 M.A. avec (Sr-87/Sr-86) à l'origine de $0,710 \pm 0,0013$.

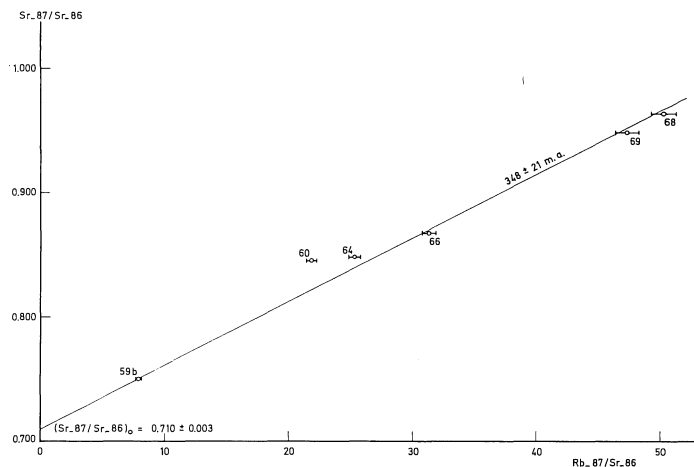


Fig. 6. — Rhyolites de la Mascota-Hermita-Las Lomitas.

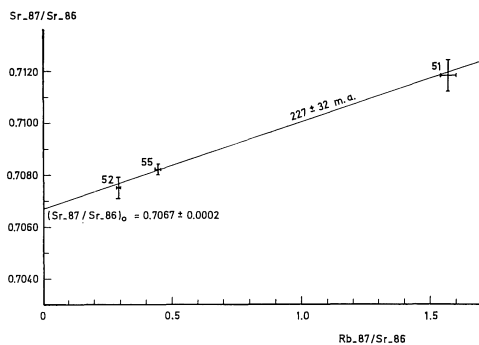


Fig. 7. — Granites à hornblende de Lopez Lecube.

Trois échantillons (30-32-42) ne se placent pas sur cette isochrone, compte tenu des limites d'erreur des déterminations analytiques. Considérés séparément, ils se répartissent autour d'une droite dont la pente correspond à un âge de 486 M.A. mais dont la signification est douteuse à cause notamment de la dispersion des points. D'après l'étude pétrographique, il semble que ces dernières roches puissent s'être comportées en système ouvert, l'examen des échantillons 30 et 32 montre en effet que la plupart de leurs minéraux sont tordus et cataclasés. En outre, l'isochrone feldspath-roche totale de l'échantillon 30, correspond à un âge de 197 M.A. avec $(\text{Sr-87}/\text{Sr-86})_0$ de 1,250, ce qui dans ce cas met en évidence la migration du strontium. La muscovite de cet échantillon est aussi manifestement rajeunie. Par contre, l'âge établi à 574 M.A. pour les cinq granites leucocrates confirme les résultats de HALPERN et al (1972).

Cette activité magmatique, responsable de la formation des granites leucocrates a donc eu lieu vers la limite Précambrien-Cambrien (*) et elle est antérieure au début de la sédimentation du groupe de Curamalal.

(*) The Phanerozoic Time-scale (a supplement) Geological Society of London — Special publication n° 5, 1971.

TABLEAU I

Résultats des mesures Rb-Sr sur des roches ignées de la chaîne de la Ventana

Éch. n°	Type de roche	Localité	Rb ppm	Sr ppm	Sr ⁸⁷ /Sr ⁸⁶ (**)	Rb ⁸⁷ /Sr ⁸⁶ (*)
51	Granite aplit.	Lopez Lecube	281,0	518,3	0,7118	1,565
52	Granite à hornblende	Lopez Lecube	121,6	1207,3	0,7075	0,2912
55	Granite à hornblende	Lopez Lecube	187, 1	1215,0	0,7083	0,4453
60	Rhyolite	La Hermita	159,9	21,66	0,8454	21,91
64	Rhyolite	La Mascota	200,8	23,30	0,8480	25,34
66	Rhyolite	La Mascota	248,3	23,27	0,8675	31,33
68	Rhyolite	La Mascota	269,6	15,90	0,9627	50,25
69	Rhyolite	La Mascota	266,2	16,66	0,9483	47,28
58b	Rhyolite	La Lomitas	185,0	67,85	0,7499	7,919
24	Granite	Aguas Blancas	480,4	7,96	2,449	207,3
25	Granite	Aguas Blancas	459,3	12,23	1,749	119,6
35	Granite	Aguas Blancas	387,8	12,67	1,517	96,39
39	Granite	Aguas Blancas	409,7	8,11	2,116	166,1
59a	Granite	Las Lomitas	204,0	262,0	0,7290	2,252
30	Granite	Aguas Blancas	456,9	11,04	1,632	130,52
32	Granite	Aguas Blancas	739,3	9,97	2,553	253,8
30FK	Feldspath K	Aguas Blancas	1.227	13,89	2,096	291,45
30MU	Muscovite	Aguas Blancas	3.405	12,08	10,547	1600,0
42	Granite fin	Mt. Milano	325,9	15,21	1,093	64,27

* La précision (2σ) sur Rb⁸⁷/Sr⁸⁶ est de 2 %.** La précision (2σ) sur Sr⁸⁷/Sr⁸⁶ est de l'ordre de 1 ‰ sauf pour l'éch. 24 ($2\sigma = 5 \cdot 10^{-3}$).

2) *Rhyolites de La Mascota — La Hermita — Las Lomitas*

Les points relatifs à cinq des six échantillons étudiés (69-68-66-64-59b) s'alignent sur une isochrone de 348 ± 21 M.A. avec $(\text{Sr-87}/\text{Sr-86})_0 = 0,710$.

Notons qu'aucun événement magmatique d'un tel âge n'avait encore été trouvé en Sierras Australes. Il s'est déroulé vers la limite Dévonien — Carbonifère et pourrait correspondre à la seconde discordance que l'on rencontre dans les formations sédimentaires. En effet, cette discordance stratigraphique se situe entre la formation Lolen datée du Dévonien Inférieur et le dépôt du groupe de Pillahuinco (Carbonifère — Permien). L'événement de 348 M.A. pourrait donc correspondre à des mouvements épeirogéniques accompagnés de distension et de la mise en place de roches rhyolitiques.

3) *Granites à hornblende de Lopez Lecube*

Les trois roches de ce type (55-52-51) se placent sur une isochrone de 227 M.A. ± 32 avec $(\text{Sr-87}/\text{Sr-86})_0 = 0,707$. Une hornblende de ces granites datée par A/K (CORDANI, communication privée) donne un âge de 240 ± 12 M.A.

L'âge de ces granites les situe donc vers la limite Permien — Triasique. Leur mise en place semble coïncider avec la fin de la sédimentation du groupe Pillahuinco et pourrait être contemporaine du plissement ultime de la chaîne de la Ventana, reconnu par les différents auteurs.

Il faut noter qu'une activité magmatique du même âge a été mise en évidence par HALPERN et al (1968 et 1971) dans le Nord de la Patagonie (232 et 226 M.A. avec $(\text{Sr-87}/\text{Sr-86})_0$ de 0,707. Une biotite qui se place sur la même isochrone témoigne de l'absence de tout événement postérieur important.

III. CONCLUSIONS

L'étude géochronologique préliminaire que nous avons entreprise sur les roches magmatiques de la chaîne de la Ventana a permis de confirmer l'existence d'une période magmatique qui a eu lieu vers la limite Précambrien — Cambrien, il y a 574 ± 10 M.A., et qui s'est manifestée par la mise en place de granites leucocrates. Certains de ces granites ont été soumis à des phénomènes tectoniques ultérieurs qui ont causé la cataclase de certains minéraux, l'ouverture de la roche accompagnée de remobilisation et de perte de Sr-87. Des mesures sur les minéraux de ces roches pourraient permettre de préciser l'âge de ces phénomènes tectoniques.

Deux autres épisodes magmatiques jusque là inconnus dans la région étudiée ont été mis en évidence; l'un d'eux, de caractère effusif, se situe vers la limite du Dévonien Supérieur — Carbonifère Inférieur (348 ± 21 M.A.), l'autre, vers la limite Permien — Triasique (227 ± 32 M.A.) est caractérisé par la mise en place de granites à hornblende. Ce dernier événement peut être rapproché de celui qui s'est développé dans le nord de la Patagonie, à la même époque.

La succession des phénomènes géologiques qui ont affecté la chaîne de la Ventana pourrait dès lors être synthétisée comme suit (voir fig. 3) :

- Mise en place de granites leucocrates (574 M.A.) avant la sédimentation quart-
zitique du groupe Curamalal
- Mise en place des rhyolites (348 M.A.), entre les groupes Ventana, essentielle-

ment d'origine marine, et le groupe Pillahuinco continental accompagnant des phénomènes épeirogéniques

— Mise en place des granites à hornblende (227 M.A.) et plissement de la chaîne de la Ventana, après la fin de la sédimentation principale datant du Permien.

Il s'agit donc d'un segment de la chaîne orogénique Permo-triasique « Samfrau » décrite par DU TOIT en 1937 déjà et dont l'importance se marque dans l'essai de reconstitution pré-dérive du Gondwanaland.

IV. DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS

a. *Granites leucocrates d'Agua Blanca-Las Lomitas :*

La région d'Agua Blanca s'étend au Sud de la rivière Cochenleufu et dans les environs de la ferme Agua Blanca. Trois affleurements isolés et sans rapport visible avec la série sédimentaire se succèdent du Nord au Sud; ils ont été exploités comme carrière de granite. La plus grande carrière a un diamètre maximum de 240 m, tandis que les autres ont des dimensions considérablement plus faibles. On y trouve d'épaisses masses de granites pegmatitiques ou aplitiques.

Le *feldspath K* (microcline, microcline-micropertitique) y est abondant et en cristaux bien développés. Le *quartz* est disposé en grandes plages à extinction onduleuse ou en mosaïque à extinction franche. Le *plagioclase* est peu abondant; il est composé d'albite-oligoclase et est accompagné de *muscovite*. De la *biotite* et des *minéraux accessoires* (fluorine, zircon, apatite et opaques) s'observent également par endroits. Le granite est traversé de zones à caractère mylonitique et localement des roches cataclastiques peuvent s'y présenter.

Le profil de Las Lomitas, situé plus au Sud, comprend également des granites du même type qu'Agua Blanca, mais avec un pourcentage plus élevé en minéraux micacés, ce qui leur donne un aspect plus nettement orienté.

Ces granites se composent essentiellement de feldspath K (microcline, microcline micropertitique), quartz, plagioclase, micas et accessoires. Ils sont aussi parcourus de trainées mylonitiques dans lesquelles des reliques de feldspath K et de quartz sont englobés dans une matrice plus ou moins homogène, composée de quartz, feldspaths et micas.

b. *Roches rhyolitiques de La Mascota-La Hermita-Las Lomitas :*

Elles ont été prélevées à trois endroits différents :

- 1) aux environs de la ferme La Mascota,
- 2) au Cerro Hermita,
- 3) au pied du Cerro San Mario dans la localité de Las Lomitas.

A la Mascota, les roches rhyolitiques de couleur gris-noir, gris-rouge, avec phénocristaux bien visibles, sont en contact vers l'Est avec la série sédimentaire. Ce contact n'est pas très net et toujours souligné par des alignements de phyllonites associés à du quartz hydrothermal.

Pétrographiquement, ces roches présentent une structure porphyrique avec phénocristaux de quartz et de feldspath K (micropertithe) noyés dans une pâte cryptogrenue. Les phénocristaux ont des formes euhédrales et subhédrales; la pâte

est composée essentiellement par du feldspath K et du quartz associés à des oxydes de fer en quantité variable. Localement, de la séricite et des minéraux micacés divers, en lamelles fines, envahissent la pâte. Les roches phyllonitiques révèlent une texture orientée très bien développée; elles sont composées d'un matériau micacé en micropaillettes parallèles et de linéoles où sont associés feldspath K et quartz.

c. *Granites à hornblende de Lopez Lecube :*

A Lopez Lecube, l'endroit le plus occidental de la chaîne,affleure, isolé de son contexte, un granite à hornblende qui par sa composition, sa texture et sa structure se différencie de tous les autres pointements de roches magmatiques rencontrés dans la zone occidentale de la chaîne de la Ventana. Le lieu de prélèvement se trouve aux environs de la ferme San Rafael, près de la gare de chemin de fer Lopez Lecube. L'affleurement le plus proche de ce dernier se situe à 20 km vers le Nord-Est, dans la Sierra Colorada (Chasico). La pétrographie de ce granite a été présentée dans les travaux de BONARELLI et PASTORE (1915) et CALMELS (1955).

La roche apparaît essentiellement comme une tonalite gris-rose renfermant de petites inclusions de matériau micacé. En général, elle est fraîche, si l'on excepte l'altération hématitique provenant des minéraux mafiques, qui peut s'y développer parfois en surface. La structure est hypidiomorphe et ne révèle aucune trace d'action dynamométamorphique.

Le *feldspath K* est le plus abondant; les cristaux sont bien développés, parfois perthitiques et englobant en bordure des bourgeons de structure myrmékitique. La plagioclase est un oligoclase basique; il apparaît en faible quantité (10 %). Le *quartz* est très peu abondant également, toujours inférieur à 10 %.

Parmi les minéraux foncés, on observe d'importantes quantités de hornblende verte et de biotite; les accessoires comprennent l'augite, le sphène, l'apatite, le zircon, le rutile et la pyrite. La roche typique présente un caractère syénitique très net.

L'affleurement comprend, outre la roche type, des différenciations leucocratiques aplitiques, composées de feldspath K, quartz et plagioclase et éléments de couleur grisâtre dispersés dans la masse granitique qui pourraient représenter d'anciennes formations géologiques digérées par le granite (xénolithes).

L'un d'entre nous (C.A.C.) tient à remercier les membres du Centre Belge de Géochronologie et spécialement le Professeur J. MICHOT pour l'hospitalité dans son Service et l'intérêt qu'il a porté à ce travail (*).

Les mesures ont été effectuées dans le cadre du programme du Centre Belge de Géochronologie, qui a bénéficié d'un subside du Fonds Belge de la Recherche Scientifique Fondamentale.

BIBLIOGRAPHIE

- BONARELLI, G. et PASTORE, F., (1915). — Una cantera de granito cerca de la Estación Lopez Lecube (F.C.S.) en el partido de Villarino (Provincia de Buenos Aires). *An. Mus. Nac. Hist. Nat.* XXVII, 127-138. Buenos Aires.
- BORRELLO, A. V. et VENIER, J. A., (1967). — Nuevos caracteres geológicos del granito de Aguas Blancas — Provincia de Buenos Aires. *Notas Com. Inv. Cient. Prov. Bs. Aires*, 2, 1-8, La Plata.

(*) Il a bénéficié d'une bourse de la commission de la recherche scientifique de la province de Buenos Aires (Argentine).

- CALMELS, A., (1955). — Estudio geológico y petrográfico de la cantara de Lopez Lecube, Provincia de Buenos Aires. Tesis Museo La Plata (ined.).
- CAZENEUVE, H., (1967). — Edades isotópicas del basamento de la provincia de Buenos Aires. *Ameghiniana*, **5**, 1, 3-10, Buenos Aires.
- DU TOIT, A. L., (1937). — Our Wandering Continents (Oliver and Boyd, Edinburgh).
- HALPERN, M., (1968). — Ages of Antarctic and Argentine rocks bearing on continental drift. *Earth Plan. Sc. Let.*, **5**, 159-167.
- HALPERN, M., LINARES, E. et LATORRE, C., (1971). — Edad rubidio-estroncio de rocas volcánicas e hipabisales (?) del área norte de la Patagonia, República Argentina. *Rev. Asoc. Geol. Argentina*, **XXVI**, **2**, 169-174. Buenos Aires.
- HALPERN, M., UMPIERRE URQUHART, M. et LINARES, E., (1972). — Radiometric ages of crystalline rocks from southern America as related to Gondwana and Andean geologic provinces. Upper Mantle Symposium — Buenos Aires. Vol. II. 345-356. Buenos Aires. 1970.
- HARRINGTON, H. J., (1947). — Explicación de las hojas geológicas 33 m y 34 m. Sierras de Curumalal y de la Ventana, Provincia de Buenos Aires. *Bol. Dir. Nac. Geol. et Min.*, **61**, Buenos Aires.
- KILMURRAY, J. O., (1968a) Petrología de las rocas ígneas de las Sierras Australes de la Provincia de Buenos Aires. *Rev. Mus. La Plata*, Sec. Geol. VI, 155-188. La Plata.
- KILMURRAY, J. O., (1968b). — Petrología de las rocas cataclásticas y el skarn del anticlinal del cerro Pan de Azúcar (Partido de Saavedra, Provincia de Buenos Aires). *Acta IIIas. Jorn. Geol. Argentinas*, III, 217-238. Buenos Aires.
- RAYCES, E. C., (1941). — Estructura tectónica del Cerro Pan de Azúcar en las Sierras Australes de la Provincia de Buenos Aires. Tesis Museo La Plata (ined.).
- SUERO, T., (1957). — Geología de la Sierra de Pillahuincó (Sierras Australes de la Provincia de Buenos Aires). Partidos de Cnel. Suarez y Cnel. Pringles. LEMIT, *Ser. II*, **74**. La Plata.
- XICOY, A. N., (1946). — Contribución al conocimiento petrográfico de las sierras Colorado y Chasicó (en los partidos de Saavedra y Tornquist) Provincia de Buenos Aires. Tesis Museo La Plata. (ined.).
- YORK, D., (1966). — Least squares fitting of a straight line. *Canad. Journ. Phys.*, **44**, 1079-1083.