

Le montagne dell'Air

(Niger; Sahara meridionale)
con riguardo particolare al gruppo del Tamgak

di Silvia Metzeltin*

con la collaborazione di Giancarlo Castelli Gattinara** e di Paola Castelli. Foto e disegni di Gino Buscaini.

Le montagne dell'Air sono fra le più segrete del mondo. Anche se non sono né molto elevate né molto importanti, conservano a tutt'oggi zone inesplorate di interesse alpinistico e il fascino di scoperte ancora possibili in altri campi della conoscenza. Questo fascino, tramandoci dai racconti dei pochi esploratori del secolo scorso, rinnovato dai recenti ritrovamenti di dinosauri e dalle ipotesi avanzate sul passaggio dei Garamanti, dalle stazioni neolitiche con graffiti, dalle simmetrie circolari presenti nelle strutture geologiche, fino alle vicende misteriose del geologo Kilian che per primo ne salì la montagna più alta, rivive ancora oggi per ogni viaggiatore.

La presente monografia comprende osservazioni inedite sulla morfologia, sui depositi alluvionali e sui reperti paleontologici del gruppo del Tamgak; è integrata da un capitolo dell'antropologo Giancarlo Castelli e dalla collaborazione di Paola Castelli per la toponomastica e la cartografia delle zone visitate nel Tamgak. Questo lavoro vuol essere un piccolo contributo alla conoscenza delle montagne dell'Air e un omaggio alla loro bellezza.

Generalità

L'Air è un complesso massiccio montuoso in gran parte desertico, emergente nel Sahara meridionale. Situato fra i paralleli 17° N e 20°30' N e i meridiani 7°30' E e 10° E, si estende per c. 400 km in direzione N-S e fino a c. 250 km in direzione E-W, coprendo una superficie di c. 70.000 km².

Si può considerare come un'apofisi meridionale del massiccio dell'Hoggar, quasi simmetrica a quella dell'Adrar des Iforas situata più a ovest.

Politicamente, l'Air appartiene al dipartimento di Agadès della Repubblica del Niger, ex-colonia francese indipendente dal 1958. Il francese è rimasto lingua ufficiale; in cartografia e bibliografia i toponimi sono trascritti in grafia fonetica francese. La lingua indigena più parlata è l'Haoussa. La religione più diffusa è l'Islam, con residui animisti.

Nel capoluogo Agadès 17° N / 8° E (494 m), al margine SW dell'Air, è concentrata la maggior parte della popolazione; vi si trovano i servizi amministrativi, aeroporto, qualche albergo. Nella regione montuosa dell'Air la popolazione è molto scarsa. Quella sedentaria appartiene agli Haoussa e si ritiene del resto che essi siano originari dell'Air (che chiamavano Azbine), da dove vennero probabilmente cacciati verso sud dai Tuareg che, insieme ai Peul, ne costituiscono l'attuale popolazione nomade. I Tuareg sono in parte meticciati con i loro antichi schiavi negri.

Sul bordo occidentale del massiccio passa la sola pista grande e frequentata, che collega Agadès con la località mineraria di Arlit, da cui parte una pista che raggiunge In Guezzam, posto di frontiera ufficiale fra Niger e Algeria. All'interno del massiccio sono situate alcune oasi, raggiungibili lungo piste precarie, per soli mezzi fuori strada: El Meki (villaggio minerario),

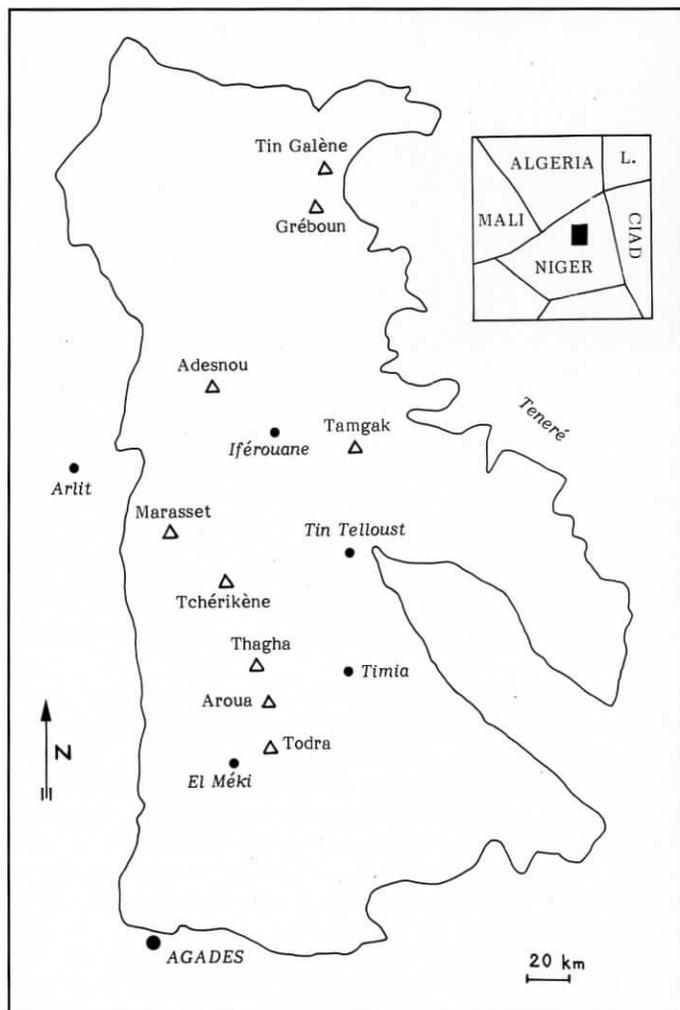


Fig. 1 - Il massiccio dell'Air.

Timia al centro, Tin Telloust verso est (ricostruita da cooperanti belgi), Iférouane a nord (c. 300 km da Agadès) con posto di polizia, ufficio postale, pista di atterraggio per piccoli aerei. Da Iférouane partono verso nord due piste secondarie e ufficialmente chiuse: una per Tadera - In Azaouà - Tin Tarabine - Tamanrasset e l'altra per Tadeida - Temet - Adrar Bous (famosa stazione neolitica) - Djanet. Quest'ultima pista costeggia a E il Gréboun, cima più elevata di tutto l'Air, e attraversa il Teneré con un percorso spettacolare fra le dune e la base delle montagne. Nelle altre zone del massiccio si può penetrare quasi solo a cammello o a piedi.

In più punti si possono incontrare insediamenti in rovina. Non lontano da Tin Telloust, presso la pista Timia - Iférouane, sorgeva Assodé, abitata fino al 1917, antica capitale dei Tuareg che in costante rivolta contro la «pacificazione» militare francese si spinsero per razzie fino a Gao e Tumbuctu.

Lungo il bordo orientale dell'Air transitavano le carovane che trasportavano il sale dalle lontane oasi del Teneré fino ad Agadès.

* Pura 6984 (Ticino, Svizzera).

** Istituto di Antropologia dell'Università di Chieti.

Clima, fauna e vegetazione

L'Air si trova poco più a nord del limite odierno fra il deserto del Sahara (isoieta dei 150 mm di precipitazioni annue) e la savana del Sahel, che nella vegetazione si manifesta con l'inizio della prateria detta volgarmente «a cram cram» (*Cenchrus biflorus*). Il suo clima è semi arido (subdesertico), con regime bistagionale: inverno secco ed estate piovosa. Le precipitazioni si possono verificare da aprile a ottobre e si concentrano nel mese di agosto, rendendo impraticabili le piste per il fango. Le precipitazioni sono caratterizzate da grande irregolarità annuale e sono legate alle perturbazioni del fronte intertropicale, in una zona al limite dell'influenza monsonica.

Le precipitazioni medie annue ad Agadès sono di 167 mm, a Iférouane di 50 mm. Da novembre a febbraio, cioè nella stagione più adatta per viaggiare, le temperature oscillano fra i 7 e i 25°C; a marzo le temperature diurne salgono bruscamente fino a 35 e 40°C.

Tra novembre e aprile è frequente il fenomeno della foschia, la cosiddetta «brume sèche», sospensione nell'atmosfera di pulviscolo formato di particelle sabbiose e argillose, che migrano da est verso ovest sospinte dai venti, riducendo di molto la visibilità ed appiattendolo le tonalità dei colori.

I corsi d'acqua sono temporanei, soggetti a rapida infiltrazione ed evaporazione. Sul lato W e SW del massiccio, il ruscellamento delle acque piovane nonostante l'elevata perdita per evaporazione è molto forte e, non ostacolato dalla radissima vegetazione, può provocare piene anche disastrose; queste acque alimentano falde acquifere nelle arenarie che lambiscono il massiccio. All'interno della zona montuosa, tuttavia, scorrendo su fondo roccioso, le acque delle piogge estive ristagnano in pozze superficiali di varie dimensioni (anche vaschette poco profon-

de), dette *guelta* in arabo e *aguelman* in tamasheq, idioma dei Tuareg (da *aman* = acqua), che permangono per alcuni mesi. La conoscenza della loro ubicazione è indispensabile per potersi muovere con autonomia nelle montagne; le principali, come del resto i pozzi, sono indicati sulle carte 1:200.000. L'acqua di pozzi e di *aguelman* non è mai potabile nel senso europeo del termine; fra gli abitanti delle oasi sono presenti malattie polmonari (Tbc), malaria, bilharziosi, oncocercosi e amebiasi, implicanti la necessità di precauzioni sanitarie da parte del viaggiatore.

La fauna, piuttosto scarsa nel suo insieme, si compone essenzialmente di gazzelle, fennec (volpi del deserto), antilopi, struzzi, vipere e scorpioni, ai quali nelle zone interne più impervie si aggiungono branchi di scimmie cinocefale e mufloni. Fra Agadès e il Gréboun sono state segnalate 60 specie di uccelli.

La vegetazione si concentra lungo gli alvei dei corsi d'acqua quasi sempre secchi, denominati *kori* in lingua haoussa oppure *oued*, espressione in uso nel resto del Sahara. Mentre piccole graminacee e alcune specie di cosiddette «erbe grasse» riescono a vivere nonostante la tipica assenza di un vero suolo, gli alberi come le acacie, le tamerici, le palme doum, l'arborescente *Calotropis* dalle foglie carnose, si riscontrano solo presso le oasi, dove possono spingere le loro radici nella falda freatica. Eccezionale è la sopravvivenza di qualche raro esemplare di ulivo, probabile relitto della vegetazione mediterranea dei trascorsi periodi pluviali: è stata ritrovata una *Olea laperrini* sul Gréboun, una sul Tin Galène e una sulle montagne del Tamgak.

Il paesaggio

Il massiccio montuoso dell'Air emerge tra il deserto del Teneré a E e il deserto del Talak (compreso nell'ampia valle fossile dell'Azaouak) a W. Verso N i letti degli antichi affluenti dell'Azaouak, di cui il Tin Meghsoi e il Tin Tarabine sono i principali, segnano un incerto limite geografico con il massiccio dell'Hoggar. Presso In Azaouà (510 m), più o meno allineato secondo il Tin Meghsoi, passa il confine politico tra Algeria e Niger, tracciato in linea retta SW-NE sulle carte. Verso SW il massiccio si apre sul tavolato In Gall - Agadès e oltre la Falaise de Tigidit si raccorda con le pianure della savana saheliana. Verso SE confina con gli erg del Teneré, che penetrano anche nel massiccio stesso lungo corridoi predisposti dall'assetto tettonico.

Al suo interno, il massiccio si presenta come un complesso molto dirupato, inciso da *kori* poco gerarchizzati, che si perdono verso E in bacini endoreici e verso W in falde temporanee. Nonostante l'aspetto impervio, le quote altimetriche non sono molto elevate nella loro media e il letto dei *kori* principali si situa fra i 600 e gli 800 m. Le montagne vere e proprie, invece, raggiungono 1700, 1800 e anche 1900 m nella porzione più a nord. Questi rilievi maggiori sono spostati a E rispetto all'asse del massiccio e mettono in evidenza una configurazione asimmetrica nella distribuzione delle altimetrie. Le cime più alte sorgono a N, staccate dal corpo principale del massiccio: più alta di tutte il Gréboun, le cui quote ufficiali variano però tra i 1875 e i 2310 m, seguita dal Tin Galène (1819 m).

Le quote decrescono in generale da N verso S e anche da E verso W. Il reticolo idrografico è sviluppato in prevalenza verso W, dove incide un peneplano costituito da superfici di erosione immergenti a monoclinale verso W e SW. L'impostazione del drenaggio è controllato dalla struttura geologica, mentre il suo sviluppo è condizionato da fattori climatici.

Nell'ambito del massiccio si possono distinguere gruppi di cime vere e proprie, ben rilevate rispetto alle pur già dirupate zone che li circondano, che mostrano aspetti differenziati a seconda della loro struttura geologica.

A una prima osservazione paesaggistica si presentano come altipiani articolati in sommità poco distinte, sorretti da una fascia di pareti (Baguezane c. 1900 m, Agalak c. 1700 m, Goundai c. 1700 m, ecc.), oppure come accostamenti di singole cime dalle forme più ardite, coronanti ampie falde di blocchi (Marasset, Tchirikène, Todra, Arouà, Taghà, ecc.). Numerose sono le

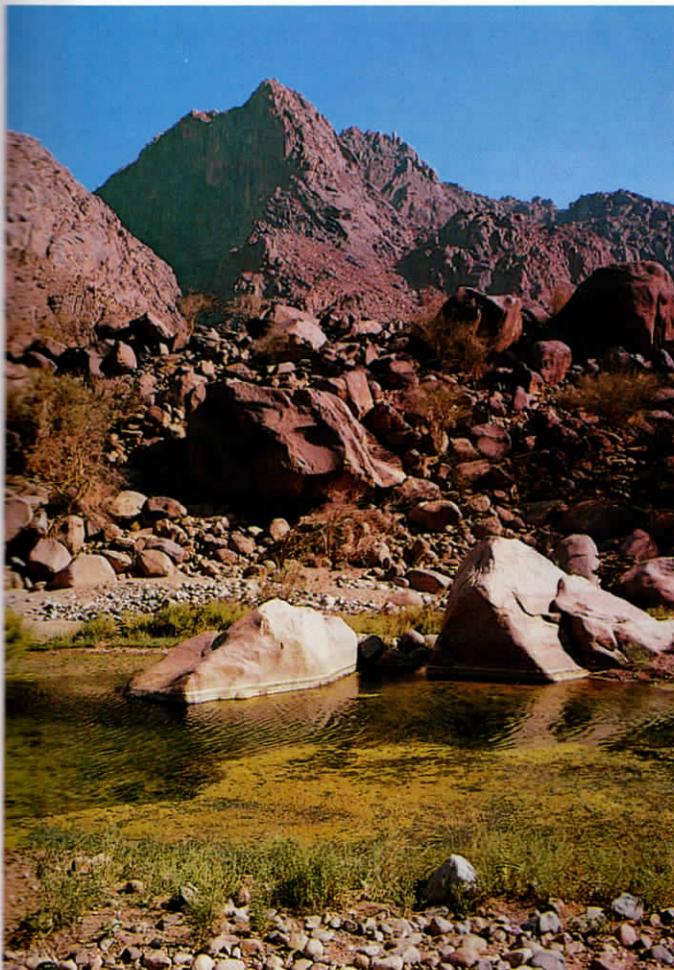


Fig. 2 - Aguelman nel Kori Tamgak. Sullo sfondo, le cime granitiche dei «Gemelli».

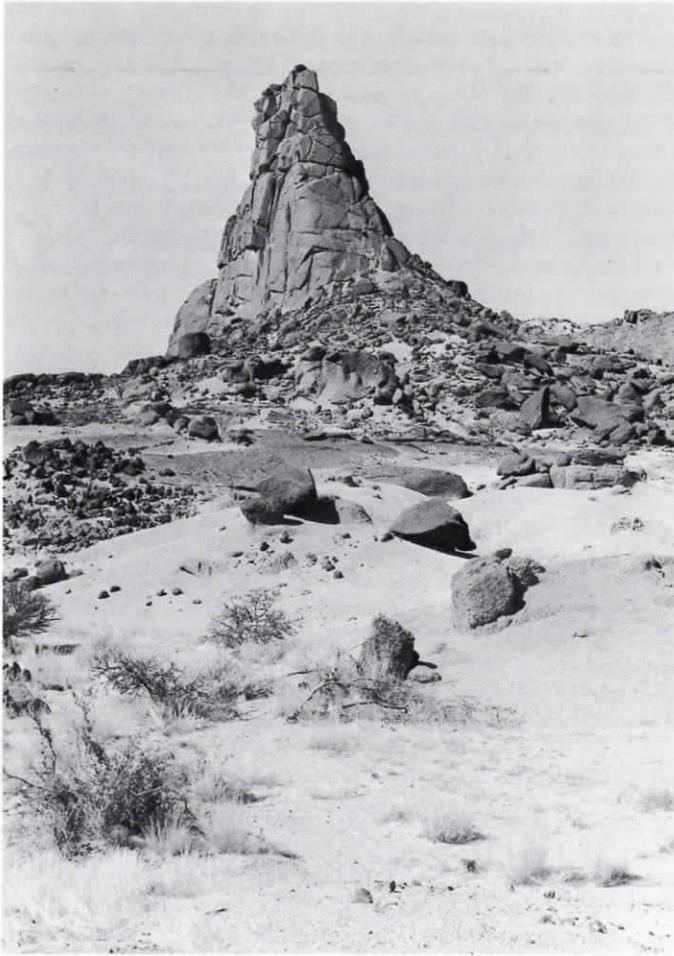


Fig. 3 - Caratteristico «piton» di granito precambriano, alto c. 120 m («Tour Loulou») fra Tchérikhène Abontorok e Tchigorarène.

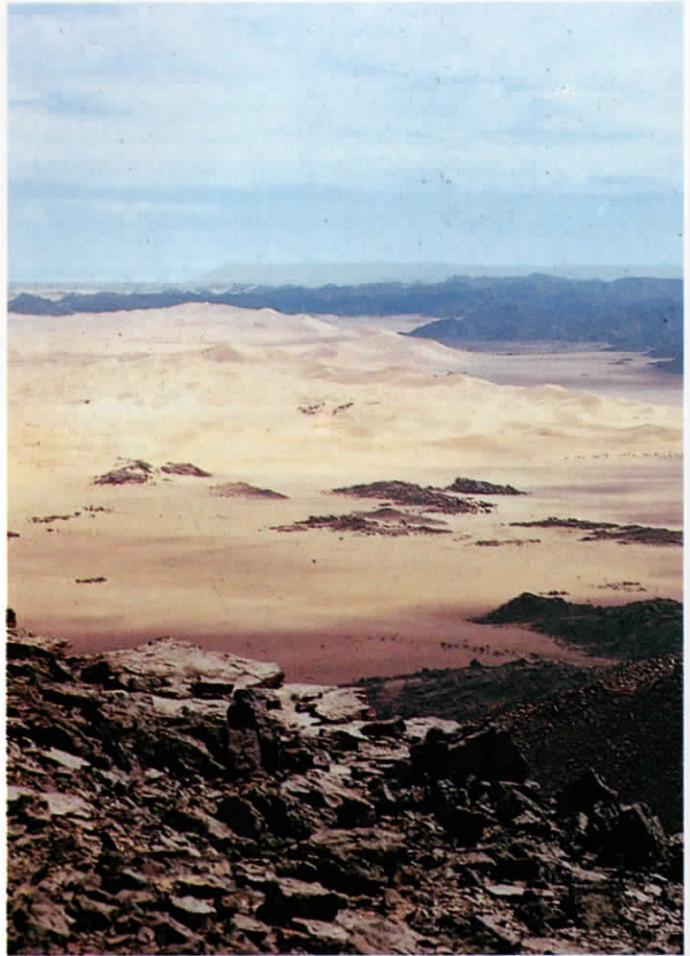


Fig. 5 - Veduta dal Tin Galène verso il deserto del Teneré.

guglie isolate, i *piton*, che emergono come rilievi residuali alti generalmente fino a un centinaio di metri sui lati dei *kori* e che con le loro forme caratteristiche possono servire da punto di riferimento lungo le piste.

Solo se esaminati in planimetria, alcuni gruppi montuosi rivelano la loro particolare originalità, presentandosi a pianta subellittica o subcircolare sorprendente. Alcuni hanno la superficie sommitale debolmente incisa da un reticolo idrografico (Baguezane), altri sono bipartiti da un *kori* importante (Tamgak). Ad

alcuni manca uno spicchio netto (Adrar Sirret) e certe conformazioni a recinto circolare quasi integro (come la «*pince de crabe*» che dal Takarit si protende verso le dune del Teneré) sono probabilmente resti di rilievi smantellati.

Invece le montagne più a N, come il Gréboun e il Tin Galène, dalle ampie falde a blocchi, non mostrano più simmetrie circolari nella loro morfologia e si presentano come porzioni di tavolato, grazie alla colata basaltica sommitale che ricopre il loro corpo granitoide.



Fig. 4 - Panorama dal Tin Galène (1819 m) verso S. Si noti la forma tabulare delle vette in primo e secondo piano, dovuto alla copertura dei graniti precambriani da parte di lave basaltiche.



Fig. 6 - Il Kori Aghagha sbocca da S nel Kori Tamgak, dopo aver inciso profondamente le pareti granitiche ai suoi lati.

La prevalenza di rocce granitoidi ha portato alla grande diffusione di morfologie arrotondate, sia nella visione d'insieme sia nelle microforme. Anche guglie ardite sono spesso costituite di blocchi tondeggianti sovrapposti, dalla caratteristica esfoliazione cipollare, che sottolineano l'influenza del clima desertico sul processo erosivo di questi litotipi omogenei.

I letti dei *kori* principali, ai margini dei gruppi montuosi, sono ampi, piatti, generalmente terrazzati, con fondo in prevalenza sabbioso nel letto attuale e ciottoloso sui terrazzi. Questi *kori* costituiscono di solito le direttrici di transito delle piste.

I terrazzi vengono riferiti ai 3 periodi pluviali del Quaternario, in relazione con i periodi glaciali delle nostre latitudini, però la loro posizione cronostratigrafica non è sempre univoca. Si ritiene in via generale che durante i periodi pluviali si sia intensificato il trasporto di ciottoli, accumulati alla base dei rilievi, mentre nei periodi semi-aridi sia prevalsa una sedimentazione a grana più fine che ha colmato interstizi e creato letti sabbiosi.

All'interno dei gruppi montuosi, anche dove non sono incassati, i *kori* hanno spesso il letto ingombro di blocchi che impediscono il passaggio dei cammelli e sono quindi accessibili solo a piedi.

Le dune vive si presentano unicamente ai margini E e NE, dove il massiccio montuoso confina con gli erg del Teneré, in una penetrazione paesaggistica fra deserto e montagne che forse è unica al mondo nella sua spettacolarità.

Popolamento del massiccio montuoso dell'Air*

Il gruppo montuoso dell'Air ha rappresentato per le popolazioni del Sahara un rifugio e una garanzia di vita, data la presenza di acqua non solo nel sottosuolo, ma attraverso sorgenti e ghelte sparse un po' ovunque tra le rocce. Cosicché, quando in seguito all'invasione araba dell'Africa settentrionale, un gruppo di guerrieri berberi della regione di Targa (da cui Tuareg) si spinse all'interno del deserto fino alle montagne dell'Air, altre popolazioni vivevano già in queste regioni dove si erano ritirate in seguito al processo di essiccamento di tutto il Sahara. Queste popolazioni, prevalentemente melanoderme, ma anche con influenze libico berbere (I Sanhaja) vennero facilmente assorbite dalla complessa organizzazione sociale dei Tuareg, una società fortemente stratificata in classi, che divideva nettamente gli *Imajaren*, guerrieri nobili preposti alla difesa del gruppo e alla sua guida, dagli *Imghad*, vassalli, dagli *Ineslemen*, religiosi e responsabili di tutti gli atti giuridici della comunità, dagli *Enaden* i fabbri, la categoria maledetta e temuta perché familiare col fuoco e quindi con le forze del male, ma allo stesso tempo indispensabile per l'andamento del gruppo, e infine dagli *Eklan*, la grande massa degli schiavi senza la quale tutta l'impalcatura della società tuareg non avrebbe potuto sopravvivere.

Ai primi immigrati, gli Itesan con le cinque tribù dette «del re», seguirono nel corso dei secoli la grande confederazione dei Kel Gress e poi i Kel Owi (intorno al 1700) finché tutta la regione non fu occupata. Da allora e fino alla conquista dell'Africa occidentale da parte della Francia, all'inizio di questo secolo, la società tuareg è rimasta immutata e coerente a se stessa. Unici ad opporsi validamente all'invasione francese, i Tuareg dell'Air si organizzarono nel 1916, sotto la guida di Kaocen, in un ulteriore ultimo tentativo di liberarsi della potenza coloniale. Per mesi il presidio militare francese in Agadès restò assediato da questi nomadi, finché non fu liberato da truppe coloniali venute dall'esterno nel marzo del 1917. Come rappresaglia, la maggior parte dei nobili tuareg venne fucilata, e solo qualche bambino appartenente a questa classe fu salvato perché nascosto dalle schiave rimaste fedeli. Più di trentamila tuareg furono obbligati a lasciare l'Air e a trasferirsi a sud, nel Damergu o nel Sudan, il paese dei neri; molti villaggi caddero in rovina, i pozzi si in-

sabbiarono, gli orti e i palmeti abbandonati non produssero più per molti anni. Poi ci fu un lento ritorno e oggi questa regione si presenta con un caleidoscopio di attività umane che sono in diretta relazione con la storia e la morfologia del luogo: pastori che si spostano da un pascolo all'altro con qualche cammello e poche capre, sedentari che vivono in piccole oasi con poche palme da dattero, antiche moschee intorno alle quali si sono formati dei centri religiosi importanti, fazzoletti di terra irrigati con l'acqua di un pozzo, villaggi di capanne, tende isolate e ovunque gli immancabili Enaden, gli artigiani che continuano a lavorare il legno, la pelle, il ferro e l'argento (residui di vecchie automobili, scatole di latta, monete ecc.) per soddisfare i bisogni quotidiani di tutti i gruppi senza distinzione.

In una determinata epoca dell'anno poi, gli agricoltori diventano carovanieri e portano con i loro cammelli i prodotti degli orti (grano, pomodori essiccati, miglio, cipolle ecc.) oltre il Teneré, fino alle oasi di Bilma e Dirku, dove li scambiano con sale e datteri.

Nella valle del Tamgak, che attraversa il massiccio dell'Air da Est a Ovest, vivono ancora delle famiglie da tutti chiamate *Immeddideran* (selvaggi). Non hanno tratti negroidi e i Tuareg ammettono la loro «nobiltà», anche se non appartengono alla loro stessa razza; parlano una lingua che gli altri non capiscono, hanno abitudini diverse, non scendono quasi mai a valle, vivono essenzialmente di caccia e dei prodotti di qualche capra, vestono con un semplice pezzo di pelle stretto sui fianchi e non abitano né in capanne né sotto una tenda, ma in ripari fatti con qualche legno e delle frasche. I Tuareg dicono di questi uomini che erano là prima del loro arrivo, forse discendenti di quei leucotipici di cui parlano i classici.

In questa stessa valle si trovano le rovine di antichi villaggi di pietra situati lungo le rive dell'Oued Tamgak, ormai asciutto, ma costellato ancora da piccoli bacini di acqua alimentati da sorgenti. Del resto gli innumerevoli reperti di cui l'Air è così ricco (graffiti rupestri, cimiteri preislamici, punte di freccia, asce, antichi attracchi per imbarcazioni rappresentati da alte pietre verticali poste intorno a grandi bacini ormai essiccati, ma sede evidente di antichi laghi, ecc.) testimoniano di una vita che dal neolitico ad oggi sembra non aver avuto interruzioni.

Geologia

Assetto stratigrafico

Il massiccio dell'Air è costituito per quasi 3/4 dal basamento cristallino precambriano e si può considerare nel suo insieme come una grande unità regionale. Vi prevalgono gneiss, anfiboliti di catazona, migmatiti, con micascisti verso l'alto, tutti molto ripiegati.

Queste rocce metamorfiche sono attraversate da intrusioni granitoidi tardo- o post-tettoniche (Gréboun, Tin Galène, Tchéri-



Fig. 7 - La cima bifida del Tchéríkène Abontorok (1385 m) vista da N. Graniti precambriani.

* G. Castelli Gattinara.

kène, ecc.). Datazioni radiometriche (K/Ar) eseguite sulle rocce di questo basamento cristallino hanno dato età comprese fra 2.200 e 490 MA (= milioni di anni).

Una potente successione molassica lo ricopre in discordanza, con conglomerati poligenici e arenarie quarzose in cui sono state riconosciute due formazioni (pure separate da una discordanza), la Formation du Coin e la Formation mollassique du Proche Ténére. Nel settore NW dell'Air è stata distinta una successione arenaceo-argillosa, di probabile età cambro-devoniana. Verso W, queste formazioni paleozoiche s'immergono a monoclinale sotto il «Continental Intercalaire» del deserto del Tamesna. A S e a E non si riscontrano formazioni paleozoiche e le unità precambriane sono ricoperte direttamente dal «Continental Intercalaire». Per «Continental Intercalaire» s'intende una successione, che geomorfologicamente si presenta come un *plateau*, ricoprente di solito in discordanza le unità paleozoiche oppure, sul lato E del massiccio, in contatto per faglia con il basamento. È costituita principalmente da arenarie, spesso ferruginose e a stratificazione incrociata, con legni silicizzati, fossili di cocodrilli e dinosauri; alla sommità presenta un livello di argille rosse.

A sua volta, questo «Continental Intercalaire», attribuito al Cretaceo inferiore, è ricoperto in trasgressione da unità marine fossilifere di origine Mesogea, arenacee e marnose, che verso l'alto mostrano spesso un orizzonte di calcari bianchi o di calcari a manganese, di età Cenomaniana-Turoniana. Segue una monotona successione continentale, il «Continental Terminal», spesso con ferro oolitico alla base, costituita in prevalenza da sabbie argillose, che affiora all'esterno del margine W dell'Air e viene attribuita al Terziario.

Nel Quaternario i depositi sono sempre di natura continentale, ma variano da lacustri e fluviali a erg di dune vive. Le variazioni sono messe in relazione con le oscillazioni climatiche, in cui sono stati distinti 3 periodi pluviali che si pensa di poter mettere in relazione con le epoche glaciali delle zone oggi temperate.

Per le fluttuazioni climatiche e il loro significato morfologico, per l'Air è stata proposta (Thorp, 1969) una sequenza geomorfologica evolutiva, in cui si susseguono:

- 1) depositi di modellamento più antico (conoidi alluvionali, glacis).
- 2) Incisione dei *kori*, troncamento dei profili di alterazione, erosione dei versanti.
- 3) Formazione di conoidi e glacis inferiori, modellamento ghiaioso nei *kori*.
- 4) Incisione dei *kori* con creazione di terrazzi alti di ghiaia.
- 5) Il modellamento di *kori* che forma i terrazzi di sabbia.
- 6) Incisione rinnovata fino al livello attuale e ritenzione di sabbia.

L'esistenza di due terrazzi in quasi tutti i *kori* dell'Air fa propendere per la maggior influenza delle oscillazioni climatiche rispetto a quella del controllo tettonico, che pure potrebbe agire dato il sollevamento del massiccio che è continuato anche in tempi recenti.

In generale, nell'Air le fasi di incisione fluviale, che si verificano nel passaggio tra aridità e pluvialità, sono più importanti delle fasi di sedimentazione, che invece si riscontrano nella transizione da condizioni pluviali a condizioni aride.

I terrazzi grossolani, ghiaiosi, si formarono così probabilmente alla fine del periodo pluviale dell'Ateriano (40.000 - 7.000 anni fa); mentre nel Neolitico (5.000 - 2.400 anni fa) si formarono i terrazzi sabbiosi. Queste attribuzioni vengono effettuate in correlazione analogica con quanto riscontrato nel massiccio dell'Hoggar.

Si ha corrispondenza anche per quanto riguarda gli studi sulle variazioni dei domini e livelli lacustri delle grandi depressioni endoreiche come il Lago Ciad, che confermano l'esistenza di ampie falde acquifere 40.000 - 20.000 anni fa e 12.000 - 1.000 anni fa. Nell'intervallo fra i due periodi è testimoniata una vasta

desertificazione e nell'Air sono state trovate sabbie di dune interstratificate nelle alluvioni fluviali.

Assetto strutturale

Da oltre 500 MA il continente africano si presenta in massima parte come un'entità cratonica stabile, interessata solo ai suoi margini (Atlante, Mauritani e Catena del Capo) dalle successive orogenesi (caledoniana, ercinica, alpina).

A partire da 3.000 MA, un susseguirsi di eventi orogenici ha rinsaldato fra loro nuclei cratonici minori fino a raggiungere una situazione di stabilità. In particolare, l'ultimo di questi eventi, detto Pan-Africano, verificatosi fra i 700 e i 550 MA fa, ha unito fra loro i nuclei cratonici dell'Africa Occidentale, del Congo e del Kalahari, creando così nelle sue grandi linee l'assetto fondamentale dell'Africa odierna.

La stabilità di un'area cratonica non è tuttavia assoluta e le antiche cicatrici orogeniche rimangono zone più deboli e pronte ad essere rimobilizzate, predeterminando così le direttrici dei movimenti successivi, essenzialmente verticali, e le localizzazioni di eventi magmatici.

Spinte epirogenetiche, forse legate a correnti di convezione e duomi termici nel mantello, hanno sollevato lungo antiche faglie rimobilizzate, fino a quote altimetriche notevoli, importanti porzioni del basamento cristallino che costituisce il cratone. Ciò si è verificato in forma vistosa nell'Hoggar, nell'Adrar des Iforas e nell'Air.

Nelle zone che così si sono venute a trovare strutturalmente e altimetricamente elevate, si sono poi localizzati eventi magmatici di varia natura, dapprima intrusivi (del Giurassico o più antichi) come i complessi anulari granitoidi del Niger e della Nigeria, seguiti poi da manifestazioni vulcaniche alcaline (trachiti, basalti) e iper-alcaline (comenditi, pantelleriti) nel Terziario e nel Quaternario.

Già nel Precambriano, lungo grandi faglie dirette N-S, l'orogenesi Pan-Africana ha sollevato nell'Air una catena costituita di blocchi strutturali relativamente rigidi, che tuttavia è stata completamente spianata dall'erosione prima del Cambriano. Lo si suppone anche perché la grande faglia di Adrar separa lungo 900 km una zona a W di gneiss e graniti, che non è più stata ringiovanita da 1.700 MA, da una zona a E che mostra complessi altamente metamorfosati in età più recente.

Nel Paleozoico, movimenti caledoniani ed ercinici riattivano le antiche faglie dell'Air: lo si desume dall'erosione della copertura Ordoviciano (il Devoniano si trova direttamente sul basamento) e dal sollevamento di blocchi strutturali nel settore E del massiccio. Si pensa che queste faglie possano anche essere trascorrenti.

Tra il Paleozoico e il Giurassico si introducono nel basamento



Fig. 8 - Il versante NW del gruppo dell'Agalak (1773 m), di graniti giurassici ipercalcini a struttura anulare, visto dalla cima della Torre Tchigorarène.

precambriano, probabilmente a scarsa profondità topografica, magmi granitoidi non orogenici che danno piccoli plutoni a pianta circolare, intersecati o circondati da dicchi anulari che possono avere un diametro anche di molti chilometri.

Questi plutoni, che costituiscono anche rilievi interi, si differenziano per petrografia e per struttura secondo corone circolari incastrate le une nelle altre. Sono costituiti essenzialmente di rocce granitoidi alcaline, precedute spesso da effusioni acide, e si ritrovano allineati da N a S, poco a E dell'asse del massiccio dell'Air. Sono molto simili a quelli detti «Younger Granites» della Nigeria e ne costituiscono probabilmente la prosecuzione verso N.

A queste strutture circolari sono legati, sia in Nigeria sia con minor ricchezza in Air, giacimenti di stagno (cassiterite) e di uranio (pechblenda, coffinite, columbite, ecc.). Un giacimento importante di questi ultimi è coltivato ad Arlit, mentre miniere di cassiterite sono attive a El Meki e nel gruppo del Tarraoudj.

La datazione delle rocce granitoidi delle strutture circolari nell'Air ha dato finora risultati varianti fra i 404 e i 170 MA; tuttavia le scelte metodologiche per le datazioni lasciano aperti vari dubbi.

In un quadro geodinamico generale, considerando che le zolle cratoniche dell'Africa e del Sud-America si sono staccate nel Cretaceo, questo allineamento di strutture circolari su c. 1.600 km dal Camerun all'Air messi in posto proprio in precedenza potrebbe avere un significato importante.

Nel Terziario il massiccio dell'Air viene ulteriormente sollevato, come del resto gli altri massicci sahariani. Il sollevamento, stimato di c. 500 m, è accompagnato da effusioni laviche alcaline nella parte meridionale dell'Air, con duomi trachitici e colate fonolitiche, e dallo sprofondamento di fosse tettoniche come il graben Tefidet-Termit. Il vulcanismo si manifesta nelle zone elevate, prediligendo gli incroci tra antiche faglie riattivate e faglie anulari più recenti.

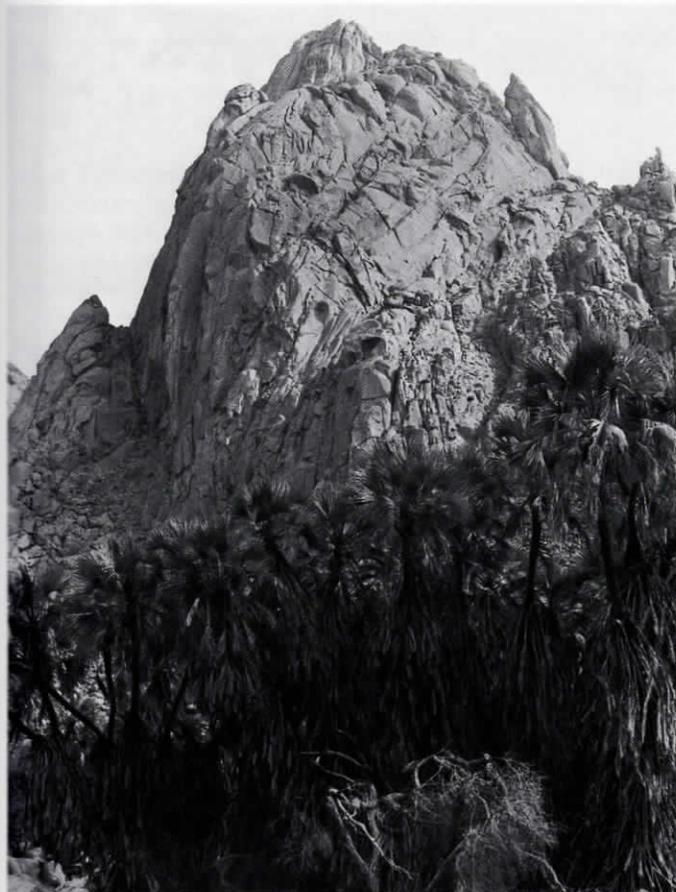


Fig. 9 - Cima «Paolo Consiglio», di granito iperalcalino, sulla sin. idr. del Kori Tamgak.

Nel Quaternario si manifesta un vulcanismo di fessura, colate e piccoli conici di scorie, soprattutto di basalti alcalini microporfirici. L'esistenza a tutt'oggi di varie sorgenti minerali, di cui una termale a 50°C (Tafadek), e di forme ben conservate, fanno pensare che il vulcanismo possa essersi esaurito perfino solo in tempi storici.

Le rocce granitoidi, sia quelle del basamento precambriano (Gréboun, Tin Galène, Tchérikéne, Marasset, ecc.), sia quelle dei complessi anulari (Tamgak, ecc.), sono determinanti nella formazione del paesaggio. Mentre i primi costituiscono gruppi montuosi minori o rilievi residuali e sono tipicamente arrotondati in bocce, i secondi costituiscono l'interno di gruppi montuosi molto estesi a tipica pianta pressoché circolare o ellittica.

Le rocce vulcaniche (rioliti, trachiti, basalti) sono più diffuse nella parte S del massiccio (Todra, Baguezan), dove si presentano in forme di duomo appiattite a focaccia o in sottili colate di lava. Colate basaltiche spesse 50-100 m ricoprono pure le sommità di alcune cime granitoidi all'estremo N del massiccio (Gréboun, Tin Galène).

IL GRUPPO DEL TAMGAK

Generalità

L'origine del nome Tamgak è sconosciuta. Sui rilievi topografici della missione francese Foureau - Lamy (1899) è indicato come «Massif du Timgué ou Tengueg», mostrando l'incertezza della trascrizione fonetica.

Situato nel NE dell'Air, a E di Iférouane (653 m), questo gruppo montuoso a pianta subellittica allungata in senso E-W è il maggiore per estensione di tutto il massiccio e copre un'area di c. 1200 km². Nel suo complesso si eleva per oltre 1000 m di dislivello dai kori e dalle pianure che lo circondano. Si può considerare come un altipiano rialzato, da cui emergono rilievi tondeggianti, le cui quote variano fra i 1600 e i 1900 m, con un punto più elevato nel settore SW del gruppo quotato 1988 m.

Il gruppo è tagliato quasi interamente da E a W dalla profonda incisione del kori Tamgak, dal decorso pressoché rettilineo; dalla testata a quota 1400 m sbocca nella pianura dopo un percorso di c. 35 km, a soli 10 km a ESE di Iférouane. Lungo questo kori, straordinariamente pittoresco e ricco di vestigia preistoriche, si può procedere sia a piedi che a cammello effettuando la traversata dell'intero gruppo montuoso e anche scendere fino al deserto del Teneré. A E e a W l'altipiano sommitale è sorretto da pareti rocciose, intagliate da qualche raro kori. Verso N la morfologia è articolata irregolarmente, con singoli rilievi isolati, allungati prevalentemente WSW-ENE. Verso S il suo limite non è netto e le elevazioni si perdono sopra un altipiano di quota minore (900-1300 m), all'altezza del piccolo gruppo a pianta circolare dell'Imaghlane (o El Rharous).

La percorribilità a cammello è limitata al periplo del gruppo e al kori Tamgak. A N di questo kori esistono diversi *aguelman*, che invece scarseggiano a S. La penetrazione all'interno richiede perciò una buona organizzazione logistica, previa ricognizione delle risorse d'acqua varianti di anno in anno.

Il solo punto di appoggio per qualsiasi itinerario è l'oasi di Iférouane.

Geologia

A N e a W del gruppo affiora il basamento precambriano, costituito di gneiss e di graniti. Su di esso poggiano successioni clastiche, probabilmente correlabili con le molasse del Teneré. L'insieme è stato coperto da lave riolitiche, con conseguenti collassi locali. Poi, controllate da faglie anulari, si sono intruse diverse venute di graniti molto alcalini, a grana grossa, con anfibioli di sodio, preceduti a volte da microdioriti, micromonzoni e sieniti, di età probabilmente Giurassica ma forse anche Paleo-

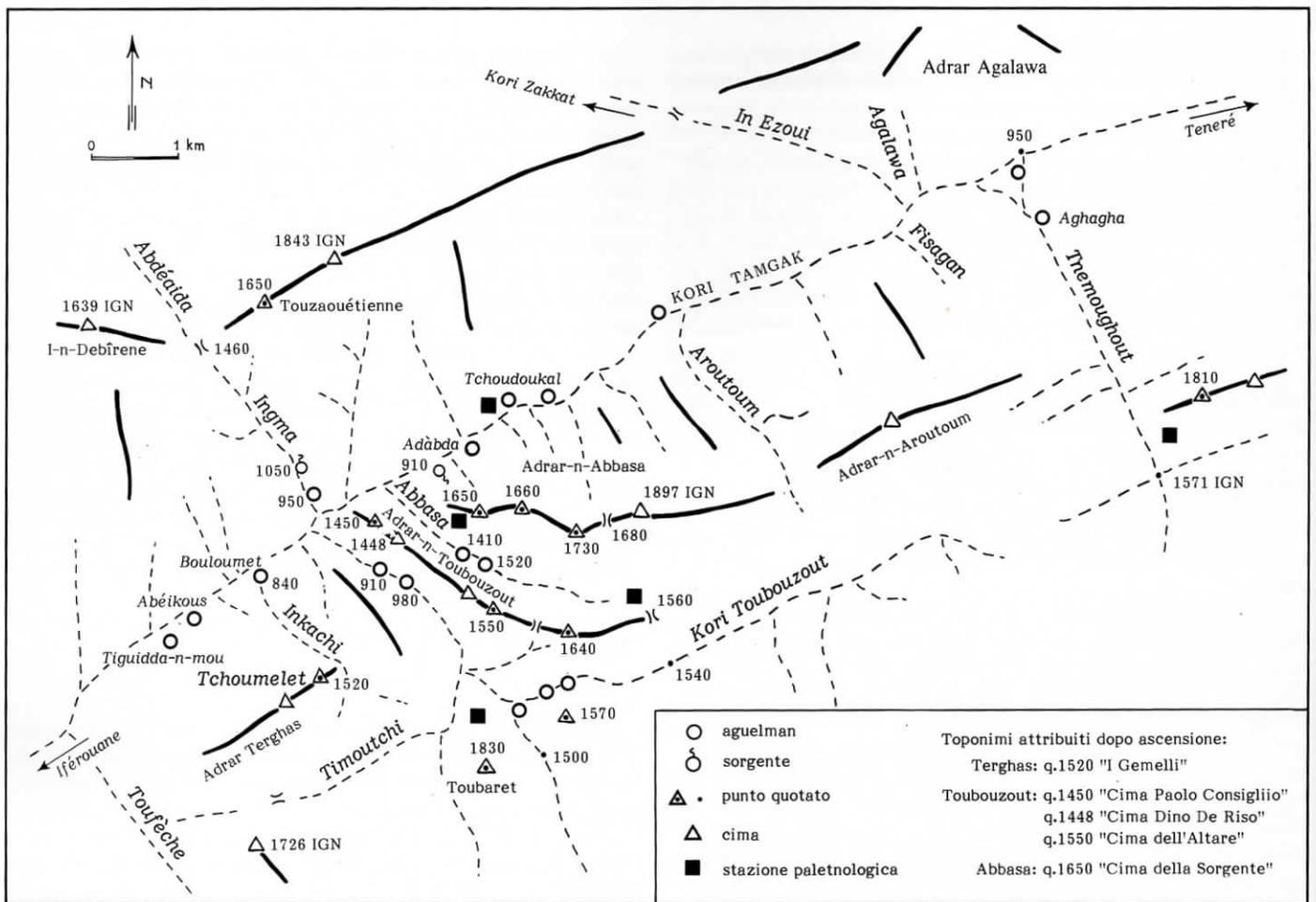


Fig. 10 - Schema orografico della porzione SW del gruppo del Tamgak.

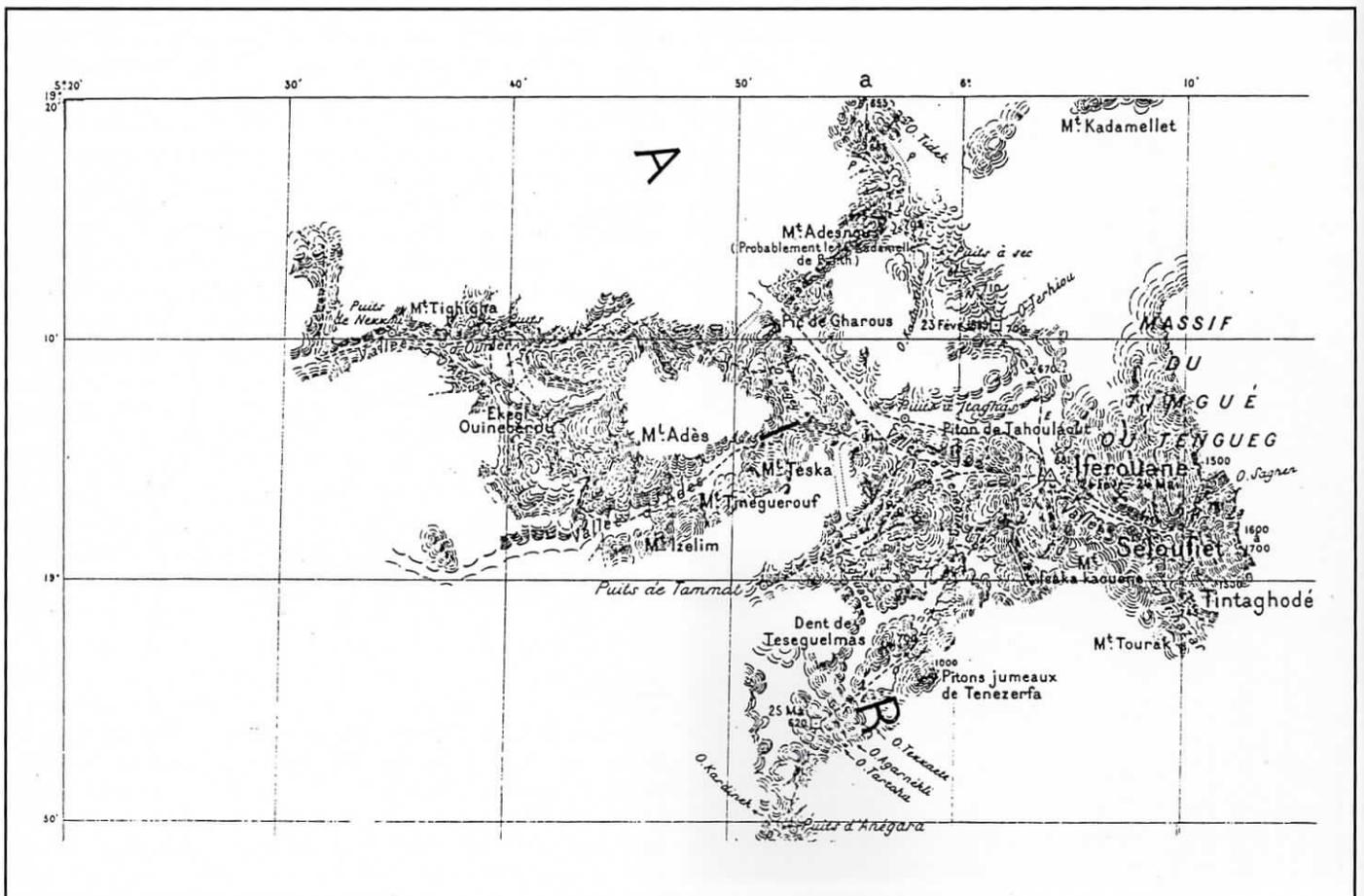


Fig. 11 - Schizzo topografico eseguito all'altezza del gruppo del Tamgak dalla missione Foureau-Lamy, 1899 (scala 1:550.000 circa).

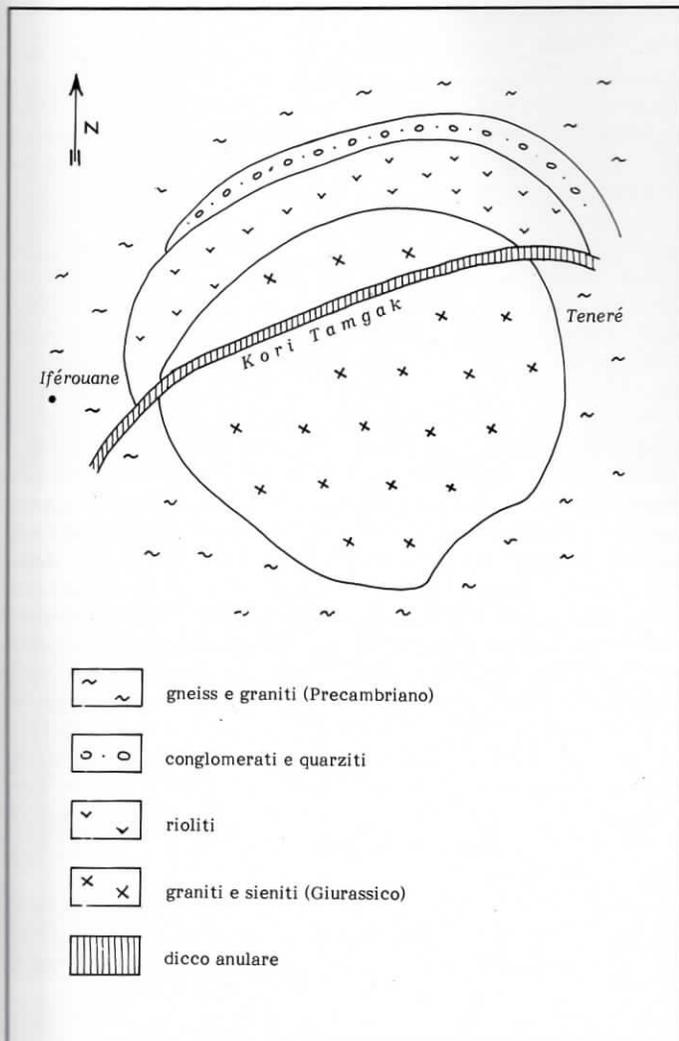


Fig. 12 - Schema geologico del gruppo del Tamgak (da Black et al., 1967 semplificato e ridisegnato).

zoica. Generalmente l'anello esterno di questi affioramenti a pianta circolare, che vengono considerati come subvulcanici (intrusi cioè a scarsa profondità topografica), è il più antico.

Finora non è stata riscontrata nessuna roccia sedimentaria Mesozoica o Terziaria.

Il segmento N di un grande dicco anulare, che con il suo diametro di c. 60 km è forse il più grande del mondo, taglia da ultimo con arco WSW-ENE l'intero gruppo del Tamgak ed è costituito da un gabbro detto di «Meugeur-Meugeur».

È assente l'attività vulcanica Terziaria e Quaternaria, diffusa invece nella parte S dell'Air.

Dal punto di vista tettonico, nella parte settentrionale dell'Air prevale un orientamento regionale NW-SE delle strutture e in particolare delle faglie.

Nel gruppo del Tamgak, oltre a questo orientamento più diffuso nella sua porzione W, si presentano direttrici ruotanti tra ENE-WSW e NE-SW, come pure alcune grandi linee N-S. Quest'ultime potrebbero essere legate al sollevamento in blocchi di tutta la parte NE del massiccio dell'Air.

Si possono rilevare questi andamenti strutturali dalla disposizione dei kori, che si trovano allineati spesso oltre le creste divisorie dei rilievi e mostrano numerosi decorsi rettilinei interrotti da angolazioni marcate, in modo da suggerire una concordanza tra la rete idrografica e le direttrici strutturali. La situazione del gruppo del Tamgak si trova così a differenziarsi da quella dei gruppi meridionali dell'Air, dove il reticolo idrografico è discordante con le strutture del basamento e invece conseguente con quello delle rocce sedimentarie (Thorp, 1969).

Il gruppo del Tamgak è stato probabilmente sollevato alle quote massime già prima del Cretaceo e potrebbe aver costituito un blocco relativamente stabile già da allora. Sono presenti due superfici grossolanamente peneplanate: quella del basamento precambriano, a quota 600-700 m, e quella dei granitoidi subvulcanici a quota di c. 1600 m, con una porzione meridionale ribassata a 900-1300 m. Una rete idrografica incide debolmente la superficie sommitale c. 200 m sotto la quota delle cime più elevate. I kori intagliati profondamente sono pochi e fra questi il più importante è il kori Tamgak nel cuore del gruppo. Nell'insieme l'erosione differenziale risulta poco marcata, complice la similitudine dei litotipi. Le creste sono tondeggianti, costituite spesso di enormi bocce sovrapposte, con la caratteristica esfoliazione cipollare e un'arenizzazione localmente molto avanzata. Anche i versanti sono di sovente costituiti da estesi accumuli di blocchi tondi, dove l'influenza dei processi erosivi legati alle grandi escursioni termiche supera decisamente quella delle acque meteoriche e della gravità. Le cime prospicienti sul kori Tamgak presentano tuttavia pareti importanti, articolate in torrioni generalmente rastremati verso l'alto, a volte fino a raggiungere la caratteristica conformazione a «pan di zucchero», con un dislivello fino a 400 metri.

I depositi superficiali sono scarsi nell'insieme del gruppo e quasi dovunque affiora la roccia in posto. Solo depositi sabbiosi, dallo spessore al massimo centimetrico, a granulometria uniforme, con arricchimenti locali eolici o di ruscellamento occasionale, si trovano sparsi nelle depressioni anche lievi e su terrazzi orografici.

Nel letto dei kori principali si riscontrano invece depositi alluvionali, spesso strutturati in uno o due terrazzi, in cui preval-

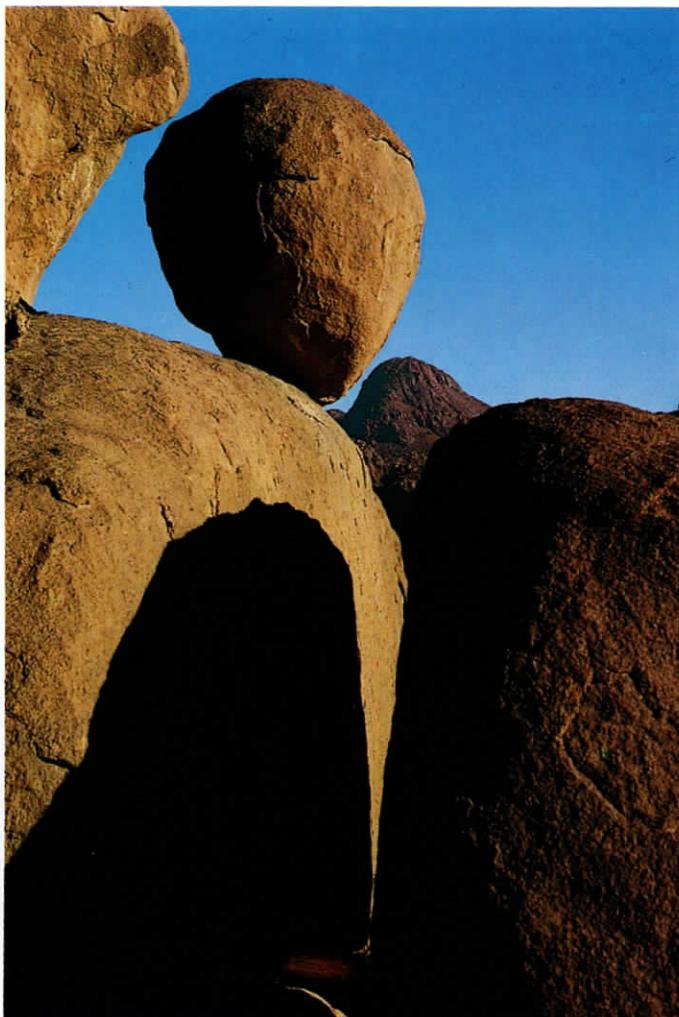


Fig. 13 - Boccia di granito in bilico. Erosione sul posto nelle montagne del Tamgak.

gono ciottoli e blocchi, poco selezionati, mal classificati, mal stratificati. Negli alvei attuali si trovano invece depositi sabbiosi nelle pozze e nei tratti pianeggianti, localmente argillosi.

Il kori Tamgak

Il kori Tamgak è il più importante dell'intero gruppo e lo seziona quasi per intero da E verso W su c. 35 km. Il suo corso d'acqua attuale è temporaneo, limitato ai mesi estivi, a carattere torrentizio dalla portata molto irregolare. Alcune pozze sono praticamente permanenti. Vi confluiscono vari kori laterali, alcuni dei quali profondamente incisi, più numerosi nel settore W più a valle.

Questo kori costituisce la via principale di penetrazione nel gruppo e lungo di esso si ritrova la maggior parte dei comunque scarsi insediamenti umani. Vi si concentra anche la fauna, attirata dalla vegetazione e dall'acqua degli *aguelman*: è facile incontrare branchi di scimmie cinocefale, varie specie di uccelli (merli, civette, aquile; più rari i migratori quali gli aironi). Gazzelle e struzzi non entrano nel kori, mentre i mufloni prediligono gli altipiani montuosi e i kori laterali più impervi, dove scavano le nicchie per dormire che biancheggianti risaltano già da lontano.

Nella parte inferiore del kori sono diffuse le palme e sono presenti euforbiacee, che risalendo il suo corso si fanno più rare e lasciano il posto nella parte centrale ad acacie e tamerici, mentre nella parte superiore, come del resto sugli altipiani sommitali, permangono solo forme arbustive e poche graminacee, con qualche eccezionale esemplare di ulivo da noi trovato nel Toubouzout a 1600-1700 m. Eccezionali pure i pesci visti in un *aguelman* del kori Abbàsa a c. 1490 m.

Il popolamento umano è limitato alla parte inferiore e mediana del kori Tamgak; tuttavia sugli altipiani circostanti (soprattutto a SW) e nel kori Zakkat si trovano tracce di abitazioni temporanee costituite da strutture di paglia e stecche di legno. Vi si trovano pure le originali trappole di legno per mufloni, che peraltro vengono cacciati anche con l'impiego di lunghe e primitive lance, da cacciatori solitari coadiuvati da cani.

Nella parte inferiore e mediana del kori, il letto ampio e piano è delimitato da pareti articolate in torrioni, alte fino a 400 m, raccordate agli altipiani sommitali da creste tondeggianti a scarsa pendenza su cui si elevano localmente piccole torri secondarie. Queste pareti offrono interessanti possibilità di scalata alpinistica, finora attuate solo in minima parte.

I depositi alluvionali

La roccia in posto sul fondo del kori Tamgak (quasi solo graniti) è mascherata in gran parte da depositi alluvionali. Essi sono terrazzati soprattutto nella parte inferiore e mediana. Dove il fondo si restringe, si riscontra generalmente un solo livello di terrazzi, larghi 8-12 m, alti fino a 10 m, mentre dove è più ampio si è sviluppato un profilo tipico a due terrazzi (fig. 14).

Sul terrazzo superiore si rinviene la maggior parte dei reperti neolitici del kori. Nel suo sedimento prevalgono i blocchi grossolani, mentre nel terrazzo inferiore prevalgono i ciottoli. Nel letto del corso attuale del Tamgak prevalgono invece le sabbie, caratterizzate dalla presenza di sabbie nere a ilmenite sia in arricchimenti superficiali, sia interstratificate fra sabbie chiare rosate a feldspati.

Presso lo sbocco del Tamgak nella piana di Iférouane l'alveo si allarga e quello attuale, largo 30-40 m, ribassato di 10 m rispetto al grossolano terrazzamento laterale, mostra livelli di sabbie nere interstratificate spessi fino a 2 cm. Le sabbie nere sono spesso concentrate lungo le creste di cordoncini allungati nel senso della corrente, in piccole plaghe dove cala l'energia della stessa (all'ombra di massi o di altri ostacoli), in festoni dai motivi arabescati che accompagnano *ripples* di corrente. Gli arricchimenti sono di spessore millimetrico quando sono concentrati in cordoni e festoni, ma raggiungono i 2 cm nelle «zone d'ombra». Non sono presenti dove si ha una crosta argillosa e ciò porta a escludere un trasporto eolico. Le sabbie nere non si ritrovano nei kori laterali e sembrano provenire dai litotipi gabbri del dicco anulare, lungo il quale è disposto in gran parte il kori Tamgak. Analizzati alla microsonda (C. Tumaini) i granuli di ilmenite sono risultati particolarmente ricchi di TiO_2 (12% ai bordi, 50% al centro).

I valori granulometrici più significativi sono compresi nella classe 1000-1700 μ nella parte mediana del kori (34,2%), mentre nella parte inferiore e allo sbocco sono compresi nelle classi 500-350 μ (27,7 e 23,6%) e 350-250 μ (28,3 e 33,4%).

Allo sbocco dei kori laterali, soprattutto nella parte mediana dove del resto l'aspetto del kori Tamgak diviene più selvaggio, grossi conoidi detritici rendono sinuoso il corso d'acqua attuale.

Segnalazioni paleontologiche

Durante due campagne di esplorazione alpinistica (1974, 1977) nella parte SW del gruppo, abbiamo scoperto occasionalmente diverse stazioni preistoriche sui terrazzi orografici dei versanti

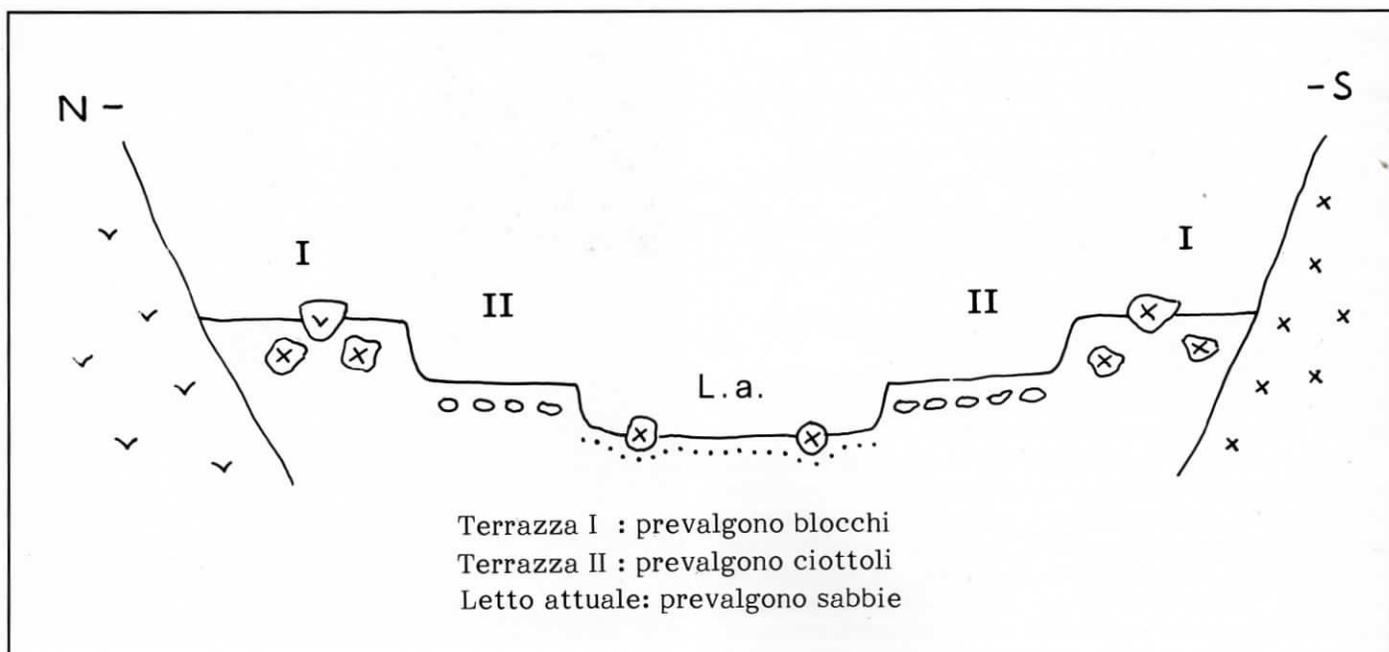


Fig. 14 - Sezione schematica di alluvioni terrazzate nel Kori Tamgak.



Fig. 15 - Arricchimenti di sabbie nere a ilmenite nel letto attuale del Tamgak (la corrente proviene da destra).

e sugli altipiani sommitali. Il loro interesse non sta tanto nei reperti in sé, ben più ricchi in forme e quantità nelle zone desertiche circondanti il massiccio dell'Air (soprattutto Adrar Bous 20° 19' N, 8° 57' E), quanto nella conferma di ipotesi sulla funzione di rifugio esplicato dalle montagne del Tamgak dal Neolitico ai giorni nostri, da quando la vita nelle pianure allora fluvio-lacustri circostanti divenne insostenibile per il progredire della desertificazione.

Purtroppo la raccolta dei reperti ha dovuto prescindere da un criterio stratigrafico, poiché le stazioni si situano in luoghi aridi, dove lo spessore dei depositi superficiali è minimo e spesso addirittura inesistente. Un'ulteriore complicazione è data dalla presenza nel kori Tamgak di nuclei familiari isolati, in via di estinzione, forse discendenti di tribù preistoriche relitte (v. le osservazioni di G. Castelli), presso i quali sono rimasti in uso anche strumenti di foggia neolitica che possono venir confusi con quelli più antichi.

I reperti testimoniano tuttavia che le montagne del Tamgak furono abitate senza importante soluzione di continuità dal Neolitico fino ad oggi. Ciò è in accordo con l'ipotesi che già nella transizione dal Paleolitico al Neolitico le condizioni ambientali del Sahara dovessero essere divenute meno favorevoli ed aver spinto gli uomini dalle pianure aperte verso i valloni dei massicci montuosi. Tuttavia gli insediamenti nelle zone montuose potevano essere state inizialmente anche solo stagionali, dato che le sequenze paleontologiche di Adrar Bous risultano stratigraficamente complete dall'Acheuleano sup. fino al Pre-Islamico (Clark, 1971).

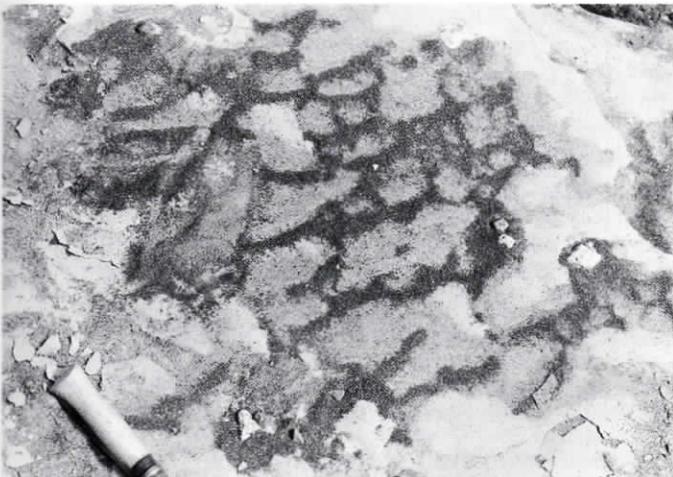


Fig. 16 - Sabbie nere a ilmenite disposte in festoni intorno a plaghe argillose (alveo attuale del kori Tamgak).

Sempre secondo Clark, in Adrar Bous il materiale litico deriva quasi tutto da roccia in posto, salvo pietre verdi di cui egli ignora la provenienza, ma che potrebbero anche provenire dal dicco anulare del Tamgak. D'altra parte fra i reperti del Tamgak si riscontrano molti microliti di quarzo, latteo o trasparente, presenti in pratica in ogni stazione, che non sono originari del gruppo montuoso stesso. Anche questi fatti possono avvalorare la tesi di migrazioni fra il Tamgak e le regioni confinanti che oggi appartengono al deserto del Teneré.

La stessa osservazione vale per pestelli e mortai, di solito lavorati in arenaria che non è presente nel Tamgak.

I reperti più diffusi consistono in punte di freccia, punte di lancia, raschiatoi, schegge di lavorazione; meno frequenti sono pestelli, mortai, punteruoli. Associati si rinvenivano spesso cocci di ceramica poco cotta, decorati con motivi incisi o picchiettati che si possono tuttavia incontrare quasi identici anche nel vasellame locale odierno.

Di particolare interesse è la presenza, su una vetta della catena Adrar-n-Toubouzout emergente a c. 1640 m dall'altipiano sommitale da cui si domina la pianura di Iférouane, di una costruzione eseguita con molta cura in pietrame a secco. Per le sue dimensioni (80 x 120 cm, altezza 40 cm), la sua forma e la sua posizione, si tratta presumibilmente di una tavola per sacrifici o di un «altare». Eccezionale è la sua collocazione su una vetta costituita da una boccia arrotondata e strapiombante, raggiunta da noi tramite piramide umana e appoggiata su una parete di c. 40 m difficile da scalare. Un costruzione simile è stata ritrovata anche su un vasto ripiano sommitale con acacie nella catena Arou-toum, presso la «Torre Innominata» 1810 m, associata con tombe a tumulo, asce levigate e punte di freccia.

Le incisioni rupestri da noi incontrate nel Tamgak non sono



Fig. 17 - Reperti neolitici delle montagne del Tamgak.



Fig. 18 - Cocci di vasellame neolitico delle montagne del Tamgak.

particolarmente belle, ma rappresentano anch'esse un aspetto importante della preistoria. Da segnalare sono quelle allo sbocco del kori Tamgak, sulla destra idr. del kori Zakkat, sulla destra idr. del kori Toufèche a c. 1360 m con scene di caccia al muflo- ne. Nella stazione poco a N della selletta a 1560 m, che dal kori Tamgak porta all'avvallamento verdeggianti del Toubouzout, abbiamo trovato oltre ai soliti reperti neolitici pure una piccola ascia di ferro, testimoniatrice anche la tappa culturale dell'Età del Ferro in questa regione.

Bibliografia

- BAUDET J. e BONIFAS G. (1964) - Sédimentation de plateforme dans la région d'Agadès (République du Niger). *Rep. of. XXII Session India 1964, Part XV, International Geol. Congress*, New Delhi.
- BLACK R. and GIROD M. (1970) - Late Paleozoic to Recent igneous activity in West Africa and its relationships to basement structures. In: *African Magmatism and Tectonics*, Oliver & Boyd, Edinburgh.
- BLACK R., JAUJOU M., PELLATON C. (1967) - Carte Géologique de l'Air, 1:500.000, et Notice explicative. Dir. Mines Géol. Niger.
- BOCCARDI V. e BOCCAZZI C. (1972) - Il cimitero dei dinosauri. Sugar Editore, Milano.
- BOCCAZZI C. (1974) - Il fiume scomparso. Sugarco Editore, Milano.
- BOWDEN P., VAN BREEMEN O., HUTCHINSON J., TURNER D. C. (1976) - Paleozoic and Mesozoic age trends for some ring complexes in Niger and Nigeria. *Nature*, Vol. 259, January 29, 1976, London.

- CLARK J. D. et al. (1971) - British Expedition to the Air Mountains. Science in the Southern Sahara. Preliminary Report. Students of G.S.O. School of Military Survey.
- CORNET A. (1962) - Rapport Géologique. In: *Documents scientifiques de la Mission Berliet, Ténéré-Tchad*. Paris.
- DRESCH J. (1959) - Notes sur la géomorphologie de l'Air. *Bull. Ass. Géogr. fr.* 280-I, Paris.
- FANTIN M. (1970) - Uomini e montagne del Sahara. Tamari, Bologna.
- FAURE H. (1959) - Géologie des formations sédimentaires à l'est de l'Air (Niger). *Bull. Soc. Géogr. fr.*, 7, ser. I, Paris.
- FOUREAU F. (1905) - Documents scientifiques de la Mission Saharienne, Mission Foureau - Lamy. 2 vv., Masson, Paris.
- GREIGERT J. e POUQUET R. (1967) - Essai de description des formations géologiques de la République du Niger. *Mem. Bur. Rech. géol. min.* 48, Paris.
- I.F.A.N. (1950) - Contribution à l'étude de l'Air. *Mem. Inst. Fr. Afr. Noire*, 10, Dakar.
- JOULIA F. et LAPPARENT A. (1954) - Découverte de la série paléozoïque sur la bordure occidentale du massif de l'Air. *C.R. Séances Acad. des Sciences* vol. 238, Paris.
- MENSCHING H. G. (1974) - Landform as a dynamic expression of climatic factors in the Sahara and the Sahel. *Z. Geomorph. N.F.*, suppl. Bd. 20, Berlin.
- METZELTIN S. (1979) - New clastic sedimentary sequence resting on Precambrian basement from the Air Mountains. *Rend. Acc. Naz. Lincei*, fasc. 6, S. VIII, vol. LXV, Roma.
- SECTION HIDR. DE L'OFFICE DE LA RECHERCHE ET TECHNIQUE D'OUTRE-MER (1962) - Etudes d'écoulement dans le Massif de l'Air. In: *Terres et Eaux, Rev.*, n. 38, Paris.
- THORP M. B. (1969) - Some Aspects of the Geomorphology of the Air Mountains, Southern Sahara. In: *Inst. Brit. Geographers Trans.*, n. 47.

Cartografia essenziale

Carte Internationale du Monde, 1:1 mil.

- NF - 32 In-Azaouà
- NE - 32 Agadès

Carte Rép. du Niger, Institut Géographique National, Paris, 1:200.000

- NE - 32 XXI Iférouane
- NE - 32 XV Timia
- NE - 32 IX El Meki
- NE - 32 XXII Adrar Sirret
- NE - 32 XVI Takolokouzet
- NE - 32 XIV Afasto

Tappe principali dell'esplorazione geografica

- 1850 Adolf Overweg, Heinrich Barth, Jack Richardson attraversano l'Air toccando Tin Tellout.
- 1876 Erwin von Bary, naturalista tedesco, rimane un anno nell'Air per studiare il massiccio.
- 1899-1900 La missione militare francese diretta da Foureau e Lamy attraversa l'Air e pubblica un'esauriente descrizione degli itinerari seguiti.
- 1905 Laperrine e padre de Foucauld attraversano l'Air.
- 1909 Mission Tilho.
- 1912-1913 Missione topografica francese diretta da Nieger e Cortier.
- 1922-1927 Francis Rodd, della Reale Società Geografica di Londra, percorre l'Air con scopi cartografici.

Tappe principali dell'esplorazione alpinistica

- 1943 Il geologo francese Conrad Kilian sale da solo il Gréboun da ESE
- 1960 Roger Frison-Roch (membro della Mission Berliet), ignorando di essere stato preceduto, sale il Gréboun per la stessa via.
- 1965 Ricognizioni alpinistiche di Giancarlo e Paola Castelli durante la traversata a cammello Agadès - Iférouane - Tamanrasset.
- 1967 Spedizione Consiglio (CAI), gruppi Arouà e Taghà.
- 1968 Spedizione Castelli (CAI) al Gréboun.
- 1970 Spedizione Agresti (CAF), gruppi Arouà e Thagà.
- 1970 Spedizione britannica al Gréboun.
- 1970 Spedizione Mouren (Croix du Sud) al Tin Galène.
- 1971 Spedizione Agresti (CAF), gruppi Arouà e Thagà.
- 1973 Spedizione Bertinotti (CAF), gruppi Arouà e Thagà.
- 1974 Spedizione Buscaini-Castelli (CAI), con 10 ascensioni nei gruppi Tin Galène e Tamgak.
- 1975 Spedizione Wildemann (DAV) al Tchirikène.
- 1977 Spedizione Franco-Prudhomme (CAF), con 9 ascensioni nei gruppi Marasset, Arouà, Thagà, Tchirikène.
- 1977 Spedizione Buscaini-Castelli (CAI), con 15 ascensioni nei gruppi Tamgak, Thagà, Tchirikène.
- 1984 Spedizione Ravà (CAI) all'Adesnou.