

CARACTÉRISTIQUES PÉTROLOGIQUES DES DÔMES PÉRIPHÉRIQUES DU MASSIF MAGMATIQUE D'EL AOUANA (JIJEL, ALGERIE)

Hanafi BENALI*, Belkacem SEMROUD* et Omar KOLI*

RÉSUMÉ

Le complexe magmatique d'El Aouana est situé à 20 Km au SW de Jijel et à 340 Km à l'Est d'Alger.

Du point de vue géologique, les roches magmatiques du massif d'El Aouana appartiennent à l'ensemble des roches éruptives cénozoïques du Nord de l'Algérie. Elles sont bordées à l'Est par les nappes de flyschs de Petite Kabylie et au Sud par les nappes telliennes des Babors.

Les roches étudiées affleurent au Nord, à l'Est, et au Sud du massif. Elles se présentent sous forme de dômes coniques dont la base est ovoïde à sub-circulaire. Chaque "dôme" est constitué par un seul type de roches qui peut être soit volcanique (dacite; andésite), soit subvolcanique (microdiorite, microgranodiorite et diorite).

Du point de vue minéralogique, les roches étudiées aussi bien volcaniques que plutoniques, sont constituées par des plagioclases de type Andésine-Labrador (An_{40-55}), hornblendes et du diopside. Ces roches présentent également de la magnétite et de la titanomagnétite.

L'étude thermobarométrique montre que les minéraux des roches d'El Aouana ont cristallisé à des températures de 800 à 900°C et des pressions de 2 à 5,5 Kbars. L'étude minéralogique a permis également de montrer que le magma originel était hydraté et à forte fugacité en oxygène.

Les données géochimiques montrent que ces roches sont subdivisées en deux groupes; l'un situé au Nord du massif caractérisé par des teneurs plus élevées en Al_2O_3 , Na_2O et Sr et plus basses en éléments traces (La, Ce, Eu, Y et Yb) que l'autre situé au Sud. Ces deux groupes forment deux séries magmatiques calco-alkalines ayant évolué par cristallisation fractionnée à partir de deux sources différentes.

Mots clés - Maghrébides - Magmatisme néogène - El Aouana.- Andésites - Microdiorites quartziques.

* FSTGAT, USTHB, BP32 El Alia, Bab Ezzouar, Alger.

- Manuscrit déposé le 17 Juillet 2001, accepté après révision le 18 Juin 2002.

PETROLOGIC FEATURES OF PERIPHERAL DOMES OF EL-AOUANA MAGMATIC MASSIVE (JIJEL, ALGERIA)

ABSTRACT

The magmatic complex of El Aouana is located 20 Km to the southwest of Jijel and 340 Km to the East of Algiers.

From a geological point of view, the magmatic rocks of the massif of El Aouana belong to the Miocene's igneous belt of the northern Algeria.

They are edged to east by the flyschs of "Petite Kabylie", and to the South by the "tellien" of the Babors.

Rocks that make the object of our study are located to the North, the East, and the South of the massif. They present conical domes whose basis is ovoid to sub-circular. Every "dome" is constituted by only one type of rock that can be volcanic (dacite; andesite), or subvolcanic (microdiorite; microgranodiorite; and diorite).

From the mineralogical point of view, the studied rocks as well volcanic as plutonic are constituted by plagioclases (Andesine-Labradorite, 40 to 55%An), Ca-amphiboles (hornblende) and diopside. Magnetite and titanomagnetite are also present.

The rocks of El Aouana are formed at temperatures of 800 to 900°C and pressures of 2 to 2.5 Kbar. The mineralogical study shows also that the original magma was hydrated and has a great fugacity of oxygen.

Geochemical data show that there are two groups of rocks; the first group, situated to the north of the massif, is characterised by great values of Al_2O_3 , Na_2O , and Sr compared to the second group. In the other hand La, Ce, Eu, Y and Yb are lowest.

These two groups form two calc-alkaline magmatic series evolved by fractional crystallization from two different sources.

Keywords - Maghrebides - Miocene - Andesites - Microdiorites - Calc-alkaline - El Aouana - Algeria.

INTRODUCTION

Plusieurs ensembles magmatiques d'âge Miocène affleurent le long de la marge nord-algérienne; à l'Est, de l'Edough à Cherchell, les granitoïdes sont prédominants alors qu'à l'Ouest, en Oranie, on ne retrouve que les produits volcaniques. Il s'agit essentiellement d'un magmatisme calco-alcalin andésitique présent dans l'Oranie (Megartsi, 1985; Louni-Hacini *et al.*, 1995), l'Algérois (Hernandez *et al.*, 1979; Ait Hamou, 1987; Belanteur, 1989; Belanteur *et al.*, 1995) et le Nord Constantinois (Semroud, 1981; Fougnot, 1990; Ouabadi, 1987; Ouabadi, 1994; Semroud *et al.*, 1994).

La mise en place de ce magmatisme est intimement liée à l'évolution géodynamique miocène des Maghrébides. Le complexe volcano-plutonique d'El Aouana s'inscrit dans ce cadre.

L'objet de cette note est de présenter des données pétrographiques, minéralogiques et géochimiques nouvelles sur les "dômes" volcano-plutoniques affleurant à la périphérie du massif magmatique d'El Aouana (fig. 1), l'un des jalons majeurs du magmatisme nord-algérien (Robin, 1970; Villemaire, 1987; Benali, 1994) et d'en discuter les implications pétrogénétiques.

CADRE GÉOLOGIQUE

Le massif volcano-plutonique d'El Aouana affleure sur le littoral de la Méditerranée à 350 Km à l'Est d'Alger. Il comporte deux complexes volcaniques et des intrusions périphériques (fig.1). Les complexes volcaniques sont représentés par la série de Bou Soufa constituée essentiellement de pyroclastites de type air fall et flow et d'épiclastites (Villemaire, 1987); surmontée par la série de Port Maria à laves andésitiques, dacitiques et rares pyroclastites (Glaçon, 1971). Ces deux complexes sont séparés par un horizon volcano-sédimentaire de

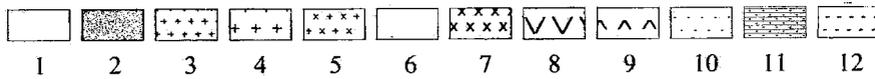
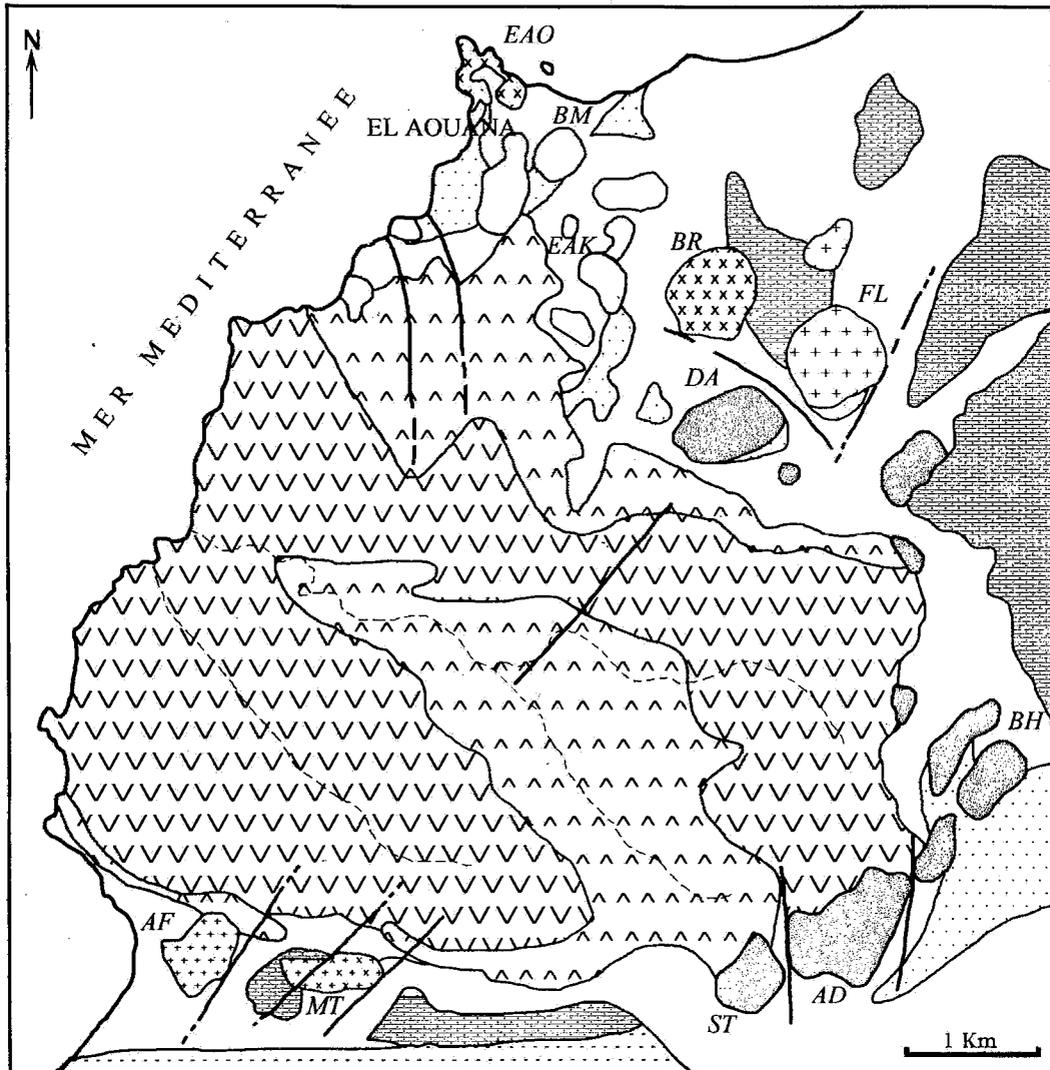
faible épaisseur. Les données paléomagnétiques (Robin, 1970) ainsi que les données stratigraphiques confirment la succession des deux séries, mises en place à partir du Langhien moyen.

Les intrusions périphériques constituent des corps de faible extension (dyke, sill < 500 m.) ceinturant les deux complexes de base et sont déposés suivant deux alignements NNW-SSE et NNE-SSW. Ces intrusions recoupent les flyschs oligocènes (Metamar, Safia, El Akiba, Bourbah); les marnes et les grès miocènes (El Aouana, Afouzer, Bouhalilet) ainsi que les flyschs crétacés (Filkoun) et les complexes volcaniques de Bou Soufa et Port Maria (Aïn Damouyene, Stara). Leur mise en place au Nord des unités telliennes des Babors (Obert, 1981) est nettement postérieure à celle des nappes de flyschs (léger métamorphisme des marnes du Burdigalien-Langhien). Les données paléomagnétiques (Robin, 1970) montrent que la mise en place des intrusions est postérieure à celle des séries volcaniques de Port Maria et de Bou Soufa.

Une datation radiométrique par la méthode K/Ar sur roche totale (Robin, 1970) donne un âge absolu de 14,9 Ma confirmant ainsi la mise en place au Langhien, c'est à dire postérieurement à la phase tectonique responsable de la structuration des zones internes des Maghrébides.

PÉTROGRAPHIE ET MINÉRALOGIE

Les intrusions périphériques sont constituées par un seul type de roches qui peut être soit volcanique (dacite, andésite), soit subvolcanique (microdiorite, microgranodiorite, et diorite) (tableau I). Les textures des roches varient de grenue, microgrenue porphyrique à microlitique porphyrique avec une composition minéralogique sensiblement identique pour les termes plutoniques et leurs équivalents volcaniques.



- | | |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| 1 Quaternaire | 7 Microdiorites Nord |
| 2 Andésites et dacites Sud | 8 Complexe volcanique de Port Maria |
| 3 Microdiorites Sud | 9 Complexe volcanique de Bou Soufa |
| 4 Diorite Sud | 10 Miocène |
| 5 Microgranodiorites de Metmar | 11 Flyschs oligocènes |
| 6 Andésites Nord | 12 Tellien |

AF: Aftis, AD: Aïn Damouyene, BH: Bou Halilet, BM: Bou Mali, BR: Bou Rebbah,
DA: Dar Attia, EAK: El Akiba, EAO: El Aouana, FL: Filkoun, MT: Metmar, ST: Settara

Fig. 1 - Carte géologique de la région d'El Aouana

Geologic map of El Aouana

Tableau I - Principales caractéristiques des roches des dômes périphériques de la région d'El Aouana
Main features of rocks of the peripheral of El Aouana region

Dôme	Nature des roches	Composition Minéralogique	Roches au contact	P° de cristallisation (amphiboles)	T° de cristallisation (amphibol-plagio)
METMAR	Microgranodiorite	Quartz-oligoclase- biotite-amphibole	Flysch numidien		
AFTIS	Microdiorite quartzique	Andesine-Amphibole- Quartz ± Biotite	Complexe volcanique de Bou Soufa	1,5 - 3,5	825
FILKOUN	Diorite quartzique	Plagioclase- Amphibole-Quartz	Flyschs crétaé et numidien		
AIN DAMOUYENE	Andesite quartzique	Andesine-Amphibole- Quartz	Complexe volcanique de Port Maria		
BOUHALILET	Andesite quartzique	Andesine-Amphibole- Quartz-Diopside	Marnes et Grès miocènes	2	880
DARAATIA	Andesite	Andesine-Amphibole- Diopside	Flyschs crétaés		
ELAKIBA	Andesite quartzique	(Andesine-Labrador) Amphibole-Quartz	Marnes et Grès miocènes - Flyschs crétaés	3 - 4	850
BOUMALI	Andesite quartzique	Andesine-Amphibole- Quartz	Marnes et Grès miocènes		
BOUREBAH	Microdiorite quartzique	Andesine-Amphibole- Quartz	Grès numidiens - Flyschs crétaés		
ELAOUANA	Microdiorite quartzique	Andesine-Amphibole- Quartz-Diopside	Marnes et Grès miocènes	3,5 - 5,4	840

Les plagioclases, phase principale et dominante de toutes les roches, apparaissent en phénocristaux présentant d'importantes zonations normales ou oscillatoires. Leur composition varie de An_{40} à An_{70} . Cette composition n'est toutefois pas homogène dans l'ensemble des roches étudiées. Ainsi les plagioclases des roches situées au Sud du massif (indépendamment de leur caractère volcanique ou intrusif) sont plus calciques ($3,5 < Na_2O < 5\%$; $10 < CaO < 13\%$) que ceux des roches volcaniques et plutoniques situées au Nord ($5 < Na_2O < 6\%$; $9 < CaO < 11\%$).

L'amphibole est le minéral le plus abondant après les plagioclases (dans la microgranodiorite de Metmar, il n'est cependant que sous forme de traces). Sa composition est comprise entre celle des magnésio-hornblendes (amphiboles des roches volcano-plutoniques situées au Sud du massif) et des hornblendes tschermakitiques (amphiboles des roches magmatiques Nord) ces variations se traduisent par une augmentation de Si compensée par la chute de Al_{IV} . Leurs faibles teneurs en Al_{IV} militent en faveur d'une source magmatique hydratée (Jakes et White, 1972). Les pressions de cristallisation de ces amphiboles (Johnson et Rutherford, 1989) sont de l'ordre de 3 à 5,5 Kb pour les roches subvolcaniques et de 1,5 à 3 Kb pour les roches volcaniques.

Les températures de cristallisation des plagioclases et des amphiboles (Blundy et Holand, 1990) sont d'environ 800 à 900 °C pour l'ensemble des roches. Ces températures sont identiques à celles obtenues par (Semroud, 1993) dans le complexe magmatique de Béjaia-Amizour.

Les clinopyroxènes en proportion relativement faible ne sont présents qu'au niveau de la microdiorite quartzique d'El Aouana, de l'andésite de Dar Aatia et de Bouhalilet. Ils sont représentés par du diopside dont les compositions

s'étalent entre $(En_{45}; Fs_{11}; Wo_{44})$ et $(En_{40}; Fs_{14}; Wo_{46})$. Leur forte teneur en Ca par rapport au Fe et Mg indiquerait que ces pyroxènes ont cristallisé en présence d'eau (Greeff et Ringwood, 1968).

GEOCHIMIE

Seize analyses chimiques réalisées par ICP sont présentées dans les (tableaux II et III). Les roches volcaniques et plutoniques des dômes périphériques d'El Aouana ont entre 53,75 et 68,6% de SiO_2 et des teneurs en Al_2O_3 assez élevées (15,1 à 18,59%). Elles sont plus calciques (4 à 7%) et plus sodiques (3 à 6%) que potassiques (0,7 à 2,6%). En outre, elles sont caractérisées par une faible teneur en Cr (6 à 34 ppm); Co (8 à 27 ppm) et Ni (9 à 30 ppm).

Les roches situées au Nord du massif (microdiorites quartziques d'El Aouana et de Bou Rebbah, et les andésites de Afouzer, Dar Aatia, El Akiba, Heddad et Bou Mali) sont beaucoup plus alumineuses et plus sodiques que celles situées au Sud (microdiorites quartziques des Aftis, andésites quartziques de Bou Hilet, Aïn Damouyene, Ben Amar, Tinneche et Cheria ainsi que la dacite de Stara), par contre elles sont plus pauvres en $(Fe_2O_3 \text{ total}, K_2O, MgO)$. Ces différences géochimiques entre les roches situées au Nord et celles plus au Sud sont également observées au niveau des éléments en traces. Du point de vue nomenclature, l'ensemble des roches se situe dans le domaine des andésites, high K andésites et dacites, dans le diagramme de Peccerillo et Taylor (1976), l'ensemble des roches étudiées appartient au domaine calco-alcalin (Mac Donald et Katsura, 1964), et métalumineux; caractères comparables aux granitoïdes miocènes de Bejaia-Amizour (Semroud *et al.*, 1994).

Ces roches aussi bien celles qui affleurent au Nord du massif que celles plus au sud sont caractérisées par leurs teneurs basses en terres

Tableau II - Composition chimique des éléments majeurs des roches d'El Aouana

Chemical composition of major elements of El Aouana rocks

Ech	I 5.1	17.6	I 21.6	I 10.1b	I 16.2	I 16.3	I 13.2	I 24.2	I 30.1	I 30.5	I 33.1	I 29.1	I 35.3.2	I 35.3.3	I 41.1.3	I 41.1.4
type	MGD	MDQ	DQ	AQ	AQ	AQ	D	AB	AQ	AQ	AQ	MDQ	MDQ	MDQ	MDQ	MDQ
Massif	MT	AF	FL	AD	BH	BH	ST	DA	EAK	EAK	BM	BR	EAO	EAO	EAO	EAO

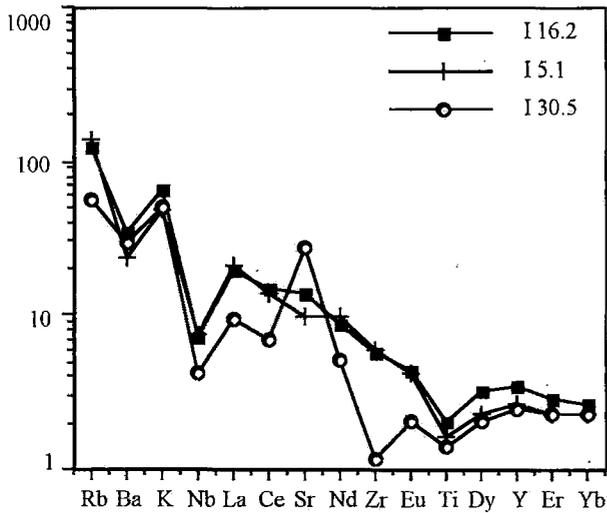
SiO ₂	68,60	60,50	61,00	62,85	62,00	60,85	60,50	54,75	61,15	60,50	59,50	59,20	58,70	61,30	56,00	58,70
TiO ₂	0,36	0,47	0,44	0,43	0,45	0,45	0,43	0,52	0,26	0,30	0,32	0,29	0,30	0,37	0,39	0,38
Al ₂ O ₃	15,10	15,70	16,22	16,00	16,20	16,10	15,74	16,87	17,94	18,59	17,80	17,50	18,25	18,52	17,05	17,85
Fe ₂ O ₃ *	5,07	6,20	4,94	5,54	5,71	6,03	5,58	6,88	5,28	4,51	5,68	5,67	5,25	5,12	6,48	7,00
MnO	0,01	0,06	0,05	0,04	0,06	0,07	0,05	0,13	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,07	0,08
MgO	0,49	2,90	3,37	2,27	2,87	3,29	2,49	5,46	2,20	1,81	2,77	2,69	1,51	1,10	3,55	2,88
CaO	2,60	5,45	4,53	5,10	5,12	5,38	6,24	4,35	4,58	4,45	4,65	4,30	6,50	3,95	7,50	5,05
Na ₂ O	3,35	3,35	4,79	2,98	4,05	4,17	3,25	4,45	5,76	5,65	5,35	4,85	5,66	6,42	4,85	5,35
K ₂ O	1,47	2,08	2,35	2,33	1,97	1,87	1,63	1,95	1,02	1,50	1,28	2,28	1,04	1,03	1,00	0,73
P ₂ O ₅	0,11	0,12	0,10	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,10	0,08	0,09	0,11	0,05	0,06	0,05	0,05
P.F	2,94	2,63	2,45	2,99	1,46	1,48	4,01	4,21	1,86	2,54	1,97	2,90	2,92	1,67	2,83	1,89
Total	100,10	99,46	100,24	100,64	100,00	99,80	100,04	99,69	100,19	99,96	99,44	99,82	100,22	99,57	99,77	99,96

Tableau III - Composition chimique des éléments en traces des roches d'El Aouana

Chemical composition of trace elements of El Aouana rocks

Ech	I 5.1	I 7.6	I 21.6	I 10.1b	I 16.2	I 16.3	I 13.2	I 24.2	I 30.1	I 30.5	I 33.1	I 29.1	I 35.3.2	I 35.3.3	I 41.1.3	I 41.1.4
type	MGD	MDQ	DQ	AQ	AQ	AQ	D	AB	AQ	AQ	AQ	MDQ	MDQ	MDQ	MDQ	MDQ
Massif	MT	AF	FL	AD	BH	BH	ST	DA	EAK	EAK	BM	BR	EAO	EAO	EAO	EAO

Rb	88	84	66	77	80	78	56	46	26	35	35	76	36	37	27	19
Ba	162	200	288	312	241	284	216	538	254	208	146	283	67	67	88	54
Sr	203	225	366	268	291	295	282	379	530	563	535	584	550	535	483	510
La	14.2	16.7	5.25	15.25	13.2	13.2	13.5	14	10.9	6.4	8.6	8.7	3.4	5.3	7.1	5.8
Nb	5.4	5.9	5.2	5.4	5.1	4.8	5.1	5.5	3.9	3.1	4	5.1	2.4	3.4	3.1	3.3
Ce	24	33	11	29	26	26	27	26	21	12.5	18.5	13.5	10	11	15	16
Nd	13	14	6.5	14.5	12	14	12	12	9	7	7.5	8	4	5.5	7	6
Zr	67	50	22	81	65	32	80	48	19	13	25	22	20	26	19	18
Eu	0.7	0.7	0.6	0.7	0.8	0.6	0.8	0.7	0.4	0.4	0.5	0.6	0.3	0.4	0.4	0.4
Y	12	16	11.5	17.5	16	14.5	15	17.5	11	11.5	13.5	14	9.7	8.7	14	10
Dy	1.7	2.4	1.6	2.6	2.4	2.2	2.4	2.6	1.4	1.5	1.9	1.7	1.3	1.4	1.8	1.7
Er	1.1	1.6	1	1.5	1.4	n.d.	1.3	1.4	1	1.1	1.5	1.2	1	1	1.5	1.3
Yb	1.2	1.4	1.0	1.6	1.3	1.2	1.5	1.2	1.1	1.2	1.2	1.3	1.0	0.8	1.2	1.0
Cu	8	50	3	35	7	33	30	112	22	3	30	48	10	25	65	40
Zn	27	n.d.	14	42	22	25	46	43	14	14	n.d.	13	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sc	10	18	19	16.5	17.7	17.7	15.1	14	10.7	13.7	14	12.6	14.5	10.7	19	18
V	118	160	159	138	148	155	24	161	159	175	185	172	197	219	220	235
Cr	15	21	34	25	22.5	24.5	16	10	5.5	7.7	9	5	5	5	6	5
Co	8	18	12	15	15.5	18	15	27	16	15	17	14	10	13	21	19
Ni	10	20	25	16	15.5	16.5	15	27	12	10	16	11	15	13	22	23



I 16.2 : Andésite de Bouhalilet

I 5.1 : Microgranodiorite de Metmar

I 30.5 : Andésite d'El Akiba

Fig. 2 - Spectres multiélémentaires normalisés au manteau primitif (Sun et Mac Donough, 1989) des roches représentatives de la région d'El Aouana

Primitive mantle-normalised multi-element patterns of representative rocks of El Aouana region

rars. En effet les teneurs en La ne dépassent guère 17 ppm alors que celles du Yb sont de 1,6 ppm au maximum. Leurs spectres normalisés au manteau (Sun et Mac Donough, 1989) sont plats de Eu à Yb et montrent des anomalies négatives en Ba ainsi qu'en Nb et Ti caractéristiques des roches calco-alcalines (fig. 2).

PÉTROGENÈSE

Plusieurs arguments plaident pour une origine profonde des roches étudiées : Elle sont relativement pauvres en SiO_2 (54 à 63%) et riches en MgO (jusqu'à 5,46%). Ces roches sont également caractérisées par une faible teneur en éléments incompatibles, notamment les terres rares. La prédominance des termes andésitiques et microdioritiques à amphibole, clinopyroxène et magnétite est un autre argument pour une telle origine.

Le comportement du La (élément compatible) en fonction du Sr (élément incompatible) ou du rapport La/Ba en fonction du Sr (fig.3) montre une évolution des roches des deux groupes (Nord et Sud) par cristallisation fractionnée. Ce diagramme indique en outre que ces deux groupes sont bien distincts et ne dérivent pas du même magma parent.

Les minéraux qui ont guidé la cristallisation fractionnée sont suggérés par le comportement des éléments majeurs et en traces. La corrélation positive de Al_2O_3 avec SiO_2 montre le faible rôle joué par le plagioclase. La diminution du MgO au cours de l'évolution de la roche nous indique le fractionnement de ferromagnésiens (clinopyroxènes et amphiboles). La corrélation positive entre Cr et MgO, forte dans le groupe Sud, et très faible dans le groupe Nord, montre que pour le groupe Nord le ferromagnésien qui a guidé l'évolution est le clinopyroxène, alors que pour le groupe Sud c'est plutôt l'amphibole qui en serait responsable. La diminution de Fe_2O_3^* et TiO_2 au cours de l'évolution suggère le fractionnement des oxydes ferrotitanés.

Les différentes caractéristiques des roches étudiées nous amènent à considérer l'évolution suivante : fusion partielle du manteau supérieur, préalablement enrichi en terres rares pour les roches du groupe Sud et d'une croûte océanique pour les roches du groupe Nord (Benali *et al.*, 1999). Les deux liquides résultant constituent les sources directes des roches étudiées. En évoluant par cristallisation fractionnée ils vont donner les différentes roches des deux groupes Nord et Sud.

En effet la métasomatose du manteau supérieur est suggérée par l'augmentation du rapport Ba/La alors que Nb/La est relativement constant (McCulloch et Gamble, 1991)

Le groupe Nord présente les caractères géochimiques des adakites définies par Defant

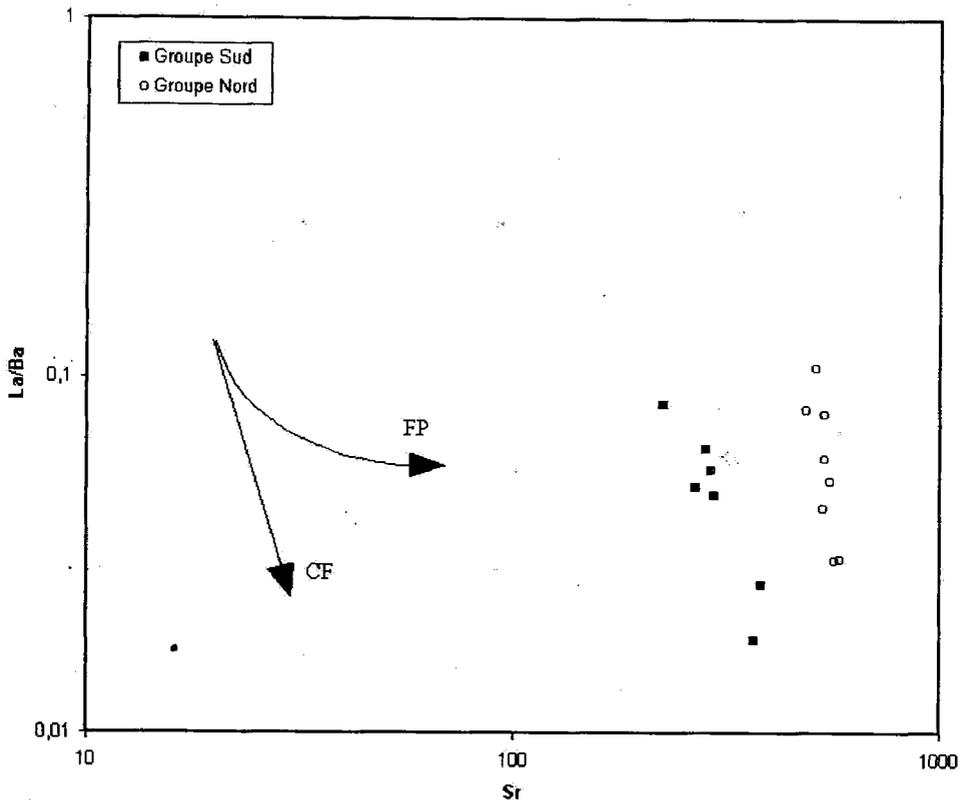


Fig. 3 - Comportement de La/Ba en fonction du Sr dans les roches de la région d'El Aouana
 FP : Fusion partielle CF : Cristallisation fractionnée

Behaviour of La/Ba versus Sr in the rocks of El Aouana region
 FP : Partial melting CF : fractional crystallisation

et Drummond (1990) : ce sont des roches acides $\text{SiO}_2 > 56\%$, sodiques Na_2O atteint parfois plus de 6% et alumineuses $\text{Al}_2\text{O}_3 > 16\%$, le Sr est rarement inférieur à 500 ppm, alors que Y et Yb sont très faibles <12 ppm et <1,2 ppm respectivement. Le caractère adakitique des roches du groupe Nord permet d'affirmer son origine par fusion d'une croûte océanique seule, phénomène capable de générer des adakites.

CADRE GEOTECTONIQUE

Du point de vue géotectonique, les roches d'El Aouana présentent les caractères des séries calco-alcalines liées à des zones de subduction. Dans les diagrammes de Pearce *et al.* (1981, 1984) et Pearce (1982), les roches étudiées se

placent dans les champs des roches d'arc volcanique. Ces caractéristiques calco-alcalines au sens large reflètent vraisemblablement des particularités de la source (Benali et Semroud, 1998; Ouabadi, 1994). En effet, le faible enrichissement en terres rares est incompatible avec une contamination crustale, les roches résultant d'une contamination crustale seraient plus enrichies en terres rares que les roches étudiées.

Par ailleurs, les minéralisations liées aux roches magmatiques d'El Aouana sont de type Kuroko (Villemare, 1987). Ce type de minéralisation, toujours associé à des zones de subductions (Ohmoto, 1996, Pouit, 1996), est un autre argument pour un cadre géotectonique de subduction pour les roches magmatiques d'El Aouana.

CONCLUSION

Les roches volcano-plutoniques périphériques du massif magmatique d'El Aouana se subdivisent en deux séries magmatiques bien distinctes ayant évolué par cristallisation fractionnée de deux magmas sources différents.

Ces deux séries présentent des caractères pétrographiques, minéralogiques et géochimiques des roches calco-alcalines liées à des zones de subduction. Elles sont à rattacher à l'ensemble des roches tertiaires de la chaîne alpine algérienne.

BIBLIOGRAPHIE

- AIT HAMOU, F., 1987. Etude pétrologique et géochimique du volcanisme d'âge miocène de la région de Hadjout (Ouest-Algérois). *Thèse Magister, USTHB, Alger*, 193 p.
- BELANTEUR, O., 1989. Pétrologie des roches magmatiques néogènes de Thenia. *Thèse Magister, USTHB, Alger*, 125 p.
- BELANTEUR, O., BELLON, H., MAURY R. C., OUABADI, A., COUTELLE, A., SEMROUD, B., MEGARTSI, M. ET FOURCADE, S., 1995. Le magmatisme miocène de l'Est Algérois : géologie, géochimie et géochronologie ^{40}K - ^{40}Ar , *Compte rendu de l'académie des sciences. Paris*, Série IIa, 321, 489-496.
- BELLON, H., 1976. Les séries magmatiques néogènes et quaternaires du pourtour de la Méditerranée occidentale comparées dans leur cadre géochronométrique: Implication géodynamiques. *Thèse Doctorat d'Etat, Paris*, 367p.
- BENALI, H., 1994. Les dômes périphériques du massif volcanique de El Aouana (pétrographie, géochimie, minéralogie, pétrogenèse). *Thèse Magister, USTHB, Alger*, 100 p.
- BENALI, H. ET SEMROUD, B., 1998. Les dômes périphériques du massif volcanique de El Aouana (pétrographie, géochimie, minéralogie, pétrogenèse). *Quatrième conférence internationale de Géologie du monde arabe, Caire, Egypte*, 21-25 /02/1998.
- BENALI, H., SEMROUD, B. ET BELANTEUR, O., 1999. Sur la présence d'Adakites à El Aouana (Algérie). *Première conférence internationale de Géologie africaine, Assiut, Egypte*, 23-25 /11/1999
- BLUNDY, J. D. AND HOLLAND, T. J. B., 1990. Calcic amphibole equilibria and a new amphibole-plagioclase geothermometer. *Contribution to Mineralogy and Petrology*, 104, 208-224.
- DEFANT, M. J. AND DRUMMOND, M. S., 1990. Derivation of some modern arc magmas by melting of young subducted lithosphere. *Nature*, 347 : 622-665.
- FOUGNOT, J., 1990. Le magmatisme Miocène du littoral Nord-Constantinois (Algérie). Caractères - Origines - Signification. *Thèse. Doctorat. INPL. (Nouveau régime.)*, E. N. S. G. A.
- GLAÇON, J., 1971. Le gisement de Cavallo (ElAouana), Algérie. *Bulletin du BRGM*, 2, Section II, 6, p. 69-78.
- GREEN, T. H. AND RINGWOOD, A. E., 1968. Genesis of the calc-alkaline igneous rocks suite. *Contribution to Mineralogy and Petrology*, 18, 105-162.
- HERNANDEZ, J. ET LEPVRIER, C., 1979. Le magmatisme calco-alcalin miocène de la région d'Alger, pétrologie et signification géodynamique. *Bulletin de la Société géologique de France*, 21, 73-86.
- JAKES, P. AND WHITE, A. J. R., 1972. Hornblendes from calc-alkaline volcanic rocks of islands arcs and continental margins. *American Mineralogist*, 57, 887-902.
- JOHNSON, M. C. AND RUTHERFORD, M. J., 1989. Experimental calibration of the Al in Hornblende geobarometer with application to long Valley Caldera (California) volcanic rocks. *Geology*, 17, 837-841.
- LOUNI-HACINI, A., BELLON, H., MAURY, R. C., MEGARTSI, M., COULON, C., SEMROUD, B., COTTEN, J. ET COUTELLE, A. 1995. Datation ^{40}K - ^{40}Ar de la transition du volcanisme calco-alcalin en Oranie au Miocène supérieur. *Compte rendu de l'académie des Sciences. Paris*, Série IIa 975-982.

- Mc DONALD, G. A. AND KATSURA, T., 1964. Chemical composition of Hawaiian lavas. *Journal of Petrology*, 5, 82-133.
- McCULLOCH, M. T. AND GAMBLE, J. A., 1991. geochemical and geodynamical constraints on subduction zone magmatism. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 102 : 358-74
- MEGARTSI, M., 1985. Le volcanisme mio-plio-quadernaire de l'Oranie Nord occidentale. *Thèse de Doctorat d'Etat, Université d'Alger, Alger*, 296 p.
- OBERT, D., 1981. Géologie des Babors (Algérie); importance de la paléotectonique alpine dans l'orogène alpin. *Revue de Géologie Dynamique et de Géographie Physique*, 25, 2, 99-117.
- OHMOTO, H., 1996. Formation of volcanogenic massive sulfide deposits: the Kuroko perspective. *Ore Geology Review*, 10, 135-177.
- OUABADI, A., 1987. Etude pétrologique du complexe magmatique du Cap Bougaroun. *Thèse Magister, USTHB, Alger*, 169 p
- OUABADI, A., 1994. Pétrologie, géochimie et origine des granitoïdes peralumineux à cordiérite (cap Bougaroun, Beni Toufout, et Filfila) Algérie Nord-orientale. *Thèse doctorat ès sciences, USTHB, Alger*. 257 p
- PEARCE, J. A., 1982. Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries. in *Andesites Edited by R.S.Thorpe* ©
- PEARCE, J. A., 1984. Role of the subcontinental lithosphere in magma genesis at active continental margins. In : "Continental basalts and mantle xenoliths". *Hawkesworh, C. J. Ltd*, 272p.
- PEARCE, J. A., HARRIS, N.B.W. ET TINDLE, A.G., 1984. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *The Open University, England*.
- PECCERILLO, A. AND TAYLOR, S., 1976. Geochemistry of eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastomonu Area, Northern Turkey. *Contribution to Mineralogy and Petrology*, 58, 63-81.
- POUIT, G., 1996. Synthèse sur les amas sulfurés volcanogènes (VMS) fossiles et actuels, *Chroniques de la Recherche Minière*, 525, 59-63.
- ROBIN, C., 1970. Etude géodynamique du massif volcanique du Cap Cavallo. (El-Aouana) Algérie. *Thèse 3^{ème} Cycle, Université Paris-6*, 152p.
- SEMROUD, B., 1981. Evolution pétrologique du complexe magmatique néogène de la région de Béjaïa-Amizour. *Thèse de Doctorat d'Etat, Université d'Alger, Alger*, 263p.
- SEMROUD, B., 1993. Caractères pétrologiques des laves miocènes de la région de Béjaïa-Amizour, (Algérie). *Bulletin du Service Géologique de l'Algérie*, 4, 55-64.
- SEMROUD, B., MAURY R. C., OUABADI, A., COTTEN, J., FOURCADE, S., FABRIÈS, J. ET GRAVELLE, M., 1994. Géochimie des granitoïdes miocènes de Béjaïa Amizour (Algérie du Nord). *Compte Rendu de l'Académie des Sciences. Paris, Série II* 319, 95-102.
- SUN, S. S. AND Mc DONOUGH, W. F., 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes, in: Saunders A.D. and Norry, M. J. (Eds), *Magmatisme in ocean basins, Geol. Soc. London spec. Publications*, 42, 313-345.
- VILLEMAIRE, CL., 1987. Les amas sulfurés du massif miocène d'El Aouana. Dynamisme de mise en place de roches volcaniques et implication métallogéniques. *Journal of African Earth Sciences*, 7, N°1, 133-148.