

A late quaternary stratigraphic type-sequence in the Northern Nile Delta

M.P. BERNASCONI*, I. Di GERONIMO**, N. PUGLIESE*** and D.J. STANLEY****

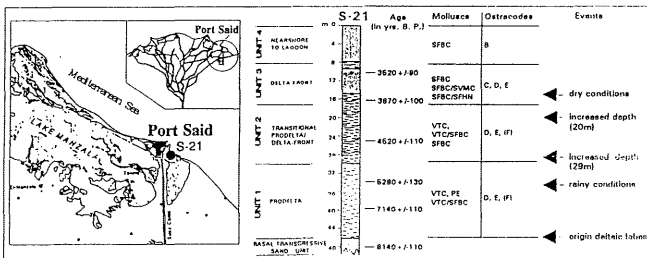
*Dipartimento di Scienze della Terra, Università della Calabria, COSENZA (Italy)
 **Istituto Politecnico di Oceanologia e Paleocologia, Università di CATANIA (Italy)
 ***Istituto di Geologia e Paleontologia, Università di TRIESTE (Italy)
 ****Mediterranean Basin Program, N.M.N.H., Smithsonian Institution, WASHINGTON D.C. (USA)

Introduction and purpose. The Nile Delta Project is a multi-disciplinary research program initiated at the Smithsonian's National Museum of Natural History in 1985. Its goal is the interpretation of geological and environmental changes which have affected the Nile Delta in Egypt over time (STANLEY, 1990). This can best be achieved by means of analysis of continuous subsurface core sections. Consequently, 87 borings have been recovered across the northern Delta during five expeditions, from 1985 to 1990. These borings range in length from 15 to 60 m., and comprise stratigraphic sections dated from about 35,000 years to the present. Special attention is being paid to the evolution of the northern Nile Delta during the past 10,000 years. In their focus on the northeastern Delta, BERNASCONI *et al.*, (1991) and PUGLIESE and STANLEY (1991) have selected boring S-21 as the most representative and complete stratigraphic sequence, displaying an entire progradational series from about 8,000-7,500 years B.P. to the present. This Holocene deltaic sequence is separated from underlying late Pleistocene sands by an unconformity; these sediments have been petrologically analyzed. From core-bottom to core-top, PUGLIESE and STANLEY (1991) recognize a progradational sequence which consists of prodelta (46-30 m), transitional prodelta/delta-front (30-17 m), delta-front (17-8 m), shallow nearshore bars, coastal ridges, and lagoon (8 m-core top) facies.

Fauna. Most mollusc and ostracode species recovered and identified in boring S-21 live in modern Mediterranean deltaic-related settings. Taking this into consideration, one can apply modern environmental data to the study of this deltaic sequence. Molluscs are clustered by BERNASCONI *et al.*, (1991) in different fossil communities, comparable to several modern Mediterranean biocoenoses and/or ecotones (*sensu* PERES and PICARD, 1964). Of note, two major paleobiocoenoses are recognized, i.e. VTC (Terrigenous Mud Biocoenosis) and SFBC (Fine Well Sorted Sands Biocoenosis). Several subordinate fossil communities are also present: PE (Heterogeneous Community), and transitional VTC/SFBC, SFBC/SVMC (Superficial Muddy Sand in Sheltered Areas Biocoenosis), and SFBC/SFHN (Superficial Fine Sand Biocoenosis). PUGLIESE and STANLEY (1991) highlighted 6 (A-F) groups of ostracode species as markers of well-defined deltaic settings. Group A corresponds to fresh-water species; Group B to brackish-water species; Group C to marine nearshore (normally with vegetation) species; Group D to marine nearshore without vegetated meadow species; Group E to marine nearshore with vegetated meadow/open marine, with or without vegetated meadow species; Group F to open marine species. Group A is represented by displaced specimens only. Another Group (M-miscellaneous) is represented only by allochthonous marine and brackish water juveniles.

Interpretation and conclusions. On the basis of the above letter-coded fauna and their related settings, four units have been identified in boring S-21, from bottom to top :
 - Unit 1 (46-30 m), silty clays with VTC, PE, VTC/SFBC mollusc communities and ostracodes of groups D, E, and, subordinately, F characterize prodelta settings;
 - Unit 2 (30-17 m), clayey silts with the same above ostracode fauna and VTC, VTC/SFBC and SFBC molluscs indicate transitional prodelta/delta-front settings;
 - Unit 3 (17-8 m), sands and interbedded clayey silts with ostracodes of groups C, D and E, and SFBC mollusc community denote delta-front facies;
 - Unit 4 (8 m to core-top), sands with very rare mollusc SFBC communities and ostracodes of Group B, sometimes with displaced juveniles of marine species, indicate nearshore to lagoon settings.

Environmental interpretation of the units 1 and 2 is based mainly on petrological data, since the fossil assemblages are quite similar in both units. However, two observations can be made on the basis of fossils : 1) ostracodes of Group F associated with the VTC molluscan biocoenosis at core depths of 29 and 20 m indicate episodes of increased depth during this period; 2) the exclusive presence of ostracodes of Group E in some core intervals indicates vegetated seafloors. In Unit 3, at about 13 m core depth, the combined presence of C, D, E ostracodes, and SFBC mollusc paleocommunity indicate clayey silty vegetated seafloors of proximal delta-front. Overlying sands with SFBC and SFBC/SFHN mollusc communities and only allochthonous juvenile valves of ostracodes characterize seafloors close to a river mouth. In Unit 4, lagoonal settings are easily recognizable at the core-top by the exclusive presence of the ostracode species *Cyprideis torosa* (Group B), which can also tolerate extreme evaporitic conditions. A sebhka environment is also suggested by the presence of gypsum/halyte. Besides serving to refine the environmental evolution, paleontological data shed light on geological/environmental and climatic events : since their origin (8,000-7,500 years B.P.) the deltaic lobes (probably of the Pelusiac branch of the Nile) display a constant coarsening-upward trend. Within the prodelta system, the progradational trend is interrupted twice, as indicated by the presence of VTC molluscs an F ostracodes. These forms could record two episodes of increased water depth. The first one (at about 29m) may correlate with the sea-implosion occurring at about 5,000 years B.P. (SUMMERHAYES *et al.*, 1978; COUTELLIER and STANLEY, 1987). - Climatic changes may also be recorded by ostracodes. Extensive continental run-off probably occurred about 5,700-5,500 years B.P., as suggested by frequent findings of displaced fresh and brackish-water ostracodes in marine assemblages. This may be related to increased rainy conditions. About 4,000 years B.P., an ostracode species *Sylvestra* sp. 1 disappeared. This taxon belongs to a genus which lives in the Red Sea but is presently absent in the modern Mediterranean Sea. This disappearance corresponds to a climatic change from wet to dry conditions as documented by ADAMSON *et al.*, (1980).



REFERENCES

ADAMSON D.A., CASSE F., STREET F.A. & WILLIAMS M. A.J., 1980.- Late Quaternary history of the Nile. *Nature*, 288 : 50-55.
 BERNASCONI M.P., STANLEY D.J. & DI GERONIMO I., 1991.- Molluscan faunas and paleobathymetry of holocene sequences in the northeastern Nile delta, Egypt. *Mar. Geol.*, 99 : 29-43.
 COUTELLIER V. & STANLEY D.J., 1987.- Late Quaternary stratigraphy and paleogeography of the eastern Nile delta. *Egypt. Mar. Geol.*, 77 : 257-275.
 PERES J.M. & PICARD J., 1964.- Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume, Marseille*, 31 (47) : 1-137.
 PUGLIESE N. & STANLEY D.J., 1991.- Ostracoda, depositional environments and late Quaternary evolution of eastern Nile delta, Egypt. *Il Quaternario*, 4 (2) : 275-302.
 STANLEY D. J., 1990.- Recent subsidence and northeast tilting of the Nile delta, Egypt. *Mar. Geol.*, 94 : 147-154.
 SUMMERHAYES C.P., SESTINI G., MISDORP R. & MARKS N., 1978.- Nile delta : Nature and evolution of continental shelf sediments. *Mar. Geol.*, 27 : 43-65.

Importance des rides littorales sableuses dans les systèmes dynamiques côtiers

Jean Joseph BLANC

Observatoire des Sciences de l'Univers, Faculté des Sciences de Marseille-Luminy MARSEILLE (France)

L'analyse des rides littorales et cardons festonnés, pour le secteur compris entre le Grau-du-Roi et Fréjus, souligne l'importance de ces corps sédimentaires vis à vis de l'évolution des rivages ainsi que des modalités concernant les flux sédimentaires.

Or ces constructions (longshore bars, crescentic bars) bordent, en nombre variable, des littoraux à régimes divers : sédimentation active, état d'équilibre relatif ou érosion forte ou modérée.

Origines

Les rides sont localisées aux zones de déferlements à "haute énergie", très exposées aux vents et ondes incidentes. Elles correspondent fréquemment à des nodales d'interférences pour des oscillations à fréquences variables, d'où leur structure périodique.

Dynamique

Cette dernière est induite par l'extension des zones de déferlement vers le large, par gros temps, en fonction des houles significatives (H 1/3 sup.) et du tracé des longshore-currents. Plusieurs types de forces peuvent être identifiés :

- ondes à hautes fréquences, à spectre complexe : vagues obliques et déferlantes dépendant d'impacts météorologiques et de fronts aux golfes de Gènes et du Lion. En sites exposés, on relève des "pics" de fréquences liés aux distances de fetch et aux fluctuations des vents dominants (vitesses et azimuts). D'où l'origine probable des micro-cycles observés à la zone du swash.

Dans ce cadre, interviennent la présence d'obstacles, les résonances et réflexions, les déplacements de la "zone neutre". La formation de beach-cusps et l'établissement du système des rides internes (1 ère et 2 ème rides) en seraient les conséquences.

- ondes à basses fréquences : spectre des tempêtes exceptionnelles, annuelles ou pluriannuelles ("infragravity edge waves") accompagnées de submersions temporaires, sinuosités à grande échelle du rivage sableux et système des rides et mégarides externes (λ comprises entre 400 et 1800 m).

Pour le cas des littoraux considérés, à régime microtidal, les systèmes de rides sont interrompus par le fonctionnement de courants sagittaux dont le nombre peut s'accroître avec le temps sur un rivage menacé (Camargue).

Les structures altérées peuvent être reconstruites, modifiées par la coalescence de corps sédimentaires sigmoïdaux. La perte en sédiment peut être compensée par l'apparition de nodales nouvelles, adaptées au profil et se relayant au large. La disparition ou l'amaigrissement prolongé des "long-shore bars" peut aboutir à des situations dangereuses.

On peut déceler certaines corrélations entre les variables étudiées : les régressions multiples, l'analyse des variables "pas à pas" mettent en évidence trois faits :

1. originalité du système propre aux rides les plus externes corrélées aux ondes longues des tempêtes (flux à basses fréquences),
2. tendance vers des états relativement stables lorsque se développent des systèmes à 4, 5, 6 nodales, en des sites où l'on observe des flux convergents et des boucles de courants (golfe de Beauduc),
3. situations dangereuses lors des fortes surélévations du niveau avec une augmentation du nombre de chenaux de "rip-currents", la modification ou la destruction des rides internes.

Les facteurs confirmés par l'analyse factorielle (données codées, centrées-réduites) permettent de dégager les influences suivantes :

- 1 : ondes à basses fréquences : sinuosités à grande échelle au littoral et aux corps sableux externes (mégarides),
 - 2 : taux de sédimentation obtenus par l'examen de profils de références,
 - 3 : déficits sédimentaires aggravés par la dispersion au large (ondes obliques à forte cambrure, courants sagittaux)
- L'analyse hiérarchique, basée sur les distances du X 2, permet une discrimination des sites exposés et une classification automatique des profils à rides littorales. On distingue :
- 1 : profils stables, à taux de sédimentation faible. Les seules érosions temporaires sont dues à des impacts météorologiques,
 - 2 : zones en voie de colmatage. La sédimentation active y est induite par la présence de nodales multiples et de flux convergents,
 - 3 : rivages menacés et secteurs à submersion temporaire : chenaux de "rip-currents" en réseau dense, surélévations fortes et brèves, système de rides modifié ou érodé.

Le problème est actuellement accru par une actuelle remontée du niveau de la mer aux taux moyen de 1,3 mm/an, très sensible à court terme sur les littoraux très bas.

Les rides littorales et les cordons festonnés s'intègrent dans un système dynamique complexe où les évolutions des flux et des stocks conduisent à des états diversifiés, conséquences du bilan sédimentaire global déficitaire des plages et de l'action des micro-climats locaux.