
ATTI ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
CLASSE SCIENZE FISICHE MATEMATICHE NATURALI
RENDICONTI

PIERMARIA LUIGI ROSSI, CARLO SAVELLI, ELIO
SOMMAVILLA

**Dati geologico—petrografici e radiometrici sulle
formazioni affioranti nei dintorni di Djanet (Sahara
Centrale)**

*Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche,
Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. 60 (1976), n.3, p. 263–273.*
Accademia Nazionale dei Lincei

http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1976_8_60_3_263_0

L'utilizzo e la stampa di questo documento digitale è consentito liberamente per motivi di ricerca e studio. Non è consentito l'utilizzo dello stesso per motivi commerciali. Tutte le copie di questo documento devono riportare questo avvertimento.

*Articolo digitalizzato nel quadro del programma
bdim (Biblioteca Digitale Italiana di Matematica)
SIMAI & UMI*

<http://www.bdim.eu/>

Geopetrochimica. — *Dati geologico-petrografici e radiometrici sulle formazioni affioranti nei dintorni di Djanet (Sahara Centrale)*. Nota di PIERMARIA LUIGI ROSSI (*), CARLO SAVELLI (**), e ELIO SOMMAVILLA (***), presentata (****) dal Socio P. GALLITELLI.

SUMMARY. — The outcrops examined are to be found near the oasis of Djanet in Eastern Hoggar (Algerian Sahara).

The field observations coupled with petrochemical and radiometric data have led to the recognition of a patch of an Early Ordovician rhyolitic flow (478 m.y.) overlying the granite. This is responsible for the thermo-metamorphism of the rocks of the Pharusian series into which it intruded 90-40 m.y. before the effusion. Thus the denudation of the granitic massif and the formation of the Saharian plateau occurred after this time span.

Two more basalt flows, 8.4 and 6.7 m.y. old, occurring in succession and of basaltic-basanitic chemical composition, have been studied.

INTRODUZIONE

Nel gennaio 1974 due degli Autori (Rossi e Sommovilla) parteciparono ad una spedizione geologica e alpinistica organizzata dalla S.U.S.A.T. (1) nel Sahara, avente come meta un gruppo montuoso della regione dell'Amadrord nell'Hoggar, ed ebbero occasione di sostare una decina di giorni nei pressi dell'Oasi di Djanet, ai margini orientali dell'Hoggar.

Durante la sosta si eseguì una esplorazione geologica dei dintorni dell'oasi: furono prese in considerazione soprattutto le formazioni vulcaniche.

Delle altre formazioni (metamorfiti precambriche, sedimenti cambro-ordoviciani e graniti) sono state osservate le caratteristiche principali, allo scopo di inquadrare stratigraficamente e tettonicamente gli eventi vulcanici.

Dei tipi litologici fondamentali è stato fatto lo studio petrochimico e sono state eseguite datazioni radiometriche.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Djanet è un'oasi situata in corrispondenza di una rientranza della cerchia dei Tassili n'Ajjer, la bastionata montuosa che fiancheggia l'Hoggar a nordest (fig. 1).

L'Hoggar (o Ahaggar) è una regione sahariana che ha una superficie di oltre 400.000 km² e una morfologia assai caratteristica. È suddiviso in una zona centrale montuosa che raggiunge i 3000 m di quota e in una fascia periferica con quote relativamente basse (tra i 500 e i 1000 m), sopra la quale si ergono, arrivando in parecchi punti a quote di 2000 m, le pareti dei Tassili.

(*) Istituto di Mineralogia e Petrografia dell'Università di Bologna.

(**) Laboratorio di Geologia Marina del C.N.R. Bologna.

(***) Istituto di Geologia, Paleontologia e Paleontologia Umana della Università di Ferrara.

(****) Nella seduta del 13 marzo 1976.

(1) Sezione Universitaria della S.A.T. (C.A.I.).

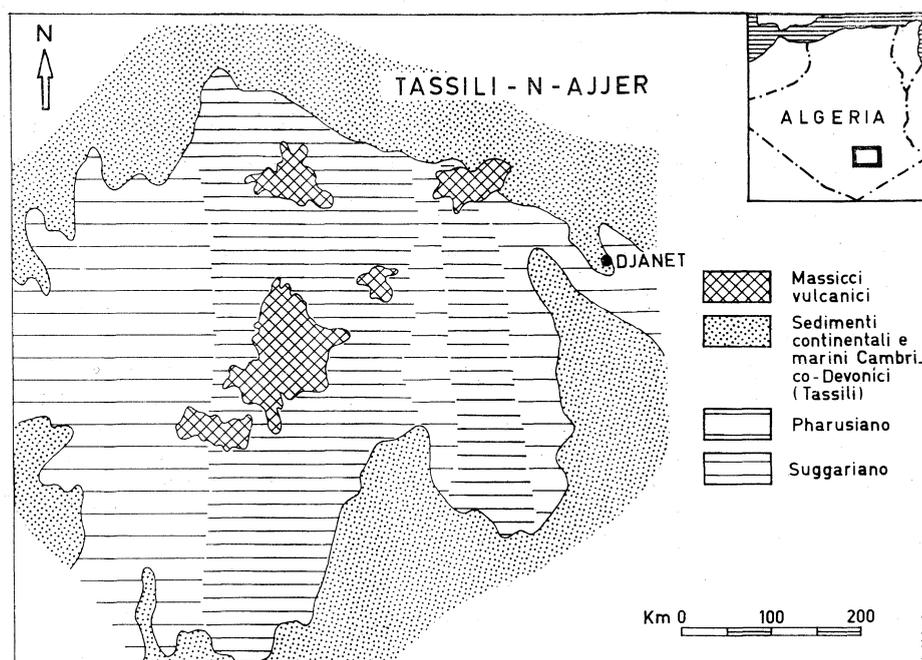


Fig. 1. - Schizzo geologico semplificato dell'Hoggar.

Le formazioni geologiche dell'Hoggar sono rappresentate a grandi linee da:

- 1) metamorfite precambriche, suddivisibili in due serie, una più antica (Serie Suggariana) e una più recente (Serie Pharusiana);
- 2) graniti precambri o (cfr. le conclusioni del presente lavoro) cambri;
- 3) complessi vulcanici con chimismo, strutture ed età assai varie, concentrati soprattutto nella zona montuosa centrale;
- 4) pochi lembi di sedimenti continentali e marini cretaci;
- 5) alcuni corpi intrusivi collegati con apparati vulcanici, localizzati soprattutto al bordo NE del gruppo centrale.

I Tassili sono un sistema di altipiani elevati in media di un migliaio di metri sopra la zona periferica pianeggiante dell'Hoggar e prospicienti su di essa con pareti subverticali. Essi sono suddivisi in zolle da vallate molto ampie dell'Hoggar scendendo radialmente verso i grandi bassopiani desertici del Sahara.

Le pareti della cerchia tassiliana sono costituite, in netta prevalenza, da formazioni continentali o marine cambro-devotiche, aventi giacitura periclinale rispetto al centro dell'Hoggar. Anche la topografia degli altipiani è inclinata in senso divergente, spesso con lo stesso angolo dei piani di stratificazione.

In conclusione, l'Hoggar corrisponde essenzialmente alla parte sommitale di un'enorme calotta tettonica, profondamente erosa ed interessata per tempi lunghissimi da grandi attività vulcaniche.

Questa struttura è impostata su una situazione tettonica precedente per la quale tutta la regione è suddivisa in zone di alto e di basso strutturale, orientate in direzione N-S e riconoscibili dalla distribuzione delle formazioni metamorfiche precambriche: le più recenti (Serie Pharusiana) in corrispondenza delle depressioni, le più antiche (Serie Suggariana) in corrispondenza degli alti strutturali. Oltre a queste strutture principali, esiste un sistema tettonico minore, con linee orientate in direzione NW-SE e NNE-SSW, anch'esse antiche, ma attive

anche per lunghi tempi successivi a quelli in cui nacquero i lineamenti tettonici fondamentali (cfr. Lelubre, 1952; Black, 1967 e Girod, 1971).

Djanet si trova entro la Valle dell'Oued in Debirene, una gola ampia e profonda, ma relativamente breve, che incide la cerchia dei Tassilli da NW a SE, perpendicolarmente alla direzione radiale tipica delle grandi vallate tassiliane.

La situazione geologica dei dintorni di Djanet, in base alla *Carte géologique du Sahara 1961* ed alla letteratura, è la seguente.

Le formazioni più antiche appaiono rappresentate da rocce metamorfiche, in facies di scisti verdi, della Serie Pharusiana. Le facies della Serie Suggariana, caratterizzate da metamorfismo più profondo, non sono presenti. Ci si trova cioè in corrispondenza di un basso strutturale precambrico.

In corrispondenza dell'asse vallivo passa una linea tettonica che ha determinato l'innalzamento del fianco orientale della valle.

Infatti le formazioni precambriche affiorano solo sul versante orientale dell'Oued In Debirene, mentre sul versante occidentale, alla stessa quota ed in giacitura suborizzontale, affiorano sedimenti cambro-ordoviciani. La direzione (NW-SE), l'età (la dislocazione ha interessato la serie cambro-ordoviciano) e l'estensione relativamente piccola di questo disturbo tettonico, lo fanno attribuire al sistema secondario, attivo per lunghissimi tempi, di cui si è detto sopra.

Sempre nei dintorni di Djanet, si hanno vasti affioramenti di rocce granitiche, localizzati soprattutto entro le formazioni metamorfiche del versante sinistro della valle, in minor quantità sul fondovalle ed in quantità ancor minore alla base del versante destro sotto alle formazioni paleozoiche antiche.

Questi graniti, nella carta geologica sopradetta, sono definiti come intrusivi o misti (in parte intrusivi e in parte migmatitici) e sintettonici e sono attribuiti ad un'epoca precedente al Cambrico: infatti tra granito e formazioni cambro-ordoviciane è indicata sempre una discordanza stratigrafica.

Sia nelle rocce metamorfiche che in quelle granitiche, la carta segna un certo numero di filoni microdioritici, microgranitici e quarzosi.

Le formazioni vulcaniche segnalate dalla carta citata sono due piccoli affioramenti di basalto, localizzati vicino all'asse principale delle valle, e distanti tra loro una quindicina di km. Non vi è alcuna indicazione sulla loro età.

ELEMENTI GEOLOGICI NUOVI E DATI PETROGRAFICI

1. *Metamorfiti.*

Nella valle dell'Oued In Debirene la serie Pharusiana è rappresentata da microconglomerati, areniti, siltiti, argilliti. Su tali rocce ha agito termomorficamente l'intrusione di un batolite granitico con un notevole corteggio filoniano, provocando una diffusa cristallizzazione statica di biotite.

La presenza di sola biotite come fase metamorfica, l'assenza, nell'ambito della esigua campionatura effettuata, di zonalità entro le rocce incassanti, ci avevano indotto a ipotizzare anche un probabile metamorfismo termico per surriscaldamento crostale successivo e legato alla messa in posto di magmi trachitici e basaltici, effusi copiosamente in tempi successivi in tutta la regione dell'Hoggar. La determinazione dell'età assoluta effettuata sulla biotite in tali rocce (Tabella II) ci ha permesso di stabilire con sicurezza che tali rocce sono state metamorfosate dall'intrusione granitica.

2. *Formazioni intrusive.*

La massa granitica si presenta alquanto inhomogenea, per variazioni di grana e per la presenza, soprattutto ai margini del corpo intrusivo, di numerose facies pegmatitiche.

Sono presenti i filoni, sia all'interno del massiccio che nelle formazioni incassanti. Oltre ai tipi indicati in letteratura (filoni microdioritici, microgranitici e quarzosi), si sono osservati dicchi pegmatitici e di porfido felsitico. I primi costituiscono un sistema subverticale con direzione prevalente N 80° W, i secondi un sistema, pure subverticale con direzione prevalente N 30 E circa.

I filoni di porfido felsitico sono costituiti da una roccia discretamente omogenea, di color grigio-giallastro e di aspetto selcioso. Al microscopio tale roccia mostra una struttura porfirica con massa di fondo microcristallina. Manca qualsiasi cenno di tessitura fluidale.

I cristalli di maggiore dimensione sono rappresentati da quarzo abbondante in parte idiomorfo e con marcate anse di riassorbimento, da microclin-pertite, da scarse lamelle di biotite, parzialmente cloritizzata e da rari plagioclasii sostituiti abbondantemente da plaghe di sericite.

Le caratteristiche di queste rocce sono simili a quelle descritte da Gravelle (1960) per le « rioliti » della regione di Silet (Sahara centrale). Di esse questo Autore scrive: «... Aucun indice ne permet actuellement de savoir si les « rhyolites » de l'Iskel ont atteint ou non la surface à l'époque de leur mise en place... Nous avons toutefois affaire incontestablement à des roches à faciés au moins hypo-volcaniques ayant fait intrusion dans un granite déjà constitué ».

3. *Riolite.*

In corrispondenza della parte settentrionale dell'oasi, affiora una roccia eruttiva, in cui macroscopicamente si notano grossi cristalli bianchi immersi in una massa di fondo grigio-scura. L'estensione degli affioramenti è modesta e gli spessori sono dell'ordine di 10 m. Al letto vi è il granito di cui si è detto sopra. Il tetto è eroso, e la formazione, dove non viene a contatto con il granito, è circoscritta dalle sabbie attuali. Perciò è impossibile ricostruire la forma originaria di questo corpo geologico. Sul terreno si è portati ad escludere che si tratti di una facies marginale del massiccio granitico, in quanto non si sono visti passaggi graduali tra questi due tipi litologici.

Al microscopio la struttura risulta chiaramente glomeroporfirica. I fenocristalli sono di due generazioni: i primi hanno dimensioni che raggiungono i 5 o 6 mm, i secondi sono inferiori a 0,5 mm ed hanno un orientamento preferenziale che impartisce alla roccia un lieve carattere fluidale (Tav. I, fig. 1). La massa di fondo è microcristallina.

La composizione mineralogica è data, per i cristalli di maggiori dimensioni, da plagioclasio zonato (An₄₀₋₂₅), sostituito in qualche punto da sericite, da pertite e da biotite parzialmente cloritizzata; tra i cristalli di dimensioni minori vi è plagioclasio più sodico (An₂₅₋₁₈), K-feldspato, biotite con lieve ossidazione di margine e rari granuli arrotondati di quarzo.

Sono presenti inoltre concentrazioni di cristalli, derivanti probabilmente da xenoliti, in cui si riconoscono anfiboli, biotite, clorite, epidoti, apatite, titanite e opachi.

I caratteri descritti permettono di attribuire l'affioramento ad una colata riolitica.

4. Colate femiche.

Dei due lembi di colate basaltiche già segnalate nella *Carte Geologique du Sahara*, si è preso in considerazione quello maggiore, situato qualche km a nord di Djanet.

Si tratta di un plateau suborizzontale di 3 km circa di lunghezza, 700 m circa di larghezza e con uno spessore medio di 10 m. Il tetto è quasi perfettamente piano (Tav. I, fig. 2). Al letto vi è un granito appartenente al massiccio intrusivo sopra descritto. La superficie-limite tra granito e basalto è ondulata: la lava livella quindi una paleotopografia dovuta ad erosione del tetto del granito.

Il plateau costituisce la parte sommitale di un rilievo tabulare, che si eleva di circa 30 m sopra il letto attuale dell'Oued. Cioè il basalto e il granito sottostante (quest'ultimo per uno spessore di 20 m circa) risultano terrazzati da un processo erosivo che, dopo l'effusione, ha approfondito il solco vallivo di una trentina di metri.

Il secondo affioramento è meno esteso e dista dal primo una quindicina di km. Nella zona intermedia si ha solo copertura alluvionale, per cui non risulta improbabile che i due affioramenti appartengano ad un unico corpo effusivo.

Nelle sezioni del plateau messe in luce dal terrazzamento, si osserva una superficie di discontinuità che potrebbe corrispondere ad un limite tra due colate sovrapposte. La parte del plateau sottostante a tale superficie è caratterizzata da una struttura grossolanamente colonnare (Tav. II, fig. 3); la parte sovrastante, più sottile della prima, presenta invece in molti punti una struttura globulare a fessurazione concentrica (Tav. II, fig. 4). Quest'ultima struttura è uguale a quella di una colata dell'Atakor (Hoggar centrale), interpretabile (Somnavilla, 1973) come fessurazione sferoidale primaria da contrazione (pseudo-pillows) dovuta alla presenza di acqua poco profonda.

In sezione sottile questa roccia mostra una struttura porfirica con massa di fondo microcristallina. I fenocristalli sono di olivina con $2V = 90^\circ$ (Fa_{12}). La mesostasi è costituita da olivina, clinopirosseno di tipo titanaugitico e da plagioclasti di composizione An_{55-60} .

Questa lava è caratterizzata inoltre dalla presenza di un numero notevole di inclusi, che, da un primo esame, sembrano corrispondere ai seguenti tipi principali:

- a) megacristalli di clinopirosseno con spessi bordi di reazione;
- b) olivina di composizione analoga a quella dei fenocristalli, con golfi di riassorbimento molto vistosi;

- c) spinelli;
- d) rari cristalli di quarzo marcatamente corroso e fratturato.

Su tali inclusi è attualmente in preparazione una Nota presso l'Istituto di Mineralogia e Petrografia dell'Università di Bologna.

DATI E CONSIDERAZIONI PETROCHIMICHE

È stata determinata la composizione chimica di quattro campioni: uno (18) proveniente da un filone di porfido felsitico di 4 m di potenza, localizzato a q. 1070 sulla parete W del M. Timbeur, un secondo (13 bis) rappresentativo della colata riolitica, e gli altri due prelevati dal plateau basaltico, il primo (20 bis) nella parte inferiore, il secondo (12 A) al tetto.

I metodi d'analisi impiegati sono stati i seguenti:

- a) via ponderale per SiO_2 , trival. tot., H_2O^+ , H_2O^- ;
- b) assorbimento atomico per Na_2O e MgO ;
- c) fluorescenza di raggi X per K_2O , CaO , $\text{Fe}(\text{tot.})$, MnO , TiO_2 , P_2O_5 ;
- d) via potenziometrica per FeO .

I dati delle analisi sono riportati in Tabella I.

Da un confronto tra le composizioni chimiche dei campioni 18 (porfido felsitico) e 13 bis (colata riolitica), risulta che il secondo ha un minor contenuto in SiO_2 ed una maggiore percentuale di Al_2O_3 , di $\text{Fe}(\text{tot.})$, di MgO e di CaO , mentre le quantità di Na_2O e di K_2O sono quasi eguali.

Il chimismo del campione 18 fa attribuire chiaramente questa roccia ai magmi riolitici. Per il campione 13 bis è stata effettuata la ricostruzione normativa secondo il metodo proposto da Rittmann (1973). Ne è derivata una composizione riodacitica (cfr. Tabella I). Occorre tener presente però che nel campione 13 bis è presente una certa quantità di xenoliti la cui composizione mineralogica (epidoti, anfibolo, biotite, clorite, apatite, titanite e opachi) è indubbiamente responsabile di un impoverimento in silice e di un arricchimento in ferro, magnesio e calcio.

In base a queste osservazioni, si può ritenere che ambedue queste rocce rientrino nell'intervallo composizionale dei magmi riolitici.

I dati chimici relativi ai campioni 20 bis e 12 A (provenienti rispettivamente dalla parte inferiore e superiore del plateau basaltico) mostrano una identità di composizione tra il letto e il tetto di questo corpo vulcanico. Si tratta di un chimismo che corrisponde bene a quello alcaliolivinbasaltico di alcune colate dell'Hoggar centrale e dell'Amador, classificate rispettivamente come basaniti-basanitoidi da Bordet (1952) e da Girod (1971) e come basalti da Remy (1958). La ricostruzione normativa secondo il metodo proposto da Rittmann (1973), determinata su una media delle due analisi eseguite sulle lave di Djanet, coincide con la norma C.I.P.W. calcolata da Girod (1971) per basa-

TABELLA I

Dati chimici e ricostruzioni normative secondo Ritmann (1973).

	18	13 bis	20 bis	12 A
SiO ₂	76,19	68,39	42,72	42,67
TiO ₂	0,06	0,32	2,12	2,14
Al ₂ O ₃	13,33	16,12	14,18	14,28
Fe ₂ O ₃	0,59	0,92	7,18	4,77
FeO ⁽¹⁾	0,35	1,75	3,92	6,14
MnO	—	0,06	0,23	0,25
MgO	0,12	0,37	10,12	10,67
CaO	0,66	2,19	11,72	11,37
Na ₂ O	4,01	4,39	3,67	3,54
K ₂ O	4,25	4,62	0,75	0,93
P ₂ O ₅	0,04	0,11	0,73	0,70
H ₂ O ⁻	0,16	0,32	0,70	0,68
H ₂ O ⁺	0,66	0,90	2,07	1,94
	100,42	100,41	100,41	100,08
Quarzo		21,3	(2) —	
Sanidino		25,9	4,7	
Plagioclasio		48,0(An ₂₂)	32,0(An ₅₆)	
Biotite		3,6	—	
Clinopirosseno		—	29,3	
Olivina		—	16,3	
Nefelina		—	12,7	
Apatite		0,2	1,6	
Ilmenite		0,2	1,8	
Magnetite		0,8	1,6	
		100,0	100,0	
I.C.		4,8	50,6	

(1) Analista G. Bocchi.

(2) Composizione normativa rappresentativa di una composizione chimica media.

niti-basanitoidi dell'Atakor. In effetti tali vulcaniti, in base alla composizione normativa cadono nel doppio triangolo di Streckweisen (1967) appena entro il campo dei basaniti al limite col campo dei basalti e la presenza di nefelina solo virtuale assegnerebbe secondo Lacroix (1933) a tali rocce il termine di basanitoide. Occorre però considerare, in accordo con Girod (1971), che clinopirosseni di queste lave, come quelli di tutti i basalti alcalini, contengono alluminio e titanio che si sostituiscono al silicio; così la presenza di tali clinopirosseni, molto abbondanti nelle lave in oggetto, si traduce in un deficit in silice che, nella ricostruzione normativa, fa apparire nefelina virtuale. Per i motivi esposti sembra più opportuno chiamare queste rocce basalti.

L'unica differenza riscontrata tra le composizioni della lava inferiore e superiore, riguarda il rapporto $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$, che è molto più elevato nella prima. Ciò potrebbe essere in accordo con l'ipotesi sopra accennata dell'esistenza di due colate, una subaerea ad una effusa in presenza di acqua.

DETERMINAZIONI RADIOMETRICHE

All'analisi radiometrica col metodo K/Ar sono stati sottoposti, oltre agli stessi campioni utilizzati per l'analisi chimica, i seguenti campioni:

12 S - proveniente dal tetto della colata di basalto e distante circa 1 km dal campione 12 A di cui è stato determinato il chimismo;

15 - proveniente dalla massa granitica principale;

10 - proveniente da una facies di bordo, pegmatitica;

23 - proveniente da una metarenite della serie Pharusiana.

In Tabella II sono riportati i risultati analitici e le età corrispondenti.

Dei campioni granitici e metamorfico è stata separata, con metodologie standard (separatore magnetico Frantz e liquidi pesanti), e analizzata solamente la biotite. Le frazioni granulometriche delle rocce vulcaniche (s.l.), analizzate *in toto*, e della biotite delle rocce granitiche sono comprese tra 1/2 e 1/4, mentre quelle della biotite metamorfica è compresa tra 1/8 e 1/16 di mm. I granuli del campione 18 con suscettività magnetica relativamente alta sono stati separati al separatore magnetico da quelli con suscettività bassa che sono stati utilizzati per l'analisi. È implicito che le analisi dell'argon e del potassio sono state sempre eseguite su materiali provenienti sullo stesso campione (la divisione in due porzioni è stata ottenuta con uno « splitter » della Soiltest Inc.).

Le abbondanze isotopiche dell'argon, dopo diluizione del gas contenuto nel campione con argon 38, sono state determinate in condizioni statiche con uno spettrometro di massa MS 20 della AEI, in linea con il sistema di estrazione e purificazione (Savelli, 1973). Con uno spettrofotometro ad assorbimento atomico Densatomic dell'Optica è stato analizzato il potassio in soluzioni contenenti 0,1 % di cesio. I dati sulle concentrazioni di K sono la media di due determinazioni.

TABELLA II.
Età K—Ar e relativi dati analitici.

CAMPIONE	Fusione			$^{40}\text{Ar}_{\text{rad}}$ cc STP/g	% $^{40}\text{Ar}_{\text{rad}}$	Età m.a. (**)
	% K_2O (*)	N.	Peso g.			
15-B granito	6,85	125	0,12 ₃	148×10^{-6}	92,2	570
10-B pegmatite . . .	6,99	107	0,11 ₃	$135,9 \times 10^{-6}$	56,9	515
18-RT porfido felsitico	4,73	120	0,06 ₅	$84,6 \times 10^{-6}$	77,2	475
13 bis-RT(*) riolite	4,42	133/ 164	0,32 ₃	$78,8 \times 10^{-6}$	82,2	478
23-B siltite	8,17	178	0,10 ₂	$156,5 \times 10^{-6}$	98,8	512
20 bis-RT basalto	1,06	106	0,88 ₃	$0,29_4 \times 10^{-6}$	12,3	8,4
12 A-RT basalto	0,92	115	1,43 ₅	$0,20_7 \times 10^{-6}$	9,1	6,8
12 S-RT basalto	0,59	124	3,66 ₂	$0,13_0 \times 10^{-6}$	8,4	6,7

B = biotite; RT = roccia *in toto*.

Analisti: C. Savelli e E. Lipparini.

(*) Media di due determinazioni.

(**) La deviazione standard delle età radiometriche è del 4% nei campioni antichi e del 10% nei campioni recenti.

Costanti: $\lambda_e = 0,585 \times 10^{-10}/a$, $\lambda_\beta = 4,72 \times 10^{-10}/a$ e $^{40}\text{K}/\text{K}_{\text{Totale}} = 0,0122\%$ in peso.

CONCLUSIONI

1. *Metamorfiti.*

Le rocce della Serie Pharusiana affioranti presso l'Oasi di Djanet, sul versante orientale della Valle dell'Oued In Debirene, non sono costituite da metamorfiti in facies di scisti verdi, come appare in letteratura, ma da rocce sedimentarie clastiche termometamorfosate dall'intrusione di un corpo granitico.

2. *Formazioni intrusive.*

Il granito che affiora sul fianco orientale della valle di Djanet, è chiaramente intrusivo in quanto tronca nettamente le formazioni Pharusiane e induce in esse un metamorfismo termico con neoformazione di biotite.

L'età dell'intrusione (570 m.a. per la facies granitica normale e 515 m.a. per la facies pagmatitica) corrisponde al Cambrico.

Questi dati trovano una perfetta analogia con le determinazioni fatte da Boissonas *et al.* (1969) su due plutoni dell'Hoggar centrale (Tioueiine e Iskel) appartenenti anch'essi alla Serie Pharusiana. Tali intrusioni, interpretate come

sinorogeniche e tardo-orogeniche, sono datate a 560 ± 40 m.a. (roccia totale) e a 551 ± 17 m.a. (biotite).

Le datazioni di Boissonas *et al.*, come le nostre, sono in disaccordo con quanto è stato affermato da precedenti Autori a proposito dell'età della Serie Pharusiana, dell'orogenesi ad essa corrispondente, della discordanza tassiliana e dei primi sedimenti paleozoici. Infatti la discordanza veniva posta all'inizio del Cambrico, e l'orogenesi pharusiana con i suoi graniti veniva considerata interamente precambrica.

Le nostre datazioni confermano per il bordo orientale dell'Hoggar ciò che gli Autori citati hanno dimostrato per l'Hoggar centrale: che cioè c'è stata una serie di intrusioni granitiche nel Cambrico e che i primi sedimenti sono posteriori a queste intrusioni (e naturalmente posteriori allo smantellamento della copertura dei massicci).

Tutto ciò comprova l'ipotesi avanzata recentemente da Lelubre (1967) sull'esistenza di una fase tettonica cambrica nell'Africa centrale.

3. *Formazioni vulcaniche antiche.*

Le osservazioni di campagna e i dati petrografici e radiometrici permettono di proporre come molto probabile l'esistenza di un'attività effusiva a chimismo riolitico di età ordoviciana inferiore (478 m.a.), collegata all'intrusione granitica, circa 90 m.a. più giovane della massa intrusiva principale e 35 m.a. più recente della facies pegmatitica.

La riolite presenta analogie petrografiche, chimiche ed in età assolute con filoni di porfido felsitico che attraversano il massiccio granitico.

Dal momento che la riolite sta sopra il granito senza alcun sedimento intermedio, l'intervallo di circa 90 m.a. tra la cristallizzazione della massa granitica principale e la messa in posto della lava riolitica, corrisponde al periodo in cui è stato denudato il massiccio intrusivo e si è formata la piattaforma sahariana, su cui in discordanza si sono depositati i primi sedimenti tassiliani, che perciò si possono approssimativamente datare attorno a 480 milioni di anni fa.

4. *Formazioni vulcaniche recenti.*

Sette o otto milioni di anni fa, quando l'erosione nella vallata di Djanet aveva raggiunto una quota superiore all'attuale di circa 30 m, si è verificata un'effusione di lava estremamente fluida che ha coperto, livellandolo, il fondo della depressione. Si tratta probabilmente di due colate sovrapposte, la prima subaerea (struttura colonnare, rapporto Fe_2O_3/FeO elevato), la seconda effusa in una bacino lacustre (fessurazione globulare a pseudopillows, Fe_2O_3/FeO basso).

Il chimismo risulta basaltico tendente a basanitico e si inquadra perfettamente in quello del vulcanismo subattuale di tutto l'Hoggar.

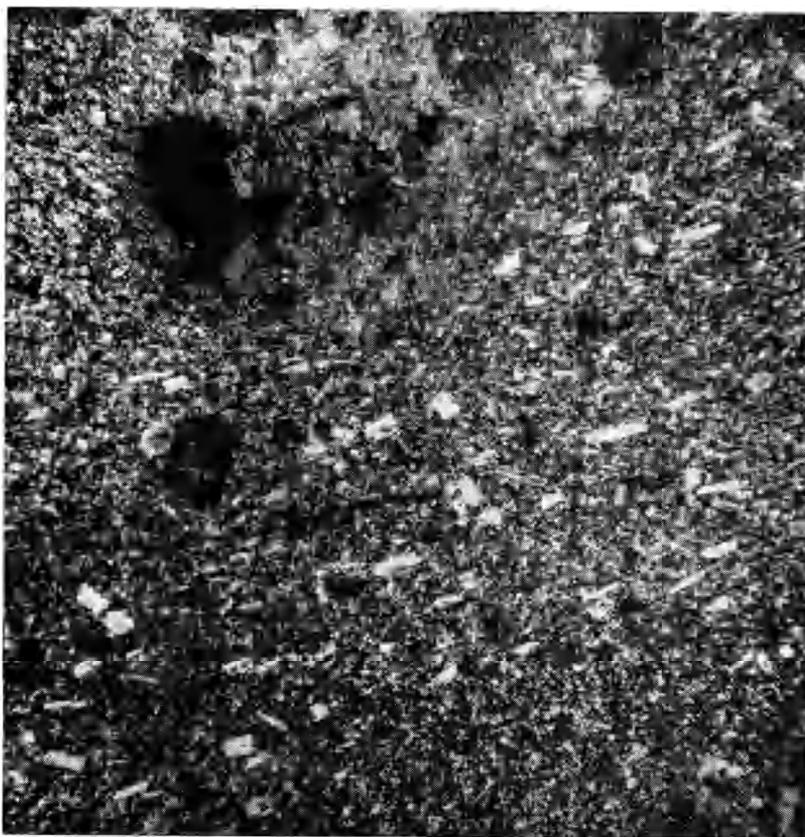


Fig. 1. – Colata riolitica. Particolare in cui è osservabile la tessitura fluidale data dai microfenocristalli feldspatici. Nicols incr., 40×.



Fig. 2. – Colate basaltico-basanitiche. È osservabile lungo la scarpata la linea di separazione dalla massa granitica sottostante.



Fig. 3. - Particolare della fig. 2: fessurazione pseudocolumnare della colata inferiore.



Fig. 4. - Particolare della fig. 2: corpi globulari a fessurazione concentrica tipici della colata superiore.

5. *Tettonica*.

Le attività magmatiche antiche e recenti della regione di Djanet sono localizzate in corrispondenza di una dislocazione che appartiene ad un sistema attivo nell'Hoggar per tempi lunghissimi (cfr. Girod, 1971). È un dato a conferma della stretta relazione osservabile in tutto l'Hoggar (cfr. Rognon, 1967) tra tettonica e magmatismo.

Gli Autori desiderano ringraziare il dott. Lauro Morten ed i proff. Claudio D'Amico, Annibale Mottana per le utili discussioni ed il prof. Paolo Gallitelli per l'interessamento mostrato e la lettura critica del manoscritto.

BIBLIOGRAFIA

- BLACK R. (1967) - *Sur l'ordonnance des chaînes métamorphiques en Afrique occidentale*, « Chron. Mines et Rech. Min. », 364.
- BOISSONAS J., BORSI S. e FERRARA G., FABRE J., FABRIES J. e GRAVELLE M. (1969) - *On the Early Cambrian age of two late orogenic granites from west-central Ahaggar (Algerian Sahara)*, « Canad. Jour. of Earth Sciences », 6.
- BORDET P. (1952) - *Les appareils volcaniques récents de l'Ahaggar*. XIX^e Congr. Géol. Intern., Monogr. Rég., 1^{er} sér., n. 11, Alger.
- GIROD M. (1971) - *Le massif volcanique de l'Atakor (Hoggar, Sahara algerien)*. Centre de recherches sur les zones arides, série: « Géologie », 12, Paris.
- GRAVELLE M. (1960) - *Exemples de relation entre granites et roches volcaniques acides dans le Précambrien de la région de Silet (Sahara Central)*, « Revue de Géographie physique et de Géologie dynamique », 3 (2).
- LAGROIX A. (1933) - *Contribution à la connaissance de la composition chimique et minéralogique des roches éruptives de l'Indochine*, « Bull. Serv. Géol. Indochine », 20 (3).
- LELUBRE M. (1952) - *Recherches sur la géologie de l'Ahaggar central et occidental (Sahara central)*, « Bull. Serv. Carte géol. Algérie », 2^e sér. 22, 2 vol., Algeri.
- LELUBRE M. (1967) - *Chronologie du Précambrien du Sahara central* (resumé), « Géol. Assoc. Canada. Intern. Meeting, Kingston, Ontario.
- REMY J. (1967) - *Étude géologique et volcanologique du Sud-Est de l'Amador en Ahaggar (Sahara Central)*. Thèse, faculté de Sciences, Université de Paris. Sciences de la terre, Mémoire n. 10.
- RITTMANN A. (1973) - *Stable mineral assemblage of igneous Rocks*. Ed. by W. von Engelhardt, Tubingen.
- ROGNON P. (1967) - *Le massif de l'Atakor et ses bordures (Sahara Central)*. *Étude géomorphologique*. Ed. C.N.R.S., Paris.
- SAVELLI C. (1973) - *Linee per misura di Argon 40 radiogenico del laboratorio di Geologia Marina*, « Giorn. di Geol. », 29 (1):.
- SOMMAVILLA E. (1972) - *Struttura complessa di una colata nell'Hoggar (Sahara centrale)* « Atti della Acc. delle Scienze di Ferrara » 49.
- STRECKEISEN A. L. (1967) - *Classification and nomenclature of igneous rocks*, « N. Jb. Miner. Abh. », 107, 144-240.
- Carte Géologique du Sahara 1 : 500.000* (1961) . - Bureau de Recherches Minières de l'Algérie.