

GEOLOGIA DI ALCUNE SUCCESSIONI TORBIDITICHE CRETACEO-TERZIARIE APPARTENENTI AI «FLYSCH MAURETANIENS» E ALLA «NAPPE NUMIDIENNE» DEL RIF SETTENTRIONALE (MAROCCO)(°)

INDICE			
RIASSUNTO	pag.	37	
ABSTRACT	"	38	
RESUME	"	38	
1. PREMESSA (F. GUERRERA)	"	39	
2. STUDI PRECEDENTI (F. GUERRERA)	"	39	
3. STATO DELLA QUESTIONE (F. GUERRERA)	"	40	
4. OSSERVAZIONI SEDIMENTOLOGICHE E BIOSTRATIGRAFICHE (F. GUERRERA)	"	41	
4.1. METODO DI STUDIO	"	41	
4.2. NAPPE DU JEBEL TISIRENE (flysch maurétaniens)	"	42	
4.2.1. Litostratigrafia e osservazioni sedimentologiche	"	42	
4.2.2. Caratteristiche biostratigrafiche	"	43	
4.3. NAPPE DES BENI IDER (flysch maurétaniens)	"	44	
4.3.1. Litostratigrafia e osservazioni sedimentologiche	"	44	
4.3.2. Caratteristiche biostratigrafiche	"	45	
4.4. NAPPE NUMIDIENNE	"	45	
4.4.1. Unité de Talaa Lakra	"	46	
4.4.1.1. Litostratigrafia e osservazioni sedimentologiche	"	46	
4.4.1.2. Caratteristiche biostratigrafiche	"	47	
4.4.2. Flysch Numidico s.s.	"	48	
4.4.2.1. Litostratigrafia e osservazioni sedimentologiche	"	48	
4.4.2.2. Caratteristiche biostratigrafiche	"	48	
4.5. AQUITANIEN MARNO-GRESEUX TRANSGRESSIF	"	49	
4.6. CAMPIONI SPARSI	"	49	
5. DATI MINERALOGICI E PETROGRAFICI	"	49	
5.1. METODI DI STUDIO MINERALOGICI (R. FRANCHI & S. VANNUCCI)	"	49	
5.2. RISULTATI ANALITICI (R. FRANCHI & S. VANNUCCI)	"	50	
			50
			51
			53
			53
			53
			54
			54
			54
			55
			55
			57
			57
			59
			59
			60
			61
			62
			63
RIASSUNTO			

(*)Servizio Geologico d'Italia, Roma; Istituto di Geologia dell'Università di Camerino.

(**)C.N.R. Centro di Studio per la mineralogia e la geochimica dei sedimenti; Istituto di Mineralogia, Petrografia e Geochimica dell'Università di Firenze.

(***)Istituto di Geologia dell'Università di Urbino.

(****)Lamont-Doherty Geological Observatory of Columbia University, Palisades, New York.

(°)Pubblicazione n. 51 dell'Istituto di Geologia dell'Università di Urbino. Lavoro eseguito con i fondi della University of South Carolina, Geological Survey Project (New York) e del C.N.R.

Il dominio dei flysch alloctoni del Rif (Marocco) è costituito da un appilamento di cinque grandi complessi orogenicamente trasportati: 1) *unités pré dorsaliennes*, 2) *flysch maurétaniens*, 3) *ride taraquide*, 4) *flysch massyliens*, 5) *nappe numidienne*, che poggiano sulle zone esterne. Le successioni torbiditiche studiate appartengono sia ai *flysch maurétaniens*: *Nappe du J. Tisirène* e *Nappe des Beni Ider* sia alla *nappe numidienne*: *Unité de Talaa Lakra* e *Flysch Numidico s.s.*

Le varie successioni si possono raggruppare in tre principali sequenze:

- (a) *torbiditi calcaree associate ad argille varicolori* → *torbiditi marnoso-arenaceo-micacee* (talora con intervalli caotici tipo *slump* nella parte inferiore): sequenze regressive tipo *Beni Ider* e in parte tipo *Tisirène*;
- (b) *argille varicolori* → *torbiditi quarzarenitiche con argille sabbiose*: sequenze regressive tipo *Numidico*;
- (c) *argille varicolori* (talvolta con intervalli caotici tipo *slump*) *torbiditi marnoso-arenaceo-micacee* → *torbiditi quarzarenitiche con argille sabbiose*: sequenze regressive «miste» tipo *Talaa Lakra*.

Sedimentologicamente le successioni mostrano un sostanziale carattere regressivo passando da iniziali ambienti di piana sottomarina a possibili lobi di conoidi sino a facies canalizzate (*Flysch Numidico s.s.*). Questa evoluzione viene messa in relazione a movimenti tettonici differenziati che interessano sia le aree marginali sia le aree bacinali.

Nuovi dati biostratigrafici indicano che le varie successioni (ad eccezione della più vecchia *Nappe du J. Tisirène*) sono sostanzialmente coeve con un arresto della sedimentazione nella parte inferiore della Zona N6 di Blow. Molto più incerta è invece l'età basale delle varie sequenze. Nei settori più occidentali della catena (Lucania, Sicilia e forse Tunisia) l'arresto della sedimentazione del *Flysch Numidico* arriva sino alle Zone N7-N8 di Blow, implicando, in questi settori, un ritardo delle fasi tettoniche compressive.

In base alla composizione mineralogico-petrografica degli apporti è stato possibile stabilire (in maniera incerta per il *Tisirène*) che le turbiditi calcaree della *Nappe du J. Tisirène* e della *Nappe des Beni Ider* derivano da un margine tipo piattaforma carbonatica. Le sovrastanti turbiditi arenacee di entrambe le sequenze presentano un apporto misto da zone interne. Questo apporto è: sedimentario, vulcanico (lave di tipo trachitico) e magmatico di tipo intermedio per il *Tisirène*; metamorfico, sedimentario, vulcanico (lave di tipo andesitico) e magmatico di tipo intermedio per il *Beni Ider*. Le turbiditi quarzarenitiche del *Flysch Numidico* s.s. derivano con tutta probabilità, da sabbie desertiche policicliche africane e sono, inoltre, del tutto simili alle più vecchie *Arenarie Nubiane* sudanesi. Le turbiditi dell'*Unité de Talaa Lakra* presentano, in successione normale, entrambi i caratteri del *Beni Ider* e del *Numidico* configurate, così, una sequenza «intermedia». I clasti vulcanici riconosciuti nel *Beni Ider* s.s. sono collegabili alla più importante fase calcareo-infra-meso miocenica rintracciabile nell'area mediterranea.

La struttura prevalente del *Beni Ider* e del *Talaa Lakra* è quella a scaglie tettoniche imbricate, isorientate e giustapposte, comprese quasi certamente in più ampie e complesse pieghe. Le successioni numidiche, meno disturbate, poggiano tettonicamente su terreni già strutturati.

L'interpretazione porta a concludere che la sedimentazione delle successioni turbiditiche studiate sarebbe avvenuta in un unico bacino (esterno rispetto alla «Dorsale» calcarea) differenziato in bacini minori per tettonica distensiva e limitato da margini continentali diversificati petrograficamente e tettonicamente. Il sollevamento delle zone marginali e la subsidenza differenziata del bacino sono i fattori preponderanti, assieme alle caratteristiche fisiografiche degli ambienti deposizionali, che governano i processi sedimentari. Penecontemporaneamente (o successivamente) alla sedimentazione si instaura un regime tettonico di tipo compressivo (vergenza verso SW) determinando la scagliatura delle varie sequenze a partire dalle più interne (processo tetto-genetico). La posizione strutturale generalmente più elevata del *Flysch Numidico* viene attribuita ad una tettonica gravitativa tardiva.

GEOLOGY OF SOME CRETACEOUS-TERTIARY TURBIDITE SEQUENCES BELONGING TO THE «MAURETANIENS FLYSCH» AND TO THE «NAPPE NUMIDIENNE» IN THE RIFF NORTHERN CHAIN (MAROCCO)

ABSTRACT

The *Realm of the Allochthonous Flysch* in the Riff Chain (Morocco) consists of five allochthonous complexes: (1) *Prédorsaliennes Units*; (2) *Maurétaniens Flysch*; (3) *Ride Taraquide*; (4) *Massyliens Flysch*; (5) *Nappe Numidienne*. They overlie the external zones. The studied turbidite sequences both pertain to *Maurétaniens Flysch* (*Nappe du Jebel Tisirène* and *Nappe des Beni Ider*) and to the *Nappe Numidienne* (*Unité de Talaa Lakra* and *Numidian Flysch* s.s.).

The various sequences can be grouped according to three main sequences: (a) *calcareous turbidites with varicoloured argillites* → *marly-arenaceous-micaceous turbidites* (some times containing slumps in their lower portion): thickening-upward sequences like *Beni Ider* and partly like *Tisirène*; (b) *varicoloured argillites* → *quartzarenite turbidites with sandy claystones*: sequences like *Numidian Flysch*; (c) *varicoloured argillites* (some times containing slumps) → *marly-arenaceous-micaceous turbidites* → *quartzarenite turbidites with sandy claystones*: «mixed» sequences like *Talaa Lakra*.

From a sedimentological point of view, the examined sequences display a general trend (thickening-upward sequence), starting from basin plain deposits to probable outer fan lobes up to channelized facies (*Numidian Flysch* s.s.). This trend is related to differentiated tectonics both affecting marginal areas and basinal ones.

New biostratigraphic data indicate that the sequences (with the exception of the older *Nappe du J. Tisirène*) are substantially con-

temporary with the ending of the sedimentation in the Blow N6 Zone lower part. The basal age of the sequences is much more uncertain. In the western segment of Maghrebides (Lucania, Sicily and perhaps Tunisia) the end of the *Numidian Flysch* sedimentation occurred during N7-N8 Blow Zones implying a delay of the compressive tectonic phases in this area.

On the basis of the mineralogico-petrographic studies it has been possible to point out as follows. (a) The *Nappe du J. Tisirène* and the *Nappe des Beni Ider* calcareous turbidites derive from a carbonate platform-like margin (dubitably as far as *Tisirène* is concerned), while the upper arenaceous turbidites show a mixed supply from internal areas (always dubitably as to the *Tisirène*) which is: sedimentary, volcanic (trachyte-like lavas) and from intermediate rocks as to the *Tisirène*; metamorphic, sedimentary, volcanic (andesite-like lavas) and intermediate rocks as to the *Beni Ider*. (b) The *Numidian Flysch* s.s. quartzarenite turbidites are likely to be derived from African polycycle desert sands; moreover they look very much like the older Sudan *Nubian Sandstone*. (c) The *Unité de Talaa Lakra* turbidites show, when in normal sequence, both the *Beni Ider* and the *Numidian* characters thus representing an «intermediate» family. The volcanic clastics recognized in the *Beni Ider* s.s. can be referred to the most important Lower-Middle Miocene calcareous phase of the Mediterranean area.

The *Beni Ider* and the *Talaa Lakra* mainly consists of imbricated, iso-oriented and closely packed tectonic slaps, almost certainly included in wider and more complex folds. The less disturbed Numidian sequences tectonically overlie already deformed rocks.

From the interpretation it would seem that the deposition of the examined turbidite sequences occurred in a single basin (external as to the *Calcareous Ridge*) subdivided into minor basins because of extensional tectonics and delimited by continental margins both diversified from the petrographic and tectonic point of view. Uplift of the marginal areas and the differentiated subsidence of the basin are predominant factors which, together with the environment physiographic features, govern the sedimentary processes. Contemporaneously or following the sedimentation, a tectonic compressive regime (SW vergent) is established making the various sequences slabbed, starting from the internal ones (tectogenetic process). The generally uppermost structural position of the *Numidian Flysch* s.s. is related to late gravity tectonics.

GEOLOGIE DE QUELQUES SUCCESSIONS TURBIDITES CRETACE-TERTIAIRES APPARTENENTES AUX «FLYSCH MAURETANIENS» ET A LA «NAPPE NUMIDIENNE» DU RIF SEPTENTRIONAL (MAROC)

RESUME

Le domaine des *flysch allochtones* du Rif (Maroc) est formé de 5 grands complexes: 1) *unités prédorsaliennes*, 2) *flysch maurétaniens*, 3) *ride taraquide*, 4) *flysch massyliens*, 5) *nappe numidienne*, qui posent sur les zones externes. Les successions turbiditiques étudiées concernent soit le *flysch maurétaniens* (*Nappe du J. Tisirène* et *Nappe des Beni Ider*), soit la *nappe numidienne* (*Unité de Talaa Lakra* et *Flysch Numidien* s.s.).

On peut réunir les différentes successions en trois principales séquences:

- turbidites calcaires associées à des argiles bariolées* → *turbidites marno-grésomiacées* (parfois avec des intervalles chaotiques, type *slump*, dans la partie inférieure): séquences régressives de type *Beni Ider* et en partie de type *Tisirène*;
- argiles bariolées* → *turbidites quartz-gréseuses avec des argiles sableuses*: séquences régressives de type *Numidien*;
- argiles bariolées* (parfois avec des intervalles chaotique, type *slump*) → *turbidites marno-grésomiacées* → *turbidites quartz-gréseuses avec argiles sableuses*: séquences régressives «mixtes» de type *Talaa Lakra*.

Du point de vue sédimentologique les successions montrent un substantiel caractère régressif en passant d'un milieu de plaine sous-marine à des possibles conoïdes jusqu'à des facies canalisées (*Flysch Numidien* s.s.). Cette évolution est mise en relation à des mouvements tectoniques différenciés qui intéressent aussi les zones marginales que les zones du bassin.

Des nouvelles données biostratigraphiques indiquent que les différentes successions (à l'exception de la plus ancienne *Nappe du J.*

Tisirène) sont pratiquement contemporaines, avec un arrêt de la sédimentation dans la partie inférieure de la Zone N6 de Blow. Beaucoup plus incertain, au contraire, est l'âge de la base des séquences. Dans les secteurs les plus orientaux de la chaîne (Lucanie, Sicile et peut-être Tunisie), l'arrêt de la sédimentation du *Flysch Numidien* se prolonge jusqu'aux Zones N7-N8 de Blow, avec l'implication, dans ces secteurs, d'un retard des phases tectoniques compressives.

D'après la composition minéralogique et pétrographique des apports, il a été possible de mettre en évidence que: les turbidites calcaires de la *Nappe du J. Tisirène* et de la *Nappe des Beni Ider* dérivent d'un marge de type plate-forme carbonatée (très douteusement pour le *Tisirène*) tandis que les turbidites supérieures présentent un apport mixte. Cet apport est: sédimentaire, volcanique (laves de type trachytique) et magmatique de type intermédiaire pour le *Tisirène*; métamorphique, sédimentaire, volcanique (laves de type andésitique) et magmatique de type intermédiaire pour le *Beni Ider*. Les turbidites quartz-gréseuses du *Flysch Numidien* s.s. dérivent, selon toute probabilité, de sables désertiques polycycliques africaines et elles sont, de plus, semblables aux plus anciens *Grès Nubiens* du Soudan. Les turbidites de l'*Unité de Talaa Lakra* montrent, dans la normale succession, les deux caractères du *Beni Ider* et du *Numidien* et se révèlent ainsi une séquence «intermédiaire». Les clastiques volcaniques reconnus dans le *Beni Ider* s.s. sont reliés à la phase calcalcaline, infra-meso Miocène, la plus importante qui on peut trouver dans la zone Méditerranéenne.

La structure prédominante dans le *Beni Ider* et dans le *Talaa Lakra* est celle à écailles tectoniques imbriquées, isorientées et superposées comprises presque certainement entre des plis plus larges et plus complexes. Les successions numidiennes, moins dérangées, posent tectoniquement sur des terrains déjà structurés.

L'interprétation permet de conclure que la sédimentation des successions turbidites étudiées se serait produite dans un seul bassin (externe par rapport à la «*Dorsale*» calcaire) différencié en bassins plus petits à cause d'une tectonique disjonctive et limité par des bords continentaux différents du point de vue pétrographique et tectonique.

Le soulèvement des zones marginales et la subsidence différenciée du bassin sont les facteurs les plus importants, avec les caractéristiques physiographiques des milieux, qui gouvernent la sédimentation. Presque en même temps (ou ensuite) que la sédimentation, se produit un régime tectonique compressif (vergence vers SW) qui détermine la formation des écailles à partir des plis internes (processus tectogénétique). La position structurale du *Flysch Numidien*, d'habitude plus élevée, est attribuée à une tectonique gravitative tardive.

PAROLE CHIAVE: Flysch Maurétaniens, Nappe Numidienne, Turbiditi cretaceo-terziarie, Litostratigrafia, Sedimentologia, Biostratigrafia, Mineralogia, Petrografia, Paleogeografia, Paleotettonica, Rif settentrionale, Marocco.

KEY WORDS: Flysch Maurétaniens, Nappe Numidienne, Cretaceous-Tertiary Turbidites, Litostratigraphy, Sedimentology, Biostratigraphy, Mineralogy, Petrography, Paleogeography, Paleotectonics, Northern Riff, Marocco.

1. PREMESSA (F. GUERRERA)

Questo lavoro è il risultato di 30 giorni di osservazioni di terreno effettuate nel Rif settentrionale (Marocco) durante il mese di settembre del 1973 e successivamente completate da osservazioni analitiche di tipo micropaleontologico, mineralogico e petrografico. Lo scopo è quello di fornire nuovi dati su alcune successioni torbiditiche riffane inserendosi in un più ampio progetto dell'Istituto di Geologia dell'Università di Urbino in relazione anche allo studio delle successioni torbiditiche dell'Appennino. Le ricerche sono state effettuate nell'ambito di un progetto della University of South Carolina, Geological Survey Project (New York) e organizzate da B. RYAN.

Lo studio mineralogico-petrografico è stato eseguito da U. CHIOCCHINI, essenzialmente al microscopio ottico, e da R. FRANCHI e S. VANNUCCI prevalentemente mediante tecniche a raggi X. F. GUERRERA e, in parte, B. RYAN hanno condotto le osservazioni di terreno; F. GUERRERA ha inoltre svolto le osservazioni lito-sedimentologiche, biostratigrafiche e, d'accordo con gli altri AA., l'interpretazione conclusiva.

2. STUDI PRECEDENTI (F. GUERRERA)

Come è noto il Rif rappresenta una catena assai complessa di cui però si conosce già la struttura nelle sue linee principali. Le più importanti unità strutturali riffane, comprese nel ramo meridionale della catena alpina, sono schematizzate nella Fig. 1.

La catena del Rif, compresa nell'arco di Gibilterra, rappresenta il legame fra: (a) la Cordigliera Betica e le Baleari (ramo settentrionale, vergenza NNW); (b) il Maghreb (ramo meridionale, vergenza verso S). I principali domini strutturali della catena riffana (Fig. 2) si possono riassumere come segue (v. DIDON ed altri, 1973; LESPINASSE, 1975).

(1) *Domínio interno:* comprende le unità *Subtides* profonde (DIDON ed altri, 1973; DURAND DELGA & KORNPROBST, 1963) equivalenti delle *Alpujarrides* della catena betica. Costituiscono lo zoccolo polimorfico antico con alla base rocce ultrabasiche provenienti dal mantello superiore (KORNPROBST, 1969). Questo dominio comprende anche le unità *Ghomarides* (equivalenti delle *Malaguides* betiche), che sono costituite da serie paleozoiche, mesozoiche e terziarie

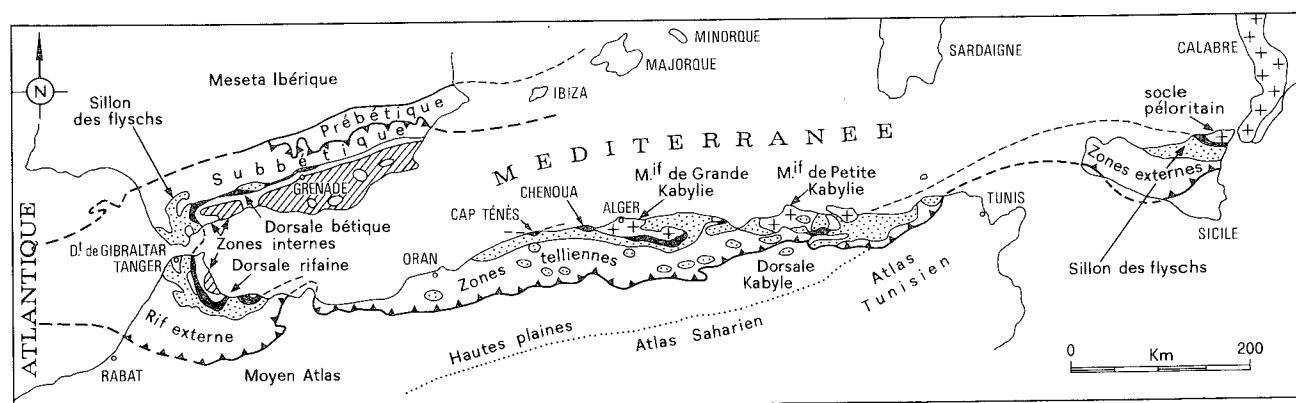


Fig. 1 - Schema strutturale dell'orogene alpino del Mediterraneo sud-occidentale da DURAND DELGA (1969), in parte modificato anche secondo RAOULT (1974) e BOURGOIS (1978).

(sino all'Eocene) tettonicamente trasportate.

(2) «Dorsale» riffana: costituisce la catena calcarea mesozoica che separa le zone interne da quelle esterne. Essa sembra mostrare una struttura a scaglie tettoniche molto strette con sovrapposizione di fasi a vergenza variabile.

(3) *Dominio esterno*: comprende sedimenti marnoso-scistosi (molto differenti rispetto a quelli affioranti nei precedenti domini) intensamente deformati, specialmente nelle parti più interne. Esso è suddiviso in tre principali zone, ben distinte, divenute ormai classiche: (a) la *zona intrariffana* (relativamente più interna); (b) la *zona mesoriffana* (in posizione intermedia); (c) la *zona preriffana* che riposa sull'avampaese autoctono e rivela una struttura complessa.

(4) *Dominio dei Flysch alloctoni*: esso è indipendente dai domini precedenti e costituisce un complesso appilamento di varie unità che poggiano sistematicamente sulle zone esterne (Fig. 2) ad eccezione dei flysch del *J. Zemzem* che riposano sulle aree interne. In questo dominio sono stati distinti cinque grandi complessi alloctoni (v. DIDON ed altri, 1973, pag. 94): (a) *unités prédorsaliennes* (Lias-Aquitano); (b) *flysch maurétaniens* (Dogger-Oligocene); (c) *ride taraquide* che separa il bacino *maurétanien* (più interno) dal bacino *massylien* oppure si colloca (DURAND DELGA, comunicazione epistolare del luglio 1979) fra la «Dorsale» e i *flysch maurétaniens*; (d) *flysch massyliens* (Cretaceo-Eocene); (e) *Nappe Numidienne* (Cretaceo superiore-Miocene inferiore).

Allo stato attuale delle conoscenze si dispone, quindi, di un quadro geologico-strutturale abbastanza preciso mentre sembrano necessari studi analitici di base. E' in questa ottica che il presente lavoro offre

nuovi dati di dettaglio su alcune successioni torbiditiche appartenenti sia ai *flysch maurétaniens* sia alla *Nappe Numidienne*.

3. STATO DELLA QUESTIONE (F. GUERRERA)

L'evoluzione delle ricerche ha portato a varie ipotesi interpretative che possono essere ricondotte a quattro recenti e principali vedute.

(1) *L'ipotesi ultra*, originariamente formulata da DURAND DELGA & MATTAUER (1960) e successivamente sostenuta prevalentemente da MATTAUER (1963) e dalla sua scuola (es. ANDRIEUX, 1971), prevede sostanzialmente una origine ultrariffana (dominio interno) dei flysch alloctoni, ubicando il loro originario bacino nell'attuale Mediterraneo, alimentato da aree settentrionali. In sostanziale accordo con questa ipotesi paleotettonica si trovano vari AA. e, più recentemente fra questi, GRUGE (1978) il quale riconosce un bacino interno al *dominio Kabyle-Riffano* dove, nella sua parte settentrionale, si depositava il *Flysch Numidico*, alimentato da un *dominio nord-maghebide* (ormai eroso e/o affondato) mentre nella sua parte meridionale si depositavano le molasse *gréso-micacé* (equivalenti delle arenarie torbiditiche della *Nappe des Beni Ider*).

(2) *L'ipotesi infra* (di ordine paleogeografico), di DURAND DELGA (1961 e 1967), ammette un'area di sedimentazione del flysch ubicata in posizione esterna rispetto alla «Dorsale» riffana (catena calcarea mesozoica) ma interna rispetto al *Dominio esterno* s.s. Questa ipotesi ammette ancora un'origine settentrionale, sostanzialmente comune, per il quarzo numidico (considerato successivamente di origine africana) e

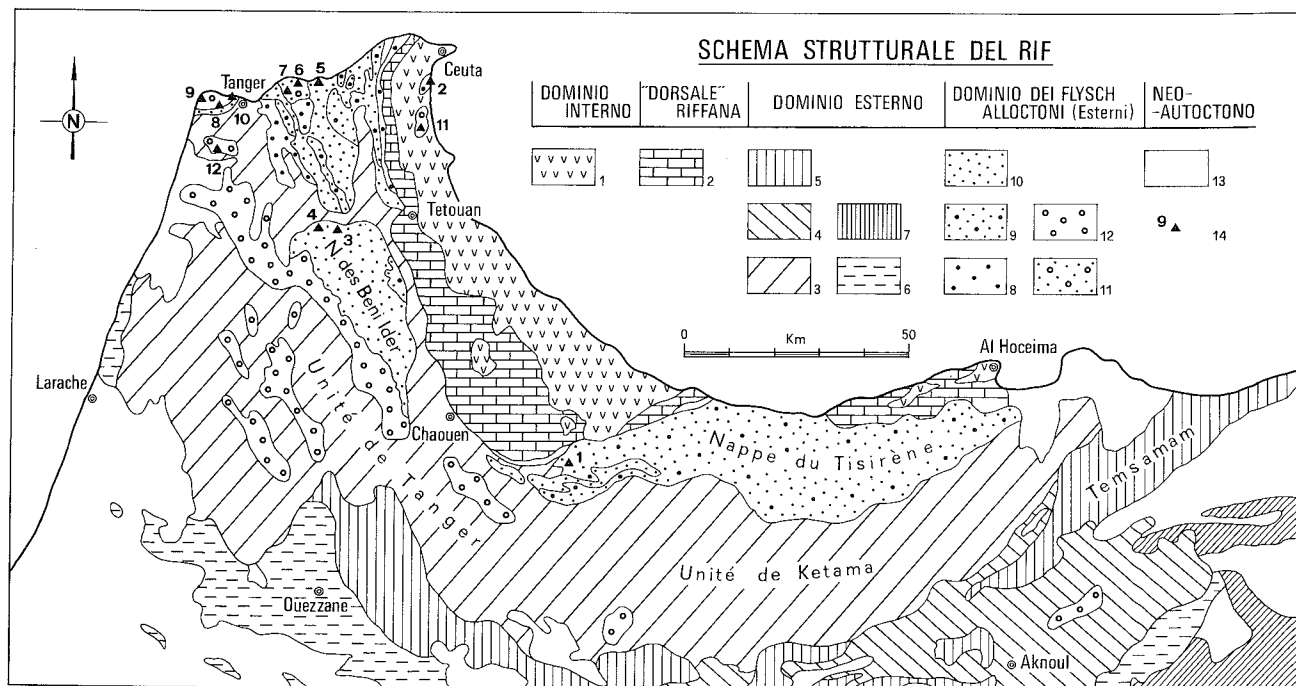


Fig. 2 - Schema strutturale del Rif (da LEBLANC, 1975, modificato) con in evidenza la distribuzione delle successioni torbiditiche studiate e l'ubicazione areale di tutti i logs misurati.

1 = falde paleozoiche e zone metamorfiche; 2 = catena calcarea; 3 = Unité de Tanger-Ketama; 4 = falde intrariffane; 5 = zone mesoriffane; 6 = zone preriffane; 7 = avampaese autoctono; 8 = flysch diversi; 9 = Nappe du J. Tisirène; 10 = Nappe des Beni Ider; 11 = Unité de Talaa Lakra; (Nappe Numidienne); 12 = Flysch Numidico s.s. (Nappe Numidienne); 13 = terreni post-orogeni mio-plio-quadernari; 14 = ubicazione e numero dei logs.

per i flysch ologocenici tipo *gréso-micacé*. In questa interpretazione, applicabile anche al *Maghreb*, i flysch sarebbero stati espulsi verso l'esterno durante le fasi di chiusura del bacino. Più recentemente DURAND DELGA (comunicazione epistolare del luglio 1979) considera i flysch d'Andalusia d'origine maghrebide secondo il modello (v. oltre) di BURGOIS (1977), messi in posto da una torsione in piano in senso orario. Sostanzialmente conforme all'*ipotesi infra* risulta l'interpretazione di LESPINASSE (1975) per il settore centro-riffano. Una revisione di questa ipotesi in un'ottica geodinamica è stata avanzata da DIDON & HOYEZ (1978a) mediante l'analisi della distribuzione spaziale e delle strutture tettoniche delle successioni numidiche esterne all'arco betico-riffano. Questi AA. approdano ad una migliore paleogeografia e riconoscono uno spostamento verso W del blocco di Alboran rispetto all'Africa ed alla penisola Iberica, seguito da un avvicinamento di queste ultime.

(3) L'*ipotesi della provenienza dal cratone africano*, intravista da DURAND DELGA (1955) e da OGNIBEN (1960) è stata ampiamente documentata e sostenuta da WEZEL (1970 e 1974) nel settore siciliano. Essa prevede che il quarzo delle arenarie numidiche derivi dal cratone africano mentre il detrito dei coevi flysch tipo *Reitano-Capo d'Orlando* (v. Tab. 1) provenga dall'erosione dei complessi metamorfici interni. In GUERRERA & WEZEL (1974) viene prospettato un dispositivo strutturale relativo alla regione costiera fra Tangeri e Ceuta (Marocco settentrionale) secondo il quale il passaggio laterale tra il *Flysch des Beni Ider* e il *Flysch Numidico* è indicativo di una opposta provenienza dei rispettivi detriti. Questa ipotesi è stata verificata anche nel settore tunisino (WEZEL, 1968) e successivamente confermata da HOYER (1975). Più recentemente essa è stata ampiamente convalidata mediante l'applicazione di una efficace metodologia che comporta lo studio morfologico e radio-cronologico dello zirconio detritico (LANCELOT ed altri, 1977). Questa metodologia è stata applicata al *Flysch Numidico* della Sicilia e dell'Andalusia ed ha dimostrato che la zona alimentatrice ha una origine chiaramente africana. Queste conclusioni sono in buon accordo con quelle di GAUDETTE ed altri (1975 e 1977, citati in LANCELOT ed altri, 1977) i quali hanno applicato la medesima tecnica per il *Flysch Numidico* tunisino.

La stessa metodologia, inoltre, utilizzata per il *Flysch gréso-micacé* siciliano (LANCELOT ed altri, 1977, pag. 779), corrispondente al *Flysch Reitano-Capo d'Orlando*, dimostra una radicale differenza fra le due successioni e permette di attribuire, a quest'ultimo flysch, un'origine locale riferibile allo zoccolo calabro-lucano (materiale granitico d'origine crostale profonda).

(4) Una moderna ed interessante ipotesi fondata su molti dati geologici (BURGOIS, 1977 e 1978) prospetta un'origine riffana per tutti i flysch (*massylien*, *maurétanien* e *numidien*), sottoposti alla «*hispanisation*» burdigaliana che comporta il loro trasferimento in posizione neobetica. Una successiva e complessa fase tettonica tortoniana di tipo centrifugo avrebbe creato la struttura arcuata di Gibilterra.

Uno studio sedimentologico (condotto secondo il modello della conoide sottomarina) comprendente anche alcuni dati petrografici qualitativi (ma privo di un aggiornamento biostratigrafico) effettuato su di-

verse unità betiche (corrispondenti, in parte, a quelle del presente lavoro) è stato proposto da PENDON (1978). Questo A. ubica, inaspettatamente, la patria tettonica delle *Grès de l'Albige* (v. Tab. 1) nel settore centro-mediterraneo (approssimativamente tra Sardegna e Sicilia) e le fa derivare dall'erosione di rocce endogene leggermente metamorfosate. Per tutte le altre unità, la patria tettonica sarebbe più occidentale. In particolare l'origine del *Flysch d'Algeciras* (v. Tab. 1) sarebbe legata all'erosione di rocce sedimentarie e di rocce a leggero grado di metamorfismo.

La Tab. 1 serve a chiarire la terminologia usata e permette di correlare i differenti flysch della Cordigliera betica, delle Maghrebidi e dell'Appennino meridionale.

4. OSSERVAZIONI SEDIMENTOLOGICHE E BIOSTRATIGRAFICHE (F. GUERRERA)

4.1. METODO DI STUDIO

Comprende analisi di terreno (osservazioni geologico-sedimentologiche e campionatura di dettaglio) e analisi di laboratorio (studi micropaleontologici) di varie successioni torbiditiche appartenenti alle: *Nappe du J. Tisirène*, *Nappe des Beni Ider* e *Nappe Numidienne* di cui fa anche parte l'*Unité de Talaa Lakra* (v. DIDON ed altri, 1973, pagg. 95-96 e pag. 98). La distribuzione di questi flysch e l'ubicazione delle sezioni stratigrafiche sono riportate in Fig. 2. In totale sono stati misurati (talora in maniera speditiva) 4.140 metri di colonna sedimentaria di cui 600 metri non bene esposti, suddivisi in dodici logs e ripartiti secondo la Tab. 2.

Per quanto riguarda le osservazioni sedimentologiche sono stati raccolti prevalentemente i caratteri generali delle facies torbiditiche e siccome i logs non comprendono, purtroppo, settori diversi dello stesso bacino, l'attribuzione delle suddette facies ai relativi ambienti deposizionali è da considerarsi indicativa. Sulla base, quindi, dei caratteri generali delle facies è stata tentata una prima interpretazione seguendo lo schema del già noto modello della conoide sottomarina di mare profondo (STANLEY & BERTRAND, 1979). Per una migliore e moderna interpretazione sedimentologica è stato poi utilizzato un recentissimo e attualistico modello dinamico (in parte alternativo al precedente) che tiene conto, in prevalenza, dell'influenza tettonica durante la sedimentazione (WEZEL ed altri, 1979) in quanto permette un preciso raffronto con i dati raccolti. Questo modello è stato costruito mediante la descrizione di 36 carote prelevate nel Bacino sardo, l'ausilio dei profili subbottom 3,5 KHz e la dettagliata morfologia del fondo.

Lo studio micropaleontologico è stato effettuato su oltre duecento residui di lavaggio ottenuti dai campioni disgregati. Le associazioni a Foraminiferi planctonici sono state riferite allo schema biostratigrafico di BLOW (1969) che sembra ancora offrire una buona risoluzione biocronologica. Lo studio è stato completato anche con osservazioni su alcune sezioni sottili.

I rapporti strutturali tra le principali unità del Rif settentrionale (settore in cui è stata misurata la maggior parte dei logs) sono precisati in Fig. 3, utile anche per inquadrare i dati esposti più avanti.

Tabella 1 - Correlazione litostratigrafica dei differenti flysch nelle varie zone.

ANDALUSIA	MAROCCO	ALGERIA	SICILIA	LUCANIA
Didon, 1969; Didon ed altri, 1973; Pendon, 1978.	Didon ed altri, 1973; Le-spinasse, 1975; Giuge, 1978.	Durand Delga, 1969; Bouillin & Raout, 1973; Raout, 1974; Raymond, 1976.	Wezel, 1970; 1973; 1974; Guerrera & Wezel, 1974.	Selli, 1962; Wezel, 1966; Boenzi & Ciaranfi, 1970; Palmentola, 1970; Centamore ed altri, 1971a; Centamore ed altri, 1971b.
«Miocène inférieur marno-gréseux transgressif»	«Aquitaniens marno-gréseux transgressif»	Oligo-Miocène Kabile	Flysch di Reitano-Capo d'Orlando	Flysch di Gorgoglione
Grès de l'Aljibe	Numidien s.s. (Nappe du J. Sougna)	Numidien s.s.	Flysch Nebrodico - Numidico	Formazione di Stigliano
Nappe de Bolonia	Unité de Talaa Lakra			
Flysch d'Algésiras	Flysch des Beni Ider	Flysch marno-gréseux	Flysch di Troina-Tusa	Formazione di Serra Palazzo
Flysch de Los Nogales	Flysch du Jebel Tisirène	Flysch de Guerrouch	Flysch di Monte Soro	

La posizione strutturale dei vari flysch, così come appare in tabella, non corrisponde per tutte le zone. In Sicilia e in Lucania, infatti, il flysch strutturalmente più elevato è rappresentato dal Reitano-Capo d'Orlando e dal Gorgoglione; nelle altre zone, invece, questa posizione è occupata sistematicamente dal Flysch Numidico.

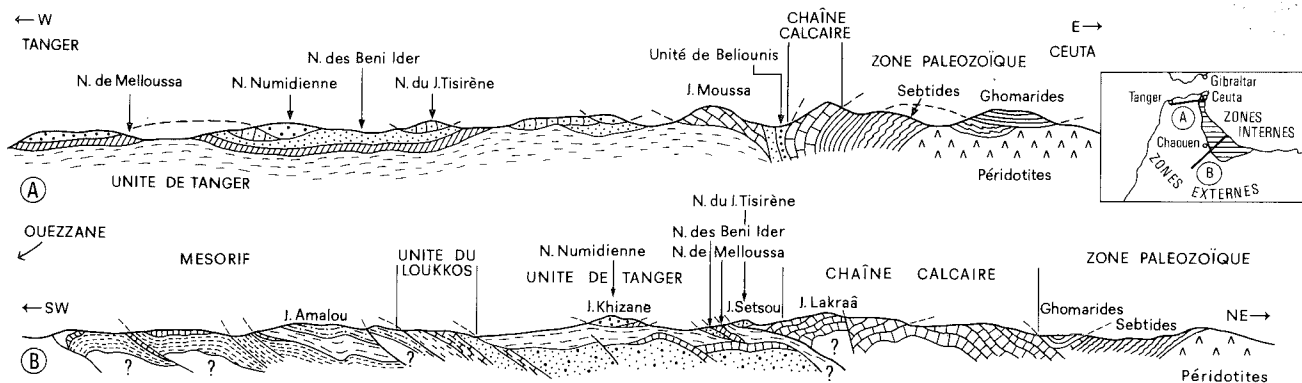


Fig. 3 - Schema dei rapporti strutturali esistenti tra le principali unità tettoniche del Rif settentrionale (da DIDON ed altri, 1973 e LESPINASSE, 1975, modificati).

4.2. NAPPE DU JEBEL TISIRENE (flysch maurétaniens)

Di questa falda fanno parte alcuni intervalli litostratigrafici di età compresa fra il Dogger e l'Albiano (DURAND DELGA & MATTAUER, 1960; DIDON ed altri, 1973, pag. 95; DURAND DELGA, comunicazione epistolare dell'ottobre 1979) che presentano una notevole estensione in tutto il Rif centro-settentrionale. Una stratigrafia completa secondo ANDRIEUX (1971, pagg. 38-42) fatta nella zona di Targuist (Rif centrale) distingue: (a) un intervallo calcareo inferiore con radiolariti associate ad un conglomerato basale a ciottoli doleritici, calcari marnosi rossi e verdi, diaspri, microbreccie e marne calcaree a Calpionelle; (b) un secondo intervallo arenaceo, tipicamente flyscioide; (c) un terzo intervallo costituito da arenarie e calcareniti a Orbitoline. Secondo questo A. lo spessore complessivo sarebbe di 3.400 metri con un'età compresa tra il Dogger e il Barremiano-base Aptiano. Secondo l'opinione di DURAND DELGA (comunicazione personale, settembre 1973 ed epistolare del luglio 1979), invece, lo spessore è nettamente inferiore poiché quello indicato da ANDRIEUX (1971) è dovuto alla sovrapposizione di più scaglie tettoniche; sarebbe inoltre assente il conglomerato basale e l'intervallo calcarenitico sommitale ridotto a singoli banchi ad Orbitoline. Dal punto di vista paleogeografico questo flysch si sarebbe depositato in un bacino *ultra* (Mare d'Alboran), allungato in direzione circa E-W e, contrariamente agli altri flysch, alimentato da E e da S (ANDRIEUX & MATTAUER, 1963) per erosione della *ride médiane* che comprende anche la catena calcarea mesozoica.

Più recentemente, LESPINASSE (1975), in seguito allo studio dettagliato della magnifica sezione di *J. Tisirène* (ristudiata nel presente lavoro), riconosce che la *Nappe du J. Tisirène* poggia sulle marne senoniane della *Formazione de Beni Derkoul*⁽¹⁾ (*Unité de Tanger*) ed è costituita da un intervallo litostratigrafico calcareo in basso e arenaceo in alto. L'Hauteriviano inferiore è l'età più recente riscontrata da questo A.

(1) - In realtà questa formazione è mal conosciuta; essa, infatti, viene anche indicata come affine ad unità *prédorsalienne* (DIDON ed altri, 1973; WILDI ed altri, 1977; WILDI, 1979).

nella parte alta dell'intervallo calcareo. In Algeria il corrispondente *Flysch de Guerrouch* (v. Tab. 1) arriva sino all'Albiano (RAOULT, 1974); in Sicilia la parte inferiore calcarea del corrispondente *Flysch di M. Soro* (v. Tab. 1) è attribuita da LENTINI (1973) al limite Barremiano-Aptiano considerando risedimentati i clasti a Calpionelle presenti in questi livelli mentre le sovrastanti quarzareniti mostrano un'età compresa fra la parte alta dell'Albiano ed il Cenomaniano (VEZ-ZANI, 1974, pag. 21).

4.2.1. Litostratigrafia e osservazioni sedimentologiche

Il log 1 è stato misurato nella *Nappe du J. Tisirène* sul versante meridionale della montagna omonima, nei pressi di Bab Barret (Rif centrale). La successione si distingue in una parte inferiore costituita da torbiditi calcaree (110 metri di spessore) ed in una parte superiore costituita da torbiditi arenacee (670 metri di spessore); essa sembra poggiare meccanicamente sull'*Unité de Tanger* (Fig. 4).

Torbiditi calcaree. La litofacies prevalente è costituita da calcareniti generalmente fini passanti a marne e da calcari omogenei (probabilmente pelagitici), in strati da sottili a spessi. Meno frequenti sono le quarzareniti e le siltiti, generalmente in strati medio-sottili. Le torbiditi calcaree, più frequenti verso il basso, presentano spesso superfici basali irregolari di tipo erosivo ed hanno una continuità laterale di almeno 2 chilometri. Il rapporto calcari/marne dell'intera successione è pari a 0,53. La granulometria è inferiore a 0,1 millimetri e solo occasionalmente arriva a 2 millimetri. Le strutture interne sono caratterizzate da sequenze di BOUMA del tipo Tde per le torbiditi sottili (71% delle torbiditi) e Tbc/e per quelle medio-spesse (7% delle torbiditi). Del tutto occasionali sono le sequenze del tipo Ta-c/e, Tab/e, Ta/e, Tb-e, Tc-e e Tc/e. I calcari omogenei, più frequenti verso l'alto, rappresentano il 10% dell'intera successione. Le piccole e sporadiche controimpronte basali (*groove casts* e *flute casts*, 2-4 centimetri di lunghezza e 0,2-0,4 centimetri di spessore) indicano una dispersione delle paleocorrenti su 360° (v. Fig. 5). Non sono evidenti cicli

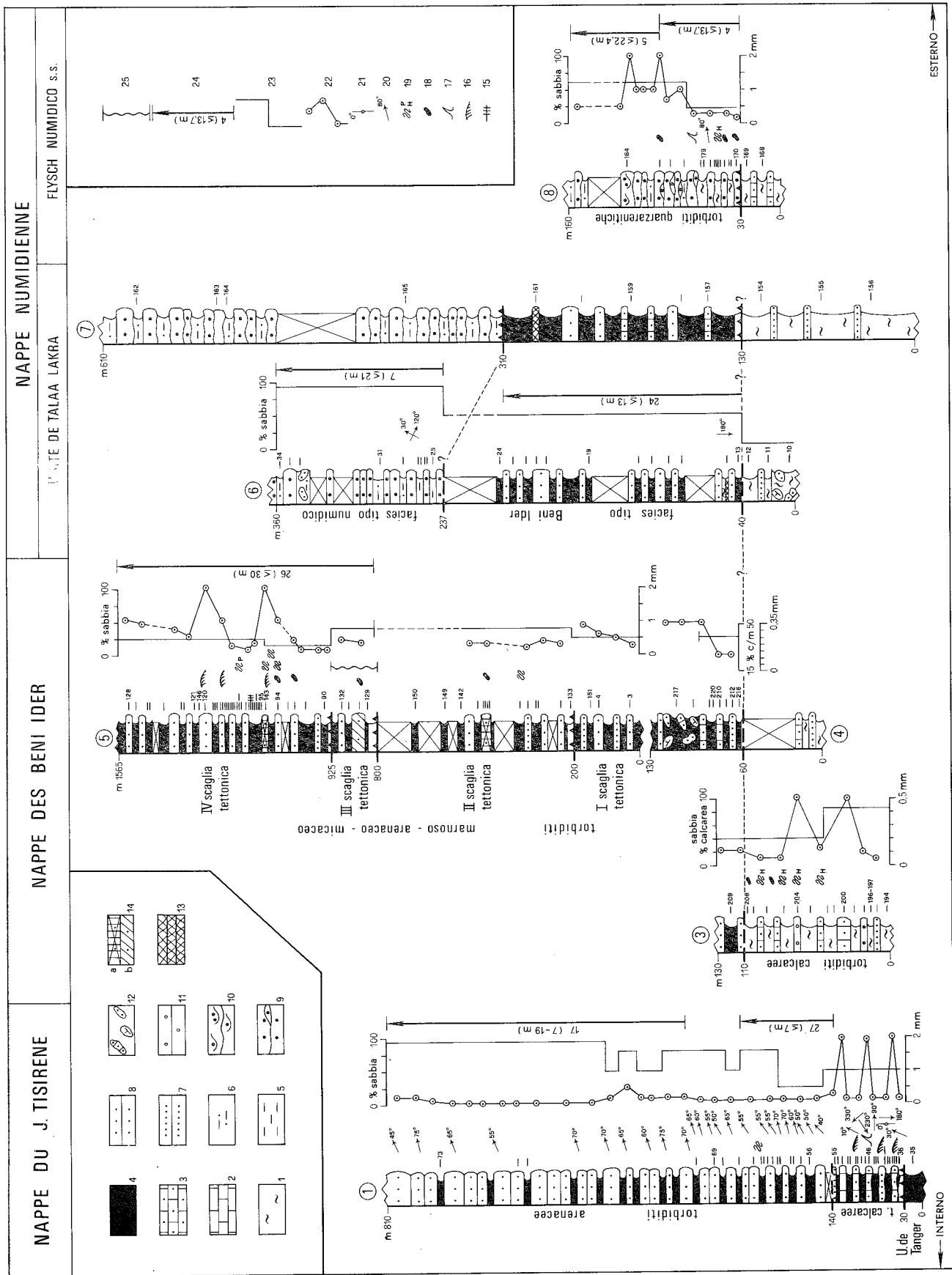


Fig. 4 - Schema litostratigrafico e sedimentologico dei principali logs misurati nel Rif settentrionale (Marocco).
 1 = argille variocolori (av); 2 = calcari omogenei (nelegiti?); 3 = torbiditi calcarei; 4 = marne per lo più sabbiose; 5 = argilliti brunastre; 6 = argilliti brunastre sabbiose; 7 = arenarie torbiditiche fini; 8 = arenarie torbiditiche medio-fini; 9 = arenarie torbiditiche medio-grossolane; 10 = arenarie torbiditiche canalizzate; 11 = strato caotico tipo debris flow; 12 = intervallo caotico tipo slump; 13 = marne ad aspetto triploaceo; 14 = strato marker (a = strato di 15 metri di spessore); 15 = probabile livello di cenere vulcanica; 16 = ripple; 17 = strutture a fiamma; 18 = inclusi peltici; 19 = controimpronte organiche solitamente del tipo Scolicia (H = tipo Heimintoidea; P = tipo Paleodictyon); 20-21 = rispettivamente, verso e direzione delle paleocorrenti; 22 = evoluzione della granulometria; 23 = evoluzione della percentuale di sabbia (rispetto alle argille-marne) nei vari intervalli litostratigrafici; 24 = presenza e numero di cicli deposizionali a carattere generalmente regressivo. Tra parentesi gli spessori dei cicli; 25 = intervallo tettonicamente deformato.

Tabella 2 - Distribuzione dello spessore e dei campioni nei vari logs

N. LOG	UNITA' STRUTTURALI	COLONNA MISURATA (metri)	CAMPIONI PRELEVATI
2	<i>Aquitanién marno-gréseux transgressif</i>	25	6
8-9-10-11-12	<i>Nappe Numidienne</i> <i>Flysch Numidico s.s.</i> — torbiditi quarzarenitiche	380	24
	— argille varicolori sotto-numidiche (AV _N)	100	11
	— Nappe des Beni Ider (substrato tettonico)	30	2
6-7	<i>Unité de Talaa Lakra</i> — torbiditi quarzarenitiche (facies numidica)	423	16
	— torbiditi marnoso-arenacee (facies Beni Ider)	377	17
	— argille varicolori (facies Beni Ider)	170	6
3-4-5	<i>Nappe des Beni Ider</i> — torbiditi marnoso-arenaceo-micacee	1.655	79
	— torbiditi calcaree	170	15
1	<i>Nappe du J. Tisirène</i> — torbiditi arenacee	670	18
	— torbiditi calcaree	110	21
	— Unité de Tanger (substrato tettonico)	30	1
	<i>Campioni sparsi</i> — Arenarie Nubiane (Sudan)	—	2
	— Flysch Numidico s.s. (J. Berkane)	—	3
	— Unité de Ketama (Tleta-Ketama)	—	1
	— Unité de Tanger (S.S. Chaouen-Tetouan, Km 36)	—	2
	— Unité de Melloussa (Capo Melabata)	—	2
	— argille verdi associate a diatomiti e calcari, base Nappe des Beni Ider (2,5 Km a SE di Punta Ferdiua)	—	2
	— substrato stratigrafico (?) della Nappe du J. Tisirène (Targuist, Beni-Hadifa e Souk Tenin-D'Uxgan)	—	8
Totale		4.140 m	236

deposizionali.

Torbiditi arenacee. Sono costituite da strati di quarzareniti verdastre, da spessi a massicci, che nella parte alta si possono presentare amalgamati; nella parte inferiore sono presenti occasionali e sottili strati di torbiditi calcaree. Da notare che a 270 metri dalla base il cemento delle arenarie da carbonatico diventa siliceo. La granulometria della base delle arenarie tende a crescere occasionalmente verso l'alto sino ad un massimo di 0,6 millimetri. La continuità laterale degli strati è di almeno 3 chilometri per la parte inferiore dell'intervallo e di almeno 5 chilometri per quella superiore; essi presentano, inoltre, superfici basali piatte e nette. Le controimpronte organiche (tipo *Scolicia*) sono diffuse nella parte inferiore dell'intervallo; quelle da corrente, meglio distribuite, sono rappresentate da *flute casts* (3-4 centimetri di lunghezza e 0,3-0,5 centimetri di spessore) indicanti paleocorrenti sistematicamente verso ENE (Fig. 5) in accordo con i precedenti dati di ANDRIEUX (1971). Questo A. riporta anche altre numerose misure, effettuate più a oriente e indicative di paleocorrenti dirette verso W e verso NW, in contrasto, cioè, con le precedenti. La successione è caratterizzata da cicli deposizionali minori e maggiori⁽²⁾ che variano da 2 a 19 metri e più spesso inferiori a 10 metri, marcatamente di tipo regressivo (o negativo).

La sequenza torbiditica arenacea è nettamente distinguibile in tre intervalli litostratigrafici principali:

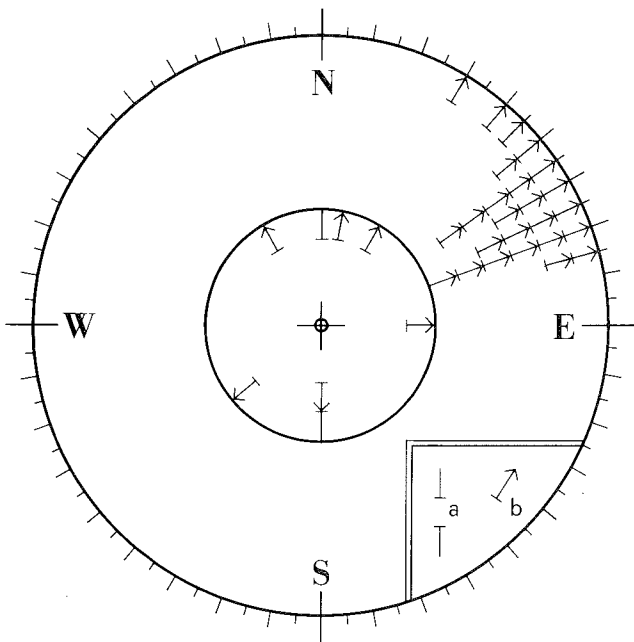


Fig. 5 - Paleocorrenti nella Nappe du J. Tisirène. Da notare la dispersione delle 7 misure relative alle torbiditi calcaree (cerchio interno), contrapposta alla concentrazione, nel primo quadrante, delle 25 misure relative alle sovrastanti torbiditi arenacee (cerchio esterno). a = groove casts; b = flute casts.

(2) - In accordo con RICCI LUCCHI (1975) i cicli minori hanno uno spessore che statisticamente arriva sino a 7 metri. Al di sopra dei 7 metri si hanno cicli maggiori di vari ordini.

(a) in quello più basso, potente 230 metri, sono stati osservati 231 strati torbiditici con un rapporto sabbia/argilla complessivo uguale a 0,72. Le sequenze di BOUMA sono del tipo Tb/de (84% delle torbiditi) ed interessano prevalentemente strati sottili; del tipo Ta/e, Tab/e, Ta-c/e e Tbc/e (16% delle torbiditi). Sono inoltre presenti 27 cicli minori di tipo regressivo; (b) nell'intervallo mediano, che ha uno spessore di 90 metri, sono stati osservati 62 strati torbiditici con un rapporto complessivo sabbia/argilla uguale a 0,25. Le sequenze di BOUMA sono del tipo Tb/de (74% delle torbiditi) e del tipo Tab/e e Ta/e (26% delle torbiditi). Non sembrano presenti cicli deposizionali; (c) nell'intervallo superiore, potente 350 metri, aumenta lo spessore degli strati massicci sino ad un massimo di 11 metri. Sono stati osservati 68 strati torbiditici con un rapporto complessivo sabbia/argilla uguale a 9. Le sequenze di BOUMA sono del tipo Ta/e (53% delle torbiditi), Tab/e (41% delle torbiditi) e Ta-c/e (6% delle torbiditi). Sono stati riconosciuti 17 cicli maggiori di tipo regressivo.

L'interpretazione dei dati suggerisce un probabile ambiente di piana sottomarina contrassegnata da depressioni topografiche nelle quali si depositavano le torbiditi calcaree intervallate da pelagiti (più frequenti verso l'alto) sino al colmamento di queste depressioni. I caratteri sedimentologici della sovrastante successione torbiditica arenacea indicano una probabile facies di conoide esterna con lobi in avanzamento verso ENE e con passaggi verso facies di piana, riscontrabili nell'intervallo mediano della successione. Inquadrandosi i dati nel più interessante modello di WEZEL ed altri (1979) le torbiditi calcaree sono in parte riferibili alla facies 4 di questo intervallo e rappresenterebbero la sedimentazione durante la fase strutturalmente primitiva dell'evoluzione del margine continentale, interessato da una tettonica distensiva con antistanti bacini sbarrati verso il largo (alti strutturali). Le torbiditi arenacee corrisponderebbero, invece, alle facies 3 e 4 (sempre dello stesso modello) deposte durante una fase successiva dell'evoluzione del bacino, interessato da una subsidenza più generalizzata e con orientamento longitudinale delle paleocorrenti.

4.2.2. Caratteristiche biostratigrafiche

Le analisi sono state condotte sia su sezioni sottili sia su residui di lavaggio. Il primo tipo di analisi, riferibile alle torbiditi calcaree, ha fornito risultati sostanzialmente già noti dalla letteratura: all'interno dei clasti calcarei sono presenti Briozoi, frammenti di Echinodermi, Molluschi (es. Gasteropodi), Radiolari e Tintinnidi. Nella matrice sono presenti Foraminiferi planctonici indeterminabili, Radiolari e Tintinnidi. I residui di lavaggio sono risultati completamente sterili ad eccezione del campione 35 che rappresenterebbe il tetto dell'*Unité de Tanger*. Esso ha fornito (determinazione di V. MOLINARI) una microfauna scarsa ed eterogenea (Tab. 3) per provenienza e per dimensioni con: *Ammodiscus* sp., *Haplophragmoides* sp., *Saccamina* sp?, *Bolivina* sp?, *Cibicides* sp., *Nodosaria* sp., *Nonionidae*, *Hedbergella* spp., *Heterohelix* spp., *Heterohelicidae*, *Rotalipora* sp., *Globotruncana* sp. e una incerta *Globorotalia* paleo-eocenica. Successivamente il campione è stato ristudiato: *Chiloguembelina*

sp., *Globigerina* cf. *praebulloides*, *Globorotalia* cf. *compressa*, *G.* cf. *trinidadensis*, *Ticinella* sp. e *Arenacei* primitivi. Trattasi evidentemente di faune completamente rimaneggiate e di significato biostratigrafico molto incerto. Il campione 38 (base delle torbiditi calcaree) presenta alcune forme di nannoplancton (*Watznaueria* sp.) indicative di tutto il Giurassico e Cretaceo.

La frazione inorganica dei residui di lavaggio mostra che le torbiditi calcaree sono caratterizzate da frammenti litici di natura carbonatica e di scarso quarzo a spigoli vivi; le torbiditi arenacee sono più spesso costituite da frammenti litici arenacei e da frequente quarzo con esemplari a spigoli vivi e arrotondati. In 3 campioni (45, 52 e 60) sono evidenti tracce di vetro vulcanico fresco.

4.3. NAPPE DES BENI IDER (flysch maurétaniens)

Questo complesso tettonico comprende varie unità litostratigrafiche che, secondo DIDON ed altri (1973, pag. 95) e LESPINASSE (1975, pag. 92), ha un'età compresa fra il Cenomaniano e l'Oligocene. Esso poggia tettonicamente sulla *Nappe de Melloussa* (la quale a sua volta, poggia tettonicamente sull'*Unité de Tanger*) ed ha una notevole estensione in tutto il Rif centro-settentrionale (Fig. 3). Schematizzando (v. oltre), si possono distinguere: (a) un substrato costituito da torbiditi calcaree associate ad argille varicolori (*av*), potente qualche centinaio di metri; (b) una potente successione torbiditica marnoso-arenaceo-micacea (*Beni Ider* s.s.), misurata per 1.655 metri (Fig. 4).

4.3.1. Litostratigrafia e osservazioni sedimentologiche

Sono state misurate 3 sezioni stratigrafiche (logs 3, 4 e 5; v. Figg. 2 e 4) per uno spessore totale di 1.825 metri. Il log 3 è stato misurato nelle torbiditi calcaree affioranti nella cava «La Unica», a monte del Km 17 della S.S. *Tetouan-Tanger*, per uno spessore complessivo di 130 metri (Fig. 4). Si distinguono due principali intervalli litostratigrafici: (1) quello inferiore, potente 50 metri, è costituito da argille varicolori (verdastre e violacee) con torbiditi calcaree da sottili a spesse (occasionalmente molto spesse) via via più frequenti verso l'alto. La granulometria della base degli strati calcarei molto spessi è compresa tra 0,005 e 0,25 millimetri, con valori occasionali di 0,5 millimetri, e tende a crescere verso l'alto. Il rapporto calcari/*av* è uguale a 5,7. Le strutture interne delle torbiditi presentano sequenze di BOUMA del tipo Tab/e e Ta-c/e. Sono anche presenti sporadiche controimpronte da saltellamento. (2) Quello superiore, in continuità stratigrafica con l'intervallo precedente, è potente 60 metri e passa superiormente alle torbiditi marnoso-arenaceo-micacee (*Beni Ider* s.s.), osservate per 20 metri e contrassegnate da una maggiore presenza di marne nella parte inferiore dell'affioramento. Questo secondo intervallo è caratterizzato da argille varicolori (essenzialmente violacee) e da frequenti torbiditi siltose in strati sottili e medi, a cemento carbonatico. Esse, inoltre, presentano rari inclusi marnosi con diametro intorno a 5 centimetri ed un rapporto silti/*av* uguale

a 0,66. Le strutture interne sono assenti (strati omogenei) oppure rappresentate da una laminazione molto sottile; più raramente sono presenti intervalli di BOUMA del tipo Ta/e, Tc-e e Tde. Particolarmente diffusa è la bioturbazione con frequenti controimpronte organiche del tipo *Helminthoidea*. In entrambi gli intervalli torbiditici, infine, non sono stati individuati cicli deposizionali.

Il log 4 è stato misurato al passaggio tra le torbiditi calcaree (substrato) e le torbiditi marnoso-arenaceo-micacee (S.S. *Tetouan-Tanger*, Km 23-24) per uno spessore totale di 130 metri (Fig. 4). Si distinguono tre intervalli litostratigrafici: (1) quello più basso, osservabile per soli 20 metri (gli altri 40 metri sono semicoperti) corrisponde all'intervallo superiore descritto nel precedente log 3 e presenta le medesime caratteristiche. (2) Quello intermedio è caratterizzato, per i 20 metri basali, da torbiditi marnoso-siltose in strati sottili e molto sottili e, per i 25 metri superiori, da prevalenti torbiditi marnoso-calcaree, gradate e laminate, in strati molto spessi. La granulometria della base delle torbiditi varia da 0,05 a 0,35 millimetri e tende a crescere verso l'alto assieme allo spessore degli strati. Il rapporto sabbia/argilla di questo intervallo è pari a circa 0,66. (3) Quello sommitale, potente 25 metri, corrisponde ad una caratteristica facies caotica (*slump*) costituita da marne grigiastre con brandelli di strati stirati e contorti, costituiti da litofacies presenti negli intervalli sottostanti.

Il log 5, il più completo, è stato misurato lungo la costa all'altezza di *Punta Ferdiua* (stretto di Gibilterra) a partire dalla foce dell'*Oued Lediâne* in direzione E, nelle torbiditi marnoso-arenaceo-micacee (*Beni Ider* s.s.). La sezione stratigrafica interessa quattro diverse scaglie tettoniche verticalizzate (v. GUERRERA & WEZEL, 1974, pag. 44), ciascuna di spessore variabile tra 125 e 640 metri (Fig. 4). La prima scaglia tettonica (I), più interna, è potente circa 200 metri ed è stata esaminata speditivamente a causa delle diffuse coperture. La successione affiorante è costituita da arenarie torbiditiche micacee in strati da sottili a massicci e da abbondanti marne argillitiche grigiastre laminate. Il cemento delle arenarie è carbonatico ed esse contengono, talvolta, granuli di quarzo tipicamente arrotondato. La granulometria della base delle torbiditi è compresa tra 0,3 e 0,9 millimetri, crescendo verso l'alto; il rapporto *s/a* complessivo è approssimativamente pari a 0,25. Le strutture interne osservate sono riferibili a sequenze di BOUMA del tipo Tab/e e Ta-c/e. La seconda scaglia tettonica (II), potente 600 metri, è stata dettagliatamente osservata per i 350 metri inferiori. Essa è caratterizzata dalla presenza, a circa 250 metri dalla base, di una quarzarenite massiccia (7 metri di spessore) del tutto simile alle litofacies del *Flysch Numidico* s.s. e affiora con una continuità laterale di almeno 3 chilometri. Questa seconda scaglia presenta le medesime litofacies e i medesimi spessori degli strati di quella precedente. La granulometria della base delle torbiditi è generalmente inferiore a 0,4 millimetri; il rapporto *s/a* complessivo è pari a circa 0,42. Le sequenze di BOUMA sono anch'esse simili a quelle riscontrate nella precedente scaglia tettonica. Le paleocorrenti misurate in base a *flute casts* indicano provenienze alternativamente opposte, grossomodo da S e da N. La terza scaglia tettonica (III), potente 125 metri, presenta le medesime litofacies e le medesime se-

quenze di BOUMA delle scaglie tettoniche precedenti. A 60 metri dalla base affiora uno strato torbiditico di eccezionale spessore (35 metri di cui 15 arenacei e 20 marnoso-argillosi), non presente nelle altre scaglie. Anche la granulometria e il rapporto *s/a* non subiscono variazioni di rilievo rispetto alle scaglie precedenti. La quarta scaglia tettonica (IV), potente 640 metri, è quella più attentamente studiata. La litofacies è ancora simile a quella delle precedenti scaglie ed è caratterizzata da strati molto spessi e massicci (arenarie micacee torbiditiche) e da più diffusi strati sottili, medi e spessi (calcisiltiti micacee torbiditiche). Qualche strato massiccio presenta quarzo sferico di tipo *Numidico*, in particolare quello ubicato a 191 metri dalla base e potente 3,8 metri. Un probabile livello di cenere vulcanica affiora a circa 300 metri dalla base. Sono stati misurati 214 strati torbiditici: la granulometria della base delle arenarie aumenta verso l'alto ma varia ciclicamente e arriva sino ad un massimo di 2 millimetri mentre quella delle calcisiltiti (non rappresentate in Fig. 4) è minore di 0,1 millimetri. Gli inclusi pelitici, generalmente distribuiti in maniera caotica nella porzione superiore degli strati, sono rari e presentano diametri inferiori a 2 centimetri. Il rapporto *s/a* aumenta leggermente verso l'alto: esso è uguale a 0,16 per i primi 200 metri ed a 0,28 per il resto della successione. La continuità laterale degli strati è maggiore di 3 chilometri. Le strutture interne delle torbiditi presentano sequenze di BOUMA del tipo Tc-e, Tc/e e Tde (82% di tutte le torbiditi); del tipo Ta-e, Ta-c/e e Tb-e (13%) e del tipo Tab/e, Ta/c/e e Tbc/e (5%). Sono stati riconosciuti complessivamente 26 cicli deposizionali di cui il 25% minori e il 75% maggiori (spessori inferiori a 30 metri). La classe di spessore prevalente è tra 10 e 20 metri. Ventuno cicli sono di tipo regressivo (o negativo) e cinque di tipo trasgressivo (o positivo) di cui due ubicati a circa 100 metri dalla base e tre a circa 375 metri, sempre dalla base.

Le facies sedimentologiche delle successioni esaminate (*Nappe des Beni Ider*) sono riferibili ad un ambiente di piana sottomarina (torbiditi calcaree) che evolve verso possibili lobi di una conoide in avanzamento (torbiditi marnoso-arenaceo-micacee ed in particolare quelle della IV scaglia tettonica). Questa interpretazione è in sostanziale accordo con quella avanzata da PENDON (1978, pagg. 11-12), relativa alle equivalenti successioni torbiditiche betiche. Facendo riferimento al più significativo modello dinamico di WEZEL ed altri (1979) si ricava che le torbiditi calcaree potrebbero corrispondere alla *facies 4* di questo modello; la parte inferiore delle sovrastanti torbiditi marnoso-arenaceo-micacee alla *facies 1*, mentre la parte superiore delle stesse alle *facies 4 e 5* (quest'ultima presente in più situazioni strutturali). Applicando questo modello, le varie successioni si sarebbero deposte in più bacini attigui, piuttosto piatti e allungati (v. facies di piana con andamento opposto delle paleocorrenti, riorientate lungo l'asse dei bacini), sbarcati da possibili alti strutturali e/o limitati da scarpate di faglia. La sedimentazione delle torbiditi calcaree avveniva inizialmente durante la fase strutturalmente primitiva ad intermedia dell'evoluzione del margine ancora interessato da una residua tettonica di tipo distensivo. Successivamente la sedimentazione (torbiditi marnoso-arenaceo-micacee) evolve verso facies progredienti, indicative di una subsidenza più genera-

lizzata del bacino.

4.3.2. Caratteristiche biostratigrafiche

Lo studio micropaleontologico sistematico ha portato al rinvenimento, in una parte dei campioni, di Foraminiferi planctonici significativi (Tab. 3). La prevista incompletezza delle associazioni microfaunistiche e il loro diffuso rimaneggiamento non permettono però una attribuzione biostratigrafica definitiva. Basandosi necessariamente sui Foraminiferi più recenti si può tentare un primo aggiornamento dell'età. I Foraminiferi planctonici riscontrati nelle torbiditi marnoso-arenaceo-micacee sono riferibili alle Zone N5-N6 di BLOW. Più precisamente, la loro base (campione 209 del log 3) corrisponde alla parte bassa della zona N5 di BLOW principalmente per la presenza di *Globigerinita stainforthi* mentre l'età più giovane, riscontrata al tetto della IV scaglia tettonica (campione 126 del log 5), è riferibile, almeno, alla parte bassa della zona N6 di BLOW, per la comparsa di *Globigerinoides trilobus* abbastanza evoluto. Questa attribuzione è in sostanziale accordo con la presenza, in sezione sottile, di *Miogypsine* segnalata da DIDON (1973) verso la base del *Flysch d'Algeciras* (equivalente betico del *Beni Ider s.s.*) e indicativa già di un'età aquitaniana. La determinazione, nel campione 219 del log 5, di un'incerta *Globigerinita cf. naparimaensis* tenderebbe a ringiovanire l'età di queste torbiditi ma l'assenza, nelle associazioni, di importanti markers quali *Praeorbulina* e *Orbulina* non permette, almeno per il momento, una attribuzione in questo senso. Le torbiditi calcaree della parte inferiore della *Nappe des Beni Ider* sono praticamente sterili. Se si considera, però, che esse sono agganciate stratigraficamente alle sovrastanti torbiditi marnoso-arenaceo-micacee e se si tiene presente il loro limitato spessore, l'età potrebbe teoricamente corrispondere ad un Oligocene forse sommitale. Una conferma indiretta di questa valutazione sarebbe fornita dalla presenza, tra l'altro, di *Globorotalia siakensis* (N2-post N2 di BLOW) riscontrata nelle argille varicolori dell'*Unité de Talaa Lakra* (v. oltre) che costituiscono il substrato stratigrafico delle torbiditi marnoso-arenacee in facies tipo *Beni Ider*. Una stima grossolana della velocità di sedimentazione relativa alle torbiditi marnoso-arenaceo-micacee indica valori dell'ordine di 400 m/M.A.

La frazione inorganica dei residui di lavaggio relativa alle torbiditi calcaree è caratterizzata da frammenti litici di tipo carbonatico; quella relativa alle torbiditi marnoso-arenaceo-micacee, invece, da frammenti litici di varia natura, da quarzo angoloso e da frequenti miche. Nelle scaglie esterne, al quarzo angoloso, si associa quello arrotondato e sferico di chiara provenienza numidica (v. Fig. 6). Nei campioni 90 e 130 (log 5) sono presenti tracce di vetro vulcanico abbastanza fresco.

4.4. NAPPE NUMIDIENNE

Rappresenta la terminazione occidentale di una unità strutturale caratteristica ed eccezionalmente estesa. Nel Rif (come anche nella catena betica), asso-

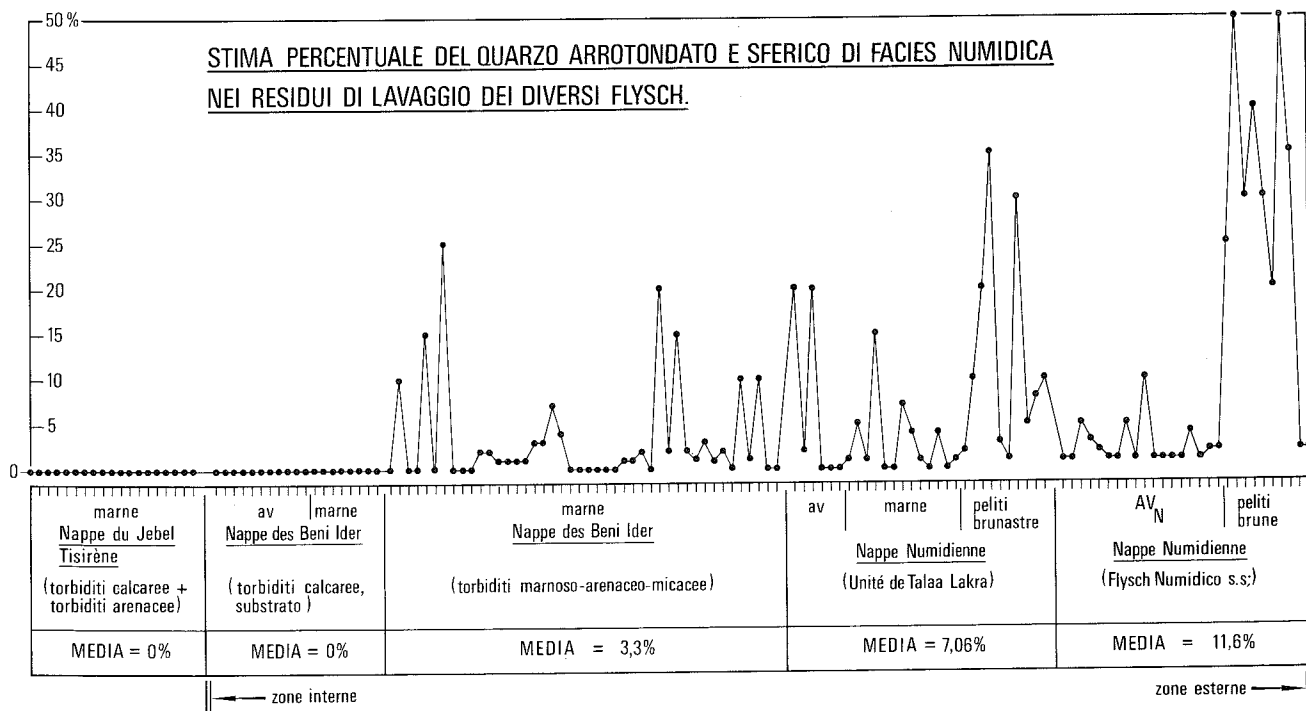


Fig. 6 - La presenza di quarzo «sahariano» (facies numidica), crescente verso le zone esterne, indica un progressivo «inquinamento» di apporti cratonici meridionali e quindi un possibile restringimento progressivo del bacino di sedimentazione.

ciati alla facies più tipica, sono presenti altri elementi alloctoni e fra questi l'*Unité de Talaa Lakra* (DIDON ed altri, 1973, p. 98), presa in esame anche nel presente lavoro.

4.4.1. Unité de Talaa Lakra

Poggia in discordanza tettonica su altre unità (*Nappe des Beni Ider*, *Nappe de Melloussa*, ecc.) ed è costituita da vari intervalli litostratigrafici che secondo DIDON ed altri (1973, pp. 98-99) avrebbero un'età compresa tra il Senoniano e l'Aquitano. Secondo gli stessi AA., in questa unità sono presenti litofacies tipiche della *Nappe des Beni Ider* (la successione stratigraficamente più completa è costituita da: marne chiare → torbiditi marnoso-calcaree → argille varicolori → torbiditi marnoso-arenacee) che verso l'alto passano a litofacies caratteristiche del *Flysch Numidico* (torbiditi quarzarenitiche e argilliti brunastre). Questa unità, pertanto, rappresenta una successione torbiditica con caratteri litologici «misti». Questi caratteri, inoltre, corrispondono sostanzialmente alla successione «numidica» tipo 4 di BOURGOIS (1978, pagg. 98-99) della catena betica, inquadrabile nella *Nappe de Bologna* (v. Tab. 1) definita da DIDON (1969, pagg. 173-186).

4.4.1.1. Litostratigrafia e osservazioni sedimentologiche

Gli affioramenti studiati sono quelli presenti lungo il litorale a E di *Capo Malabata* (Stretto di Gibil-

terra), poco a N di *Jebel Dar-Mekhnach*. Sono state misurate due sezioni stratigrafiche (logs 6 e 7) per uno spessore complessivo di 970 metri.

Il log 6 è stato misurato all'altezza del Km 18 della strada *Tanger-Skar El Kebir* per uno spessore di 360 metri (Fig. 4). Si distinguono, dal basso, tre intervalli litostratigrafici principali: (1) un intervallo di 40 metri di argille varicolori (av), violacee e grigio-verdastre, alla cui base affiora una *slump* o meglio un paraconglomerato nel senso di PETTJOHN (1975) di 11 metri di spessore. Intercalati alle av sono presenti sei strati torbiditici siltosi, da sottili a medi, con un rapporto s/a complessivo uguale a 0,02. Le strutture interne delle torbiditi, appena visibili, sembrano riferibili a sequenze di BOUMA del tipo Tc-e e Tde. (2) In continuità si passa al secondo intervallo che è costituito da torbiditi marnoso-arenacee talvolta con quarzo sferico. Esso è potente 197 metri con 128 strati da sottili a molto spessi e con granulometria della base generalmente inferiore a 0,2 millimetri. Il rapporto s/a complessivo è uguale a 0,92. Gli strati spessi e molto spessi presentano sequenze di BOUMA del tipo Tab/e mentre quelli sottili e medi del tipo Tbc/e. Le uniche due misure di paleocorrenti (*flute casts*) indicano valori verso N e verso S. Sono stati riconosciuti 24 cicli regressivi (negativi) sino ad un massimo di 13 metri di spessore di cui 21 minori e 3 maggiori. I due intervalli appena descritti rappresentano litofacies tipiche della parte superiore della *Nappe des Beni Ider*. In concordanza geometrica ma con contatto non esposto (altrove ben visibile e continuo: BOURGOIS, 1978 e DURAND DELGA comunicazione epistolare del luglio 1979), si passa all'intervallo superiore che è stato osservato per

solli 123 metri basali. Esso è costituito da torbiditi quarzarenitiche passanti ad argilliti brunastre (verso l'alto diventano rossastre e sabbiose) in tipica facies numidica. Sono stati osservati 27 strati da sottili a massicci con granulometria della base generalmente inferiore a 0,3 millimetri ma con punte, verso l'alto, sino a 0,7 millimetri. Il rapporto *s/a* complessivo è uguale a 8,09. Considerevole è la continuità laterale degli strati, osservabile per almeno 3 chilometri. Alcune superfici di amalgamazione e qualche livello caotico (*slump*) sono presenti nella parte alta dell'intervallo. Le strutture interne delle torbiditi sono riferibili a sequenze di BOUMA di solito del tipo Tab/e. In questo intervallo si riconoscono almeno 7 cicli di tipo regressivo (sino ad un massimo di 21 metri di spessore) di cui 5 minori e 2 maggiori.

L'andamento regressivo dell'intera successione risulta evidente anche dall'evoluzione dello spessore cumulativo delle arenarie e dello strato di massimo spessore, entrambi relativi ad ogni 10 metri di colonna (v. Fig. 7 e per la metodologia v. WEZEL, 1970).

Il log 7 è stato misurato speditivamente lungo la strada *Tanger-Skar El Kebir*, nei pressi del villaggio di *Talaa Lakra*, per uno spessore complessivo di 610 metri. Anche in questo log sono nettamente distinguibili tre intervalli litostratigrafici del tutto simili a quelli descritti nel precedente log. La differenza principale risiede nel fatto che i contatti tra gli intervalli sono probabilmente di tipo meccanico (scaglie tettoniche).

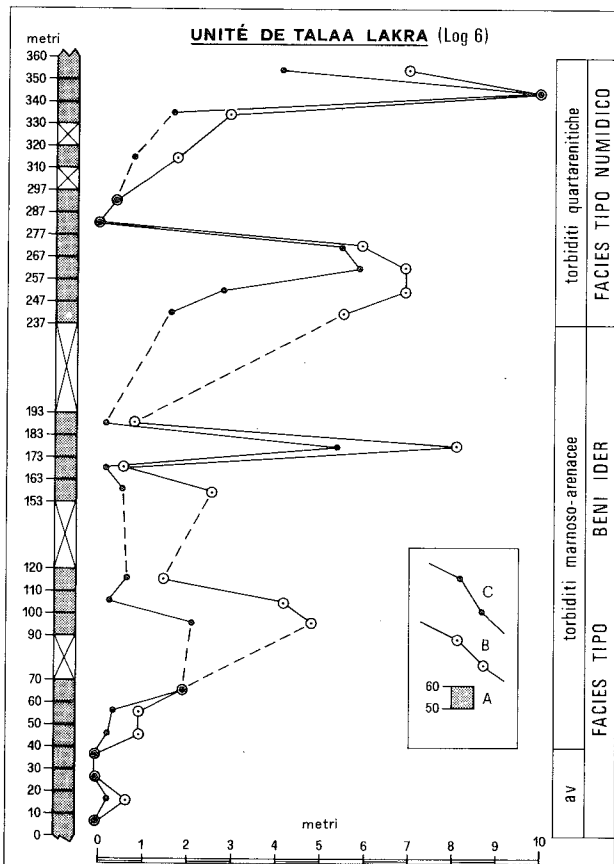


Fig. 7 - Evoluzione dello spessore cumulativo delle arenarie e dello strato di massimo spessore per ogni dieci metri di colonna; A = intervallo di dieci metri di colonna; B = spessore cumulativo delle arenarie; C = strato di massimo spessore.

Sembra, infatti, invertita la polarità degli strati, relativamente a ciascun intervallo. Da notare, ancora, sia la presenza di un livello laminato di marne ad aspetto tripolaceo dello spessore di 35 centimetri (campione 161), affiorante al tetto delle torbiditi marnoso-arenacee (facies tipo *Beni Ider*), sia la frequenza, nell'intervallo superiore (facies tipo *Numidico*), di amalgamazioni, piccoli canali di erosione e nuvole di materiali grossolani all'interno delle torbiditi quarzarenitiche.

L'interpretazione dei dati relativi alla parte dell'*Unité de Talaa Lakra* qui esaminata porta a riferire l'intervallo inferiore (*av*) ad una facies di piana sottomarina che passa ad una facies di conoide esterna (torbiditi marnoso-arenacee) evolvendo, ancora, verso una facies di conoide interna (torbiditi quarzarenitiche). Secondo il modello attualistico di WEZEL ed altri (1979) le argille varicolori sarebbero riferibili alle *facies 1 e 5*; le torbiditi marnoso-arenacee alla *facies 4* e le torbiditi quarzarenitiche alle *facies 4, 2 e 3*. La sedimentazione sarebbe avvenuta in due piccoli bacini subsidenti, separati fisiograficamente e ubicati più a largo (o lateralmente) rispetto ai bacini in cui si depositavano le successioni della *Nappe des Beni Ider*. L'apporto clastico, proveniente da opposti margini, poteva realizzarsi mediante *canyons* laterali, attivi alternativamente e che incidevano i bacini più vicini ai margini, permettendo il *bypassing* del materiale detritico. Anche per BOURGOIS (1978, pag. 98) questo tipo di successione «mista», osservata nella regione di Ronda (catena betica), comporta una diversità di apporti ed una facies più distale rispetto alla sorgente del materiale *gréso-micacé*. Di pari significato sono le *séries mérinides* del Jbel Imâm Rhît (Rif settentrionale) di DIDON & HOYEZ (1978b) correlabili con varie altre successioni citate a pag. 306 dello stesso lavoro.

4.4.1.2. Caratteristiche biostratigrafiche

I Foraminiferi planctonici rinvenuti (Tab. 3) sono molto rari e rimaneggiati, pertanto una datazione precisa non sembra ancora possibile. Dati precedenti (DIDON ed altri, 1973, pagg. 98-99), riferibili agli intervalli stratigrafici esaminati, indicano un'età compresa tra l'Eocene superiore (*av*) e l'Oligocene-Aquitano (torbiditi marnoso-arenacee e quarzarenitiche). Nella litofacies tipo *Beni Ider* delle equivalenti successioni di *Fiscalá* e di *Camara Alta* (catena betica) BOURGOIS (1978, pag. 98 e pag. 100) segnala, tra l'altro, la presenza, in sezione sottile, di *Miogypsina* sp. e *Miogypsinoidea* sp. che indicano già l'Aquitano inferiore. L'associazione più completa e più recente (campione 14 del log 6) è stata riscontrata alla base delle torbiditi marnoso-arenacee (facies tipo *Beni Ider*) ed è indicativa della Zona N6 di BLOW, principalmente per la presenza di *Globorotalia continuosa* in associazione con *Globigerina woodi woodi* e *Globigerinita stainforthi*. Nelle sottostanti argille varicolori (facies tipo *Beni Ider*) i microfossili sono particolarmente rari, rimaneggiati e di piccole dimensioni. La forma più recente determinata è *Globorotalia siakensis* (campione 12) che inizierebbe a metà della Zona N2 di BLOW. Questo campione, però, è stato prelevato 23 metri stratigraficamente più in basso del precedente campione 14 e pertanto l'età si può ragionevol-

mente considerare molto piú recente della Zona N2 di Blow. Anche le associazioni provenienti dalle peliti brunastre intercalate alle torbiditi quarzarenitiche (facies tipo *Numidico*) sono molto scarse e poco significative. La forma piú recente è *Globoquadrina cf. altispira altispira* che inizierebbe a metà della Zona N4 di Blow. Se si tiene conto, anche qui, dei normali rapporti stratigrafici tra i vari intervalli dell'*Unité Talaa Lakra* che esistono nella piú gran parte delle successioni (v. ad esempio: log 6; DIDON ed altri, 1973, pag. 98; PENDON, 1978, pag. 12 per la *Nappe de Bolonia* che ne rappresenta l'equivalente betico) allora l'età delle torbiditi quarzarenitiche non dovrebbe essere precedente alla Zona N6 di Blow.

La frazione inorganica dei residui di lavaggio è caratterizzata da quarzo a spigoli vivi, da frammenti litici di varia natura e da miche. Nei campioni dell'intervallo sommitale (facies tipo *Numidico*) i frammenti litici sono arenacei ed è presente il quarzo sferico di facies chiaramente numidica, via via piú frequente verso l'alto (v. Fig. 6). Tracce di vetro vulcanico fresco sono state osservate nel campione 12, prelevato nelle sottostanti argille varicolori (*av*).

4.4.2. Flysch Numidico s.s.

Questa formazione rappresenta la terminazione occidentale di una unità eccezionalmente estesa (Appennino meridionale, Sicilia, Maghreb ed estremità W delle Cordigliere betiche) che mostra una sorprendente omogeneità litologica caratterizzata da quarzo sferico di probabile origine sahariana. Comprende due intervalli litostratigrafici principali, costituiti da argille varicolori sotto-numidiche (AV_N) e da quarzareniti generalmente grossolane. La posizione strutturale è spesso quella al margine esterno dei flysch alloctoni riffani occupando, in questo settore della catena, la posizione sommitale sopra unità tettoniche diverse (DIDON ed altri 1973). Per queste caratteristiche il *Flysch Numidico* rappresenta una unità guida fondamentale per la ricostruzione paleogeografica e paleotettonica della catena alpina meridionale.

4.4.2.1. Litostratigrafia e osservazioni sedimentologiche

In località *Ziafèn* (circa 7 chilometri a SW di *Tanger*) è stato misurato il log 8 per uno spessore complessivo di 160 metri (Fig. 4). La successione numidica poggia, in netta discordanza tettonica, su strati verticalizzati di torbiditi calcaree alternanti con argille varicolori grigiastre della *Nappe des Beni Ider*. La formazione comprende almeno 52 torbiditi quarzarenitiche in strati da medi a massicci che, nei 40 metri inferiori, alternano con argille varicolori (rapporto *s/a* uguale a 0,21) e nei 90 metri superiori alternano con argille sabbiose brunastre (rapporto *s/a* pari a circa 1,4), costituendo, così, due diversi intervalli litostratigrafici. La granulometria della base delle torbiditi cresce ciclicamente verso l'alto sino a valori massimi intorno a 2 millimetri. Le torbiditi, inoltre, presentano una continuità laterale di almeno 4-5 chilometri. L'intervallo inferiore è caratterizzato da: (a) rari inclusi pelitici distribuiti nella parte alta degli strati (diametri fino a 3 centimetri); (b) sequenze di BOUMA del

tipo Ta-c/e, Ta/c/e, Tb/de e Tc/e; (c) *flute cast* diretto verso N 80° E; (d) bioturbazione di 8 centimetri di argille con controimpronte di tipo *Helmintoidea*; (e) quattro cicli deposizionali regressivi (negativi), minori e maggiori, sino ad un massimo di spessore di 13,7 metri. Nell'intervallo superiore si riconoscono frequenti: (a) superfici basali tipicamente erosive delle torbiditi; (b) superfici irregolari di amalgamazione; (c) nuvole di materiali grossolani (granulometria sino a 6 millimetri); (d) inclusi pelitici distribuiti nella parte alta degli strati (diametri sino a 16 centimetri); (e) canalizzazioni a piccola scala internamente agli strati; (f) sequenze di BOUMA del tipo Ta/e e Tab/e; (g) controimpronte di carico; (h) cinque cicli deposizionali regressivi (negativi), minori e maggiori, via via piú spessi verso l'alto, sino ad un massimo di 22,4 metri.

La successione mostra un evidente carattere regressivo. L'interpretazione dei dati indica una probabile piana sottomarina (argille varicolori) successivamente interessata dai primi apporti sabbiosi (lobi di conoide?) che rapidamente evolvono in facies canalizzate. Secondo il modello dinamico di WEZEL ed altri (1979) le torbiditi quarzarenitiche dell'intervallo inferiore sono riferibili alle *facies 6 e 4* mentre quelle dell'intervallo superiore sono riferibili alle *facies 2 e 3*. I corpi esaminati rappresenterebbero parti di una sedimentazione prismatica tipo *rise*, progradante verso il largo in uno o piú bacini. L'evoluzione strutturale del margine, pur essendo simile ai casi precedenti, rispecchia qui una minore intensità tettonica deducibile dal modesto spessore delle successioni.

Oltre allo studio dettagliato del precedente log 8 sono stati misurati speditivamente e campionati per scopi prevalentemente micropaleontologici altri quattro logs in varie località (v. Fig. 2), per uno spessore complessivo di 320 metri. Piú precisamente: il log 9 nella Montagna di *Tanger*, a E di Capo *Spartel*; il log 10 in località *Ruisseau des Juifs*, immediatamente ad W di *Tanger*; il log 11 in località *Zemzem (Restinga)*, tra *Tetouan* e *Ceuta*; il log 12 in località *Aïn Jdioui (Akba El Hamra)*, a circa 30 chilometri a SSW di *Tanger*. Nel log 9 la presenza, in affioramento, delle AV_N è ridotta a circa 5 metri mentre le sovrastanti torbiditi quarzarenitiche hanno uno spessore di alcune centinaia di metri. In questa zona è stato osservato un *flute cast* diretto verso N 120° E. Nel log 11 le torbiditi quarzarenitiche presentano una continuità laterale di circa 15 chilometri e poggiano tettonicamente, sui complessi paleozoici interni (*Ghomarides*) per fenomeni di *rétroécoulements* come precedentemente indicato da DURAND DELGA (1964, pag. 165-167).

4.4.2.2. Caratteristiche biostratigrafiche

Malgrado i numerosi campioni studiati non è stato possibile ritrovare alcuna successione a Formaminiferi planctonici utile per poter precisare l'età delle quarzarenitiche del *Flysch Numidico*. Nel Rif l'età della successione numidica viene attribuita ad un'intervallo compreso tra l'Oligocene superiore (AV_N) e l'Aquitano (DIDON ed altri, 1973). Nel campo de Gibraltar, (catena betica) DIDON (comunicazione epistolare del giugno 1976) ha potuto mostrare che le equivalenti *Grès de l'Aljibe* hanno un'età compresa tra le Zone N4-N7 di Blow e piú probabilmente riferi-

bile all'Aquitano (DIDON & HOYEZ, 1978a, pag. 15). Secondo BOURGOIS (1978, pag. 102) le quarzareniti numidiche betiche iniziano a depositarsi nell'Aquitano inferiore. D'altra parte, riferendo le associazioni microfauistiche citate in letteratura a BLOW (1969) le quarzareniti numidiche hanno un'età che: (a) in Algeria è compresa tra le Zone P17-N6 (dati incerti di BOUILLIN & RAOULT, 1971, pagg. 350-353); tra le Zone N3-N6 secondo MAGNE & RAYMOND (1972, pag. 3052); tra le Zone N3/N4-N6 secondo RAOULT (1974, pag. 132); tra le Zone N1-N2 (base del *Numidico* secondo dati indiretti di BIZON & GERARD (1975); tra le Zone N2-N4/N5 secondo RAYMOND (1976, pag. 67). (b) In Tunisia è compresa tra un possibile Oligocene medio e la Zona N6 (GLAON & ROUVIER, 1967, pag. 414), ma la presenza di forme citate di *Globigerinoides trilobus* passanti a *G. bisphaericus* potrebbe indicare la Zona N7. (c) In Sicilia, l'età delle quarzareniti copre l'intervallo tra le Zone N4-N8 secondo WEZEL (1974, pag. 9) e GUERRERA & WEZEL (1974, pag. 31). (d) In Lucania le equivalenti *Arenarie di Stigliano* sono riferibili all'Aquitano p.p.-Langhiano p.p. secondo CENTAMORE ed altri (1971a, pag. 106); alla Zona N7 (base) secondo WEZEL (1973, pag. 225). In conclusione, da questi dati emerge un significativo diacronismo laterale, (precedentemente messo in evidenza da WEZEL, 1973, per il tratto Algeri-Benevento) in quanto l'età del *Numidico* risulta più recente nel settore orientale della catena (Tunisia, Sicilia e Lucania) rispetto a quello occidentale.

La frazione inorganica dei residui di lavaggio è costituita prevalentemente da frammenti litici brunastri e da tipico quarzo arrotondato e sferico, indice di una notevole maturità composizionale.

4.5. AQUITANIEN MARNO—GRESEUX TRANSGRESSIF

Si tratta di una successione, strasgressiva sulle *Ghomarides*, costituita, generalmente, da un conglomerato basale, da marne sabbiose e da arenarie tenere (DIDON ed altri, 1973, pag. 89).

Il log 2, misurato a S di Riffien, ha uno spessore di 25 metri ed è costituito da un pessimo affioramento di marne sabbiose con blocchi di arenarie torbiditiche fini, talvolta, di colore verdastro. All'interno dei blocchi più grossolani si osserva muscovite e principalmente tipico quarzo arrotondato che fa assumere un vago aspetto di tipo *Numidico*. Questa successione potrebbe rappresentare una facies caotica tipo *slump*. Nel conglomerato basale poligenico, trasgressivo sui Monti Peloritani (Sicilia), dell'equivalente *Flysch di Capo d'Orlando* (v. Tab. 1), sono presenti ciottoli a chimismo riolitico e specialmente dacitico e andesitico che individuano sequenze K-andesitiche e calcicaline (FERLA & ALAIMO, 1979).

Sotto il profilo micropaleontologico non sono emersi dati nuovi. Secondo l'opinione di DURAND DELGA (comunicazione epistolare dell'ottobre 1979) questa successione dovrebbe corrispondere all'Aquitano-Burdigaliano e, in ogni caso, precedere la comparsa di *G. bisphaericus*. In Algeria, l'equivalente *Oligo-Miocene Kabyle* (v. Tab. 1) mostra una microfauna indicativa delle Zone N5-N6 di BLOW (BIZON & GELARD, 1975).

4.6. CAMPIONI SPARSI

Sono stati prelevati alcuni campioni sparsi nell'*Unité de Tanger* (Km 36 della strada Chaouen-Tetouan) e nella sovrastante *Unité de Melloussa* (circa 2 chilometri a S di Punta Malabata) per scopi micropaleontologici. I campioni relativi alla prima unità sono risultati completamente sterili pertanto l'età resta quella senoniana attribuita da LESPINASSE (1975, pag. 44). Quelli della seconda unità hanno invece fornito le seguenti associazioni:

campione 152, microfauna abbondante, prevalentemente costituita da Foraminiferi planctonici, Radiolari e da rari Ostracodi. Tra i planctonici si riconoscono: *Archeoglobulina* sp?, *Globigerinelloides* spp., *Hedbergella* spp. (tra cui *H. cf. delrioensis*), *Heterohelicidae*, *Praeglobotruncana* sp., *Rotalipora* sp. e *Schackoia* cf. *cenomana*; tra i Foraminiferi bentonici calcarei: *Bolivina* sp?, *Cibicides* sp., *Gyroidina* sp. e *Spiroplectammina* sp. Le forme planctoniche più significative indicano un'età cretacea (Cenomaniano). Il residuo di lavaggio è costituito da frammenti calcitici e da raro quarzo;

campione 153, prevalgono i Foraminiferi bentonici agglutinati quali *Bolivinopsis* sp., *Glomospira* sp., *Haplophragmoides* sp. e *Reophax* sp?; sono inoltre presenti: *Cibicides* sp? e *Gyroidina* sp. ed anche denti di pesce, Radiolari e numerose spicole di Spugne. Tra i Foraminiferi planctonici si riconoscono: *Globigerinelloides* sp. e piccole *Hedbergella* sp., di età cretacea. Questi dati confermano sostanzialmente l'età precedentemente attribuita da DIDON ed altri (1973, pag. 97).

5. DATI MINERALOGICI E PETROGRAFICI

5.1. METODI DI STUDIO MINERALOGICI (R. FRANCHI & S. VANNUCCI)

Per tutti i campioni è stato effettuato il riconoscimento e il dosaggio dei principali costituenti mineralogici (quarzo, feldspato potassico, plagioclasti, calcite, dolomite) per diffrazione a raggi X secondo le tecniche messe a punto da CIPRIANI (1958) e CIPRIANI & MALESANI (1963); per differenza a cento è stata ricavata la percentuale dei fillosilicati + accessori. Sempre per via diffrattometrica (CIPRIANI & MALESANI, 1972) è stata determinata la composizione mineralogica, qualitativa e semiquantitativa, della frazione argillosa (< 2 μ) utilizzando preparati orientati e sottoposti a vari trattamenti (tal-quale, glicolato, scaldato a 450° e a 600°). Il riconoscimento del tipo di caolinite (ordinata o disordinata) presente in numerosi campioni è stato effettuato per attacco a caldo con HCl al 10% (CIPRIANI & MALESANI, 1972). La septeclorite è stata riconosciuta, quando non accompagnata da caolinite, per la sparizione del riflesso a circa 7,1 Å in seguito al riscaldamento a 400°; nel caso di presenza di caolinite si è operato il trattamento con acetato di potassio e successivo lavaggio con soluzione di cloruro ammonico (ALIETTI, 1966) che provoca lo spostamento della riflessione basale delle caolinita ordinate (come avviene costantemente nel caso presente) da 7,1 a 10,0 Å, evidenziando la riflessione della septeclorite che permane a 7,1 Å. La presenza di allofane, nella frazione argillosa, è stata evidenziata per trattamento

Tabella 4 - Composizione mineralogica principale e definizione litologica dei campioni studiati in base alle determinazioni eseguite

N. campione	Tipo litologico	Quarzo	Feldspato potassico	Plagioclasio	Calcite	Dolomite	Fillosilicati + accessori	% CaCO ₃ nella calcite	% CaCO ₃ nella Dolomite
<i>Nappe Numidiene: Flysch Numidico s.s. (logs 8 e 11)</i>									
184 ^x	arenaria	85	9	—	—	—	6	—	—
183 ^x	arenaria	85	4	—	—	—	11	—	—
178 ^x	arenaria	70	tr	—	—	—	30	—	—
173 ^x	arenaria	85	4	tr	—	—	11	—	—
170	arenaria	70	3	1	13	—	13	—	—
88 ^x	arenaria	85	1	—	—	—	14	—	—
86	argillite	12	3	tr	—	—	85	—	—
82 ^x	arenaria	80	—	—	—	—	20	—	—
255 ^x	arenaria (J. Berkane)	85	tr	tr	—	—	15	—	—
<i>Arenarie Nubiane (Sudan)</i>									
300 ^{xx}	arenaria	85	3	1	3	—	8	—	—
301 ^{xx}	arenaria	85	tr	—	—	—	15	—	—
<i>Nappe Numidiene: Unité de Talaa Lakra in facies numidica (logs 6 e 7)</i>									
163 ^x	arenaria	85	tr	tr	—	—	15	—	—
33 ^x	arenaria	80	—	tr	—	—	20	—	—
<i>Nappe Numidiene: Unité de Talaa Lakra in facies Beni Ider (log 6)</i>									
22 ^x	siltite	32	2	10	—	17	39	—	50,3
21 ^x	arenaria	36	7	19	3	—	35	—	—
<i>Nappe des Beni Ider: Torbiditi marnoso-arenace micacee</i>									
<i>IV Scaglia tettonica (log 5)</i>									
121	argillite	10	—	2	—	—	88	—	—
120 ^x	arenaria	25	10	34	6	3	22	—	—
117	dolomia	11	—	2	14	63	10	98,9	50,8
116 ^x	arenaria	27	8	18	16	—	31	98,9	—
112	dolomia calcarea	12	1	5	26	41	15	98,2	50,5
111	siltite carbonatica	15	5	15	24	4	37	98,9	—
109	arenaria carbonatica	19	2	9	13	42	15	99,2	50,5
106 ^x	siltite carbonatica	23	4	15	8	16	34	98,6	50,5
104 ^x	arenaria	21	7	39	5	4	24	—	—
94 ^x	arenaria	52	10	13	6	3	16	—	—
<i>III scaglia tettonica (log 5)</i>									
132 ^x	arenaria	27	8	32	12	4	17	99,6	—
6 ^x	arenaria carbonatica	25	5	31	25	1	13	99,9	—
<i>II scaglia tettonica (log 5)</i>									
142	argillite	5	—	5	6	—	84	—	—
139 ^x	arenaria	60	5	—	—	—	35	—	—
137 ^x	marna	14	tr	4	29	22	31	98,6	50,5
136	marna	6	1	1	34	—	58	99,6	—
134 ^x	siltite carbonatica	25	4	16	14	7	34	99,6	—
<i>I scaglia tettonica (log 5)</i>									
3 ^x	calcare marnoso	8	—	2	41	29	20	97,9	49,6
<i>Log 4</i>									
212 ^x	siltite carbonatica	26	—	6	14	16	38	99,6	50,5
210 ^x	arenarie	75	—	—	—	—	25	—	—
<i>Nappe des Beni Ider: Torbiditi calcaree (log 3)</i>									
208	siltite carbonatica	28	2	7	20	6	37	100,0	—
204 ^x	marna	19	—	3	49	—	29	99,9	—
200	calcare marnoso	7	—	3	71	—	19	100,0	—
198 ^x	calcare marnoso	8	tr	7	65	9	11	100,0	—
195 ^x	arenaria	45	—	14	11	—	30	—	—
2 ^{xx}	arenaria	60	—	—	16	1	23	98,6	—
<i>Nappe du J. Tisirène: Torbiditi arenacee (log 1)</i>									
72 ^x	arenaria	44	—	34	4	—	18	—	—
69 ^x	arenaria	55	—	15	—	—	30	—	—
66 ^x	arenaria	58	—	17	—	—	25	—	—
63 ^x	arenaria	42	—	31	—	—	27	—	—
57 ^x	siltite	38	—	9	11	—	42	98,9	—
<i>Nappe du J. Tisirène: Torbiditi calcaree (log 1)</i>									
55	siltite	28	—	17	19	—	36	99,6	—
53	marna	5	—	4	68	—	23	99,2	—
51	marna	6	tr	tr	60	—	34	99,6	—
50	calcare marnoso	5	—	—	78	1	16	100,0	—
47	marna	12	—	4	48	—	36	100,0	—
46	marna	19	—	5	31	—	45	98,9	—
44	calcare marnoso	5	—	—	71	—	24	100,0	—
42bis	marna	6	—	2	46	—	46	100,0	—
39	marna	3	—	1	40	16	40	99,6	51,5e 55,6
37	marna	5	—	1	62	—	32	99,6	—
<i>Unité de Ketama (loc. Tleta-Ketama)</i>									
263 ^{xx}	arenaria	80	—	—	—	—	20	—	—
259 ^{xx}	vulcanite (?)	—	—	—	—	—	—	—	—
262 ^{xx}	argillite	—	—	36	7	—	57	—	—
264 ^{xx}	arenaria	65	—	5	—	—	30	—	—

L'ubicazione dei campioni nei rispettivi logs è visibile in Fig. 4; x = campioni studiati anche petrograficamente; xx = campioni sparsi.

Tabella 5 - Composizioni mineralogiche principali medie

		Quarzo	Feldspato potassico	Plagioclasio	Calcite	Dolomie	Fillosilicati + accessori	Quarzo Feldspati
Nappe Numidienne: Flysch Numidico s.s.								
arenarie (8 campioni)	\bar{x} σ	80,7 6,8	2,6 3,1	0,1 0,3	1,6 4,6	— —	15,0 7,2	29,9 nd
Arenarie Nubiane (Sudan)								
arenarie (2 campioni)	\bar{x} σ	85,0 0,0	1,5 2,1	0,5 0,7	1,5 2,1	— —	11,5 4,9	42,5 nd
Nappe Numidienne: Unité de Talaa Lakra in facies numidica								
arenarie (2 campioni)	\bar{x} σ	82,5 3,5	— —	— —	— —	— —	17,5 3,5	
Nappe Numidienne: Unité de Talaa Lakra in facies Beni Ider								
arenaria		36	7	19	3	—	35	1,4
siltite		32	2	10	—	17	39	2,7
generale (2 campioni)	\bar{x} σ	34,0 2,8	4,5 3,5	14,5 6,4	1,5 2,1	8,5 12,0	37,0 2,8	1,8 nd
Nappe des Beni Ider								
arenarie (11 campioni)	\bar{x} σ	39,6 19,4	5,0 3,9	17,3 14,7	10,0 7,5	5,3 12,3	22,8 7,1	1,8 nd
siltiti (5 campioni)	\bar{x} σ	23,4 5,0	3,0 2,0	11,8 4,9	16,0 6,2	9,8 5,8	36,0 1,9	1,6 nd
generale (16 campioni)	\bar{x} σ	34,6 17,9	4,4 3,5	15,6 12,5	11,9 7,5	6,7 10,7	26,9 8,6	1,7 nd
calcari (5 campioni)	\bar{x} σ	9,2 2,2	0,2 0,4	3,8 2,2	43,4 24,0	28,4 25,2	15,0 4,5	
marne (3 campioni)	\bar{x} σ	13,0 6,6	0,3 0,6	2,7 1,5	37,3 10,4	7,3 12,7	39,4 16,2	
generale (8 campioni)	\bar{x} σ	10,6 4,3	0,3 0,5	3,4 1,9	41,1 19,6	20,5 23,0	24,1 15,7	
Nappe du J. Tisirène								
arenarie (4 campioni)	\bar{x} σ	49,8 7,9	— —	24,2 9,6	1,0 2,0	— —	25,0 5,1	2,1 nd
siltiti (2 campioni)	\bar{x} σ	33,0 7,1	— —	13,0 5,7	15,0 5,7	— —	39,0 4,2	2,5 nd
generale (6 campioni)	\bar{x} σ	44,2 11,1	— —	20,5 9,8	5,6 7,8	— —	29,7 8,5	2,2 nd
calcari (2 campioni)	\bar{x} σ	5,0 0,0	— —	— —	74,5 4,9	0,5 0,7	20,0 5,7	
marne (7 campioni)	\bar{x} σ	8,0 5,6	— —	2,4 1,9	50,7 13,2	2,3 6,0	36,6 8,0	
generale (9 campioni)	\bar{x} σ	7,3 5,0	— —	1,9 2,0	56,0 15,6	1,9 5,3	32,9 10,3	
Tabella 5a - Composizioni mineralogiche medie relative alle arenarie delle diverse unità della Nappe des Beni Ider								
Torbiditi marnoso-arenaceo-micacee: IV scaglia tettonica								
(5 campioni)	\bar{x} σ	28,8 13,3	7,4 3,3	22,6 13,2	9,2 5,0	10,4 17,7	21,6 6,5	1,0 nd
III scaglia tettonica								
(2 campioni)	\bar{x} σ	26,0 1,4	6,5 2,1	31,5 0,7	18,5 9,2	2,5 2,1	15,0 2,8	0,7 nd
II scaglia tettonica								
(1 campione)		60	5	—	—	—	35	12,0
Log 4								
(1 campione)		75	—	—	—	—	25	
Torbiditi calcaree								
(2 campioni)	\bar{x} σ	52,5 10,6	— —	7,0 9,9	13,5 3,5	0,5 0,7	26,5 4,9	7,5 nd

Tabella 6 - Composizione mineralogica della frazione argillosa (< 2 μ) dei campioni studiati

N. campione	Montmorillonite	Vermiculite	Clorite	Clorite-Vermiculite	Illite-Montmorillonite	Illite-Clorite	Illite	Illite idrata	Caolinite	Septeclorite	Amorfi
<i>Nappe Numidiene: Flysch Numidico s.s. (logs 8 e 11)</i>											
184 ^x	—	—	—	—	—	—	—	—	15	30	55
183 ^x	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	80
178 ^x	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100
173 ^x	—	—	—	—	—	—	—	—	10	10	80
170	20	—	—	—	—	—	—	—	10	15	55
88 ^x	—	—	—	—	—	—	—	—	5	10	85
86	20	—	—	—	10	—	5	—	—	65	—
82 ^x	—	—	—	tr	—	—	—	—	—	20	80
255 ^x	—	—	—	—	—	—	—	100	—	—	—
<i>Arenarie Nubiane (Sudan)</i>											
300 ^x	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100
301 ^x	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100
<i>Nappe Numidiene: Unité de Talaa Lakra in facies numidica (logs 6 e 7)</i>											
163 ^x	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100
33 ^x	—	—	tr	tr	—	tr	—	—	—	30	70
<i>Nappe Numidiene: Unité de Talaa Lakra in facies Beni Ider (log 6)</i>											
22 ^x	—	—	tr	40	—	15	45	—	—	—	—
21 ^x	—	—	20	25	—	25	30	—	—	—	—
<i>Nappe des Beni Ider: Torbiditi marnoso-arenaceo-micacee</i>											
<i>IV scaglia tettonica (log 5)</i>											
121	15	—	—	—	15	—	15	—	5	40	10
120 ^x	—	15	25	25	—	15	10	—	10	—	—
117	—	—	—	tr	—	20	30	—	—	—	50
116 ^x	—	20	15	15	—	15	10	—	15	—	10
112	—	20	tr	25	—	25	20	—	—	—	10
111	—	25	30	15	—	10	10	—	10	—	—
109	—	20	15	10	—	5	20	—	10	—	20
106	10	—	15	15	—	10	20	—	5	15	20
104 ^x	—	10	25	10	—	10	10	—	15	—	20
94 ^x	—	—	tr	tr	—	tr	25	—	25	—	50
<i>III scaglia tettonica (log 5)</i>											
132 ^x	15	—	25	15	—	10	5	—	10	20	—
6 ^x	—	—	20	15	—	10	10	—	20	25	—
<i>II scaglia tettonica (log 5)</i>											
142	—	15	20	15	10	—	15	—	10	15	—
139 ^x	—	—	—	45	—	30	20	—	5	—	—
137 ^x	—	—	20	20	—	15	40	—	5	—	—
136	—	55	tr	—	25	—	20	—	—	—	—
134 ^x	—	—	20	15	—	15	15	—	10	25	—
<i>I scaglia tettonica (log 5)</i>											
3 ^x	—	—	tr	25	—	15	25	—	—	35	—
<i>Log 4</i>											
212 ^x	—	—	20	20	—	15	45	—	tr	—	—
210 ^x	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100
<i>Nappe des Beni Ider: Torbiditi calcaree (log 3)</i>											
208	—	—	tr	20	—	15	65	—	tr	—	—
204 ^x	—	50	—	—	—	—	—	50	—	—	—
200	—	—	—	—	65	—	35	—	tr	—	—
198 ^x	—	—	tr	35	—	30	30	—	5	—	—
195 ^x	—	—	tr	45	—	25	30	—	—	—	—
2 ^{xx}	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100
<i>Nappe du J. Tisirène: Torbiditi arenacee (log 1)</i>											
72 ^x	—	—	—	15	—	10	25	—	10	40	—
69 ^x	—	—	—	25	—	10	25	—	—	40	—
66 ^x	—	—	20	15	—	10	15	—	10	30	—
63 ^x	—	—	20	10	—	5	15	—	—	50	—
57 ^x	—	—	20	10	—	10	10	—	—	50	—
<i>Nappe du J. Tisirène: Torbiditi calcaree (log 1)</i>											
55	—	—	20	25	—	20	30	—	5	—	—
53	—	—	25	20	—	20	30	—	5	—	—
51	—	—	40	25	—	20	tr	—	15	—	—
50	—	—	30	15	—	10	20	—	25	—	—
47	—	—	30	20	—	15	15	—	20	—	—
46	—	—	25	20	—	15	20	—	20	—	—
44	—	—	tr	35	—	30	20	—	15	—	—
42bis	—	—	25	15	—	15	20	—	25	—	—
39	—	—	35	20	—	15	10	—	20	—	—
37	—	—	35	15	—	10	15	—	25	—	—
<i>Unité de Ketama (loc. Tleta-Ketama)</i>											
263 ^{xx}	—	—	10	20	—	—	tr	—	—	20	50
259 ^{xx}	—	—	—	55	—	45	—	—	—	—	—
262 ^{xx}	—	—	—	40	—	15	45	—	—	—	—
264 ^{xx}	—	—	35	15	—	15	—	—	35	—	—

L'ubicazione dei campione nei rispettivi logs è visibile in Fig. 4; x = campioni studiati anche petrograficamente; xx = campioni sparsi.

con soluzione 1 M di fluoruro di sodio e soluzione alcolica all'1% di fenolftaleina (FIELDES & PERROT, 1966). La stima delle quantità di componente amorfa presente nella frazione argillosa è stata ricavata dosando i minerali argillosi presenti per confronto con l'intensità degli stessi minerali in campioni privi di minerale amorfo; la differenza a cento è stata attribuita alla componente amorfa. La composizione dei carbonati, ossia il tenore in CaCO_3 nella calcite e nella dolomite, è stata determinata sulla base del valore della distanza interplanare (104) secondo il metodo proposto da GOLDSCHMIDT ed altri (1955).

5.2. RISULTATI ANALITICI (R. FRANCHI & S. VANNUCCI)

5.2.1. Nappe du J. Tisirène

In linea generale si osserva l'assenza quasi totale della dolomite e del feldspato potassico (Tabb. 4 e 5), riscontrabili, invece, nelle altre successioni. La composizione della calcite delle torbiditi calcaree (intervallo inferiore), in questo caso molto vicina alla teorica (Tab. 4), ne conferma l'origine essenzialmente detritica riconosciuta al microscopio. In una marna (campione 39) sono stati riscontrati due tipi di dolomite, uno dei quali nettamente calcico: è l'unico caso in cui si può ipotizzare che almeno una parte della dolomite si sia formata, in fase diagenetica, a spese di

un'originaria calcite. Dai dati delle Tabb. 4 e 5 emerge anche che le torbiditi calcaree contengono una frazione silicatica che è minore rispetto ai corrispondenti litotipi della *Nappe des Beni Ider*. Dai dati della Tab. 4 e dai valori medi della Tab. 5 risulta che le torbiditi arenacee (intervallo superiore) sono praticamente prive di carbonati. Esse presentano un tenore in plagioclasti sensibilmente maggiore rispetto a quello della *Nappe des Beni Ider* (Tab. 5), denotando un apporto ancora più significativo da rocce magmatiche intermedie. Il rapporto quarzo/feldspati, poi, indica una maturità mineralogica leggermente superiore rispetto alle corrispondenti torbiditi della *Nappe des Beni Ider* (v. oltre).

Sotto il profilo dei minerali argillosi (Tabb. 6 e 7) le torbiditi arenacee si distinguono nettamente da quelle calcaree per la costante presenza di septeclorite; per il resto le composizioni sono assai uniformi e costanti. L'associazione tipica, tralasciando la septeclorite, è la seguente (v. anche Tab. 7): clorite, illite, caolinite e gli strati misti clorite-vermiculite e illite-clorite. Nel diagramma A, C, M di Fig. 8 (v. didascalia), costruito eliminando l'illite e la caolite nelle composizioni e ricalcolando a cento gli altri componenti, i punti rappresentativi delle composizioni medie, della frazione argillosa cadono entrambi sul lato C-M e si distinguono solo per un maggior contenuto di minerali argillosi espandibili (in questo caso clorite-vermiculite) nelle torbiditi calcaree.

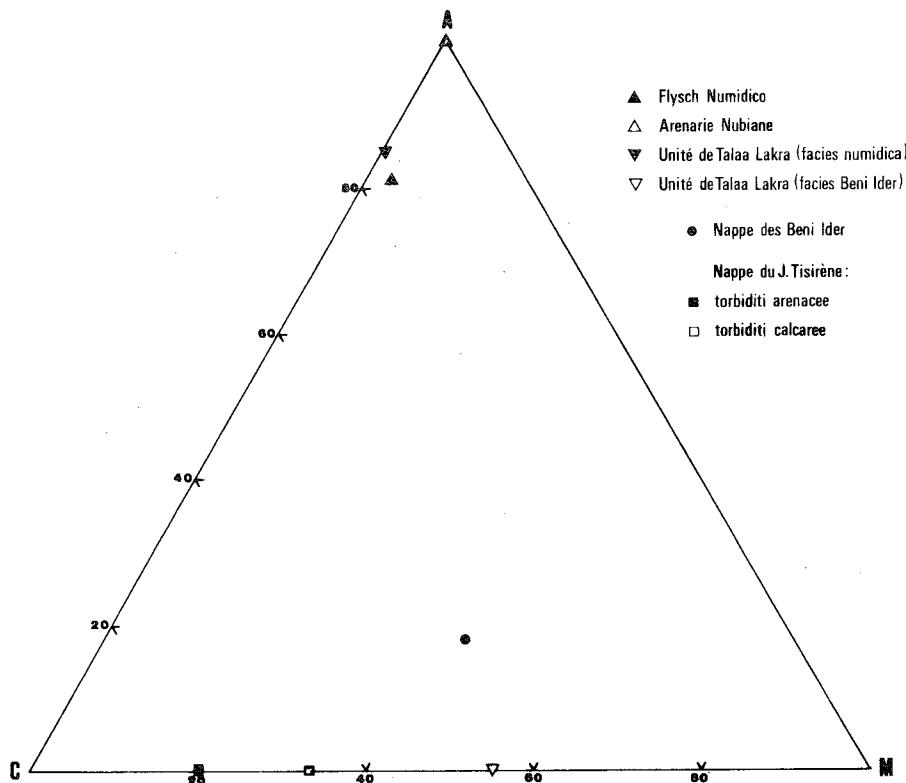


Fig. 8 - Diagramma ternario A (componente amorfa), C (clorite + illite-clorite + septeclorite), M (montmorillonite + vermiculite + illite-montmorillonite + clorite-vermiculite) nel quale sono riportate le composizioni medie della frazione argillosa ($< 2 \mu$).

Tabella 7 - Composizioni mineralogiche medie delle frazioni argillose (< 2 μ)

		Montmorillonite	Vermiculite	Clorite	Clorite-vermiculite	Illite-montmorillonite	Illite-clorite	Illite	Illite idrata	Caolinite	Septeclorite	Amorfi
Nappe Numidienne: Flysch Numidico s.s.												
(7 campioni)	\bar{x}	3	—	—	—	—	—	—	—	6	15	76
	σ	8	—	—	—	—	—	—	—	6	10	16
Arenarie Nubiane (Sudan)												
(2 campioni)	\bar{x}	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100
	σ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0
Nappe Numidienne: Unité de Talaa Lakra in facies numidica												
(2 campioni)	\bar{x}	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15	85
	σ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21	21
Nappe Numidienne: Unité de Talaa Lakra in facies Beni Ider												
(2 campioni)	\bar{x}	—	—	10	32	—	20	38	—	—	—	—
	σ	—	—	15	11	—	7	11	—	—	—	—
Nappe des Beni Ider												
(26 campioni)	\bar{x}	1	9	10	15	4	11	20	2	6	7	15
	σ	5	15	11	13	14	10	15	10	7	12	29
Nappe du J. Tisirène: torbiditi arenacee												
(5 campioni)	\bar{x}	—	—	12	15	—	9	18	—	4	42	—
	σ	—	—	11	6	—	2	7	—	6	8	—
Nappe du J. Tisirène: torbiditi calcaree												
(10 campioni)	\bar{x}	—	—	27	21	—	17	18	—	17	—	—
	σ	—	—	11	6	—	6	9	—	7	—	—

5.2.2. Nappe des Beni Ider

In questa successione torbiditica sono rappresentati vari tipi litologici e anche al loro interno la variabilità è notevole. Le torbiditi calcaree (intervallo inferiore) sono caratterizzate dalla scarsità del feldspato potassico e dalla presenza sporadica di dolomite (Tab. 4). La composizione della frazione argillosa (Tab. 6) mostra: (a) assenza di vermiculite ad eccezione che nel campione 204 caratterizzato da una composizione del tutto particolare: vermiculite e illite idrata in uguali proporzioni; (b) presenza, in tracce, di clorite e caolinite; (c) particolare abbondanza di illite. Il campione 2 (sparso) è un po più quarzoso e il materiale amorfo, con prevalenza di allofane, costituisce la totalità della frazione argillosa. Le caratteristiche particolari di

questo campione, richiamano alcune analogie con gli apporti di tipo *Numidico* (v. oltre), specialmente considerando il materiale amorfo.

Nelle torbiditi marnoso-arenaceo-micacee (intervallo superiore) si può notare (Tab. 4) la presenza, accanto alla calcite, della dolomite quale componente essenziale, anche in tenori elevati. La dolomite è praticamente sempre presente nella IV e nella III scaglia tettonica (scaglie più esterne); nelle successive sembra divenire sporadica. I tenori di CaCO₃ nella calcite e nella dolomite, praticamente teorici (Tab. 4), confermano l'origine essenzialmente detritica, riconosciuta al microscopio, di questi due minerali. In tutti i litotipi di questo intervallo superiore i feldspati assumono una notevole importanza quantitativa e il rapporto feldspato potassico/plagioclasio è a favore del secon-

do essendo quest'ultimo presente in tenori mediamente pari a 3-4 volte rispetto al feldspato potassico, sia nelle arenarie sia nelle siltiti (Tab. 5) e pari a dieci volte nei litotipi carbonatici. Da ciò si deduce che l'apporto proviene da rocce magmatiche di tipo tonalitico-dioritico. Il valore del rapporto quarzo/feldspati è basso (Tab. 5) mettendo in risalto, sotto il profilo mineralogico, la notevole immaturità di questi sedimenti.

Nella Tab. 5a e nella Fig. 9, dove i litotipi arenacei sono stati distinti nelle varie unità componenti la *Nappe des Beni Ider*, si può notare come una parte delle arenarie (torbiditi calcaree, III e IV scaglia tettonica) risultino sensibilmente carbonatiche, distinguendosi da quelle del log 4 e della II scaglia che presentano notevoli analogie con quelle di tipo *Numidico*. Le siltiti risultano costantemente di tipo carbonatico. La composizione della frazione argillosa (Tab. 6), pur con vistose eccezioni in senso sia qualitativo che quantitativo, registra un aumento, verso la IV scaglia tettonica (scaglia più esterna), di un minerale a reticolo espandibile (di solito vermiculite). La presenza di caolinite ordinata (praticamente assente nelle sottostanti torbiditi calcaree, nel log 4 e nella I scaglia tettonica) e talora di septeclorite, assente nelle torbiditi calcaree e nel log 4, caratterizzano le scaglie tettoniche più esterne; la presenza di materiale amorfo, invece, caratterizza la sola IV scaglia tettonica. La presenza di caolinite, di materiale amorfo e occasionalmente di septeclorite potrebbe costituire una parziale analogia

con il *Flysch Numidico* dove queste componenti argillose sono caratteristiche. Da notare, ancora, l'abbondanza di allofane (materiale amorfo) nei campioni 94 e 117 della IV scaglia tettonica. Due differenti associazioni così schematizzabili: (a) vermiculite (o montmorillonite), clorite, clorite-vermiculite, illite-clorite e illite, caratterizzano rispettivamente le scaglie tettoniche più esterne (IV, III e II) e quelle interne (I scaglia e log 4) unitamente alle torbiditi calcaree sottostanti. Da notare, infine, che verso l'esterno tende ad aumentare la clorite ed a diminuire, sia pur lievemente, l'illite e l'illite-clorite. Il campione 210 (log 4), così come il precedente campione 2, è costituito esclusivamente da quarzo e da una frazione argillosa rappresentata da materiale amorfo (prevalenza di allofane). Queste due caratteristiche richiamano, anche in questo caso, una parziale analogia con apporti di tipo *Numidico*, in special modo data la componente amorfa. Nel diagramma di Fig. 8 è visualizzata la composizione media della frazione argillosa relativa alla totalità dei campioni appartenenti alla *Nappe des Beni Ider*; come si può notare dai valori delle deviazioni standard (Tab. 7) il campo di variabilità è comunque molto ampio.

Dal diagramma C, S, D di Fig. 10 risulta evidente come i litotipi (arenarie + siltiti e calcari + marne) della *Nappe des Beni Ider* si distinguono dai corrispondenti della *Nappe du J. Tisirène* per il diverso tipo di carbonati presenti e limitatamente ai litotipi «arenacei», per la loro quantità totale.

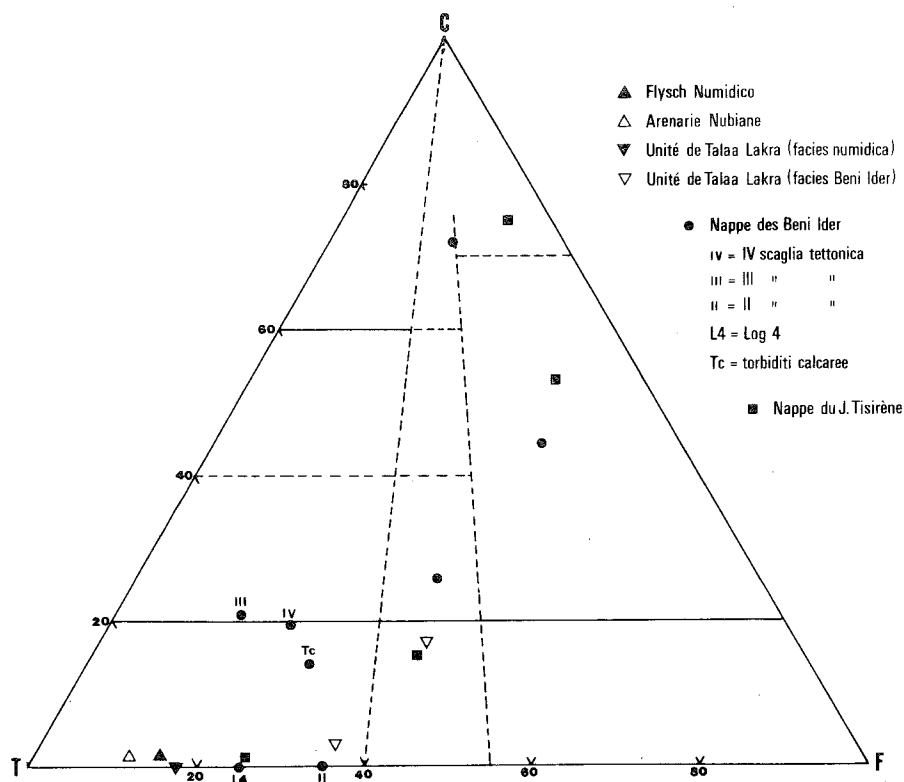


Fig. 9 - Diagramma ternario C (carbonati), T (quarzo + feldspati), F (fillosilicati + accessori) nel quale sono riportate le composizioni medie e i principali litotipi appartenenti alle diverse unità considerate. Per la definizione dei campi in cui è diviso il diagramma v. didascalia della Fig. 11.

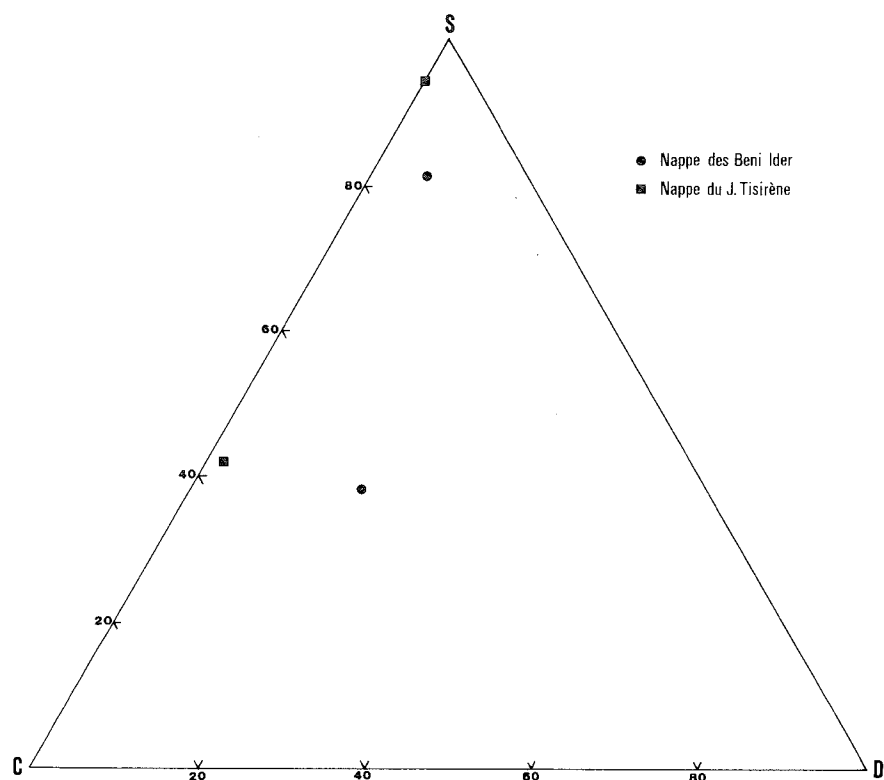


Fig. 10 - Diagramma ternario S (quarzo + feldspati + fillosilicati e accessori), C (calcite), D (dolomite) che visualizza le differenze tra i sedimenti delle torbiditi della Nappe des Beni Ider e quelli della Nappe du J. Tisirène sulla base del rapporto calcite/dolomite. Per i due tipi considerati (arenarie + siltiti e calcari + marne), nell'ambito di ciascuna unità sono rappresentate le composizioni medie.

5.2.3. Nappe Numidienne

5.2.3.1. Unité de Talaa Lakra

Anche se i campioni analizzati sono solo 4 (Tabb. 4, 5, 6 e 7) è possibile stabilire che le arenarie in facies tipo *Beni Ider* (campioni 21 e 22) presentano caratteristiche simili a quelle riscontrate nelle torbiditi marnoso-arenaceo-micacee dell'intervallo superiore della *Nappe des Beni Ider* (v. anche Figg. 8 e 9). Le arenarie in facies tipo *Numidico* (campioni 33 e 163) corrispondono invece perfettamente a torbiditi quarzarenitiche del *Flysch Numidico* s.s. Questi pochi dati confermano pienamente quanto osservato nei precedenti capitoli, cioè, che i caratteri di questa unità risentono di due distinti tipi di apporto nell'ambito della medesima successione sedimentaria.

5.2.3.2. *Flysch Numidico* s.s. e *Arenarie Nubiane sudanesi*

Date le strette analogie di composizione, i due gruppi possono essere considerati congiuntamente. Essi sono costituiti da arenarie quarzitiche, di regola prive di carbonati e con tenori sempre modesti, talora nulli, di feldspati (Tabb. 4 e 5). E' da notare che fra questi ultimi prevale il feldspato potassico rispetto al plagioclasio, indicando un apporto da rocce di tipo da granitico a senitico. Questo fatto è riscontrabile anche

nell'unico campione di argillite (campione 86) per il quale si può ritenere che i fenomeni di alterazione siano stati trascurabili. I punti rappresentativi dei campioni, riportati nel diagramma T, C, F (MALESANI & MANETTI, 1970) di Fig. 11, cadono nel campo delle arenarie, generalmente sul lato T-F e spostati verso il vertice T e, come può essere osservato nel diagramma di Fig. 9, i punti rappresentativi delle composizioni medie del *Flysch Numidico* e delle *Arenarie Nubiane* sono notevolmente vicini. I valori del rapporto quarzo/feldspati, superiori per le *Arenarie Nubiane*, dimostrano la notevole maturità mineralogica di questi sedimenti.

La frazione argillosa del *Flysch Numidico* s.s. è caratterizzata (Tabb. 6 e 7) dalla prevalenza di materiale amorfo, che in alcuni casi ne rappresenta la totalità, associato ad una septechlorite (bernierina degli AA. francesi), minerale alquanto raro. Nelle *Arenarie Nubiane* la frazione è interamente amorfa (se si eccettua ovviamente il quarzo sempre presente, in maggiore o minore misura, nella frazione argillosa di arenarie di questo tipo). In molti campioni la componente amorfa è costituita, almeno in parte, da allofane. In particolare, questo «minerale» è predominante nei due campioni di *Arenarie Nubiane*, mentre è assente nel campione 82. In alcuni campioni è presente una caolinite di tipo ordinato; eccezionalmente sono presenti altri minerali argillosi anche a reticolo espandibile (montmorillonite). Sono da notare due campioni

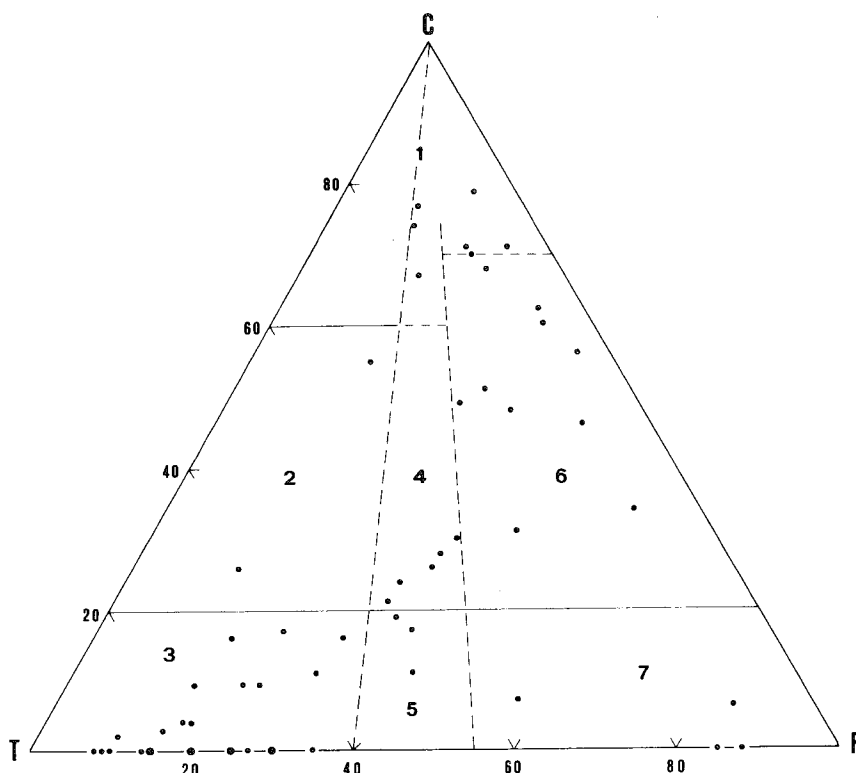


Fig. 11 - Diagramma ternario C (carbonati), T (quarzo + feldspati), F (fillosilicati + accessori) nel quale sono riportate le composizioni mineralogiche principali dei campioni studiati. I 7 campi individuano i seguenti litotipi: 1 = calcari; 2 = arenarie carbonatiche; 3 = arenarie; 4 = siltiti carbonatiche; 5 = siltiti; 6 = marne; 7 = argilliti. Nel campo delle arenarie si verificano numerose sovrapposizioni di due o più punti rappresentativi che sono evidenziati da simboli di maggiore dimensione.

per la composizione particolare e privi di componente amorfa. Il primo (campione 86) è un'argillite nella quale sono presenti i massimi tenori di septechlorite; l'assenza di fenomeni di alterazione per scarsa o nulla permeabilità può spiegare l'assenza di materiale amorfo. Il secondo (campione 255) presenta un unico minerale argilloso che è una vera illite, ossia un'illite idrata di neoformazione. Nel diagramma A, C, M di Fig. 8 (v. didascalìa), la composizione media del *Flysch Numidico s.s.* (nell'elaborazione dei dati sono stati esclusi i due campioni precedentemente descritti) cade nella parte più alta del diagramma, mentre quella delle *Arenarie Nubiane* coincide con il vertice A.

5.2.4. Campioni sparsi

Il campione 263 appartiene all'*Unité de Ketama* (substrato «autoctono» del bacino esterno, loc. Tleta-Ketama) e presenta caratteristiche di composizione mineralogica, sia principale che della frazione argillosa, simili a quelle del *Flysch Numidico s.s.* Rocce molto alterate (campioni 259, 262 e 264), prelevati in successioni tipo «mélange tettonico» costituenti il substrato della *Nappe du J. Tisirène* in aree meridionali (zona di Tarquist), affiorano in una situazione tettonica non chiara. Il campione 259 è riferibile ad una vulcanite molto alterata della quale non è possibile de-

finire la composizione originaria; il campione 262 è un'argillite che quasi certamente rappresenta un prodotto di alterazione e di rimaneggiamento di rocce eruttive intermedie o basiche, dati gli elevati tenori di plagioclasti presenti, l'assenza del quarzo e la composizione della frazione argillosa; il campione 264 è un'arenaria matura dal punto di vista mineralogico.

5.3. APPENDICE AI DATI DI CARATTERE MINERALOGICO (R. FRANCHI & S. VANNUCCI)

Viene di seguito precisato il significato geologico del materiale amorfo e di alcuni particolari minerali riscontrati in questo studio.

Materiale argilloso amorfo. La presenza di questo materiale è chiaramente imputabile a fenomeni di alterazione in ambiente esogeno e in particolari condizioni climatiche (clima subtropicale?). Basti osservare che è riscontrabile, salvo due eccezioni, solo nei tipi a maggiore porosità e permeabilità (arenarie) in particolare nella IV scaglia tettonica della *Nappe des Beni Ider* e in prevalenza nelle quarzarenite numidiche, mentre è assente, ad esempio, nell'argillite del campione 86. Inoltre è frequentemente associato ad una caolinite di tipo ordinato quale si forma comunemente per «alterazione» superficiale.

Allofane. Sembrerebbe logico considerare, nel nostro

caso, allofane tutta la componente amorfa riscontrata ma è impossibile la sua determinazione quantitativa. Questo «minerale» viene comunemente indicato come il tipico costituente di materiali granulometricamente argillosi di origine vulcanica (ceneri, ecc.). Si può, allora, avanzare l'ipotesi che l'allofane sia il prodotto o uno dei prodotti amorfi che si formano per alterazione di preesistenti materiali a granulometria argillosa anche di origine vulcanica.

Septechlorite. Si possono ipotizzare sia una genesi in fase diagenetica che un'origine detritica. Nel secondo caso, però, si dovrebbe ammettere un sostanziale cambiamento di apporti. Questa situazione è riscontrabile passando dalle torbiditi calcaree alle torbiditi arenacee della *Nappe du J. Tisirène*, dimostrata sia dai dati di terreno che da quelli petrografici. Non ci sono, tuttavia, altri dati che giustificano questa ipotesi.

Illite idrata. Comunemente la genesi classica di questo minerale viene indicata come tipica di ambiente marino, in materiali molto fini (anche cineritici, durante una sedimentazione estremamente lenta. La sua presenza sarebbe plausibile in argilliti mentre pone dei problemi in arenarie torbiditiche (come nel campione 255). A meno di non invocare particolarissimi fenomeni di alterazione, si può ipotizzare che quest'illite possa anche formarsi in sedimenti arenacei e marnosi di tipo torbiditico oppure che le correnti di torbida abbiano rimaneggiato un preesistente sedimento argilloso nel quale si era già verificata la neoformazione di illite idrata. Quest'ultima possibilità sembra quella più plausibile.

5.4. METODO DI STUDIO PETROGRAFICO (U. CHIOCCINI)

Dati gli scopi del presente lavoro lo studio petrografico è stato indirizzato all'analisi della composizione mineralogica principale, tenendo presente lo studio mineralogico precedentemente esposto. L'analisi modale per punti è stata applicata in tutti i campioni arenacei, escludendo le arenarie fini e le siltiti poiché la granulometria non avrebbe consentito precise valutazioni quantitative. Su ciascuna sezione sottile sono stati contati 400 punti; il campionamento è stato effettuato con un intervallo tra i punti stessi tale che esso risultasse maggiore delle dimensioni massime dei granuli presenti (MANETTI & TURI, 1969). Le percentuali ottenute sono state corrette opportunamente mediante un apposito grafico relativo alle probabilità di errore (PETTIJOHN, POTTER & SIEVER, 1972). Per la stima dell'arrotondamento dei granuli è stata utilizzata la tabella visiva di POWERS (1953).

5.5. ANALISI DELLA COMPOSIZIONE MINERALOGICA PRINCIPALE (U. CHIOCCINI)

Per le determinazioni quantitative della composizione mineralogica principale sono state distinte le seguenti classi, i cui dati sono raggruppati in Tab. 8:

- Quarzo monocristallino (Q_m)
- Quarzo policristallino (Q_p)
- Selce (Q_{ch})
- Feldspato potassico (K)

- Plagioclasio (P)
- Carbonati detritici (C_c)
- Carbonati interstiziali (C_i)
- Carbonati sotto forma di fossili (C_f)
- Frammenti litici metamorfici (R_M)
- Frammenti litici vulcanici (R_V)
- Frammenti litici sedimentari (R_A)
- Miche (M)
- Minerali argillosi e accessori (A)

Quarzo. Ne sono stati riconosciuti tre tipi in granuli singoli: quarzo monocristallino (Q_m), quarzo policristallino (Q_p) e selce (Q_{ch}).

Il quarzo monocristallino mostra, in genere, una estinzione ondulata. Poiché non sembra esistere una chiara relazione fra estinzione ondulata e provenienza (BLATT, 1967; MALESANI & MANETTI, 1970), si è ritenuto opportuno non distinguere il quarzo eruttivo da quello metamorfico in base al tipo di estinzione.

Il quarzo policristallino è rappresentato sia da granuli costituiti da un mosaico di cristalli pressoché equidimensionali con contorni poliedrici e contatti rettilinei ad angoli interfacciali di 120° in giunzioni triple, sia da granuli i cui cristalli, generalmente allungati o piatti, mostrano contatti suturati (quarzo suturato). PETTIJOHN, POTTER & SIAVER (1972) ritengono che il primo tipo si formi in seguito a fenomeni di *static annealing* di quarzo fortemente deformato mentre per il secondo invocano un processo di *cold-working*. Molti AA. e, fra questi, PETTIJOHN, POTTER & SIEVER (1972); FOLK (1974); BARTOLINI ed altri (1975), sono concordi nell'attribuire una prevalente origine metamorfica ad ambedue i tipi. La scarsità, inoltre, di quarzo policristallino nelle sabbie e nelle arenarie viene attribuita da BLATT (1967) e da HARREL & BLATT (1978) alla sua elevata instabilità meccanica.

Il terzo tipo di quarzo è rappresentato da un aggregato microcristallino a grana molto fine, tipico della selce («microquarzo» di FOLK, 1974).

Il quarzo monocristallino prevale nettamente su quello policristallino e sulla selce. Esso, talvolta, contiene inclusi di zirconio molto allungato come per esempio nelle arenarie della *Nappe du J. Tisirène* (campione 57). Il quarzo policristallino è presente nella maggior parte delle arenarie della *Nappe du J. Tisirène* ed è diffuso nei campioni della *Nappe des Beni Ider*. In quelli, invece, del *Flysch Numidico* s.s., e della *Unité de Talaa Lakra* è totalmente assente (Tab. 8). Rarissimi frammenti di quarzo suturato e di selce sono presenti nei campioni 255 e 263 appartenenti, rispettivamente, al *Flysch Numidico* e all'*Unité de Ketama*.

Dal punto di vista dell'arrotondamento i campioni studiati presentano un'ampia variabilità. I granuli di quarzo relativi alle arenarie della *Nappe du J. Tisirène* si presentano subarrotondati e subangolosi, indicativi di un certo grado di trasporto e di elaborazione. Quelli relativi alla *Nappe des Beni Ider* sono, invece, sistematicamente angolosi ad eccezione di quattro campioni (210, 139, 6 e 94) che presentano anche una frazione di quarzo arrotondato. Nell'*Unité de Talaa Lakra* è presente sia quarzo angoloso (campioni 21 e 22) sia quarzo arrotondato (campioni 33 e 163), indicando, così, una diversa provenienza. I granuli di quarzo presenti nelle arenarie del *Flysch Numidico* s.s., caratteristicamente arrotondati e molto arrotondati, confermano l'alta maturità di questi sedimenti.

Tabella 8 - Determinazioni microscopiche della composizione mineralogica principale delle arenarie

N. Camp.	N. Log.	Unità strutturali e/o Formazionali	QUARZO			FELDSPATI		CARBONATI			FRAMMENTI LITICI			MICHE	MIN. ARG. E ACC.		
			Q _m	Q _p	Q _{ch}	K	P	C _c	C _i	C _f	R _M	R _V	R _A	M	A		
184	8-11	Nappe Numidiene: Flysch Numidico s.s.	85,0	—	—	6,8	—	—	—	—	—	—	—	—	8,2		
183			85,0	—	—	3,5	—	—	—	—	—	—	—	—	11,5		
178			70,0	—	—	0,6	—	—	—	—	—	—	—	—	29,4		
173			85,0	—	—	3,7	0,3	—	—	—	—	—	—	—	11,0		
88			86,0	—	—	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—	13,2		
82			80,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20,0		
255 ^x			85,0	—	—	0,6	0,3	—	—	—	—	—	—	14,1			
300 ^x		Arenarie Nubiane	85,0	—	—	2,7	1,3	—	2,4	—	—	—	—	8,6			
301 ^x			85,0	—	—	0,7	—	—	—	—	—	—	—	—	14,3		
163	6-7	Nappe Numidiene: Unité de Talaa Lakra	85,0	—	—	0,8	0,2	—	—	—	—	—	—	14,0			
33			80,0	—	—	—	0,7	—	—	—	—	—	—	19,3			
22		facies Beni Ider	32,0	—	—	2,3	9,7	19,5	—	—	—	—	—	37,5			
21			28,4	—	6,6	3,3	4,0	—	2,3	3,0	13,4	1,3	2,3	3,0	31,4		
120	5	Nappe des Beni Ider: torbiditi marnoso-are- naceo-micacee	18,7	4,7	1,3	8,0	22,5	4,4	1,6	—	5,3	7,5	—	3,0	23,0		
116			IV scaglia tettonica	25,7	1,0	0,3	9,2	16,8	4,3	5,7	—	—	—	—	7,3	29,7	
104				19,4	1,0	0,6	7,4	38,6	2,8	2,2	—	—	—	—	8,0	20,0	
94				37,0	4,7	—	9,3	10,5	4,3	—	—	6,3	7,2	3,7	2,5	14,5	
132		III scaglia tettonica		26,0	—	—	9,3	30,7	8,7	2,3	—	—	—	—	11,7	10,9	
6			16,8	8,0	0,2	3,6	29,4	—	23,5	—	3,0	2,0	—	5,5	8,0		
139 ^{xx}		II scaglia tettonica	59,4	—	—	5,6	—	—	—	—	—	—	—	—	35,0		
137			13,6	—	—	0,4	4,0	28,5	21,5	—	—	—	—	—	7,4	23,6	
134			23,4	1,6	—	5,3	14,7	12,4	8,0	0,6	—	—	—	—	2,6	31,4	
3		I scaglia tettonica	7,7	0,3	—	—	1,8	30,0	27,7	11,3	—	—	—	—	2,4	18,8	
212			4	11,2	0,5	—	—	5,2	11,2	35,4	—	—	—	—	4,2	32,8	
210 ^{xx}		75,0		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25,0	
204		3	Nappe des Beni Ider: torbiditi calcaree	16,4	2,6	—	—	2,7	28,5	7,0	13,5	—	0,5	—	—	28,8	
198				7,6	—	—	0,5	7,5	63,7	9,5	0,3	—	—	—	—	1,0	9,9
195				17,7	—	—	—	13,8	8,7	30,7	—	—	—	—	—	0,5	29,5
72		1	Nappe du J. Tisirène: torbiditi arenacee	42,3	0,7	0,5	—	24,9	—	3,2	—	—	8,0	—	1,2	19,2	
69	52,6			1,4	—	—	9,8	—	—	—	—	6,2	—	1,7	28,3		
66	57,4			—	—	—	17,6	—	—	—	—	—	—	—	25,0		
63	41,3			—	—	—	28,7	—	—	—	—	—	1,8	2,0	26,2		
57	35,8			1,9	1,2	—	8,7	—	6,8	—	—	—	1,9	—	43,7		
263 ^x		Unité de Ketama (loc. Tleta-Ketama)	80,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20,0			

L'ubicazione dei campioni è visibile in Fig. 4; x = campioni sparsi. xx = campioni in facies tipo numidico.

Feldspati. Per il conteggio dei feldspati è stato adottato il metodo colorimetrico selettivo di KEITH riportato in MALESANI (1966). Le sezioni sottili, previo attacco con acido fluoridrico, sono state trattate con una soluzione saturata di cobaltonitrato di sodio: i feldspati potassici si colorano in giallo, mentre i plagioclasti si distinguono per il colore bianco latte oppure appaiono torbiditi. Tutti i feldspati si presentano in granuli angolosi, più raramente subarrotondati.

Nelle varietà potassiche (K) prevale l'ortoclasio mentre il microclino risulta molto raro. Esse presentano forme di alterazione più o meno spinte in sericite e calcite; fanno eccezione i feldspati potassici contenuti nelle quarzareniti numidiche e nubiane che, invece, risultano abbastanza ben conservati. Da notare, inoltre, la costante assenza di tali varietà nei campioni relativi alla *Nappe du J. Tisirène*.

I plagioclasti (P), talora fortemente albitizzati, sono presenti in quasi tutti i campioni tranne nella maggior parte delle quarzareniti del *Flysch Numidico* s.s. Essi sono costituiti, in prevalenza, da geminati secondo la legge dell'Albite; l'angolo di estinzione in zona di simmetria varia da 8° a 23°, indicando miscele tipo oligoclasio ed andesina. Il contenuto medio in anortite è del 26,2% nella *Nappe du J. Tisirène*, del 32,8% nella *Nappe des Beni Ider* e del 28% nell'*Unité de Talaa Lakra*. Molto rari sono i concrescimenti mirmechitici e pertitici. Il grado di alterazione dei plagioclasti è di solito maggiore che nei feldspati potassici. Le percentuali dei due tipi di feldspato sono raggruppate in Tab. 8.

Per quanto riguarda la distribuzione dei due tipi di feldspati, a conferma dei dati mineralogici, si osserva quanto segue. Nelle arenarie della *Nappe du J. Tisirène* e nelle torbiditi calcaree della *Nappe des Beni Ider* si hanno solo plagioclasti in notevole quantità (sino al 28,7%). Nelle sovrastanti torbiditi marnoso-arenaceo-micacee della *Nappe des Beni Ider* prevalgono i plagioclasti sui K-feldspati che arrivano ad un massimo di 38,6%, decuplicando, così, il loro valore percentuale.

Nelle arenarie del *Flysch Numidico* s.s. e in quelle nubiane, invece, prevalgono i K-feldspati sui plagioclasti. Nell'*Unité de Talaa Lakra* i campioni relativi alla facies tipo *Beni Ider* rispecchiano le caratteristiche della *Nappe des Beni Ider* mentre quelli relativi alla facies tipo *Numidico* risultano simili alle arenarie del *Flysch Numidico* s.s.

Carbonati. È stato osservato che i carbonati sono suddivisi in tre forme genetiche (Tab. 8); poiché la dolomite clastica, riconosciuta per via colorimetrica, è nettamente subordinata alla calcite, nel conteggio è stata adottata un'unica voce (C_c). I clasti di calcite sono costituiti, per lo più, da frammenti arrotondati di micrite, privi di fossili. Essi appaiono esclusivamente nei campioni della *Nappe des Beni Ider*. La dolomite clastica, costituita da frammenti di dolomie, è assente nella *Nappe du J. Tisirène*, mentre è presente in quantità significative nelle arenarie della *Nappe des Beni Ider* (campioni 212, 3 e 137) e nella facies tipo *Beni Ider* dell'*Unité de Talaa Lakra* (campione 22). Tranne le subarcose del *Tisirène* e le quarzareniti del *Numidico*, quasi tutti i campioni contengono un cemento e mosaici carbonatici interstiziali (C_i), per lo più di tipo calcitico. I fossili e i frammenti di fossili (C_f), abbastanza diffusi in tutte le arenarie, escluse quelle numi-

diche, sono quantitativamente apprezzabili (Tab. 8) solo in una parte dei campioni della *Nappe des Beni Ider* e dell'*Unité de Talaa Lakra* in facies tipo *Beni Ider*. Più precisamente nelle torbiditi calcaree della *Nappe des Beni Ider* appaiono resti di forme planctoniche con una *Globigerina* di età terziaria, frammenti di *Melobesie*, *Assilina* sp., *Discocyclina* spp., *Rotalia* sp. ed un frammento di probabile *Globotruncana* sp. La presenza di *Discocyclina* farebbe escludere, per tali forme, età più antiche del Paleocene-Eocene. Le sovrastanti torbiditi marnoso-arenaceo-micacee sempre della *Nappe des Beni Ider* (I e III scaglia tettonica) contengono: *Bulimina* sp., probabili *Globotruncana* sp., *Globorotalia* spp. di tipo eocenico (?), *Globigerina* spp., piccoli frammenti di Molluschi e di Echinodermi, *Cibicides* sp., frammenti di *Orbitoides* (forse *Discocyclina*), *Amphistegina* sp., *Bolivina* sp., *Uvigerina* sp. e planctonici terziari. L'età di tali forme rimaneggiate comprenderebbe il Cretaceo e l'Eocene. Nel campione 21 (*Unité de Talaa Lakra*, in facies tipo *Beni Ider*) sono presenti frammenti di *Melobesie*, di *Discocyclina* ed uno probabile di *Lepidocyclina*. Si tratta, in tutti questi casi, di faune chiaramente rimaneggiate e risedimentate.

Frammenti litici. Oltre ai granuli di micrite e di dolomia, una parte dei campioni contiene anche frammenti arrotondati di rocce metamorfiche (R_M), vulcaniche (R_V) e sedimentarie (R_A) come appare in Tab. 8. I primi si riscontrano solo nella III e IV scaglia tettonica (*Nappe des Beni Ider*) ed in uno dei due campioni della facies tipo *Beni Ider* (*Unité de Talaa Lakra*). Essi appartengono a rocce di metamorfismo medio-alto, con prevalenza di micascisti e con subordinati gneiss e metaquartziti.

I frammenti vulcanici caratterizzano la III e la IV scaglia tettonica della *Nappe des Beni Ider* e la facies tipo *Beni Ider* dell'*Unité de Talaa Lakra*. Sebbene nella maggior parte dei casi questi frammenti siano alterati, è stato comunque possibile attribuirli a lave di tipo acido-intermedio.

In qualche caso il miglior grado di conservazione ha consentito di attribuirli a lave di tipo trachitico (*Nappe du J. Tisirène*) e di tipo andesitico (*Nappe des Beni Ider* e *Unité de Talaa Lakra*). Si tratta, evidentemente, di frammenti epiclastici, penecontemporanei al vulcanesimo, depositati in seguito all'erosione delle rispettive lave dopo aver subito fenomeni di alterazione che, però, non hanno avuto il tempo di completarsi. Possibili frammenti vulcanici alterati sono già stati segnalati nel *Beni Ider* s.s. e nel *Flysch d'Algeciras* (corrispondente betico) da WEZEL (1974 pag. 12). Clasti andesitici sono presenti nell'equivalente *Flysch di Tusa* affiorante in Sicilia (WEZEL & GUERRERA, 1973). Di pari significato sembrano, inoltre, le diffuse e coeve tufiti segnalate da vari AA. come per esempio quelle presenti: nella Grande Kabylie (Algeria) citate da RIVIERE ed altri (1977) e con età radiometrica di 18,8-19,1 M.A.; nella regione di Malaga (Spagna) citate da BOULIN ed altri (1973), CHAUVE ed altri (1973), MATHIS (1974); nella regione di Velez Blanco-Lorca (Spagna) segnalate da DE CLERQ ed altri (1975), citati in RIVIERE ed altri (1977, pag. 1176).

Infine, nella voce R_A (Tab. 8) sono stati riportati i soli frammenti di arenarie e siltiti, peraltro presenti solo in una parte dei campioni della *Nappe du J. Tisirène*, della *Nappe des Beni Ider* (intervallo superiore)

e nella facies di tipo *Beni Ider* dell'*Unité de Talaa Lakra*. In realtà i frammenti di rocce sedimentarie comprendono anche la selce e i carbonati clastici.

Miche. Muscovite, biotite e più raramente clorite in lamelle singole sono i fillosilicati presenti in quasi tutti i campioni (Tab. 8), tranne nelle quarzareniti numidiche, in quelle nubiane e nella facies tipo *Numidico* dell'*Unité de Talaa Lakra*, dove sono completamente assenti. La maggior quantità si riscontra nelle torbiditi marnoso-arenaceo-micacee della *Nappe des Beni Ider*.

Minerali argillosi e accessori. I primi costituiscono una pasta di fondo non risolvibile al microscopio, mentre i secondi, estremamente rari, si possono attribuire a: tormalina, zircone, titanite, magnetite e glauconite.

5.6. ANALISI QUALITATIVE DEI CAMPIONI RELATIVI ALLE TORBIDITI CALCAREE DELLA NAPPE DU J. TISIRENE (U. CHIOCCHINI)

In questa successione sono presenti micriti talora dolomitizzate, calcilutiti argillose e calcisiltiti con bande laminate, contenenti rari granuli di quarzo monocristallino, plagioclasti e miche detritici, Tintinnidi e Radiolari. In particolare, il campione 50 è una calcarenite costituita da: litoclasti micritici arrotondati; litoclasti micritici, Radiolari e Tintinnidi; frammenti di Echinodermi, di Molluschi (tra cui Gasteropodi) e di scarsi Foraminiferi bentonici, il tutto immerso in una matrice calcilutitica a Radiolari e Tintinnidi, talora alterata in calcite neomorfica. E' anche presente quarzo autigeno che tappezza i granuli, specialmente gli ooidi. Il campione 51 è costituito da una calcilutite a Radiolari e Tintinnidi con una banda detritica calcirudidica formata da: litoclasti calcarei angolosi, con tessitura particellare e scarsi microfossili indicativi solo di una sedimentazione neritica originaria (es. *Thaumapoporella*); litoclasti calcarei subarrotondati con Radiolari e Tintinnidi; litoclasti angolosi di arenaria ferruginosa; frammenti di Molluschi completamente sostituiti da calcite spatica di precipitazione chimica all'interno di involucri micritici; rari frammenti di Echinodermi. La presenza, in questa successione, di elementi tessiturali caratteristici di acque basse quali ooidi e frammenti di Molluschi ed Echinodermi, chiaramente risedimentati, conferma i dati sedimentologici precedentemente esposti.

5.7. CLASSIFICAZIONE (U. CHIOCCHINI)

I risultati delle osservazioni sulla composizione mineralogica principale sono stati riassunti nelle Tab. 9 e 10 e nei due diagrammi triangolari (Fig. 12) costituiti secondo le classificazioni di MALESANI & MANETTI (1970) e di FOLK (1974). Nel primo diagramma di classificazione (Fig. 12A) i singoli componenti mineralogici, già riportati in Tab. 8, sono stati così raggruppati (Tab. 9):

- Q - quarzo in granuli singoli e selce;
- RM - frammenti di rocce metamorfiche e quarzo policristallino;
- F - feldspati in granuli singoli e frammenti di rocce vulcaniche;
- M - miche di granuli singoli;

- SF - frammenti di rocce sedimentarie;
- C_c - carbonati detritici (compresi i bioclasti);
- C - cemento carbonatico;
- A - minerali argillosi e accessori.

La componente litologica è stata calcolata raggruppando questi termini nel modo seguente: $Q = Q$; $F = F$; $FR = RM + M + SF + C_c$; le voci C ed A vengono eliminate ricalcolando al 100% le percentuali dei primi tre gruppi.

Nel secondo diagramma di classificazione (Fig. 12B), invece, è stato necessario reggruppare i componenti di Tab. 8 nel modo seguente (v. Tab. 10):

- Q - tutti i tipi di quarzo;
- F - feldspati in granuli singoli e frammenti di gneiss;
- R - tutti gli altri frammenti litici: selce, scisti, vulcaniti, calcari, arenarie;
- M - miche in granuli singoli;
- C - cemento carbonatico e bioclasti;
- A - minerali argillosi e accessori.

Per il calcolo della composizione litologica si eliminano le voci C, M ed A, ricalcolando al 100% le percentuali dei primi tre gruppi.

In base alla classificazione di MALESANI & MANETTI (1970), Fig. 12A, le arenarie della *Nappe du J. Tisirène* appartengono alle famiglie delle arcose, subarcose e delle subgrovacche feldspatiche. Le torbiditi calcaree della *Nappe des Beni Ider* sono rappresentate da grovacche feldspatiche e da grovacche così come le sovrastanti torbiditi marnoso-arenaceo-micacee (sempre della *Nappe des Beni Ider*), con un solo caso di arcose. Sono anomali, in questo gruppo, i campioni 210 e 139, corrispondenti a quarziti (come già notato nel precedente capitolo litostratigrafico), che rappresentano apporti radicalmente diversi nel bacino del *Beni Ider*. Anche le arenarie in facies tipo *Beni Ider* dell'*Unité de Talaa Lakra* rientrano nel campo delle grovacche feldspatiche mentre quelle in facies tipo *Numidico* ricadono nel campo delle quarziti assieme a tutti i campioni del *Flysch Numidico* s.s., delle *Arenarie Nubiane* e dell'*Unité di Ketama*. Questa classificazione consente di fare alcune deduzioni immediate circa la maturità e la provenienza dei clasti. Le arenarie del *Tisirène* sono submature ed immature con apporto eruttivo e misto; Quelle del *Beni Ider* e della facies tipo *Beni Ider* dell'*Unité de Talaa Lakra* sono immature con prevalenza di apporto misto, subordinatamente da rocce metamorfiche e sedimentarie; negli altri casi si tratta di sedimenti maturi nettamente distinti dai precedenti.

In base alla classificazione di FOLK (1974) (Fig. 12B) le arenarie del *Tisirène* sono in prevalenza subarcose, subordinatamente arcose e arcose litiche; le torbiditi calcaree del *Beni Ider* sono rappresentate da litareniti e arcose litiche così come le sovrastanti torbiditi marnoso-arenaceo-micacee (sempre del *Beni Ider*) alle quali si aggiungono in maniera preponderante le arcose e, meno frequentemente, le litareniti feldspatiche. Anche in questa classificazione risultano anomali i campioni 210 e 139 e valgono le osservazioni fatte per la precedente classificazione. Le arenarie in facies tipo *Beni Ider* dell'*Unité de Talaa Lakra* corrispondono a litareniti feldspatiche mentre quelle in facies tipo *Numidico* ricadono nel campo delle quarzareniti associandosi a tutti gli altri campioni appartenenti al *Flysch Numidico* s.s., alle *Arenarie Nubiane* e all'*Unité de Ketama*.

Tabella 9 - Determinazioni microscopiche per la classificazione di carattere petrografico secondo MALESANI & MANETTI (1970)

N. Camp.	N. Log.	Unità strutturali e/o Formazionali	Q	RM	F	M	SF	Cc	C	A
184 183 178 173 88 82 255 ^x	8-11	Nappe Numidiene: Flysch Numidico s.s.	85 85 70 80 86 80 85	— — — — — — —	7 4 1 10 1 — 1	— — — — — — —	— — — — — — —	— — — — — — —	— — — — — — —	8 11 29 10 13 20 14
300 ^x 301 ^x		Arenarie Nubiane	85 85	— —	4 1	— —	— —	— —	2 —	9 14
163 33 22 21	6-7	Nappe Numidiene: Unité de Talaa Lakra facies numidica facies Beni Ider	85 80 32 28	— — — 20	1 1 12 9	— — — 3	— — — 2	— — 19 5	— — — 2	14 19 37 31
120 116 104 94 132 6 139 ^{xx} 137 134 3 212 210 ^{xx} 204 198 195	5 4 3	Nappe des Beni Ider: torbiditi marnoso-are- naceo-micacee IV scaglia tettonica III scaglia tettonica II scaglia tettonica I scaglia tettonica Nappe des Beni Ider: torbiditi calcaree	20 26 20 37 26 17 60 14 23 7 11 75 16 8 18	10 1 1 11 — 11 — — — 1 — — 3 — —	38 26 46 27 40 35 5 4 20 2 — — 3 8 14	3 7 8 2 12 6 — 7 3 2 — — 1 1 1	— — — 4 — — — — — — — — — — —	4 4 3 4 9 — — 29 13 41 11 — 42 64 8	2 6 2 — 2 23 — 22 8 28 35 — 7 9 30	23 30 20 15 11 8 35 24 31 19 33 25 29 10 29
72 69 66 63 57	1	Nappe du J. Tisirène: torbiditi arenacee	43 53 57 41 37	1 1 — — 2	33 16 18 29 9	1 2 — 2 —	— — — 2 2	— — — — —	3 — — — 7	19 28 25 26 43
263 ^x		Unité de Ketama (loc. Tleta-Ketama)	80	—	—	—	—	—	—	20

L'ubicazione dei campioni è visibile in Fig. 4; x = campioni sparsi. xx = campioni in facies tipo numidico.

Tabella 10 - Determinazioni microscopiche per la classificazione di carattere petrografico delle arenarie secondo Folk (1974)

N. Camp.	N. Log.	Unità strutturali e/o Formazionali	Q	F	R	M	C	A
184 183 178 173 88 82 255 ^x	8-11	Nappe Numidiene: Flysch Numidico s.s.	85 85 70 80 86 80 85	7 4 1 10 1 — 1	— — — — — — —	— — — — — — —	— — — — — — —	8 11 29 10 13 20 14
300 ^x 301 ^x		Arenarie Nubiane	85 85	4 1	— —	— —	2 —	9 14
163 33 22 21	6-7	Nappe Numidiene: Unité de Talaa Lakra facies numidica facies Beni Ider	85 80 32 35	1 1 12 7	— — 20 17	— — — 3	— — — 5	14 19 36 33
120 116 104 94 132 6 139 ^{xx} 137 134 3 212 210 ^{xx}	5 4	Nappe des Beni Ider: torbiditi marnoso-are naceo-micacee IV scaglia tettonica III scaglia tettonica II scaglia tettonica I scaglia tettonica	23 27 20 45 26 25 60 14 25 8 12 75	30 26 46 22 40 34 5 4 20 2 5 —	19 5 4 16 9 3 — 29 12 30 11 —	3 7 8 2 12 6 — 7 3 2 4 —	2 6 2 — 2 23 — 22 9 39 35 —	23 29 20 15 11 8 35 24 31 19 33 25
204 198 195	3	Nappe des Beni Ider: torbiditi calcaree	19 8 18	3 8 14	29 64 8	— 1 1	20 9 30	29 10 29
72 69 66 63 57	1	Nappe du J. Tisirène: torbiditi arenacee	43 54 57 41 38	25 10 17 29 9	15 6 — 2 3	2 2 — 2 —	3 — — — 7	19 28 25 26 43
263 ^x		Unité de Ketama (loc. Tleta-Ketama)	80	—	—	—	—	20

L'ubicazione dei campioni è visibile in Fig. 4; x = campioni sparsi; xx = campioni in facies tipo numidico

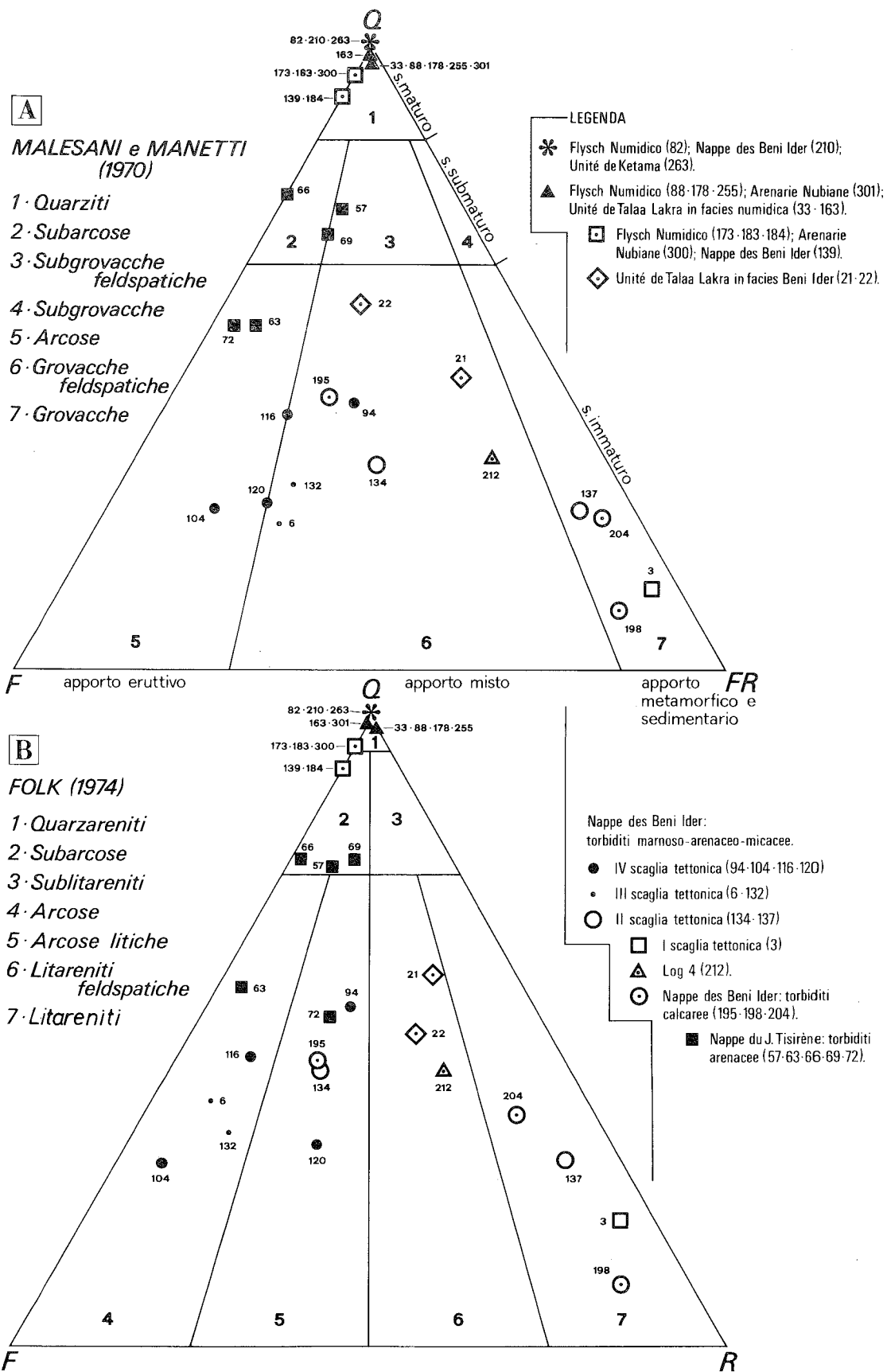


Fig. 12 - Diagramma triangolare con l'ubicazione di tutti i campioni di arenaria studiati: secondo MALESANI & MANETTI (A) e secondo FOLK (B). I numeri tra parentesi richiamati in legenda (unica per entrambi i triangoli) corrispondono ai campioni classificati di cui si tratta. La corrispondenza nelle tabelle 8 e 9.

FOLK suddivide le arcose in due gruppi: (a) arcose tettoniche, derivanti da aree di alimentazione fortemente innalzate per episodi di *block faulting* che portano in affioramento il basamento cristallino il quale viene eroso così rapidamente che gli elementi instabili possono essere in buona parte preservati; (b) arcose climatiche, le cui aree di alimentazione sono caratterizzate da un clima notevolmente secco o rigido che non consente l'alterazione dei feldspati. In ambedue i casi si ha come conseguenza che gli elementi instabili, principalmente i feldspati, riescono a sopravvivere, caratterizzando la composizione mineralogica delle arcose.

Le arcose tettoniche sono abbastanza tipiche dei depositi di conoide alluvionale e fluviale s.l., ma si rinvenno anche in ambiente marino e prevalentemente nelle torbiditi di mare profondo allorché il *block faulting* interessa aree limitrofe alle coste (es. in California).

Le arcose climatiche si formano in aree non disturbate tettonicamente da lungo tempo, con morfologia pressoché peneplanata, in cui spiagge e dune sabbiose rappresentano la quasi totalità degli ambienti. Di conseguenza si depositano sabbie di spessore sottile e molto estese arealmente (*blanket sands*), abbastanza mature sia per il notevole effetto dell'abrasione e dei fenomeni di classamento che si verificano nei suddetti ambienti sia per il lungo periodo di tempo in cui agiscono le condizioni di lenta erosione e deposizione.

Nel nostro caso, le subarcose, arcose e arcose litiche della *Nappe du J. Tisirène*, anche se submature (forse perché parzialmente policicliche), rappresenterebbero arcose tettoniche in quanto derivanti dall'erosione di un margine tettonicamente mobile (variazioni negli apporti).

Le arcose litiche della *Nappe des Beni Ider* sono torbiditiche e immature ed è evidente, pertanto, che debbano essere considerate senz'altro arcose tettoniche. Di questa successione fanno parte anche il gruppo delle litareniti nelle quali gli unici frammenti litici presenti sono rappresentati da micriti; pertanto, secondo la terminologia di FOLK, si tratta di calciliti. L'area di alimentazione carbonatica di tali sabbie è caratterizzata da rilievi piuttosto accentuati; il fagliaamento di un bacino carbonatico può dar luogo alla deposizione di calciliti torbiditiche, come quelle esaminate.

Per tutte le quarzareniti di tipo *Numidico*, l'elevato grado di purezza da esse raggiunto richiede un lungo periodo di abrasione e/o di alterazione, capace di permettere l'eliminazione di tutti i frammenti instabili. È importante osservare, dal punto di vista genetico, che le quarzareniti contenenti feldspato potassico fresco possono derivare da un'area di alimentazione costituita da rocce plutoniche a clima arido, caratterizzato da una prolungata stabilità tettonica (aree cratoniche). Le sabbie supermature che ne derivano si depositano sottoforma di dune desertiche ai bordi dell'area di alimentazione stessa, pressoché peneplanata. Ulteriori fasi di trasporto possono dar luogo alla deposizione in mare aperto sottoforma prevalente di torbiditi.

Le caratteristiche dell'*Unité di Talaa Lakra* dimostrano la presenza dei due diversi tipi di apporti.

6. CONCLUSIONI

In questo capitolo vengono richiamati i dati principali e le relative deduzioni riguardanti l'aspetto geologico-biostratigrafico e quello mineralogico-petrografico. Viene prospettata, infine, una interpretazione paleogeografica e paleotettonica.

6.1. ASPETTO GEOLOGICO—BIOSTRATIGRAFICO (F. GUERRERA)

(1) Sotto il profilo litostratigrafico, le successioni studiate si possono raggruppare in tre principali sequenze:

- (a) *torbiditi calcaree associate ad argille varicolori* → *torbiditi marnoso-arenacee, spesso micacee* (talvolta con intervalli caotici tipo *slump* nella parte inferiore): sequenze regressive tipo *Beni Ider* e in parte tipo *Tisirène*;
- (b) *argille varicolori* → *torbiditi quarzarenitiche con argille sabbiose*: sequenze regressive tipo *Numidico*⁽³⁾;
- (c) *argille varicolori* (talvolta con intervalli caotici tipo *slump*) → *torbiditi marnoso-arenaceo-micacee* → *torbiditi quarzarenitiche con argille sabbiose*: sequenze «miste» tipo *Talaa Lakra*.

Le sequenze tipo (a) e (b) sono rappresentative di una sedimentazione legata all'erosione di due diversi margini contraddistinti per litologia e per movimenti tettonici. La sequenza tipo (c) è rappresentativa, invece, delle due sequenze precedenti e quindi risente dell'apporto di entrambi i margini. Le argille varicolori costituiscono, generalmente, la litofacies basale delle varie sequenze torbiditiche.

(2) Sotto il profilo sedimentologico le successioni mostrano un sostanziale carattere regressivo: si passa, infatti, da iniziali ambienti di piana abissale a possibili lobi di conoide sottomarina sino, talvolta, a tipiche facies canalizzate (*Flysch Numidico* s.s.). Questa evoluzione viene però messa in relazione a movimenti tettonici differenziati che interessano sia le aree marginali sia quelle bacinali; questi movimenti sono anche responsabili di pronunciate modificazioni fisiografiche. Più precisamente:

- (a) la *Nappe du J. Tisirène* è caratterizzata da un netto cambiamento degli apporti che da carbonatici diventano misti (in prevalenza sedimentari). Questo cambiamento può essere messo in relazione con un sollevamento di settori più interni del margine alimentare iniziale (clasti carbonatici) oppure per erosione di un nuovo continente (?) in connessione, anche, con possibili modificazioni fisiografiche del bacino. Questo diverso e più voluminoso apporto clastico veniva convogliato, in questo settore del bacino, verso ENE.
- (b) Nella *Nappe des Beni Ider*: la tendenza regressiva della sedimentazione, il forte spessore sia di singole unità torbiditiche che dell'intera successione, la mancanza di pelagiti, l'aumento, verso l'alto, della granulometria e la marcata immaturità composizionale (v. dati mineralogici e petrografici) indicano un pronunciato sollevamento (forse ciclico e persistente) del

(3) - Sequenze più complete osservate nella catena betica (Bourgois, 1978, pag. 93) comprendono, associate alle argille varicolori, anche torbiditi calcaree.

marginale alimentare; il rapido seppellimento dei sedimenti implica, inoltre, una contemporanea subsidenza del bacino.

(c) Nell'*Unité de Talaa Lakra*: la presenza di apporti «misti» con detrito della facies tipo *Beni Ider* e della facies tipo *Numidico* (v. dati mineralogici e petrografici), la diversa provenienza del detrito stesso (LANCLOT ed altri, 1977) e l'accostamento stratigrafico e tettonico delle facies, inducono a ritenere che trattasi di una famiglia «intermedia» di flysch che si depositano nelle zone più distali, in particolari condizioni fisiografiche e durante le fasi di imminente chiusura dei bacini.

(d) La sedimentazione del *Flysch Numidico* s.s., considerando anche le sue ben note caratteristiche lungo tutta la catena (dall'Andalusia alla Lucania), rappresenta, molto probabilmente, un cuneo prismatico tipo *rise*, progradante verso il largo, smembrato dalla tettonica gravitativa successiva (fasi tardive di chiusura dei bacini).

(3) Sotto il profilo tettonico, la struttura prevalente è quella a scaglie tettoniche embriciate, isorientate e giustapposte, comprese, molto probabilmente, in più ampie e complesse strutture a pieghe. Esse interessano, prevalentemente, le successioni tipo *Beni Ider* e anche quelle tipo *Talaa Lakra*. Le successioni tipo *Numidico*, invece, si presentano, generalmente, molto meno disturbate. Esse poggiano su terreni già strutturati e con contatti geometrici fortemente discordanti e di natura tettonica.

(4) Sotto il profilo biostratigrafico le associazioni a Foraminiferi planctonici riscontrate mostrano che le varie successioni, ad eccezione della più vecchia *Nappe du J. Tisirène*, sono sostanzialmente coeve. Più precisamente la sedimentazione arenacea della *Nappe des Beni Ider* e dell'*Unité de Talaa Lakra* sembra arrestarsi nella parte inferiore della Zona N6 di Blow; ciò sembra valido anche per il *Flysch Numidico* s.s. affiorante in Andalusia e in Algeria (in Marocco mancano, purtroppo, dati precisi in merito) mentre nei settori più orientali della catena (Lucania, Sicilia e forse anche Tunisia) la sedimentazione numidica arriva sino alle Zone N7-N8 di Blow. Molto più incerta è l'età basale delle sequenze (torbiditi calcaree); se si tiene conto, però, del carattere torbiditico della sedimentazione, dei rapporti stratigrafici tra i due intervalli principali (torbiditi calcaree e torbiditi arenacee) e dei modesti spessori delle sequenze basali si può ipotizzare, anche se molto dubitativamente, un'età almeno supraoligocenica.

6.2. ASPETTO MINERALOGICO—PETROGRAFICO (U. CHIOCCHINI, R. FRANCHI & S. VANNUCCI)

Considerando la composizione mineralogica principale (Tabb. 5, 5a e Fig. 9) si possono distinguere i sedimenti di ciascuna successione esaminata.

(1) Le arenarie del *Tisirène* e del *Beni Ider* si differenziano da quelle del *Numidico* per il più alto tenore in feldspati (prevale il plagioclasio sul K-feldspato mentre quest'ultimo è prevalente nel *Numidico*) e per la presenza di carbonati. Nelle arenarie del *Beni Ider* esiste da una parte una notevole analogia con quelle del *Tisirène* (log 4 e II scaglia tettonica), mentre, d'altra parte, le arenarie delle torbiditi calcaree, della III e

IV scaglia tettonica presentano una maggiore «miscelazione» tra frazione silicatica e frazione carbonatica (generalmente con prevalenza della calcite sulla dolomite nelle torbiditi calcaree e nella III scaglia, della dolomite sulla calcite nella IV scaglia). La differenza sostanziale risiede, però, nel tipo di carbonati presenti; infatti, la dolomite (v. Fig. 10), trascurabile nelle arenarie del *Tisirène*, è quasi un «minerale guida» in quelle del *Beni Ider*.

(2) Nella *Nappe du J. Tisirène* sono costantemente assenti sia i minerali amorfi sia i minerali a reticolo espandibile; nelle sovrastanti torbiditi arenacee è presente la septechlorite come componente essenziale. Nella *Nappe des Beni Ider* la componente amorfa è presente nella IV scaglia tettonica (scaglia più esterna) mentre la septechlorite è sporadica in tutte le scaglie tettoniche; peculiare è, invece, la presenza della vermiculite o della montmorillonite. Il *Flysch Numidico* s.s. e le *Arenarie Nubiane* sono caratterizzate da materiale amorfo spesso in associazione con septechlorite.

Dal punto di vista petrografico si osserva quanto segue:

(1) le torbiditi calcaree della *Nappe du J. Tisirène* sono caratterizzate da clasti e bioclasti sabbiosi derivanti dallo smantellamento di un margine tipo piattaforma carbonatica. Essi potrebbero infatti derivare dall'erosione delle unità inferiori (triassiche e giurassiche) della «Dorsale esterna ed interna» di WILDI ed altri (1977) con le quali presentano una certa affinità litologica. Le sovrastanti torbiditi arenacee sono submature con apporto misto costituito da frammenti litici sedimentari (erosione di rocce arenacee) e da frammenti vulcanici (erosione di lave probabilmente trachitiche). L'abbondanza di plagioclasti indica, inoltre, un apporto di rocce magmatiche a composizione intermedia.

(2) Le arenarie torbiditiche della *Nappe des Beni Ider* sono immature con apporti misti, quali frammenti metamorfici (micasisti, gneiss e metaquarziti), sedimentari (calcarei ed arenarie) e penecontemporanei clasti vulcanici (vulcanesimo calcalcalino con lave probabilmente di tipo andesitico). Queste manifestazioni vulcaniche sono collegabili alla più importante fase calcalcalina infra-meso miocenica recentemente evidenziata in Algeria da HERNANDEZ & LEPVRIER (1979) e riconosciuta già in tutta l'area mediterranea (v. WEZEL, 1977), sia nelle zone interne appenniniche (v. ad esempio AIELLO, 1976; BELLON, 1976; COULON, 1977 e VANNUCCI & WEZEL, 1979) sia in quelle esterne (v. ad esempio GUERRERA, 1980). Anche nelle arenarie di questo gruppo la frequenza dei plagioclasti indica un apporto da rocce magmatiche a composizione intermedia. I clasti carbonatici, inoltre, derivano da sedimenti sia neritici sia pelagici la cui età accertata varia dal Cretaceo superiore all'Eocene. Anche questi potrebbero in gran parte derivare dall'erosione delle varie unità terziarie presenti nella «Dorsale» calcarea (WILDI ed altri, 1977). L'origine è quindi dovuta all'erosione di massicci policristallini, di lave calcalcaline e di terreni sedimentari (almeno in parte della «Dorsale» calcarea), in connessione con probabili fenomeni di forte sollevamento per *block-faulting*.

(3) Pur disponendo di soli quattro campioni dell'*Unité de Talaa Lakra* si è potuto stabilire che due di essi presentano caratteri identici a quelli del *Beni Ider* s.s. mentre gli altri due sono del tutto simili alle

quarzareniti del *Flysch Numidico s.s.*

(4) Le quarzareniti del *Flysch Numidico s.s.* e le più vecchie *Arenarie Nubiane* sudanesi sono composizionalmente e tessituralmente mature e supermature. Queste caratteristiche si riscontrano in depositi policiclici quali le sabbie desertiche di aree cratoniche.

6.3. INTERPRETAZIONE PALEO GEOGRAFICA E PALEOTETTONICA (F. GUERRERA)

Sulla base di quanto esposto precedentemente viene tentata un'interpretazione sintetizzata nella Fig. 13.

(1) La sedimentazione delle successioni torbiditiche oligo-mioceniche studiate sarebbe avvenuta in un unico solco fisiograficamente differenziato in bacini minori (tettonica distensiva) e limitato da margini continentali radicalmente diversi nel senso della costi-

tuzione petrografica e del comportamento tettonico. La completa diversità dei coevi apporti detritici riscontrata nelle torbiditi della *Nappe des Beni Ider* e in quelle del *Flysch Numidico s.s.*, unitamente alla presenza di entrambi i tipi di apporti nella «intermedia» successione dell'*Unité de Talaa Lakra* implicano, appunto, l'esistenza di un unico bacino di sedimentazione. Questa interpretazione richiama, in qualche modo, l'*ipotesi infra* di DURAND DELGA (1961 e 1967) la quale ammette un unico bacino dei flysch, ubicato in posizione esterna alla «Dorsale» calcarea, ma con la sostanziale differenza che gli apporti sono legati allo stesso tipo di margine per tutti i flysch. Una ricostruzione paleogeografica che ammette un unico bacino dei flysch e con apporti differenziati è stata già avanzata da WEZEL (1974) per il settore siciliano della catena e, più recentemente, anche per la catena betica (v. BOURGOIS, 1978, pag. 107) sempre relativamente ai flysch oligo-miocenici.

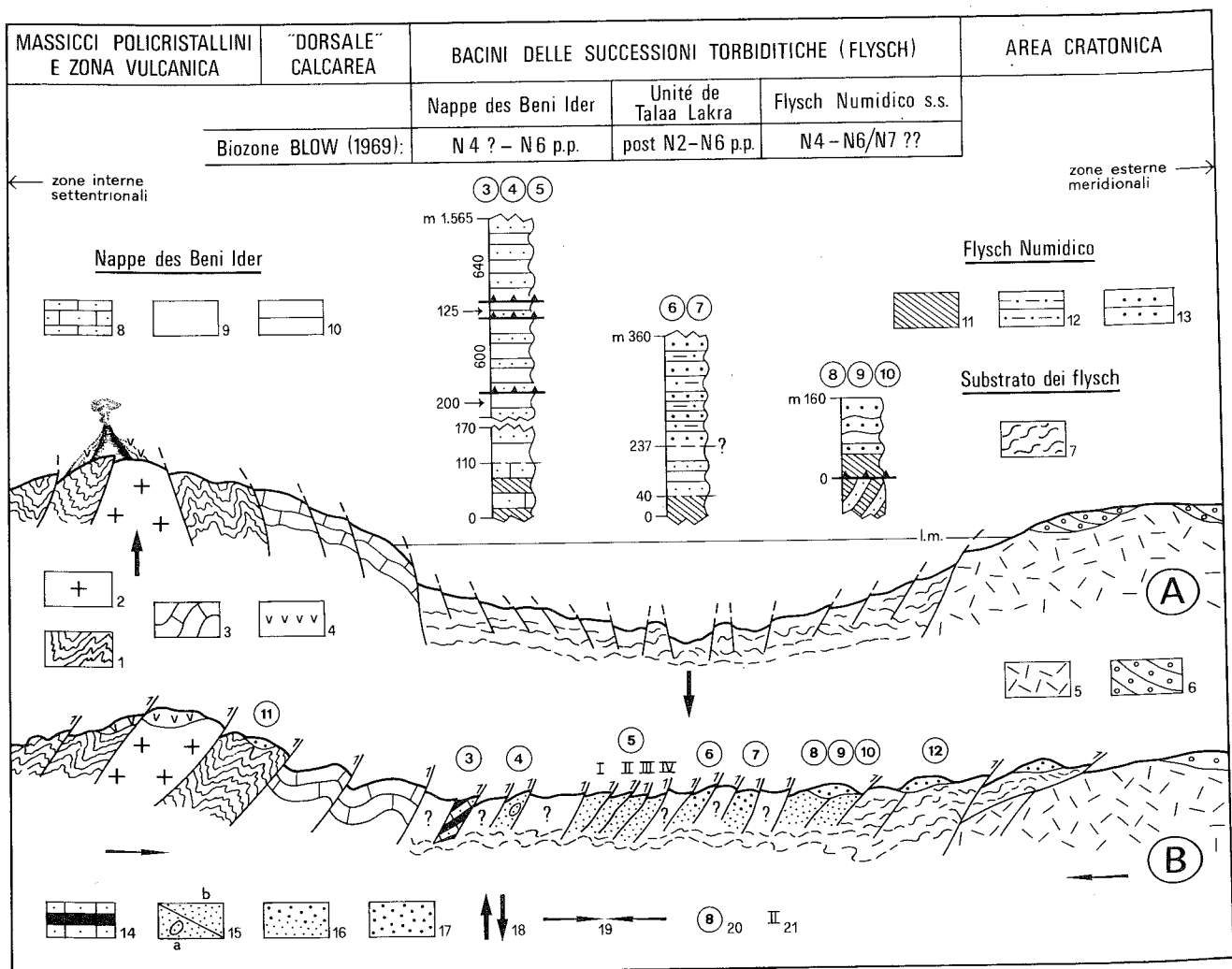


Fig. 13 - Schematizzazione paleogeografica (A) e paleotettonica (B) delle principali unità oligo-mioceniche riffane studiate, con alcune indicazioni relative alla petrografia dei margini continentali. 1 = massicci policristallini; 2 = rocce magmatiche a composizione intermedia; 3 = piattaforma carbonatica; 4 = lave calc-alcaline (andesitiche); 5 = basamento continentale cratonico con rocce magmatiche acide; 6 = sabbie e dune eoliche; 7 = substrato dei flysch; 8 = torbiditi calcaree; 9 = torbiditi marnose; 10 = torbiditi arenaceo-micacee; 11 = argille varicolori; 12 = torbiditi pelitico-sabbiose brunastre; 13 = torbiditi quarzarenitiche; 14 = successione calcarea torbiditica con argille varicolori (intervallo inferiore della Nappe des Beni Ider); 15a = successione marnoso-arenaceo-micacea torbiditica (Beni Ider s.s.) con occasionali *slumps* (15b) come nel caso del log 4; 16 = successione torbiditica «mista» dell'*Unité de Talaa Lakra*; 17 = successione quarzarenitica torbiditica (flysch Numidico s.s.); 18-19 = movimenti tettonici prevalenti; 20 = numero dei logs; 21 = numero delle scaglie tettoniche del log 5.

(2) Il sollevamento delle zone cristalline interne e la subsidenza differenziata del bacino sono i fattori preponderanti dell'influenza e del condizionamento della sedimentazione diversificata in facies litologiche e sedimentologiche cicliche. Verso la fine della sedimentazione (o successivamente) la tettonica esprime un regime compressivo causando il sollevamento generale e, prima di tutto, la scagliatura tettonica dei depositi dei vari bacini minori (a partire da quelli più interni) con probabile ripresa delle precedenti faglie maestre che, forse, limitavano i bacini stessi (per questo tipo di meccanismo v. WEZEL ed altri, 1979).

(3) La più elevata posizione strutturale del *Flysch Numidico* s.s. è da attribuire a scivolamenti gravitativi tardivi anche se, localmente, non si può escludere che la sedimentazione abbia coperto le scaglie tettoniche (a materiale «interno») più avanzate (es. log 8). Questa possibilità poteva realizzarsi per una particolare e più ampia configurazione del bacino che avrebbe permesso l'evolversi della sedimentazione numidica, progredente verso il largo. L'interpretazione «neo-autoctona» della sedimentazione numidica avanzata da BOULLIN & RAOULT (1971) nel settore di Costantine (Algeria orientale) è stata successivamente invalidata da nuovi dati biostratigrafici di BIZON & GELARD (1975). In altri settori della catena (es. Sicilia e Tunisia), l'età più recente, il notevole spessore e la posizione in gran parte autoctona (es. Sicilia) del *Flysch Numidico* richiedono una più ampia e diversa fisiografia del bacino e anche un certo ritardo delle fasi tettoniche principali.

(4) La giustapposizione di scaglie tettoniche verticalizzate ed isorientate (direzione NNW-SSE), in particolare quelle della *Nappe des Beni Ider* (log 5), sarebbe in favore di un processo tectogenetico (compressione diretta verso SW), probabilmente penecontemporaneo alla sedimentazione. Un meccanismo di questo tipo è già stato messo in evidenza nel corrispondente *Flysch di Tusa* in Sicilia da WEZEL & GUERRERA (1973). La presenza di numerose faglie trascorrenti laterali sinistre, con piani di faglia orientati in direzione SW-NE (ortogonali cioè ai piani delle varie scaglie tettoniche), implica un'ulteriore fase tettonica tardiva. Un esempio del tutto simile ma a più ampia scala può osservarsi anche nella regione umbro-marchigiana dove le strutture di tipo appenninico (NW-SE) sono dislocate da un successivo sistema di faglie (a trascor-

renza prevalente) ortogonale al precedente sistema.

(5) Per quanto concerne l'interpretazione della *Nappe du J. Tisirène* i dati emersi non consentono, finora, di precisarne la sua ubicazione paleogeografica. Alcune caratteristiche mineralogico-petrografiche, contrapposte nettamente a quelle del *Flysch Numidico*, quali: (a) la presenza di carbonati (calcite e più rara dolomite) e di clasti e bioclasti sabbiosi derivanti dallo smantellamento di una probabile piattaforma carbonatica; (b) la presenza di frammenti vulcanici (probabilmente trachitici); (c) la frequenza di plagioclasti quale indice di provenienza da rocce a composizione intermedia; (d) l'assenza totale di materiali amorfi; (e) la posizione strutturale a ridosso della «Dorsale» calcarea, potrebbero far pensare ad una provenienza legata all'erosione del margine continentale interno.

RINGRAZIAMENTI

Desideriamo esprimere la nostra riconoscenza a tutti coloro che in un modo o nell'altro hanno contribuito alla realizzazione di questo lavoro. Siamo pertanto grati, innanzitutto, al Prof. F.C. WEZEL per aver creato le condizioni e reso possibile questa ricerca ed inoltre per la lettura critica del manoscritto. Ringraziamo vivamente la *University of South Carolina, Geological Survey Project* di New York per aver finanziato (tramite B. RYAN) l'intera missione e per l'assistenza sul terreno fornita a F. GUERRERA e a B. RYAN. Un sentito ringraziamento è rivolto al Prof. M. DURAND DELGA per l'indispensabile aiuto sul terreno, per aver fornito preziose informazioni circa il quadro geologico regionale e per la lettura critica del manoscritto. Desideriamo ringraziare, inoltre, il Dr. E. CATENACCI e il Dr. L. CORTESOGNO per lo studio petrografico di alcune sezioni sottili; la D.ssa V. MOLINARI PAGANELLI per l'esame di alcuni residui di lavaggio e di alcuni *dry-peels*; il Dr. R. COCCIONI per aver collaborato nella determinazione di una parte delle microfaune; il Dr. D. MAGALDI per la determinazione dell'alofane presenti nella porzione argillosa; il Dr. R. VANNUCCI per alcuni consigli riguardanti il capitolo mineralogico-petrografico ed il Dr. F. GIORRELLI per aver fornito i campioni delle Arenarie Nubiane.

BIBLIOGRAFIA

- AIELLO E. (1976) - *Le arenarie dell'Aveto, di Petriagnacola e di M. Senario (Appennino settentrionale). Osservazioni sedimentologiche e petrografiche*. Boll. Soc. Geol. It., **94** (4), 797-895.
- ALIETTI A. (1966) - *Identification of disordered Kaolinites*. Clay Minerals, **6**, 229-231.
- ANDRIEUX J. & MATTAUER M. (1963) - *Sur l'origine du matériel détritique du flysch des nappes ultra du Rif (Maroc)*. C.R. somm. S.G.F., **2**, 39-44.
- ANDRIEUX J. (1971) - *La structure du Rif central. Etude des relations entre la tectonique de compression et les nappes de glissement dans un tronçon de la chaîne alpine*. Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc, **235**, 1-155.
- BARTOLINI C., MALESANI P., MANETTI P. & WEZEL F.C. (1975) - *Sedimentology and petrology of quaternary sediments from Hellenic Trench, Mediterranean Ridge and the Nile Cone from D.S.D.P., Leg 13, cores*. Sedimentology, **22**, 205-236.
- BELLON H. (1976) - *Séries magmatiques néogènes et quaternaires du pourtour de la Méditerranée occidentale, comparées dans leur cadre géochronologique. Implications géodynamiques*. Thèse, Paris Sud, **1**, 1-367.
- BIZON G. & GELARD J.P. (1975) - *Précisions sur l'âge de l'Oligo-Miocène Kabyle en Grande-Kabylie (Algérie): conséquence structurale concernant le Numidien*. C.R. somm. S.G.F., **17** (5), 173-176.
- BLATT H. (1967) - *Original characters of clastic quartz*. Jour. Sed. Petr., **37**, 401-424.
- BLOW W.H. (1969) - *Late middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy*. In: Brönniman & Renz, Eds., Proc. First Int. Conf. Plank. Microfossils, **1**, 199-422.
- BOENZI F. & CIARANFI N. (1970) - *Stratigrafia di dettaglio del Flysch di Gorgoglione (Lucania)*. Mem. Soc. Geol. It., **9** (1), 65-79.
- BOUILLIN J.P. & RAOULT J.F. (1971) - *Présence sur le socle Kabile du Constantinois d'un olistostrome lié au charriage des flysch; le Numidien peut-il être un néo-autochtone?* B. S.G.F., **13** (3-4), 338-362.
- BOULIN J., BOURGOIS J., CHAUVE P., DURAND DELGA M., MAGNE J., MATHIS V., PEYRE J., RIVIERE M. & VERA J.A. (1973) - *Age miocène inférieur de la formation de la Vinuela, discordante sur les nappes internes bétiques (Province de Malaga, Espagne)*. C.R. Acad. Sc. Paris, **276** (D), 1245-1248.
- BOURGOIS J. (1977) - *D'une étape géodynamique majeure dans le genèse de l'arc de Gibraltar: L'hispanisation des flysch rifains au Miocène inférieur*. B.S.G.F., **19** (5), 1115-1119.
- BOURGOIS J. (1978) - *La transversale de Ronda Cordillères Bétiques, Espagne. Données géologiques pour un modèle d'évolution de l'Arc de Gibraltar*. Thèse, Besançon: 1-445.
- CENTAMORE E., CHIOCCHINI U. & MORETTI A. (1971a) - *Geologia della zona fra Acerenza e Avigliano (Prov. di Potenza)*. Studi Geol. Camerti, **1**, 97-122.
- CENTAMORE E., CHIOCCHINI U., JACOBACCI A., LANARI G. & SANTAGATI G. (1971b) - *Geologia della zona nord-occidentale del F. 187 «Melfi»*. Boll. Serv. Geol. d'It., **91**, 1-36.
- CHAUVE P., MATHIS V., PEYRE J. & RIVIERE M. (1973) - *Sur la présence de tufs dans les sédiments d'âge burdigalien de la région de la Vinuela-Alcaucin-Zafarraya-Riogordo (Province de Malaga, Espagne méridionale)*. Ann. Sc. Univ. Besançon, **20** (3), 153-165.
- CIPRIANI C. (1958) - *Ricerche sui minerali costituenti le arenarie: II) Sulla composizione mineralogica della frazione sabbiosa di alcune arenarie «Macigno»*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Ser. A, **65**, 165-220.
- CIPRIANI C. & MALESANI P. (1963) - *Ricerche sulle arenarie: VII) La composizione mineralogica di una serie di rocce della formazione Marnoso-arenacea*. Per. Min., **2-3**, 303-342.
- CIPRIANI C. & MALESANI P. (1972) - *Composizione mineralogica delle frazioni pelitiche delle formazioni del Macigno e Marnoso-arenacea (Appennino settentrionale)*. Mem. Ist. Geol. e Min. Univ. Padova, **29**, 1-24.
- COULON C. (1977) - *Le volcanisme calco-alcalin cénozoïque de Sardaigne (Italie). Péetrographie, géochimie et genèse des laves andésitiques et des ignimbrites-Signification géodynamique*. Thèse, Aix-Marseille III, **1**, 1-288.
- DIDON J. (1969) - *Etude géologique du Campo de Gibraltar (Espagne méridionale)*. Thèse, Paris, **1, 2, 3**, 1-539.
- DIDON J. (1973) - *Présence d'un niveau a Miogypsinidés dans le flysch d'Algesiras (Espagne méridionale)*. C.R. somm. S.G.F., **2**, 40-41.
- DIDON J., DURAND DELGA M. & KORNPROBST J. (1973) - *Homologie géologiques entre les deux rives du détroit de Gibraltar*. B.S.G.F., **15** (2), 77-105.
- DIDON J. & HOYEZ B. (1978a) - *Le Numidien dans l'arc bético-rifain: hypothèses sur la mise en place sédimentaire et tectonique*. Ann. Soc. Géol. du Nord, **98**, 9-24.
- DIDON J. & HOYEZ B. (1978b) - *Le séries à faciès mixte, numidien et grés-micacé dans le Rif occidental (Maroc)*. C.R. Somm. S.G.F., **6**, 304-307.
- DURAND DELGA M. (1955) - *Etude géologique de l'Ouest de la chaîne numidique*. Bull. Serv. Carte géol. Algérie, **24** (2), 1-533.
- DURAND DELGA M. & MATTAUER M. (1960) - *Sur l'origine ultrarifaine de certaines nappes du Rif septentrional*. C.R. Somm. S.G.F., **2**, 22-24.
- DURAND DELGA M. (1961) - *Le sillon géosynclinal des flyschs oligocènes en Méditerranée occidentale*. C.R. Acad. Sc. Paris, **252** (D), 431-433.
- DURAND DELGA M. & KORNPROBST J. (1963) - *Esquisse géologique de la région de Ceuta*. B.S.G.F., **5** (7), 1049-1057.
- DURAND DELGA M. (1964) - *Le lambeau de recouvrement du Jebel Zem-Zem (Rif septentrional, Maroc)*. C.R. Somm. S.G.F., **4**, 165-167.
- DURAND DELGA M. (1967) - *Structure and geology of North East Atlas Mountains, Guide Book to the geology and history of Tunisia (Tripoli)*, 59-83.
- DURAND DELGA M. (1969) - *Mise au point sur la structure du nord-est de la Barberie*. Bull. Serv. Geol. Algérie, **39**, 89-131.
- FERLA P. & ALAIMO R. (1979) - *I graniti e le rocce porfiriche calc-alcaline e K-andesitiche nel conglomerato trasgressivo del miocene inferiore dei Monti Peloritani (Sicilia)*. Mem. Soc. Geol. It., **18**, 123-133.
- FIELDS M. & PERROT K.W. (1966) - *Rapid field and laboratory test for allophane*. Soil bureau publications, **384**, 22-33.
- FOLK R.L. (1974) - *Petrology of sedimentary rocks*. Hemphill. Publ. Co., Austin, Texas, 1-182.
- GAUDETTE H.E., HURLEY P.M., FAIRBAIRN N.W. & LAJMI T. (1975) - *Source area of the Numidian flysch of Tunisia as suggested by detrital zircon ages*. The Geological Society of America-National Meeting (Salt lake city, Utah), 25-35.
- GAUDETTE H.E., HURLEY P.M., FAIRBAIRN N.W. & LAJMI T. (1977) - *Source area of the Numidian flysch of Tunisia as suggested by U-Pb zircon ages*. (in stampa).

- GIUGE R. (1978) - *La thermoluminescence naturelle des quartz et son analyse statistique appliqué à l'étude de formation détritiques de la chaîne alpine du Maghreb occidental: le problème du Numidien, conséquences paléogéographiques*. Thèse, III cycle, Nice, 1, 1-177.
- GLACON G & ROUVIER H. (1967) - *Précisions lithologiques et stratigraphiques sur le «Numidien» de Kroumirie (Tunisie septentrionale)*. B. S.G.F., 9 (7), 410-417.
- GOLDSCHMIDT J.R., GRAF D.L. & JOENSUU O.I. (1955) - *The occurrence of magnesian calcites in nature*. Geoch. et Cosmoch. Acta, 7, 212-230.
- GUERRERA F. & WEZEL F.C. (1974) - *Nuovi dati stratigrafici sui flysch oligo-miocenici siciliani e considerazioni tettoniche relative*. Riv. Min. Sic., 145-147, 27-51.
- GUERRERA F. (1980) - *Stratigrafia e sedimentologia dei livelli tripolacei del Miocene inferiore-medio appenninico*. Boll. Serv. Geol. d'It., 99, 233-262.
- HARREL J. & BLATT H. (1978) - *Policristallinity: effect on the durability of detrital quartz*. Jour. Sed. Petr., 48, 25-30.
- HERNANDEZ J. & LEPVRIER C. (1979) - *Le volcanisme calco-alcalin miocène de la région d'Alger (Algérie): pétrologie et signification géodynamique*. B.S.G.F., 21 (1), 73-86.
- HOYEZ B. (1975) - *Dispersion du matériel quartzueux dans les formations aquitaniennes de Tunisie septentrionale et d'Algérie nord-orientale*. B.S.G.F., 6 (7), 1147-1156.
- KORNPROBST J. (1969) - *Le massif ultrabasique des Beni Bouchera (Rif interne, Maroc): étude des péridotites de haute température et de haute pression, et des pyroxénolites à grenat et sans grenat, qui leur sont associées*. Contr. Mineral. Petrol., 23, 283-322.
- LANCELOT J.R., REILLE J.L. & WEZEL F.C. (1977) - *Etude morphologique et radiochronologique de zircons détritiques des flyschs «numidien» et «grés-micacé». Conséquences paléogéographiques à l'échelle de la Méditerranée occidentale*. B.S.G.F., 19 (4), 773-780.
- LEBLANC D. (1975) - *Etude Géologique dans le Rif Externe orientale au nord de Taza (Maroc)*. Thèse, Toulouse, 1, 1-293.
- LENTINI F. (1973) - *Macrosphères yvani (Puzos) nel Flysch di M. Soro (Sicilia)*. Boll. Acc. Gioenia Sc. Nat., Catania, 12 (1-2), 126-133.
- LESPINASSE P. (1975) - *Géologie des zones externes et des flyschs entre Chaouen et Zoumi (Centre de la chaîne Rifaine, Maroc)*. Thèse, Paris, 1, 1-248.
- MAGNE J. & RAYMOND D. (1972) - *Dans le Nord de la Grande Kabylie (Algérie), le Numidien a un âge compris entre l'Oligocène moyen et le Burdigalien inférieur*. C.R. Acad. Sc. Paris, 274, 3052-3055.
- MALESANI P. (1966) - *Ricerche sulle arenarie: XV) L'arenaria superiore*. Rend. Soc. Min. It., 22, 113-173.
- MALESANI P. & MANETTI P. (1970) - *Proposta di classificazione di sedimenti clastici*. Mem. Soc. Geol. It., 9, 55-63.
- MANETTI P. & TURI A. (1969) - *L'analisi modale col contatore di punti come metodo di campionamento*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Mem., 76, 361-402.
- MATHIS V. (1974) - *Etude géologique de l'extrémité orientale de la zone de Colmenar (Province de Malaga-Espagne)*. Thèse, Besançon, 1, 1-201.
- MATTAUER M. (1963) - *Le style tectonique des chaînes telliennes et rifaines*. Geol. Rdsch., 53 (1), 296-313.
- OGNIBEN L. (1960) - *Nota illustrativa dello Schema geologico della Sicilia nord-orientale*. Riv. Min. Sic., 11 (64-65), 183-212.
- PENDON J.G. (1978) - *Sedimentacion turbiditica en las unidades del Campo de Gibraltar*. Tesis, Granada, 1, 1-251.
- PALMENTOLA G. (1970) - *Nuovi dati e considerazioni sulla Formazione di Serra Palazzo in Lucania*. Mem. Soc. Geol. It., 9 (1), 81-90.
- PETTIJOHN F.J. (1975) - *Sedimentary rocks*. Harper & Row, New York, 1-628.
- PETTIJOHN F.J., POTTER P.E. & SIEVER R. (1972) - *Sand and sandstone*. Springer-Verlag, New York, 1-618.
- POWERS M.C. (1953) - *A new roundness scale for sedimentary particles*. Journ. Sed. Petr., 23, 117-119.
- RAYMOND D. (1976) - *Evolution sédimentaire et tectonique du nord-ouest de la Grande Kabylie (Algérie) au cours du cycle alpin*. Thèse, Paris, 1, 1-154.
- RAOULT D. (1974) - *Géologie du Centre de la chaîne numidique (nord du Constantinois, Algérie)*. Thèse, Paris, 1, 1-162.
- RICCI LUCCHI F. (1975) - *Depositional cycles in two turbidite formations of Northern Apennines (Italy)*. Journ. Sed. Petr., 45, 3-43.
- RIVIERE M., BOUILLIN J.P., COURTOIS C., GELARD J.P. & RAOULT J.F. (1977) - *Etude minéralogique et géochimique des tuffites découvertes dans l'Oligo-Miocène Kabylie (Grande Kabylie-Algérie). Comparaison avec les tuffites de la région de Malaga (Espagne)*. B.S.G.F., 19 (5), 1171-1177.
- SELLI R. (1962) - *Il Paleogene nel quadro della geologia dell'Italia meridionale*. Mem. Soc. Geol. It., 3, 737-789.
- STANLEY D.J. & BERTRAND J.P. (1979) - *Submarine slope, fan and trench sedimentation-New concepts and problem solving*. Geology, 7 (1), 49-52.
- VANNUCCI R. & WEZEL F.C. (1979) - *I conglomerati dell'Aveto e relative deduzioni tettoniche*. Boll. Soc. Geol. It., 19, 453-460.
- VEZZANI L. (1974) - *Note esplicative della Carta Geologica d'Italia, F. 611 «Mistretta» alla scala 1:50.000*. Serv. Geol. d'It., Roma.
- WEZEL F.C. (1966) - *La «Cenozona a Globorotalia fohsi» nel flysch esterno della Lucania*. Riv. It. Paleont., 72 (4), 1269-1296.
- WEZEL F.C. (1968) - *Osservazioni sui sedimenti dell'Oligocene-Miocene della Tunisia settentrionale*. Mem. Soc. Geol. It., 7, 417-439.
- WEZEL F.C. (1970) - *Geologia del Flysch Numidico della Sicilia nord-orientale*. Mem. Soc. Geol. It., 9, 225-280.
- WEZEL F.C. (1973) - *Diacronismo degli eventi geologici oligo-miocenici nelle Maghrebidi*. Riv. Min. Sic., 142-144, 219-232.
- WEZEL F.C. & GUERRERA F. (1973) - *Nuovi dati sull'età e posizione strutturale del Flysch di Tusa in Sicilia*. Boll. Soc. Geol. It., 92 (2), 193-211.
- WEZEL F.C. (1974) - *Flysch successions and the tectonic evolution of Sicily during the Oligocene and early Miocene*. In: Squyres C.H. Eds., «Guide-Book to the geology of Italy» Petr. Expl. Soc. Libya, Tripoli, 1-23.
- WEZEL F.C. (1977) - *Widespread manifestations of Oligocene-lower Miocene volcanism around western Mediterranean*. Intern. Symp. on the Structural History of the Mediterranean Basins. Split (1976). Edit. Technip, 287-302.
- WEZEL F.C., SAVELLI D., BELLAGAMBA M. & NAPOLEONE G. (1979) - *Stile della sedimentazione quaternaria nel Bacino della Sardegna (Mar Tirreno)*. Conv. Scient. Naz. P.F. Oceanografia e Fondi Marini, Roma (1979), 753-767.

WILDI W., NOLD M. & UTTINGER J. (1977) - *La Dorsale calcaire entre Tetouan et Assifane (Rif interne, Maroc)*. Ecl. Geol. Helv., **70** (2), 371-415.

WILDI W. (1979) - *Evolution de la plate-forme carbonatée de type*

austro-alpin de la Dorsale calcaire (Rif interne, Maroc septentrional) au Mésozoïque. B.S.G.F., **21** (1), 49-56.

YOUNG S.W. (1976) - *Petrographic textures of detrital polycrystalline quartz as an aid to interpreting crystalline source rocks*. Jour. Sed. Petr., **3**, 595-603.

