

Ridge and swale morphology on the North Adriatic epicontinental shelf

A. CORREGGIARI*, M. E. FIELD**, G. BORTOLUZZI*, M. LIGI* and D. PENITENTI*

*Istituto per la Geologia Marina CNR, BOLOGNA (Italy)
**US Geological Survey, MENLO PARK, CA (USA)

Mer Rouge et mer d'Alboran : Etude morpho-structurale comparée

Alain COUTELLE, Kiram Eddine LEZZAR

URA 1278, Département des Sciences de la Terre, UBO - BREST (France)

The Adriatic sea is an elongate and narrow (800x200 km) epicontinental basin. The basin is characterized by a wide gently sloping shelf to the north, the Meso-Adriatic Depression below the shelf-break (140m), and a more complex area to the south. Sediment ridges are well known from the north Adriatic shelf through the studies of BRAMBATI & VENZO 1967; COLANTONI *et al.* 1979, 1991; CAVALERI & STEFANON 1980.

During the late Quaternary lowstand of sea level, subaerial erosion and alluvial deposition dominated the north Adriatic shallow shelf and deposition of a coastal lowstand wedge occurred on the northern shelf edge of the Meso-Adriatic Depression. These coastal and fluvial surfaces were drowned and reworked by marine processes during the most recent (post 18ky) eustatic rise of sea level. Barrier island complexes and delta front bars formed during the transgression and present highstand have a patchy distribution reflecting shift in sediment sources. This study examines a small field of ridges previously examined by COLANTONI *et al.* (1979).

The data base comprises approximately 480 km of 3.5 kHz high resolution seismic reflection profiles and 250 km of UNIBOOM profiles collected in 180 km² during 1990 and 1991 cruises by IGM-CNR. Navigation was based on GPS integrated with hyperbolic LORAN C. Absolute positioning errors are less than 50 m.

The rhythmic ridge swale morphology of the shelf area lying 20 km SE of Venice is best identified through a detailed bathymetric map contoured at 1m intervals (fig. 1). The spacing between the ridges varies from 300 to 900m; their height varies from 1 to 4.5 m. Ridges crests have NW-SE (320°) orientation. The ridges are relatively wide and clearly asymmetric with the steep side facing SW and with slopes of 0.4° to 4.2°. Fifteen samples from two troughs and one crest show the grain size to vary from fine to medium sand. The crest population is moderately well-sorted, while the trough population is poorly sorted.

The main ridge field rests on a sediment mound that parallels the regional bathymetric contour and is bounded landward by an elongated trough. Most of the subbottom reflectors identified in the 3.5 kHz records are sufficiently persistent and nearly horizontal; others dip gently to the south. The shallowest one lies just beneath the ridges and is exposed in some of the troughs and may be related to the peat horizon found at 80 cm below the surface in a trough.

Possible interpretation for the ridges formation include origin as: erosional remnants of subaerial dunes or depositional bodies formed in a submarine setting. The latter interpretation appears more supportable from our data. Based on a ratio of subaerial dune high to width of 1:15, the ridges, as they exist today, would have to have been 24m high as subaerial dune. For them to be reformed to their present shape would have required extensive erosion. The lack of evidence of such erosion, including an absence of eroded sand and a consistent crest height, argue against such an origin.

More likely, the ridges formed by submarine processes. The ridges are strikingly similar in length, shape, and crest height and have consistent orientation and consistent asymmetry to the southwest. The depth-average velocity required to produce sand waves of this type is about 40 to 80 cm/sec (from RUBIN & McCULLOCH, 1980) and such a peak could be reached during exceptional storms or by high tides combined storm surge (MOSETTI, 1985) in the north Adriatic sea. Unfortunately little data on currents are available in the study area. The sediment composing the ridges was probably derived from a relict body (delta lobe, littoral bar) as it was reworked in the first stage of the transgression. The marine origin of the sediment is also attested to by the presence of shell fragments and marine foraminifera.

The next step to a better knowledge of the origin of these bottom features is a regional detailed bathymetric map followed by long cores sampling and bottom current measurements, in order to understand the relationship with other bottom features and the erosional processes related to the subbottom main surfaces.

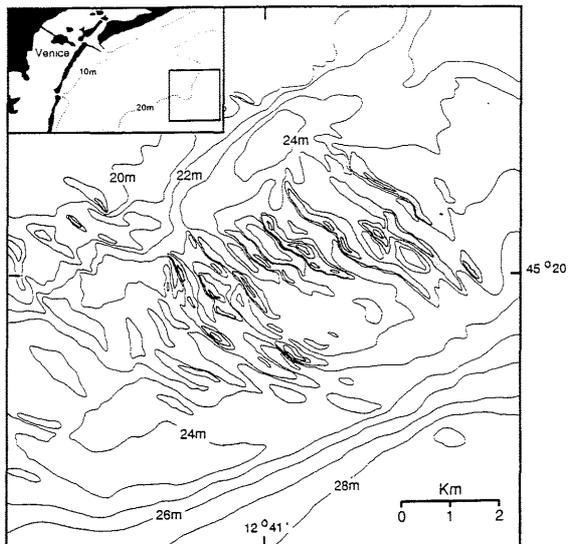


Fig. 1 - Bathymetric map contoured at 1m intervals. The dotted area points out the ridge morphology.

REFERENCES

- BRAMBATI A. AND VENZO G. A., 1967. - Recent sedimentation in Northern Adriatic sea between Venice and Trieste. *Studi Trent. Scienc. Nat., Sez. A44*, 1, pp. 202-274.
CAVALERI L. AND STEFANON A. 1980. - Bottom features due to extreme meteorological events in the northern Adriatic Sea. *Marine Geology*, 79 pp. 159-170.
COLANTONI P., GALLINIANI P. and LENAZ R., 1979. - Late pleistocene and Holocene evolution of the North Adriatic continental shelf. *Mar. Geol.* 33: M41-M50.
COLANTONI P., PRETI M., VILLANI B., 1990. - Sistema deposizionale e linea di riva olocenica sommersi in Adriatico al largo di Ravenna. Vol. 52, n.1, pp. 1-18.
MOSETTI F., 1985. - Problemi di previsione dell'acqua alta nell' Adriatico Settentrionale. *Boll. Ocean Teor. Appl.* Vol III, n. 4, pp. 263-282.
RUBIN D.M. AND HUNTER R.E., 1982. - Bedforms climbing in theory and nature. *Sedimentology* 29, pp. 121-138.
RUBIN D. M. AND McCULLOCH D. S. 1980. - Single and superimposed bedforms : a synthesis of San Francisco Bay and Hume observation. *Sedim. Geol.* 25, pp. 169-188.

L'analyse morpho-structurale du segment nord de la mer Rouge met en évidence un certain nombre de particularités qui conduisent à admettre que, dans les premiers stades de l'ouverture d'un océan, l'évolution tectonique superficielle ne reflète pas directement le processus profond responsable de l'amincissement de la croûte continentale.

Ceci n'apparaît pas à première vue. Si l'on examine, du N au S, l'aspect général de la mer Rouge en partant de sa terminaison septentrionale en arc, jusqu'au parallèle 17° N, on constate une remarquable correspondance entre les deux rives de la Mer. Aux creux de la rive Est répondent les bosses de la rive Ouest et inversement, ceci presque perpendiculairement à l'allongement général de la Mer. Au S du 17° N, la comparaison, rive à rive, ne peut être poursuivie que si l'on fait abstraction du "triangle des Afar", région déprimée comprise entre - la côte, - le méridien des Iles Dahlac, de ces îles à l'entrée du Rift -Est-africain, et - une ligne qui de ce point, court au pied du Harar, jusqu'au port de Bulhar. Sous cette condition, à l'angle saillant de la côte yéménite correspond l'angle rentrant "éthiopien" du triangle.

C'est cette disposition de l'ensemble Mer Rouge-Golfe d'Aden qui a conduit à la position extrême de certains auteurs pour qui la mer Rouge, le triangle des Afar et le golfe d'Aden sont un domaine essentiellement océanique. Pour reconstituer l'état antérieur, il conviendrait dans ce cas, de rapprocher, côte contre côte, l'Afrique et l'Arabie.

Compte tenu de ces apparences, on pourrait s'attendre à ce que la structure de détail du segment de mer, situé au N du 17° N, présente la même régularité que la disposition d'ensemble. Ce n'est pas le cas, comme cela a été montré dans des publications antérieures (v. notamment COUTELLE, PAUTOT, GUENNOG, 1991). Dans ce segment, par exemple, la vallée "axiale" ne suit pas l'axe de la mer. C'est ainsi que dans sa partie la plus profonde, au niveau de la fosse Mababihis, elle est beaucoup plus proche de la côte arabe que de la côte africaine. A partir de ce point, d'ailleurs, elle se dirige en oblique vers le Golfe de Suez qui en est le prolongement naturel au sein du continent africain.

Remarquons qu'ainsi, "l'orthodoxie dynamique" du dispositif d'ensemble est fortement altérée. La vallée axiale, en effet, aurait dû s'arrêter ou se prolonger dans le Golfe d'Akaba puisque celui-ci est le lieu de passage de la Faille du Levant, qui joue, ici, le rôle d'une faille transformante. Dans le même ordre d'idées, on notera que la direction -N12- de cette faille, devrait logiquement, être aussi celle du mouvement de refermement bord à bord de la mer. En fait, cet assemblage se fait selon des directions orientées au N47.

Il apparaît donc bien que, le creusement du bassin marin, la cinématique de l'écartement Afrique-Arabie et la structuration de détail sont des processus assez largement indépendants.

Dans un contexte tectonique différent, puisque généralement compressif, la mer d'Alboran montre une morphologie semblable. Bien qu'il n'y ait pas ici l'équivalent d'une vallée axiale, le moindre remplissage sédimentaire autorise une lecture linéaire du fond marin qui aboutit à une conclusion identique : les structures développées sont le reflet de l'héritage continental, au sein duquel il est même possible de séparer l'héritage ibérique de l'héritage maghrébin. Le détroit de Gibraltar correspond aux Golfs de Suez et d'Akaba, puisqu'il est à la fois le lieu de passage d'un accident majeur (la Faille Açores-Gibraltar) et qu'il est dans le prolongement de la dépression centrale de la Mer, sans, d'ailleurs, être dans son axe. La découpe des côtes et des reliefs qui les longent, du méridien 2°E jusqu'à Gibraltar - à part l'encoche volcanique de Melilla - montre, là encore, une remarquable correspondance transversale des saillants et des rentrants des rives opposées ainsi qu'une évidente terminaison en arc de cercle ("l'Arc de Gibraltar").

L'indépendance relative entre le processus créateur d'espace marin et la structure locale est ici, spectaculairement illustré par la grande discordance des limites de la mer par rapport à celles de la chaîne alpine.

L'étude morpho-structurale comparée de la mer Rouge et de la mer d'Alboran, montre que dans des contextes dynamiques différents, l'action des processus d'océanisation réalise des morphologies très semblables. Tout se passe comme si l'on avait affaire à une océanisation s'exerçant à partir d'un point glissant sur une trajectoire légèrement sinuose et dont l'action s'étendrait dans un rayon de l'ordre de la centaine de kilomètres. L'arrêt (provisoire ? définitif ?) de cette transformation se marque par la terminaison arrondie des deux mers. Le comportement du socle continental soumis à amincissement, apparaît relativement passif. Il semble n'induire que des retouches de détail dans une morphogénèse dont le déterminisme semble venir des profondeurs.

On peut envisager que l'amincissement crustal est réel et qu'il correspond à une érosion sous-crustale du continent ou qu'il est partiellement apparent et qu'il résulte d'une imprégnation mantellique ascendante. Quelqu'en soit la manière, l'assimilation peut être complète et aboutir à la formation d'un fond océanique qui, dans ce cas, ne résulterait pas, exclusivement, de l'écartement de deux plaques et du fonctionnement d'une zone d'accrétion.

L'examen des cartes géologiques des pays riverains de la Méditerranée, montre divers exemples de mers pouvant résulter de l'action de tels processus d'océanisation *in-situ*, tels le Golfe de Valence, le Golfe du Lion, le Golfe Ligurie, la mer Tyrrhénienne, la mer noire, voire la mer Caspienne.

REFERENCES

- COUTELLE A., PAUTOT G. et GUENNOG G., 1991. - The structural setting of the Red Sea axial valley and deeps : implication for crustal thinning processes. *Tectonophysics*, vol. 198, p. 395-409.