

The Nile delta, Egypt, is the focus of an international and multi-disciplinary (petrography, faunal and floral analyses, geochemistry, neotectonics, archaeology) investigation, initiated at the Smithsonian Institution in 1985. This major long-term program involves 25 specialists in 13 organizations in North America, Egypt, and Europe. Of specific interest are models of the paleogeographic evolution of this large depositor through time. The study considers the interplay of major natural and anthropogenic factors controlling sedimentation on the basis of extensive petrological, geochemical and biogenic analyses of more than 2500 samples in nearly 100 cores. This investigation, evaluating the past 30,000 years of Nile delta evolution, enables us to define facies development during a near-complete cycle of high-low-high sealevel stands. Most borings (length to 60 m) are radiocarbon dated, and it is of special interest to archaeologists that the delta, as we know it today, began to form about 7500-7000 years ago.

The northern delta plain has been subsiding (from 0.04 to 0.50 cm/yr), and also has tilted seaward toward the northeast during this period. Sediments have accumulated at long-term averaged rates of 0.1 to 0.5 cm/year, from West to East. Marked variations in temporal and lateral lithofacies distributions and sequence thicknesses are, in part, a direct consequence of asymmetric structural lowering of the delta plain surface during the period of rapid sediment accumulation. In addition to (1) neotectonics and (2) eustatic sealevel rise (about 15 m during the past 7500 years), other factors have affected deposition: (3) a change from humid (starting about 12,500 years ago) to arid (about 5000-4000 years ago) climate which altered sediment input to the delta from East African and Ethiopian source areas and increased the development of sebkhas, and (4) strong easterly-directed longshore currents that have eroded sectors of the coast and developed extensive coastal sand ridges and dunes. Classic deltaic coarsening-upward sediment sequences consisting of open marine prodelta to coastal facies are restricted to the northeastern delta; this is largely a response to accelerated subsidence in this region. In contrast, sediment sections are reduced in thickness and comprise lithologically more irregular successions of delta plain deposits (distributary channel, marsh, lagoon) over most of the tectonically more stable north-central and northwestern sectors of the delta.

Both natural factors, such as the burial of the delta plain by rapid sedimentation and submergence resulting from tectonic subsidence and encroachment of the sea, and man's activities, such as reclamation of lagoons for agricultural purposes, are rapidly changing the configuration of the Nile delta. Our database suggests that the sea will encroach landward by as much as 30 km on the northeastern delta plain by the year 2100. Ongoing research is focusing on loss of lagoons, expansion of coastal dunes and pollution. These three aspects, plus the landward migration of saline groundwater, are of serious concern in view of Egypt's rapidly increasing population, now believed to be 55 million and increasing at a rate of 1 million every nine months.

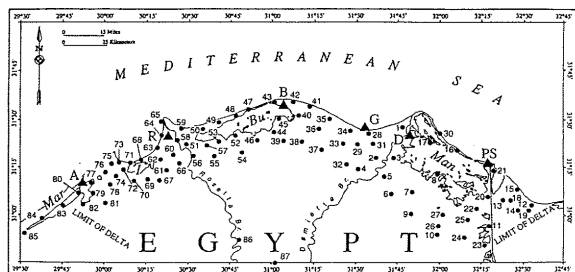


Fig. 1. Map of the northern Nile Delta, Egypt, showing the four modern lagoons: Man=Manzala; Bu=Burullus; I=Idku; and Mar=Maryut. Dots denote the position of 87 long cores collected during 5 expeditions (1985-1990). Cities and towns include: PS=Port-Said, at the northern end of the Suez Canal; D=Damietta, along the Damietta branch of the Nile; B=Baltim resort, at northeastern end of Burullus lagoon; R=Rosetta, just south of the Rosetta Promontory of the Nile; and A=Alexandria, along the northern margin of Maryut lagoon. Short cores and surficial samples will be collected in Maryut and Burullus lagoons in spring 1992, and in Burullus and Manzala lagoons in 1993.

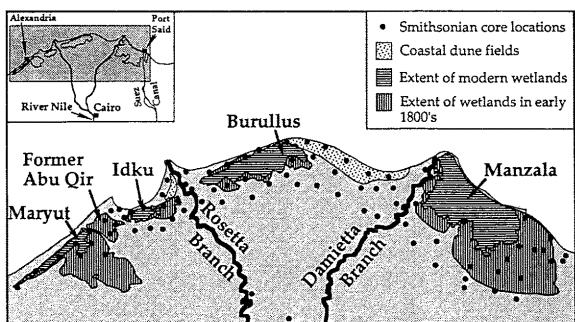


Fig. 2. Map showing the approximate extent of lagoon and associated marsh loss (> 50%) since the early 1800s of the four modern lagoons and the disappearance of Abu Qir lagoon. Also noted are the extensive coastal sand dune fields that have buried former large lagoons in the region between Burullus and Manzala lagoons during the past 2900 years (modified after STANLEY, WARNE et al., 1992).

Les conditions de formation du delta du Nestos (Grèce du Nord) (1), (2) et de celui du Mornos (Grèce centrale) (3) sont exprimées à la fois par des caractères communs et des caractères différents. A partir de ces identités ou différences et de leur analyse, nous avons essayé de contribuer à l'étude des deltas de type Rhône, selon la classification proposée (4), dont la formation est surtout influencée par le régime fluvial (apports détritiques) et l'action de la houle, l'action de la marée étant insignifiante.

Les deux deltas reçoivent les apports détritiques des bassins versants des fleuves et des massifs de bordures dont le réseau hydrographique est dirigé vers le delta sans transiter par le fleuve. Ils reçoivent aussi un certain volume d'apports détritiques provenant des bassins voisins par des fenêtres hydrologiques. Les fleuves sont aménagés tant dans la plaine deltaïque (digues), que dans leurs cours amont (barrages). Tout ceci modifie la distribution granulométrique des sédiments transportés, dont la propagation est influencée par l'existence des élévations du socle mésozoïque dans le domaine marin en face des deltas. La différence essentielle entre les deux deltas concerne leur superficie (Nestos 400 km², Mornos 25 km²). Cet "effet d'échelle" entraîne quelques particularités pour chaque delta, mais, les apports détritiques du Mornos ne sont pas inférieurs aux apports du Nestos. Ceci est vérifié par la pente du talus du delta, qui est brusquement incliné par une suite d'une tectonique de failles normales successives. Cette tectonique provoque des glissements sous-marins qui déforment et éliminent les accumulations détritiques au niveau du prodelta.

Les apports détritiques énormes du Mornos ont fait que ce petit delta présente une isohypse maximale de la proéminence deltaïque de 15 m, tandis que celle du grand delta du Nestos n'est que de 12 m. Les indices quantitatifs du régime des apports détritiques sont exprimés par les valeurs de l'"intégrale hypsométrique sous-marine" - IH, qui exprime, entre autres, la relation entre le volume des matériaux apportés et la capacité de la houle à les distribuer (5). Le traitement des données figure au tableau 1. Les valeurs plus élevées que 0,50 (convexité) correspondent à des apports détritiques volumineux tels, que l'action de la houle ne peut pas les distribuer entièrement. Pour le delta du Nestos, cette analyse coïncide avec les cartes bathymétriques et avec les résultats des forages exécutés dans le delta. Pour le delta du Mornos, sans orientation privilégiée des lits du fleuve, l'analyse morphométrique laisserait prévoir également une convexité, alors que l'analyse morphométrique laisserait prévoir une concavité du talus sous-marin et du prodelta, qui est en fait confirmée par les cartes bathymétriques. Cette divergence est due à la forte pente originelle du talus et aux glissements successifs, donc la concavité est d'origine secondaire (épigénique). Les caractères communs aux deux deltas et la nature secondaire de la concavité du delta du Mornos peuvent être mis en évidence à l'aide de l'index "B", indice de distribution des sédiments dans la proéminence deltaïque (5). Les valeurs de "B" figurent au tableau 1.

La destruction continue du delta du Mornos est le facteur principal à l'origine des faibles valeurs de B, concernant ce delta. Si l'on ne tenait pas compte de cette particularité, on pourrait conclure que ces valeurs résultent d'un "effet d'échelle", alors que ce sont des valeurs non représentatives. L'orientation principale des apports détritiques et l'effet fictif d'échelle sont prouvés par la forme des côtes des deux deltas. Pour le delta du Nestos, les côtes occidentales sont caractérisées par un système de barrières typiques. Sur les côtes centrales, on ne trouve qu'une grande barrière, tandis que, sur les côtes orientales, il n'y a pas de barrière. Pour le delta du Mornos, quelques traces d'une tendance à la formation de barrières sur les côtes occidentales pourraient être liées à l'aménagement du fleuve dans cette région.

Delta	IH			B		
	occ.	centr.	orient.	occ.	orient.	B
Nestos	0,72 (conv.)	0,61 (conc.)	0,37 (conc.)	0,380	0,300	0,340
Mornos	0,95 (conv.)	—	0,75 (conv.)	0,095	0,070	0,083

Les résultats obtenus par l'IH confirment les résultats provenant de l'apparition des barrières. Pour le delta du Nestos, la convexité concerne les côtes occidentales et centrales, tandis que la concavité de la partie est indique l'absence des lits actuels principaux du fleuve, dans cette région, au moins pour le stade final de l'évolution du delta. Pour le delta du Mornos, la dominance absolue de la convexité indique l'absence d'orientations privilégiées des lits du fleuve dans le delta. Par contre, elle indique une diffusion des sédiments dans la plaine deltaïque et le long des côtes. La concavité secondaire de ce delta est épigénique come on l'a vu plus haut. On aboutit aux mêmes résultats en considérant les valeurs de l'index "B" (indice de distribution des sédiments dans le domaine de la proéminence deltaïque). Pour le delta du Nestos la valeur de B, concernant les côtes orientales est plus élevée que celles concernant les côtes occidentales. Ceci indique l'orientation des sédiments surtout vers l'Ouest et la liaison de cette orientation avec les formes des nappes aquifères est, alors, évidente. En ce qui concerne les nappes aquifères, leur forme est directement liée à la localisation des lits au cours de l'évolution du delta et à leur communication. Ce schéma a été vérifié par les forages d'eau. Ces forages fournissent les données lithologiques qui soulignent le résultat essentiel de cette étude comparative. Les deltas de type Rhône maintiennent leurs caractères sédimentologiques initiaux, malgré la différence à l'échelle et malgré les événements épigéniques qui modifient leur configuration superficielle.

REFERENCES

STOURNARAS G., 1984. - Evolution et comportement d'un système aquifère hétérogène. Géologie et hydrogéologie du delta du Nestos (Grèce) et des ses bordures. Thèse Univ. Grenoble 1.
 STOURNARAS G. et MARCOPOULOU-DIACANTONI A., 1985. - Les plio-pléistocène dépôts deltaïques du Nestos et leur signification sédimentologique et paléogéologique. XXIX Congr. and Plenary Ass. Mar. Geol. Geoph. Comm. (CIESM), Lucerne, Rapp. Proc. Verb. des Réunions, 29, fac. 2, p. 175-182.
 STOURNARAS G., 1990. - Etude géomorphologique et morphométrique du delta du Mornos (Grèce centrale). Possibilités de prévision du régime hydrogéologique. Ann. Sc. Univ. Franche Comté, Géol. 4ème série, fasc. 10, p. 59 - 67, Besançon.
 GALLOWAY W.E., 1975. - Process framework for describing the morphologic and stratigraphic evolution of deltaic depositional systems, Deltas, 87 - 98 Houston Geol. Soc., éd. M.L. Broussard.
 WRIGHT L.D. and COLEMAN J.M., 1977. - Sediment transport and deposition of river mouths. A synthesis. Bull. Geol. Soc. Am. v. 88, p. 857-868.