

Cuadernos Geología Ibérica	Vol. 7	Págs. 327-335	Madrid 1981
----------------------------	--------	---------------	-------------

## DONNÉES GÉOCHRONOLOGIQUES SUR LES GRANITES DE LA CABRERA

POR

Y. VIALETTE \*, F. BELLIDO \*\*, J. M. FÚSTER \*\*  
y E. IBARROLA \*\*\*

### RESUMEN

El Plutón de La Cabrera constituye la intrusión granítica tardihercínica más oriental del Sistema Central español. Su carácter es netamente alóctono y su emplazamiento se verifica con posterioridad a los procesos metamórficos y deformativos de este ciclo.

La composición petrológica predominante es granítica (adamelítica), existiendo localmente facies marginales granodioríticas, y una gran proporción de rocas aplíticas y de grano fino muy diferenciadas. Este último tipo de rocas tiene relaciones de contactos variables frente a los granitos de grano grueso, a los que puede estar cortando nítidamente o bien presentar límites difusos y transicionales, generalmente en los afloramientos de mayores dimensiones.

Con el fin de establecer sus relaciones cronológicas se seleccionaron dos series, una de granitos de grano grueso y otra de la facies microgranuda sobre las que se han hecho determinaciones de Rb-Sr.

Ambas series dan buenas isocronas con los valores de  $310 \pm 14$  MA. y  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  inicial de 0,7094 para la facies de grano grueso, y  $287 \pm 5$  MA. y  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  inicial de 0,7073 para la facies de grano fino.

Se discuten las diferencias encontradas en estos resultados.

### INTRODUCTION

Les seules datations publiées sur des roches granitiques de la Sierra de Guadarrama sont celles de MENDES *et al.* (1972) qui ont

\* Lab. Associé n.º 10 C.N.R.S./Université. Clermont-Ferrand (France).

\*\* Departamento de Petrología. Universidad Complutense. Madrid.

\*\*\* Instituto de Geología Económica. CSIC. Madrid.

donné des âges sur minéraux compris entre 278 et 250 MA. La présente note fournit de nouvelles données sur le massif de La Cabrera.

Le pluton de La Cabrera, situé à 54 kms au Nord de Madrid, constitue l'affleurement le plus oriental de granite tardihercynien du Système Central Espagnol. Il s'agit d'une intrusion circonscrite, séparée des grandes masses granitoïdes de la Sierra de Guadarrama.

Ce granite est nettement allochtone et présente des contacts toujours discordants avec les terrains métamorphiques encaissants constitués de gneiss feldspathiques de haut degré dans la partie occidentale et dans le secteur oriental de schistes paraderivés dominants à degré métamorphique moyen.

L'intrusion est postérieure au métamorphisme et aux déformations hercyniennes. Elle développe un métamorphisme de contact, dont les conditions ont été estimées à  $\sim 1$  Kb. de pression et  $\sim 660^\circ$  C de température par BELLIDO (1979, 1980) et qui se superpose au métamorphisme régional.

Parmi les granitoïdes du secteur oriental du Système Central Espagnol, ce pluton présente de grandes analogies avec d'autres types d'un degré de différenciation équivalente, et se range pleinement dans les tendances calcoalcalines générales décrites pour les roches granitiques de cette région (APARICIO *et al.*, 1975).

Cependant il faut souligner dans ce pluton la grande abondance de termes très différenciés. D'après les caractéristiques lithologiques et géochimiques ces granites appartiennent au type I défini par CHAPPELL et WHITE (1974).

## CARACTERISTIQUES LITHOLOGIQUES ET GEOCHIMIQUES DES ROCHES GRANITIQUES

Le faciès prédominant dans le pluton est la composition granitique (adamellite), passant insensiblement à des faciès marginaux granodioritiques de faible extension et qui n'ont pas été représentés sur le schéma de la Fig. 1. Des granites à grain fin, aplitiques, correspondant à des termes plus acides, donnent des affleurements très étendus qui en général recoupent les granites à gros grain dominants. Cependant par endroits les contacts nets peuvent devenir graduels.

La composition minéralogique fondamentale est quartz, feldspath potassique, plagioclase et biotite, avec un peu d'amphibole dans les

---

Contribution n.° 1 du programme de collaboration entre le Laboratoire Associé de Chronologie-C.N.R.S. et Université de Clermont-Ferrand et le Département de Pétrologie, CSIC et Université Complutense de Madrid.

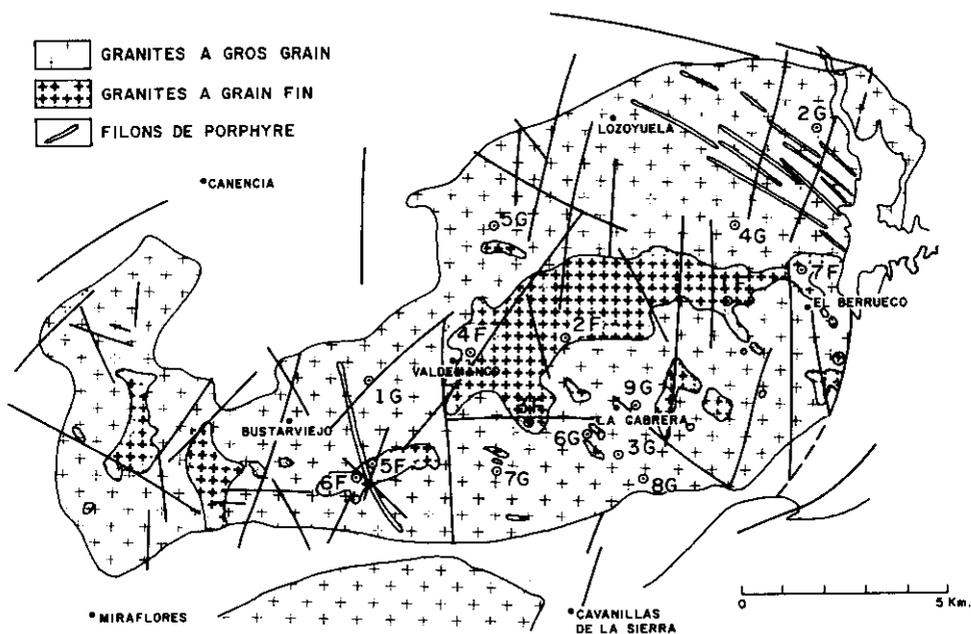


FIGURA 1

roches plus basiques. La muscovite est très peu abondante et toujours liée à des processus postmagmatiques.

Les différents faciès qui viennent d'être définis selon des critères texturaux et pétrologiques (faciès granodioritiques marginaux, granites à grain moyen ou grossier, et granites aplitiques à grain fin) sont aussi cohérents du point de vue géochimique. Ils peuvent être séparés nettement par des critères de discrimination basés sur des variables chimiques simples et en analyse multivariante avec pratiquement toutes les variables chimiques significatives (BELLIDO, 1979; BELLIDO et BRANDLE, 1979).

Les analyses chimiques moyennes et les écarts types des trois faciès définis sont présentés dans le Tableau I. La composition extrêmement acide des granites à grain fin, correspondant à des types plus évolués, se détache clairement de celle des granites à grain moyen ou grossier qui prédominent.

## DETERMINATIONS RADIOMETRIQUES

### *Mode Operatoire*

Des échantillons frais ont été récoltés dans les faciès à grain grossier et à grain fin. Les faciès basiques marginaux n'ont pas été

TABLEAU 1  
ANALYSES CHIMIQUES MOYENNES ET ECARTS TYPES DES DIFFERENTS  
FACIES DU PLUTON DE LA CABRERA

	(1)		(2)		(3)	
	m	$\sigma$	m	$\sigma$	m	$\sigma$
SiO <sub>2</sub>	72,99	1,37	76,02	0,71	67,79	1,28
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,04	0,53	12,99	0,31	15,75	0,40
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,54	0,29	0,29	0,22	0,84	0,34
FeO	1,40	0,47	0,72	0,21	2,42	0,47
MnO	0,04	0,02	0,03	0,01	0,05	0,02
MgO	0,54	0,25	0,22	0,20	1,17	0,29
CaO	1,45	0,45	0,90	0,33	2,72	0,38
Na <sub>2</sub> O	3,20	0,29	3,30	0,30	3,39	0,32
K <sub>2</sub> O	4,37	0,50	4,58	0,37	3,59	0,70
TiO <sub>2</sub>	0,22	0,09	0,09	0,06	0,46	0,12
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,07	0,04	0,03	0,03	0,13	0,04
H <sub>2</sub> O	0,87	0,27	0,58	0,20	1,33	0,49
	99,73		99,75		99,64	
Ba	432	202	122	145	635	116
Ce	65	18	52	13	67	18
Ga	18	3	17	3	20	2
Pb	47	43	61	33	27	1
Rb	228	39	286	40	168	33
Sr	117	32	50	34	183	24
Th	20	7	26	6	14	5
Zr	134	24	101	12	158	25

- (1) Granites à grain moyen à grossier.  
(2) Granites à grain fin, aplitiques.  
(3) Faciès marginaux granodioritiques.

échantillonnés à cause de leur proximité avec les contacts car on peut supposer un certain degré de contamination des bordures par les roches métamorphiques encaissantes, ce qui pourrait compliquer l'interprétation des résultats isotopiques.

Les teneurs en Rb et Sr ont été déterminées par dilution isotopique avec des étalons:  $^{84}\text{Sr}$  enrichi à 99,9% et  $^{87}\text{Rb}$  enrichi à 99,8%. La précision sur les mesures de teneurs est estimée à 1% et celle sur la constitution isotopique du strontium est, pour notre Laboratoire de 0,05%. Les isochrones ont été calculées suivant YORK (1966-1967). Les erreurs sur les âges et les rapports initiaux sont données à  $\pm 2 \sigma$ . Les âges sont calculés avec la valeur de  $1,42 \cdot 10^{-11} \text{ an}^{-1}$  pour la constante de désintégration du  $^{87}\text{Rb}$ .

## RESULTATS

Les résultats analytiques et les localisations des prélèvements sont donnés dans les tableaux n° 2 et 3 et reportés sur les figures 2.

Les 9 échantillons de *granite à gros grain* s'alignent sur une isochrone dont la pente conduit à un âge de  $310 \pm 14 \text{ Ma}$  ( $2 \sigma$ ) avec un rapport  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  initial de  $0,7094 \pm 0,0005$  [MSWD = 0,79].

Dans l'échelle de temps géologiques cet âge est à rapporter au Westphalien.

Une étude sur minéraux extraits de deux échantillons montre que les points représentatifs des feldspaths potassiques et des plagioclases sont situés sur la droite isochrone. Le refroidissement du massif a donc été très rapide; minéraux et roches totales ont fonctionné en système clos vis à vis de Rb et Sr en même temps.

Deux biotites ont également été datées, l'une en provenance d'une région du massif proche de la bordure mais éloignée des faciès à grain fin a donné un point situé en dessous de l'isochrone, et alignée avec sa roche totale correspondante, elle fournit un âge de  $288 \pm 12 \text{ MA}$ ; l'autre biotite prélevée à faible distance d'un des faciès à grain fin a fourni un âge de  $278 \pm 16 \text{ MA}$ . Ces deux résultats montrent que, alors que feldspaths potassiques et plagioclases ont fonctionné en système clos, très tôt les biotites ont continué de se comporter en système ouvert pendant près de 20 MA.

Les 7 échantillons de *granites à grain fin* intrusifs en petits massifs dans le granite à gros grain s'alignent sur une isochrone conduisant à un âge de  $288 \pm 5 \text{ MA}$  ( $2 \sigma$ ) avec un rapport initial  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  de  $0,7073 \pm 0,0018$  [MSWD = 1,47].

Les minéraux B, FK, PL extraits d'un échantillon s'alignent sur une droite donnant un âge de  $281 \pm 13 \text{ MA}$ ; par contre le plagioclase présente un strontium enrichi en  $^{87}\text{Sr}$ .

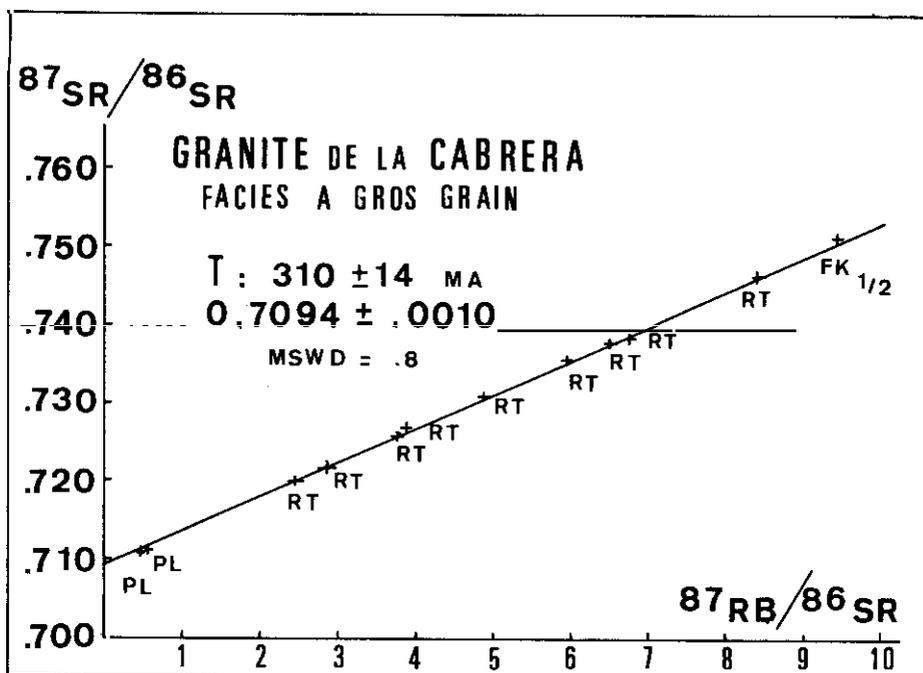
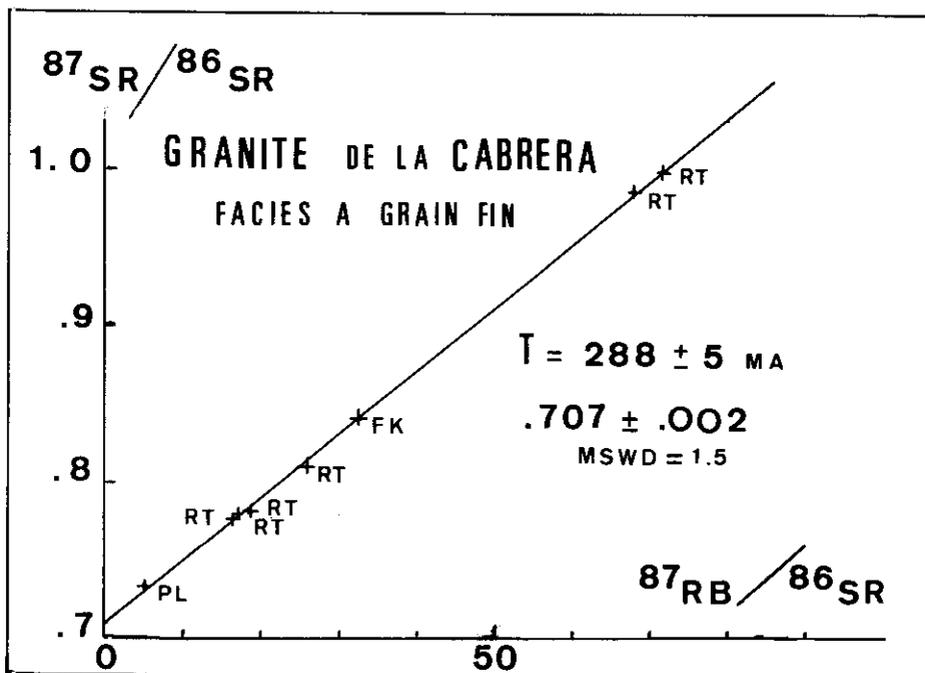


FIGURA 2

TABLEAU 2  
LA CABRERA: GRANITE A GROS GRAIN

Núm.	Rb	Sr	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	<i>Isochrone Williamson</i>
1 G	156	161	2,805	0,72150	A=0,70942      EA=0,00051 Constante C=1,42×10 <sup>-11</sup> a <sup>-1</sup> AGE=310 MA      1σ=7 Indice Deviations Ponderées MSWD=0,79  t = 288 ± 12 MA. t = 278 ± 16 MA.
2 G	189	84	6,506	0,73812	
3 G	166	127	3,790	0,72700	
4 G	196	84	6,750	0,73860	
5 G	166	127	3,770	0,72575	
6 G	178	106	4,848	0,73119	
7 G	222	76,8	8,380	0,74640	
8 G	147	173	2,451	0,72000	
9 G	187	91	5,939	0,73600	
Bi 8 G	499	12,79	118,4	1,1973	
Bi 9 G	741	11,03	210,2	1,5427	

TABLEAU 3  
LA CABRERA: GRANITE A GRAIN FIN

Núm.	Rb	Sr	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	<i>Isochrone Williamson</i>
1 F	232	39,8	17,009	0,77835	A=0,70727      EA=0,00094 Constante C=1,42×10 <sup>-11</sup> a <sup>-1</sup> AGE=288      1σ=3 Indice Deviations Ponderées MSWD=1,5  t = 281 ± 13 MA.
2 F	242	27,5	25,762	0,81160	
3 F	262	10,9	71,667	0,99933	
4 F	238	37,3	18,630	0,78205	
5 F	247	22,2	32,636	0,84094	
6 F	295	12,9	68,041	0,98815	
7 F	211	36,8	16,733	0,77600	
Bi 7 F	539	15,1	107,488	1,14239	
Pl 7 F	46	28	4,737	0,7358	
Fk 7 F	560	40	41,396	0,87197	

## DISCUSSION DES RESULTATS

Tout d'abord on observe une grande différence d'âge (22 MA) entre les deux faciès. Ceci n'est pas exceptionnel, mais semble, au contraire, être la règle dans de nombreux massifs. Les faciès les plus fins, enrichis en Rubidium et pauvres en Strontium ont des âges de mise en place plus jeunes que le faciès encaissant.

La valeur des rapports initiaux  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  est différente pour les deux faciès. C'est le granite à gros grain qui présente le rapport le plus élevé 0,7094 alors que pour le granite à grain fin ce même rapport est de 0,7072. Cette différence entre les deux valeurs laisse supposer pour ces deux granites une genèse à partir de magmas différents, à des périodes différentes. En effet, le granite à grain fin ne peut être considéré comme un magma résiduel car son enrichissement en Rubidium et sa faible teneur en Strontium aurait dû provoquer un enrichissement notable de ce magma en  $^{87}\text{Sr}$  pendant son séjour dans la chambre magmatique. Pour des teneurs moyennes en Rubidium de 247/ $\mu\text{g/g}$  et en Strontium de 26,7  $\mu\text{g/g}$  le rapport initial dans le granite à grain fin aurait dû passer de 0,7094 à 0,7178 en 20 MA.

Ces deux granites présentent des rapports initiaux plus élevés que les matériaux d'origine mantellique du même âge, ils ne peuvent donc pas dériver directement du manteau par une simple cristallisation fractionnée.

Malgré tout la continuité observée dans la variation des éléments majeurs et mineurs entre les deux faciès étudiés fait penser qu'il doit exister une certaine liaison génétique entre deux magmas.

## BIBLIOGRAFIA

- APARICIO, A.; BARRERA, J. L.; CARABALLO, J. M.; PEINADO, M., y TINAO, J. M. (1975): «Los materiales graníticos hercínicos del Sistema Central español». *Mem. Inst. Geol. Min. de España*, 88.
- BELLIDO, F. (1979): *Estudio petrológico y geoquímico del plutón granítico de La Cabrera (Madrid)*. Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid.
- (1980): «Estudio del metamorfismo de contacto asociado a la intrusión del plutón granítico de La Cabrera (Madrid)». *Estudios Geol.*, 36, 85-92.
- BELLIDO, F., et BRANDLE, J. L. (1979): «An application of Q-mode factor analysis to the geochemical study of a granitic pluton (La Cabrera, Sistema Central, Spain)». *Sciences de la Terre, Série «Informatique Géologique»*, 13: 111-123.
- CHAPELL, B. W., et WHITE, A. J. R. (1974): «Two contrasting granite types». *Pacific Geol.*, 8: 173-174.

- MENDES, F.; FUSTER, J. M.; IBARROLA, E., et FERNÁNDEZ SANTÍN, S. (1972):  
«L'âge de quelques granites de la Sierra de Guadarrama (Système Central Espagnol)». *Revista da Faculdade de Ciências de Lisboa*, 2.º, 5, C 17 (1),: 345-365.
- YORK, D. (1966): «Least-squares fitting of a straight line». *Can. J. Phys.*, 44: 1079-1086.
- (1967): «The best isochron». *Earth Planet. Sci. Letters*, 2: 479-482.