

A T T I
DELLA
SOCIETÀ TOSCANA
DI
SCIENZE NATURALI
RESIDENTE IN PISA

MEMORIE - SERIE A

VOL. LXXXIII - ANNO 1976

ARTI GRAFICHE PACINI MARIOTTI - PISA - 1976

I N D I C E

ANDRI E., DE ASMUNDIS C., FANUCCI F. - Il problema della ricristallizzazione delle facies micritiche	Pag. 1
MENESINI E. - Studio della variabilità di <i>Balanus perforatus perforatus</i> BRUGUIÈRE (cl. Cirripedia, Ord. Thoracica) in popolazioni fossili e viventi	» 15
LEONI L., PETRACCO C. - Ricerche sulla microdurezza dei silicati. III - Alcuni nesosilicati e sorosilicati	» 53
LEVI-MINZI R., RIFFALDI R. - Ulteriori indagini sulle reazioni Cd-acido umico	» 74
RADI G. - La Tecchia della Gabellaccia (Carrara). Note paleontologiche	» 81
DE POMPEIS C., AGRIPPA C. - Un insediamento dell'età del bronzo lungo il tratturo prospiciente San Clemente a Casauria	» 103
LEONI L., PALASCIANO A., TROYSI M. - Ricerche sulla microdurezza dei silicati. III - I granati	» 110
BOSSIO A., EL-BIED RAKICH K., GIANNELLI L., MAZZEI R., RUSSO A., SALVATORINI G. - Corrélation de quelques sections stratigraphiques du miopliocène de la zone atlantique du Maroc avec les stratotypes du bassin Méditerranéen sur la base des Foraminifères planctoniques, Nannoplancton calcaire et ostracodes	» 121
MENICAGLI R., PICCOLO O., LARDICCI L. - New optically active naphthalene derivatives: absolute configurations of 2-methyl-3- and 2,2-dimethyl-3-(α - and β -naphthyl)-butanes	» 138
MONTEFORTI B. - La « zona di Berceto » nell'evoluzione tettonica dell'Appennino settentrionale dal Paleocene al Pliocene	» 142
ORLANDI P. - La datolite del Monte Dragnone e i minerali che la accompagnano	» 165
ORLANDI P. - Il granato di M.te Ferrato e i minerali che lo accompagnano	» 170
PITTI C., SORRENTINO C., TOZZI C. - L'industria di tipo Paleolitico superiore arcaico della grotta La Fabbrica (Grosseto). Nota preliminare	» 174
LEONI L., MELLINI M., SANTACROCE R. - Na-rich alkali-feldspar phenocrysts from metaluminous and peralkaline silicic volcanic rocks	» 202
ORLANDI P., BIANCHI G. - Nota di mineralogia toscana - I minerali delle geodi dei marmi di Carrara	» 220
LANDINI W. - Osservazioni sulle placche faringee di alcuni labridi del Pliocene della Toscana	» 230
MENESINI E. - Studio di una Malacofauna del Pliocene medio del Bacino della Fine (Toscana Marittima): osservazioni paleoambientali	» 251
Conto rendite e spese anno 1975	» 273
Elenco dei Soci per l'anno 1976	» 275

A. BOSSIO *, K. EL-BIED RAKICH **, L. GIANNELLI *,
R. MAZZEI *, A. RUSSO ***, G. SALVATORINI *

CORRÉLATION DE QUELQUES SECTIONS
STRATIGRAPHIQUES DU MIO-PLIOCÈNE DE LA ZONE
ATLANTIQUE DU MAROC AVEC LES STRATOTYPES
DU BASSIN MÉDITERRANÉEN
SUR LA BASE DES FORAMINIFÈRES PLANCTONIQUES,
NANNOPLANCTON CALCAIRE ET OSTRACODES ⁽¹⁾

(Étude préliminaire présentée au « Messinian Seminar II » -
Gargnano, Septembre 1976)

Riassunto — Vengono qui presentati i risultati preliminari di uno studio micro-paleontologico eseguito su alcune sezioni mio-plioceniche della costa atlantica del Marocco.

ZONA DELL'OUED BOU-REGREG

I sedimenti neogenici che affiorano lungo le incisioni del Bou-Regreg a E e SE di Rabat, trasgressivi sul Paleozoico della Meseta marocchina, appartengono all'intervallo Tortoniano superiore-Pliocene inferiore.

Il limite Tortoniano-Messiniano è stato posto in corrispondenza della comparsa di *Globorotalia conomiozea*, circa 20 m sopra il contatto col Paleozoico. Numerosi avvenimenti riscontrati nelle associazioni a Foraminiferi planctonici e a Nannoplancton calcareo (comparsa dei Ceratoliti, cambiamento della direzione di avvolgimento in *Globorotalia* gr. *cultrata*, evoluzione *Amaurolithus delicatus*-*A. tricorniculatus*, cambiamento della direzione di avvolgimento in *G. acostaensis acostaensis*) hanno permesso di accertare che la comparsa di questo taxon nel Marocco e nel Bacino mediterraneo è sincrona.

Il limite Miocene-Pliocene è stato ubicato tra la scomparsa di *Discoaster quin-*

* Institut de Géologie et Paléontologie de l'Université de Pise.

** Bureau de Recherches et de Participations Minières (Rabat-Maroc).

*** Institut de Paléontologie de l'Université de Modène.

⁽¹⁾ Travail réalisé avec la contribution financière du Consiglio Nazionale delle Ricerche.

queramus e la comparsa di *Ceratolithus acutus*, sulla base delle osservazioni effettuate nell'area mediterranea ed in particolare nella sezione di Capo Rossello (Sicilia), neostratotipo dello Zancleano e stratotipo del limite Mio-Pliocene.

L'intervallo corrispondente alla durata del Messiniano è rappresentato da circa 85 m di sedimenti.

Nei sedimenti del Tortoniano superiore, in corrispondenza di un livello a ciottoli fosfatici, si è riscontrato un brusco cambiamento qualitativo e quantitativo nelle associazioni a Foraminiferi bentonici e nelle Ostracofaune nonché un improvviso arricchimento in organismi planctonici, che indicano un sensibile approfondimento del bacino di sedimentazione. E' verosimile che in corrispondenza di questo livello vi sia una lacuna di sedimentazione.

La successione degli avvenimenti biostratigrafici prima ricordati, analoga a quella documentata per i sedimenti del Bacino mediterraneo, ha permesso di individuare con buona approssimazione il livello corrispondente a quello d'inizio delle « evaporiti » mediterranee.

La comparsa evolutiva di *Globorotalia margaritae* si realizza nel Messiniano in un livello correlabile approssimativamente con l'inizio della sedimentazione evaporitica.

La comparsa evolutiva di *Amaurolithus tricorniculatus* avviene nel Messiniano e precede di poco l'inizio della sedimentazione evaporitica e la comparsa evolutiva di *G. margaritae*.

ZONA DELL'OUED ARJAT

I risultati ottenuti dalle sezioni del Bou-Regreg trovano conferma in ulteriori ricerche eseguite sul Neogene della zona dell'Oued Arjat, 15-20 km a E di Rabat. Qui è stata inoltre individuata una formazione sabbioso-conglomeratica trasgressiva su sedimenti del Miocene e del Pliocene inferiore, riferibile al Pliocene medio per la presenza di *Globorotalia crassaformis crassaformis* e di forme di transizione fra *G. bononiensis* e *G. inflata*.

Abstract — Some sections along the Oued Bou-Regreg and Oued Arjat near Rabat (Morocco) have been studied in their content in planktonic Foraminifera, Calcareous Nannoplankton and Ostracods.

Neogene deposits outcropping in the Bou-Regreg belong to the Upper Tortonian-Lower Pliocene interval.

The Messinian-Tortonian boundary has been placed in coincidence with the first occurrence of *Globorotalia conomiozea*, about 20 m above the contact with the Palaeozoic deposits of the Moroccan Meseta. Many biostratigraphical events (appearance of Ceratoliths, change of coiling direction in the *Globorotalia cultrata* group, evolution *Amaurolithus delicatus*-*A. tricorniculatus*, change of coiling direction in *G. acostaensis acostaensis*), account for the synchronous first occurrence of *G. conomiozea* in Morocco and the Mediterranean area.

The Miocene-Pliocene boundary has been placed between the disappearance of *Discoaster quinqueramus* and the appearance of *Ceratolithus acutus* in the mid-upper part of the series.

The overmentioned biostratigraphical events and their succession allow to detect the level corresponding to the beginning of evaporitic deposition in the Mediterranean area.

In the Arjat sediments the same biostratigraphic events of Bou-Regreg have been observed.

In this area a Middle Pliocene transgression is recorded on litho- and biostratigraphic data.

Dans ce travail on expose les résultats préliminaires d'une étude micropaléontologique de quelques sections stratigraphiques du Mio-Pliocène de la côte atlantique du Maroc. Ces résultats ont été présentés au cours du « Messinian seminar II » qui a eu lieu à Gargnano dans le Septembre 1976.

A ce travail ont collaboré: K. EL-BIED RAKICH, L. GIANNELLI et G. SALVATORINI pour les Foraminifères planctoniques, A. BOSSIO et A. RUSSO pour les Ostracodes, R. MAZZEI pour le Nannoplancton calcaire.

Les auteurs tiennent à exprimer leur reconnaissance au Bureau de Recherches et de Participations Minières et au Service de la Carte Géologique du Maroc, grâce auxquels ce travail a pu être réalisé. Ils remercient en particulier MM. A. KANOUNI, A. ABDELKHALKI et M. BOUSLOUK pour l'aide qu'ils ont donné pendant leur séjour au Maroc.

Les auteurs expriment aussi leur plus vive gratitude à Mme M. B. CITA pour avoir fourni son échantillonnage de la section stratigraphique du Bou-Regreg, pour les utiles conseils et pour la lecture critique de ce manuscrit.

Ils remercient également Mr R. WERNLI pour l'occasion qu'il leur a fourni de discuter de quelques problèmes particuliers.

INTRODUCTION

Le Miocène supérieur est un intervalle de temps très riche en événements biostratigraphiques, si bien qu'au moins pour le domaine méditerranéen on a parlé de renouvellement faunistique (voir p. ex.: L. ARUTA [1967]; G. RUGGIERI, G. TORRE, M. A. MORONI, L. ARUTA [1969]; R. CATALANO, R. SPROVIERI [1971]; S. D'ONOFRIO *et Al.* [1976]).

Les modifications qui se vérifient dans les organismes marins offrent un champ de recherche encore très fertile. Les auteurs ont eu la possibilité d'individuer, au cours de leurs recherches, différentes lignes évolutives jusqu'ici inconnues, très intéressantes pour la bio- et chronostratigraphie.

Malheureusement dans la Méditerranée à partir d'un certain moment, identifié grosso modo avec le début de sédimentation du « Tripoli » des séries siciliennes, il n'est plus possible de suivre ces modifications par suite de l'instauration pendant le Messinien, d'un milieu de plus en plus défavorable aux organismes marins.

Dans le Pliocène inférieur, avec le rétablissement dans la Méditerranée d'un milieu franchement marin, on observe le retour d'une faune normale; mais les associations du Pliocène sont à plusieurs points de vue très différentes de celles du Miocène supérieur. Pourtant l'intervalle correspondant à la « crise de salinité » est tout à fait défavorable aux recherches sur les lignes évolutives et pose des problèmes biostratigraphiques et taxonomiques. La résolution de ces problèmes est sûrement d'un grand secours même pour les chercheurs qui travaillent au dehors de la Méditerranée. En effet on connaît très bien les difficultés que l'on rencontre pour reconnaître les limites Tortonien-Messinien et Miocène-Pliocène dans les régions extraméditerranéennes. Pour toutes ces raisons on a cherché une séquence sédimentaire atlantique, la plus proche possible de la zone de communication avec la Méditerranée, bien corrélatable avec les séries méditerranéennes et particulièrement avec les stratotypes du Miocène sup. et du Pliocène inf.

D'après nos recherches bibliographiques (H. FEINBERG, H. G. LORENZ [1970]; M. B. CITA [1975]), la côte atlantique du Maroc offre les conditions le plus favorables pour ces investigations.

Dans ce travail préliminaire on fait la corrélation entre quelques coupes Mio-Pliocène de la région de Rabat et les stratotypes. Notre étude est concentrée en deux zones: l'une le long le profil de l'Oued Bou-Regreg, l'autre entre l'Oued Arjat et Larb'a as Sehoul.

ZONE DE L'OUED BOU-REGREG

Les sédiments néogènes reposent transgressivement sur les terrains paléozoïques de la Meseta Marocaine et forment un monoclinale avec un faible pendage (subhorizontal) vers la mer.

Pour avoir une section à peu près complète de l'entière succession, on a échantillonné 5 coupes: 4 le long de la rive gauche de l'Oued Bou-Regreg et une sur la rive droite du fleuve à proximité de Salé.

Les cinq coupes ont été numérotées de I (la plus basse strati-

graphiquement) à V (la plus haute); elles représentent une épaisseur cumulée de 160 m environ et on y a recueilli 115 échantillons.

Le contact avec le Paléozoïque est bien exposé et marqué par une nette discordance angulaire. A 5,40 m au dessus du contact il y a un niveau d'environ 30 cm d'épaisseur de nodules phosphatés cimentés dans une calcarénite glauconieuse. Les sédiments compris entre la surface de transgression et le niveau à nodules phosphatés sont constitués par une calcarénite blanc-jaunâtre très riche en fossiles (essentiellement Lamellibranches). Au dessus du niveau phosphaté après 5-6 mètres de calcarénite glauconieuse, la succession est plutôt monotone jusqu'au sommet: elle est constituée essentiellement d'alternances de niveaux marneux, silto-sableux et calcarénitiques.

Dans la figure 1, on a indiquée la position des 5 coupes ainsi que la distribution des taxa les plus significatifs: Foraminifères planctoniques, Nannoplancton calcaire, Ostracodes.

BIOSTRATIGRAPHIE

Les sédiments compris entre le Paléozoïque et le niveau phosphaté sont très pauvres en microorganismes planctoniques. Par contre les microorganismes benthiques y sont bien représentés. Entre les Foraminifères nous citons: *Ammonia beccarii*, *Elphidium crispum*, *Asterigerinata planorbis*, et entre les Ostracodes: *Falso-cythere* sp., *Callistocythere* sp., *Aurila* sp., *Tenedocythere* sp., *Loculicytheretta* sp., *Carinocythereis galilea*, *Ruggieria tetraptera*, *Chryso-cythere* cf. *cataphracta*; cette association indique un milieu de type sublittoral interne.

A partir du niveau phosphaté les organismes planctoniques sont très fréquents; les associations benthiques aussi sont très riches et variées, mais leur signification bathymétrique change. Ce changement est rapide et indique un approfondissement sensible du bassin de sédimentation.

En ce qui concerne les Foraminifères planctoniques nous pouvons faire les observations suivantes:

— *Globorotalia acostaensis acostaensis* et *G. acostaensis humerosa* sont toujours présents. Pour le premier taxon on a contrôlé le sens d'enroulement; initialement sinistrogire, elle passe à dextrogire après un intervalle où on observe des oscillations dans le sens

d'enroulement (intervalle correspondant à la partie du sommet de la coupe I et à la base de la III).

— Les *Globorotalia* du groupe *G. cultrata* sont très fréquentes à la base de la coupe I; elles deviennent tout à coup rares et sporadiques sauf dans des niveaux de la partie supérieure de la coupe III et de la coupe IV, où elles sont très abondantes. Un changement soudain dans le sens d'enroulement de senestre à dextre se produit dans la partie inférieure de la coupe I. Plus haut on constate dans le sens d'enroulement des oscillations que l'on n'arrive pas à suivre entièrement par suite de la présence sporadique de ces *Globorotalia*.

— *Globorotalia miotumida* est assez rare à partir du niveau phosphaté; elle devient tout à coup fréquente, en concomitance avec le soudain appauvrissement de *G. gr. cultrata*, puis disparaît au sommet de la coupe I.

— *Globorotalia miozea conoidea* est exclusive de la moitié inférieure de la coupe I.

— *Globorotalia conomiozea* fait son apparition environ 13 m au dessus du niveau phosphaté; elle disparaît dans la partie supérieure de la coupe I.

— Dans l'intervalle correspondant à la coupe I et à la partie inférieure de la III se produit l'évolution qui conduit à *Globorotalia margaritae*; cette ligne évolutive comprend un groupe de *Globorotalia* qui provisoirement a été dénommé « groupe *juanai-cibaoensis* ». Dans la coupe I on trouve de rares exemplaires dextrogyres très proches de *G. margaritae* que nous avons désignée *Globorotalia* cf. *margaritae* (fig. 1). Dès la base de la coupe III *G. margaritae* se présente sous sa forme typique avec enroulement sinistroyre. Après un bref intervalle de temps près de la base où elle est rare, elle devient très fréquente. Avec l'explosion de fréquence de *G. margaritae* les *Globorotalia* du groupe « *juanai-cibaoensis* » tendent à s'éteindre.

— *Globigerina nepenthes*, *Globoquadrina* gr. *altispira*, *Sphaeroidinellopsis* spp., *Candeina nitida nitida*, *Globigerinoides obliquus extremus*, sont présentes de la base jusqu'au sommet de la section.

— *Globigerinoides bulloideus* présent à partir du niveau phosphaté, disparaît dans la partie moyen-supérieure de la coupe I.

— Dans les coupes I à III (partie basale), un groupe de *Globige-*

rinoides à paroi hispide est bien représenté. Il comprend, entre autres, *Globigerinoides seigliei*, *G. mitra*, *G. fragilis*.

— *Globigerinoides conglobatus* dans sa forme typique apparaît au sommet de la coupe I.

Les données les plus significatives concernant le Nannoplancton calcaire sont les suivantes:

— *Discoaster quinqueramus*, *D. icarus* et *D. berggrenii* sont présents à partir de la base de la coupe I, jusqu'à la partie moyenne de la coupe III où les deux premières espèces disparaissent. *D. berggrenii* est très rare et sporadique jusqu'au sommet de la coupe V.

— Formes primitives de *Amaurolithus primus*, *A. delicatus* et *A. amplificus* sont présentes dans la partie inférieure de la coupe I. Le stade primitif de leurs caractères nous fait penser que le groupe des Ceratolites apparaît peu avant. *A. primus* et *A. delicatus* sont présents jusqu'au sommet de la coupe V tandis que *A. amplificus* disparaît dans la coupe III, du moins dans sa forme typique.

— *Amaurolithus tricorniculatus* évolue de *A. delicatus* dans la partie haute de la coupe I; il est commun dans la coupe IV et fréquent dans la V.

— *Ceratolithus acutus* débute au sommet de la coupe III; il est toujours très rare et sporadique.

— *Amaurolithus bizzarus* a été trouvé exclusivement au sommet de la coupe V.

En ce qui concerne les Ostracodes on note:

— La présence, peu après le niveau phosphaté, de *Cardobairdia* aff. *glabra*, *Krithe* aff. *citae*, *Parakrithe dactylomorpha*, *Oblitacythereis mediterranea*, *Cytherella vulgata*, *Ruggieria* sp. 1, *Krithe* sp. 2; toutes ces formes sont présentes jusqu'au sommet de la section, à l'exception de *Krithe* aff. *citae* qui disparaît à l'intérieur de la coupe I et de *Krithe* sp. 2 qui disparaît au sommet de la III.

— L'apparition de *Krithe interrupta*, *Bytocypris lucida*, *Krithe trinidadensis*, *K.* sp. 5, *Oblitacythereis* sp. 3, *Agrenocythere* sp., *Krithe* sp. 7, au niveau à peu près correspondant à celui de *Globovalia conomiozea*.

— Le début dans la partie basale de la coupe III de *Buntonia* sp. 1,

Krithe sp. 9, *Parakrithella ariminensis*; au milieu de la coupe de *Pterygocythere* sp. 1, *P. cf. iblea*, *Buntonia* gr. *dertonensis*, *B. multcostata*, et un peu plus haut de *Pseudopsammocythere kollmanni*, *Pterygocythere* sp. 2, *P. keiji*.

CHRONOSTRATIGRAPHIE

Les deux problèmes fondamentaux qui se posent sont ceux de la limite Tortonien-Messinien et Miocène-Pliocène.

Souvent ces problèmes sont résolus d'une façon conventionnelle. Dans cette étude leur résolution a été abordée sur la base de données qui viennent de notre expérience directe sur les stratotypes et sur d'autres sections méditerranéennes corrélées avec elles.

La limite Tortonien-Messinien

La limite Tortonien-Messinien a été placée en coïncidence avec l'apparition de *Globorotalia conomiozea* (dans la moitié inférieure de la coupe I), en suivant la proposition de S. D'ONOFRIO *et Al.* [1976], qui résulte d'une étude biostratigraphique de plusieurs sections italiennes du Miocène supérieur (y compris les stratotypes).

Pour prévenir des objections éventuelles sur la contemporanéité du début de *G. conomiozea* dans les séquences méditerranéennes et sur les côtes atlantiques du Maroc, nous remarquons que l'on observe la même succession d'événements avant et après l'apparition de ce taxon dans les deux bassins.

Même si individuellement ces événements peuvent ne pas être tout à fait probants, leur ensemble et leur succession justifient amplement le synchronisme présumé. On peut ainsi résumer:

1. Dans les coupes à l'étude, peu de mètres au dessous du niveau d'apparition de *G. conomiozea*, il apparaît des formes très primitives de *Ceratolites* (*Amaurolithus primus*, *A. amplificus*, *A. delicatus*), qui même dans les séries méditerranéennes y compris le stratotype du Tortonien, ont été relevées un peu au dessous de l'apparition de *G. conomiozea* (D. RIO, R. MAZZEI, G. PALMIERI [1976]).

2. Dans la partie moyenne de la coupe I, donc quelques mètres au dessus de l'apparition de *G. conomiozea*, il existe des formes de transition entre *A. delicatus* et *A. tricorniculatus*. Ceci a été observé,

par exemple, dans un intervalle de la coupe de Rio Mazzapiedi-Castellania (R. MAZZEI, en préparation), qui correspond aux niveaux 13 et 14 de M. B. CITA *et Al.* [1965], et donc quelques mètres au dessus de la première apparition de *G. conomiozea* (S. D'ONOFRIO *et Al.* [1976]).

3. Les *Globorotalia* du groupe *G. cultrata* sont très fréquentes à la base de la coupe I. Elles tendent à disparaître successivement et sont remplacées par celles du groupe *G. miotumida* (voir fig. 1). Dans l'intervalle où *G. cultrata* est fréquente, un peu avant l'apparition de *G. conomiozea* et dans un niveau à peu près correspondant à l'apparition des Ceratolites, on observe un changement soudain dans le sens d'enroulement: de sinistrogire à dextrogire.

Dans les séries du Tortonien de la Méditerranée, les *Globorotalia* du groupe *G. cultrata* sont assez fréquentes et toujours sinistrogires. Seulement peu avant l'apparition de *G. conomiozea* elles deviennent dextres et tendent à disparaître en étant remplacée par *G. miotumida*. Ce changement dans le sens d'enroulement en coïncidence de l'apparition des Ceratolites, a été constaté, par ex., dans la coupe du Santerno (Imola) (M. B. CITA *et Al.* [1976]).

4. Au sommet de la coupe I on constate le premier changement dans le sens d'enroulement de *Globorotalia acostaensis acostaensis* qui, de sinistrogire, devient dextrogire. Dans les successions méditerranéennes on a remarqué que *G. acostaensis acostaensis*, au moment de son évolution à partir de *G. continuosa*, et pendant un bref intervalle, est dextrogire; ensuite il y a un long intervalle où elle se présente avec un enroulement sinistrogire (interrompu seulement par une oscillation dextre de durée très brève dans le Tortonien inférieur, précédant la première apparition de *Globigerinoides obliquus extremus*). C'est seulement après l'apparition de *G. conomiozea*, au Messinien inférieur (par ex. à l'intérieur du « Tripoli » de Sicile), qu'il y a une inversion à droite. Ce changement dans le sens d'enroulement de *G. acostaensis acostaensis* à l'intérieur du « Tripoli » est aussi reporté par R. M. STAINFORTH *et Al.* [1975]; il est utilisé comme élément de corrélation par ces Auteurs.

5. Dans la partie inférieure de la coupe I, on a reconnu la présence de *Globorotalia* du groupe *G. suterae-G. exserta*. Ce groupe subit successivement des modifications évolutives qui requièrent des études détaillées. En Méditerranée même, déjà au sommet de

la sous-zone à *G. suterae* de S. D'ONOFRIO *et Al.* [1976], et donc dans des niveaux précédants l'apparition de *G. conomiozea*, on remarque des signes de changement dans ce groupe. Malheureusement ces modifications ne peuvent pas être suivies avec continuité, parce que, après l'apparition de *G. conomiozea*, le groupe devient rare et tend à disparaître à l'approche de la « crise de salinité ».

6. Peu après le début de *G. conomiozea* se produit un grand développement de gros *Globigerinoides* à paroi hispide et trochospire exceptionnellement haute, à notre avis identifiable avec *Globigerinoides mitra*. On observe un développement analogue en Méditerranée, immédiatement après l'apparition de *G. conomiozea*.

Ces données, dans leur ensemble et par l'ordre avec lequel elles se suivent, suggèrent un synchronisme entre l'apparition de *G. conomiozea* dans les séries du Maroc et celles de la Méditerranée, et permettent de tracer la limite Tortonien-Messinien en correspondance de cet événement.

Certaines de ces données nous fournissent aussi quelques indices, en ce qui concerne la coupe du Bou-Regreg, au sujet du niveau corrélable avec le commencement du dépôt des « évaporites » méditerranéennes. Ce niveau correspond au sommet de la coupe I ou il est un peu plus haut. Nous avons déjà référé sur la présence de formes de transition entre *Amaurolithus delicatus* et *A. tricorniculatus* dans la partie moyen-supérieure de la coupe I; nous avons rencontré ces formes de transition dans la coupe de Rio Mazzapiedi-Castellania, quelques mètres au dessous de l'appauvrissement faunistique signalé par M. B. CITA *et Al.* [1965]; cette raréfaction de la faune indique l'instauration d'un milieu nettement anormal et l'approche de la sédimentation évaporitique.

Le donnée biostratigraphique qui approche encore plus le début du dépôt évaporitique, est le changement de senestre à dextre du sens d'enroulement de *G. acostaensis acostaensis* au sommet de la coupe I. Comme nous l'avons déjà vu, une inversion analogue s'est produite à l'intérieur du « Tripoli » de la Sicile, qui précède de peu le début de la sédimentation évaporitique. Cette inversion de senestre à dextre a été constaté aussi dans la partie sommitale de la coupe de Ripa dello Zolfo (Piemonte), dans un intervalle correspondant au sommet du « Tripoli » sicilien, quelques mètres au dessous du commencement des « évaporites ».

En ce qui concerne l'intervalle sédimentaire compris entre le

Paléozoïque et le niveau phosphaté, nous n'avons pas d'éléments pour l'encadrer avec certitude, du point de vue chronostratigraphique. La présence de *G. acostaensis acostaensis* permet seulement de rattacher cet intervalle à un Tortonien non spécifié; d'autre part quelques espèces d'Ostracodes (*Carinocythereis galilea*, *Olimfalunia* gr. *plicatula*, *Crysocythere* cf. *cataphracta*) nous confirment cette datation. D'après notre expérience, nous estimons tout à fait probable que la présence de niveaux à nodules phosphatés et de la glauconie, et le changement brusque dans les associations benthiques, accompagné par un enrichissement rapide en plancton, indiquent une lacune de sédimentation qui est en relation avec un approfondissement du bassin. En effet l'étude des Foraminifères planctoniques (L. GIANNELLI, G. SALVATORINI [1972, 1975] et des Ostracodes (A. RUSSO, A. BOSSIO, sous presse) de différentes coupes des îles de Malte et Gozo, où plusieurs niveaux à nodules phosphatés et glauconieux semblables à celui du Bou-Regreg sont présents, a permis de documenter un hiatus correspondant à chacun de ces niveaux.

La limite Miocène-Pliocène

Aucun des Foraminifères planctoniques, qui traditionnellement ont été utilisés comme marqueurs de la limite Miocène-Pliocène ou qui permettent un repérage chronostratigraphique plus ou moins sûr (*Sphaeroidinella dehiscens*, *Globorotalia tumida*, *Globoquadri-*
na dehiscens etc.) n'a été retrouvé dans la section du Bou-Regreg.

Du moment que dans la zone méditerranéenne *Globorotalia margaritae* fait son apparition à la base du Pliocène, certains Auteurs ont utilisé et continuent à utiliser l'apparition de ce taxon pour tracer la limite Miocène-Pliocène même au dehors de la Méditerranée (p. ex. H. M. BOLLI [1970]; G. BIZON [1972]; R. M. STAINFORTH *et Al.* [1975]). Nous ne sommes pas d'accord avec eux. En effet dans le Miocène de la Méditerranée il existe un grand intervalle sédimentaire où les Foraminifères planctoniques sont absents ou extrêmement rares et peu significatifs, et il n'y a aucune trace dans les sédiments de la base du Pliocène qui laisse supposer un début évolutif de *G. margaritae*.

Dans un travail récent sur les séries du Miocène supérieur du bassin atlantique de l'Espagne, certains d'entre nous ont documenté une distribution partiellement Miocène de *G. margaritae* (U. CRE-

SCENTI *et Al.* [1973]). Notre étude sur le Néogène du Maroc nous a apporté la confirmation de cette opinion. En effet, comme on l'a vu, *G. margaritae* fait son apparition à la base de la coupe III. Pour toutes les raisons que nous avons déjà exposées, cette apparition est corrélable avec le début des évaporites. Les faunes à Foraminifères benthiques et le Nannoplancton sont aussi en faveur de l'âge miocène d'au moins une partie de la répartition de *G. margaritae*; voir par ex. la répartition de *Ehrenbergina dinapolii* et de *Discoaster quinquaramus* (fig. 1), des espèces miocènes qui n'ont jamais été retrouvées dans les sédiments d'âge pliocène.

En conclusion, il n'y a pas entre les Foraminifères planctoniques de la section du Bou-Regreg un seul élément qui nous donne des indications concernant l'âge d'au moins une partie de la coupe III et des coupes IV et V, et donc la position de la limite Miocène-Pliocène.

A ce sujet nous pouvons tirer des indications utiles par l'étude des Nannofossiles calcaires.

D'après les spécialistes de Nannoplancton, *D. quinquaramus* et *C. acutus* sont des espèces exclusives respectivement du Miocène supérieur et du Pliocène inférieur. Nos études sur plusieurs coupes du domaine méditerranéen, y compris les stratotypes, confirment cette opinion.

Une étude des nannoflores réalisée par D. RIO *et Al.* [1976] sur les coupes de Capo Rossello (stratotype du Zancéen et de la limite Mio-Pliocène) et de Pasquasia a permis de rattacher la partie basale des « Trubi » (base du Pliocène) à la Zone à « *Ceratolithus* » *tricorniculatus* de P. H. ROTH [1973] ⁽²⁾, Zone qui a comme limite inférieure la disparition de *D. quinquaramus* et comme limite supérieure l'apparition de *C. acutus*. D. RIO *et Al.* ont placé la limite Mio-Pliocène en correspondance de la limite Zone à *A. primus* - Zone à *A. tricorniculatus* 1) parce que *D. berggrenii* (alors considéré indicatif de la Zone à *A. Primus*) a été trouvé peu au dessous de la limite Miocène-Pliocène dans le forage 132 (Mer Tyrrhénienne) du D.S.D.P., et 2) parce que la Zone à *A. tricorniculatus* a une durée très brève.

Néanmoins notre réexamen des coupes de Capo Rossello et

(2) Cette conclusion n'est pas en contradiction avec les résultats de S. GARTNER [1973] et de H. STRADNER [1973] qui ont étudié respectivement la coupe de Capo Rossello et celle de Pasquasia.

de Pasquasia a permis de vérifier la présence dans le Pliocène inférieur d'exemplaires très rares de *D. berggrenii*. D'ailleurs, le niveau de disparition de *D. quinqueramus* dans le Messinien supérieur n'est pas bien connu.

En conclusion, jusqu'à ce moment il n'y a pas de données biostratigraphiques qui marquent exactement la limite Miocène-Pliocène. Cette limite peut être aussi un peu postérieure à la limite Zone à *A. primus* - Zone à *A. tricorniculatus*.

D'après ce qu'il a été dit, dans la section du Bou-Regreg il est possible de placer la limite Mio-Pliocène dans la moitié supérieure de la coupe III, en correspondance de l'échantillon 71 (niveau de disparition de *D. quinqueramus*) ou bien un peu plus haute.

Quoi qu'il en soit, l'intervalle d'incertitude comprend peu de mètres de sédiments. En effet *Ceratolithus acutus*, qui notoirement fait son apparition évolutive quelques mètres au dessus de la base du Pliocène⁽³⁾, dans la section du Bou-Regreg débute déjà au sommet de la coupe III (notamment 26 m au dessus de la disparition de *D. quinqueramus*).

ZONE DE L'OUED ARJAT

La zone de l'Oued Arjat présente un grand intérêt; H. FEINBERG et H. G. LORENZ [1970] y ont signalé la présence du Pliocène moyen séparé du Pliocène inférieur par une lacune.

On a effectué quelques échantillonnages préliminaires limités aux parties basale et sommitale des sédiments Néogènes. Le trois tranches de coupe (A, B, C), dont on a recueilli 32 échantillons, sont reportées dans la figure 2.

Le contact avec le Paléozoïque est bien exposé dans la coupe A. A la base des sédiments Néogènes il y a une brèche, d'environ 1 m d'épaisseur, contenant de gros éléments de roches paléozoïques dans une matrice calcarénitique et glauconieuse. La brèche est sui-

(3) Dans les séries siciliennes, p. ex., *C. acutus* débute à l'intérieur des « Trubi »: 6 m au dessus de la base dans la coupe de Capo Rossello (S. GARTNER [1973]), 20 m dans la coupe de Pasquasia (D. RIO *et Al.* [1976]).

La différence entre ces données peut être due à plusieurs motifs (vitesse de sédimentation différent dans les deux coupes, manque de la partie basale des « Trubi » à Capo Rossello (R. SPROVIERI [1974, 1975]), apparition non évolutive de *C. acutus* à Pasquasia etc.).

vie, sur environ 3 m d'épaisseur, d'une calcarénite glauconieuse identique à celle située immédiatement au dessus du niveau à nodules phosphatés dans la coupe du Bou-Regreg.

Dans la coupe B qui a une épaisseur de 40 m environ, on peut distinguer deux intervalles dont la lithologie est nettement distincte. La partie inférieure est constituée par une alternance de niveaux marneux-sableux-silteux et calcarénitiques analogue à celle du Bou-Regreg; la partie supérieure est constituée dans les premiers 10 m, par un sédiment surtout sableux, légèrement glauconieux, contenant de petits galets disséminés, avec une riche faune à Pectinides, Ostreides et Balanes. Ensuite, pendant 4 m environ, une alternance de niveaux sableux calcarénitiques et conglomératiques (ces derniers très fins et souvent discontinus) et enfin, dans les derniers 6-7 m, un conglomérat constitué par des galets hétérogènes plutôt grossiers qui en général ne dépassent pas 10 à 15 cm de diamètre. La limite entre la partie inférieure et la partie supérieure est nette et se manifeste par une brusque variation de couleurs.

Les conditions d'exposition de la coupe C ainsi que sa faible épaisseur ne nous permettent pas des observations de détail. Néanmoins dans ce petit affleurement on peut reconnaître deux intervalles à lithologie différente, analogues, ainsi que par les macrofossiles, à ceux de la coupe B. La limite entre ces deux intervalles a été fixée d'après l'analyse de laboratoire. La coupe A et les parties inférieures des coupes B et C, sont corrélables avec des différents niveaux de la section du Bou-Regreg et cette corrélation est reportée dans la figure 2.

On peut avancer, par rapport à ce qui a été observé dans la section du Bou-Regreg, les conclusions suivantes:

La calcarénite glauconieuse qui se trouve au contact avec le Paléozoïque dans la coupe A de l'Oued Arjat, est identique à celle qui dans le Bou-Regreg est située immédiatement au dessus du niveau à nodules phosphatés. Cette corrélation est confirmée également du point de vue biostratigraphique. On en déduit que la transgression du Miocène supérieur a affecté la région de l'Oued Arjat après la région du Bou-Regreg par suite de l'approfondissement, déjà discuté ci dessus, correspondant au niveau à nodules phosphatés.

Au brusque changement lithologique, que l'on observe dans la coupe C, correspond un changement net dans la signification bathymétrique des associations: d'une association de type bathyal on

passé immédiatement à l'association de type sublittoral interne que l'on peut rattacher au Pliocène moyen pour la présence de *Globorotalia crassaformis crassaformis* associée à une forme de passage entre *Globorotalia bononiensis* et *G. inflata*. On remarque un changement bathymétrique analogue dans deux intervalles de la coupe B. Malheureusement dans la partie supérieure de cette coupe nous n'avons pas retrouvé de microfaune chronologiquement significative. Cependant, sur la base des analogies lithologiques, micro- et macroscopiques, nous pensons que cette partie, également, peut être rapportée au Pliocène moyen. Rappelons que la coupe B et la coupe C sont très voisines. Les intervalles de la coupe B et C, immédiatement au dessous du Pliocène moyen, ont un âge différent, le premier se rattachant au Messinien et le deuxième à la partie basale du Pliocène inférieur.

Il en résulte que la lacune stratigraphique est en relation avec un épisode transgressif.

Recentement on a effectué d'autres échantillonnages de détail dans la région de Bled al Matleg et de l'Oued Arjat, qui complètent les intervalles qui manquent entre les coupes A, B et C.

Par rapport aux coupes du Bou-Regreg elles ne montrent pas de grandes différences dans la lithologie, sauf une plus grande répartition des niveaux sableux et des épaisseurs plus fortes dans des intervalles biostratigraphiques équivalents.

Notre examen préliminaire des échantillons, nous indique une succession d'événements analogues à ceux de la zone du Bou-Regreg. Il s'annonce déjà la possibilité d'une corrélation assez facile entre les deux zones étudiées.

REFERENCES

- ARUTA L. (1976) - Ostracodi del Saheliano (Mioc. Sup.) dei dintorni di Calatafimi (Sicilia sud-occidentale). *Riv. Min. Sic.*, **100-102**, 198-207, Palermo.
- BIZON G., BIZON J.J. (1972) - Étude micropaléontologique de quelques coupes relevées dans le bassin de Murcia. Foraminifères planctoniques. In: BIZON G., BIZON J.J., MONTENAT C. - Le Miocène terminal dans le Levant Espagnol (Provinces d'Alicante et de Murcia). *Rev. Inst. Fr. Pétr.*, **27** (6), 845-864, Paris.
- BOLLI H.M. (1970) - The foraminifera of Sites 23-31, Leg 4. In: BADER R.G. et AL. (1970) - *Init. Rep. D.S.D.P.*, **4**, 577-644, Washington.
- CATALANO R., SPROVIERI R. (1969) - Stratigrafia e micropaleontologia dell'intervallo tripolaceo di torrente Rossi (Enna). *Atti Acc. Gioenia Sc. Nat. Catania*, ser. 7, **1**, 513-527, Catania.

- CATALANO R., SPROVIERI R. (1971) - Biostratigrafia di alcune serie saheliane (Messiniano inferiore) in Sicilia. *Proc. II Plankt. Conf.*, Roma 1970, **1**, 211-249, Roma.
- CITA M. B. (1975) - Relazione relativa al contratto di ricerca 73.01034.05. In: Il significato geodinamico della crisi di salinità del Miocene terminale nel Mediterraneo. C.N.R. Progr. Geodin. (Rel. scient. Anno 1973-1974), 14-30, Milano.
- CITA M. B., D'ONOFRIO S., IACCARINO S., MAZZEI R., SALVATORINI G. - Biostratigraphy of the Late Neogene of the Santerno Valley (Paleomagnetic Epochs 7 to 9). In: Il significato geodinamico della crisi di salinità del Miocene terminale nel Mediterraneo; Show and tell seminar N. 2, Gargnano, September 5-12, 1976. Università di Parma. (Sous presse).
- CITA M. B., PREMOLI SILVA I., ROSSI R. (1965) - Foraminiferi planctonici del Tortonian-tipo. *Riv. Ital. Paleont.*, **71** (1), 217-308, Milano.
- CRESCENTI U., GIANNELLI L., MARTINEZ DIAZ C., SALVATORINI G. (1973) - Tentativo di correlazione tra i piani Andalusi e Messiniano. *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat.*, Mem., Ser. A, **80**, 17-39, Pisa.
- D'ONOFRIO S., GIANNELLI L., IACCARINO S., MORLOTTI E., ROMEO M., SALVATORINI G., SAMPÒ M., SPROVIERI R. (1976) - Planktonic foraminifera of the Upper Miocene from some Italian sections and the problem of the lower boundary of the Messinian. *Boll. Soc. Paleont. It.*, **14** (2), 177-196, Modena.
- FEINBERG H., LORENZ H. G. (1970) - Nouvelles données stratigraphiques sur le Miocène supérieur et le Pliocène du Maroc nord-occidental. *Notes Serv. Géol. Maroc.*, **30** (225), 21-26, Rabat.
- GARTNER S. (1973) - Calcareous nannofossils of the Capo Rossello section. In: CITA M. B., GARTNER S. - Studi sul Pliocene e sugli strati di passaggio dal Miocene al Pliocene. IV. The stratotype Zanclean Foraminiferal and nannofossil biostratigraphy. *Riv. Ital. Paleont.*, **79** (4), 503-558, Milano.
- GIANNELLI L., SALVATORINI G. (1972) - I Foraminiferi planctonici dei sedimenti terziari dell'Arcipelago maltese. I. Biostratigrafia del « Globigerina limestone ». *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat.*, Mem., Ser. A, **79**, 49-74, Pisa.
- GIANNELLI L., SALVATORINI G. (1975) - I Foraminiferi planctonici dei sedimenti terziari dell'Arcipelago maltese. II. Biostratigrafia di: « Blue Clay », « Greensand » e « Upper Coralline Limestone ». *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat.*, Mem., Ser. A, **82**, 20-42, Pisa.
- RIO D., MAZZEI R., PALMIERI G. (1976) - The stratigraphic position of the Mediterranean Upper Miocene evaporites, based on nannofossils. *Univ. Parma*, 26 p., Parma.
- ROTH P. H. (1973) - Calcareous nannofossils-Leg 17, Deep Sea Drilling Project. In: WINTERER E. L., EWING J. L. et al., 1973, Init. Rep. D.S.D.P., **17**, 695-795, Washington.
- RUGGIERI G., TORRE G., MORONI M. A., ARUTA L. (1969) - Miocene superiore (Saheliano) nei dintorni di Bonfornello (Palermo). *Atti Acc. Gioenia Sc. Nat. Catania*, ser. 7, **1**, 175-193, Catania.
- RUSSO A., BOSSIO A. - Prima utilizzazione degli Ostracodi per la biostratigrafia e la paleoecologia del Miocene dell'Arcipelago maltese. *Boll. Soc. Paleont. It.*, **15** (2), Modena. (Sous presse).

- SPROVIERI R. (1969) - Distribuzione dei Foraminiferi nella sezione saheliana di Bonfornello (Palermo). *Atti Acc. Gioenia Sc. Nat. Catania*, ser. 7, 1, 195-210, Catania.
- SPROVIERI R. (1974) - La sezione infrapliocenica di Ribera. Considerazioni stratigrafiche e paleoambientali sui Trubi siciliani. *Boll. Soc. Geol. It.*, 93 (2), 181-214, Roma.
- SPROVIERI R. (1975) - Il limite Messiniano-Pliocene nella Sicilia centro-meridionale. *Boll. Soc. Geol. It.*, 94 (1-2), 51-91, Roma.
- STAINFORTH R.M., LAMB J.L., LUTERBACHER H., BEARD J.H., JEFFORDS R.M. (1975) - Cenozoic planktonic foraminiferal zonation and characteristics of index forms. *Univ. Kansas Paleont. Contr.*, Art. 62, 167 p., Lawrence.
- STRADNER H. (1973) - Calcareous nannofossils of the Capodarso and Pasquasia sections and their stratigraphic significance. In: CITA M.B., STRADNER H., CIARANFI N.: Studi sul Pliocene e sugli strati di passaggio dal Miocene al Pliocene. III. Biostratigraphical investigations on the Messinian stratotype and on the overlying « Trubi » Formation. *Riv. Ital. Paleont.*, 79 (3), 393-446, Milano.

(ms. pres. il 22 novembre 1976; ult. bozze il 20 dicembre 1976).