

RELATION ENTRE NIVEAUX MARINS ET MORPHOLOGIE SOUS-MARINE DANS LA ZONE ORIENTALE DE LA BAIE DE BOU-ISMAIL ET LA BAIE D'EL DJEMILA (OUEST ALGÉROIS).

Lazreg BENSLAMA* et Mohamed NAAK*

RÉSUMÉ

De nombreux travaux ont été consacrés aux oscillations du niveau marin au cours des 30 derniers millénaires en Méditerranée et sur les côtes atlantiques (Monaco et *al.*, 1983; Labeyrie et *al.*, 1976; Aloïsi et *al.*, 1978; Duplessy et *al.*, 1986; Aloïsi, 1986; Fairbanks, 1989).

Entre 27 000 et 18 000 ans B.P., le niveau des océans baisse d'environ -50 mètres à -120 mètres. De 18 000 à 12 000 ans B.P., la fonte des calottes glaciaires se traduit par une remontée très rapide qui se poursuit jusque vers 7 000 ans B.P. Les océans auraient atteint un niveau très proche du zéro actuel dès 6 000 ans B.P. et oscille de part et d'autre de ce niveau avec une amplitude ne dépassant pas quelques mètres.

Dans le Golfe du Lion, de nombreux témoins reliques de fonds infralittoraux d'âge pléistocène à holocène ont été observés, affleurant ou enfouis sous le recouvrement meuble post-glaciaire à des profondeurs comprises entre -120 et -30 m.

Le remplissage terrigène fin s'est réalisé en plusieurs étapes liées à des stationnements de la ligne de rivage sous la forme de prismes sédimentaires progradants (Aloïsi et *al.*, 1978; Aloïsi, 1986).

Les profils bathymétriques réalisés dans la baie de Bou-Ismaïl révèlent un substrat très accidenté et jalonné de pointements rocheux de 1,5 à 3 m d'amplitude. Ces affleurements rocheux sont mis en évidence entre 25 et 30 mètres, de 45 à 60 m et de 70 à 80 m sur l'ensemble des profils.

Ces irrégularités constatées sur les profils bathymétriques témoignent de l'existence d'un substratum rocheux, parfois à l'affleurement, souvent enfouis sous une faible épaisseur de sédiments épousant cette morphologie en surface. Cette topographie représente un paléo-relief hérité de la variation du niveau marin durant les derniers millénaires.

Mots-clés - Niveau marin - Morphologie sous-marine - Paléo-relief - Plateforme continentale - Bathymétrie.

* Laboratoire de Géo-Environnement / FSTGAT – USTHB, BP. 32, El Alia, Bab Ezzouar, Alger, Algérie.

E-mail : lazregb@yahoo.fr, lbslama@usthb.dz; naakmohamed@yahoo.fr

- Manuscrit déposé le 17 Juin 2009, accepté après révision le 12 Décembre 2011.

RELATIONSHIP BETWEEN SEA LEVEL AND SUBMARINE MORPHOLOGY IN THE EASTERN AREA OF BOU-ISMAIL AND EL DJEMILA BAY (WEST OF ALGIERS).

ABSTRACT

Many works were devoted to the oscillations of the marine level during the last 30 millennia in the Mediterranean and on the Atlantic coasts (Monaco and *al.*, 1983; Labeyrie and *al.*, 1976; Aloïsi and *al.*, 1978; Duplessy and *al.*, 1986; Aloïsi, 1986; Fairbanks, 1989).

Between 27 000 and 18 000 years B.P. (Before Present), the level of the oceans lowers with approximately -50 meters to -120 meters. From 18 000 to 12 000 years B.P., the melting of the icecaps is expressed with a very fast increase which continues until around 7 000 years B.P. The oceans would have reached a level very close to the current zero from 6 000 years B.P. and oscillates on both sides of this level with an amplitude not exceeding few meters. In the Gulf of Lions, many witnesses relics of Pleistocene to Holocene infralittoral floor were observed, outcropping or hidden under post glacial sandy covering with depths varying between -120 and -30 m.

The fine terrigenous filling was carried out in several stages related to parkings of the shoreline in the shape of sedimentary offlap beds prisms (Aloïsi and *al.*, 1978; Aloïsi, 1986).

The bathymetric profiles carried out in Bou-Ismaïl Bay reveal a very faulted and staked substratum of the rock outcropping from 1.5 to 3 meters of amplitude. These rocks outcroppings are highlighted between 25 and 30 meters, from 45 to 60 m and 70 to 80 m in the whole of the profiles.

These irregularities noted on the bathymetric profiles testify to the existence of a rock substratum, sometimes with the outcrop, often hidden under a low thickness of sediments. This topography represents a palaeorelief inherited from the variation of the marine level during the last millennia.

Keywords - Sea level - Submarine morphology - Palaeolandscape - Continental shelf - Bathymetry.

INTRODUCTION

De nombreux travaux ont été consacrés aux oscillations du niveau marin au cours des 30 derniers millénaires en Méditerranée et sur les côtes atlantiques (Monaco *et al.*, 1983; Labeyrie *et al.*, 1976; Aloïsi *et al.*, 1978; Duplessy *et al.*, 1986; Aloïsi, 1986; Fairbanks, 1989). Ces modifications du niveau des océans sont dues à de multiples causes. Les variations relatives du niveau de la mer par rapport aux continents sont donc la résultante de multiples facteurs; météorologiques, géodynamiques et climatiques. Elles in-

tègrent des variables indépendantes ou liées entre elles à différentes échelles de temps.

Plusieurs profils morphologiques sous-marins ont été relevés le long des côtes rocheuses méditerranéennes françaises (Collina-Girard, 1997; 1999), côtes adriatiques croates (Lagarès, 2007). Ces auteurs constatent, en effet, sur les profils relevés, des replats d'érosion ou des encoches, qui réapparaissent significativement aux mêmes profondeurs, avec une extension sur des domaines géographiques très vastes.

RELATION ENTRE NIVEAUX MARINS ET MORPHOLOGIE SOUS-MARINE DANS LA ZONE ORIENTALE
DE LA BAIE DE BOU ISMAIL ET LA BAIE D'EL DJEMILA (OUEST ALGÉROIS).

Ces observations suggèrent des périodes de ralentissement général dans la montée holocène de l'océan et des mers du globe, en précisant certains modèles actuels basés sur des corrélations d'ordre simple et des vitesses de remontées moyennées sur des milliers d'années.

Le but de ce travail est de comparer ces résultats à ceux obtenus dans la côte ouest algéroise dans une zone comprise entre Bou Ismail et Aïn Benian.

SITUATION GÉOGRAPHIQUE ET CADRE MORPHOLOGIQUE

La région faisant l'objet de ce travail correspond à la plate-forme continentale de la partie orientale de la baie de Bou Ismail (fig. 1). Elle se situe dans le secteur ouest algérois et est limitée à l'est par Ras Acrata et s'étale vers l'ouest jusqu'à proximité de la ville de Bou Ismail.

La carte bathymétrique (Leclair, 1972) montre un plateau continental relativement étroit à

presque inexistant devant les caps Chenoua et Ras Acrata. Il se développe dans la baie mais son extension vers le large ne dépasse guère la quinzaine de kilomètres (fig. 2). Le rebord continental est bien marqué à -120 mètres de profondeur.

La topographie de ce plateau est par endroits très irrégulière. Ceci traduit un fond rocheux affleurant ou recouvert par une très faible épaisseur de sédiments. Ce caractère est bien souligné par le tracé tortueux des isobathes, particulièrement dans les profondeurs à -100 mètres et -110 mètres.

LIGNES DE RIVAGES ET PALÉORIVAGES

La partie aérienne d'une plage présente un profil parabolique (Froidefond, 1982). Lors d'une transgression, ce profil entre en déséquilibre avec les nouvelles conditions hydrodynamiques et un autre profil plus adapté aux nouvelles conditions, se forme. L'ancien profil sera partiellement ou totalement détruit en fonction de plusieurs facteurs, comme l'énergie de la mer, la granulométrie des



Fig. 1 - Situation générale et délimitation du secteur étudié
General situation and delimitation of the studied sector

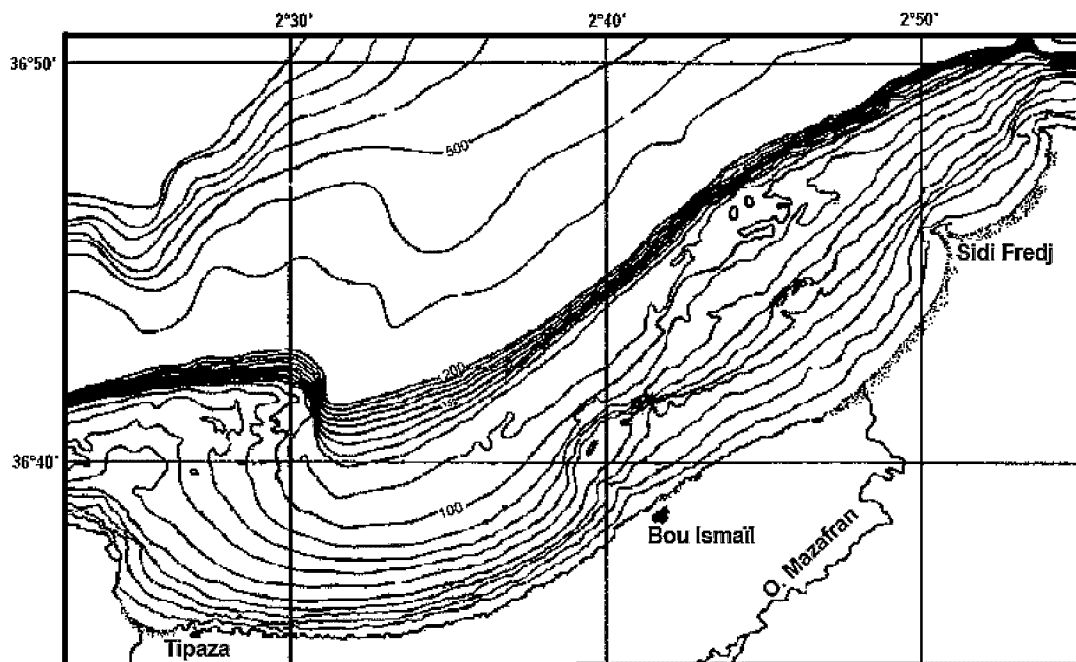


Fig. 2 - Carte bathymétrique (Leclaire, 1972).

Bathymetric map (Leclaire, 1972).

sédiments, l'apport sédimentaire, la pente générale de la plateforme et la vitesse de remontée du niveau marin (Dias, 1987).

Dans un système transgressif, l'influence de la remontée relative du niveau de la mer, se marque essentiellement par des phases érosives et par des phases d'accumulation. Si la remontée du niveau de la mer est rapide, la partie inférieure du profil parabolique échappe à l'action de la houle et une rupture de pente se forme à l'intersection du nouveau profil avec le profil antérieur (Froidefond, 1982).

Les cordons littoraux peuvent être rapidement immergés et se retrouver dans un nouvel environnement hydrodynamique différent de l'original (fig. 3). Si les cordons littoraux sont formés de sédiments grossiers, ils seront moins érodés et partiellement préservés.

En période de remontée lente du niveau de la mer, le profil de l'ancien littoral va successive-

ment s'adapter aux nouvelles conditions hydrodynamiques et la rupture de pente sera plus faible. Les sédiments seront soumis plus longtemps à l'action des conditions hydrodynamiques du milieu. Si celles-ci sont suffisamment intenses, il en résultera une érosion bien marquée, les corps sédimentaires seront détruits et les sédiments redistribués sur la plateforme, où ils peuvent édifier de nouveaux corps sédimentaires correspondant aux nouvelles données hydrodynamiques.

On peut dire qu'après le passage d'une phase transgressive, il ne subsiste que les irrégularités morphologiques qui ont résisté aux mécanismes d'érosion-sédimentation, comme le sont les matériaux grossiers peu mobilisables et les substrats durs.

On observe que certaines ruptures de pente se présentent bien préservées tandis que d'autres le sont moins. Celles-là sont dues, selon Sanders (1965), à la rapidité de la remontée du niveau de la mer.

RELATION ENTRE NIVEAUX MARINS ET MORPHOLOGIE SOUS-MARINE DANS LA ZONE ORIENTALE DE LA BAIE DE BOU ISMAIL ET LA BAIE D'EL DJEMILA (OUEST ALGÉROIS).

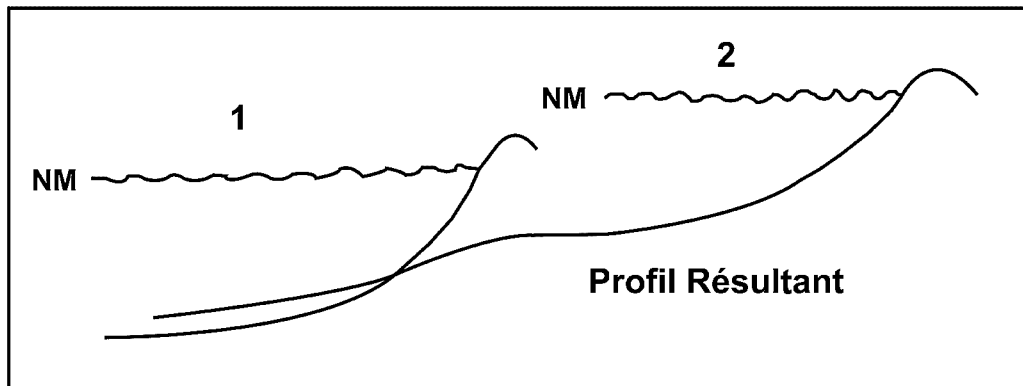


Fig. 3 - Rupture de pente due à l'interprétation de deux profils correspondants à deux niveaux différents de la mer (d'après Froidefond, 1982).

New submerged beach profile with slope break to a relative sea-level rise (after Froidefond, 1982).

MORPHOLOGIE ET RUPTURES DE PENTES SUR LA PLATE-FORME CONTINENTALE

Les levés ont été réalisés à l'aide d'un sondeur bathymétrique de type «Furuno» (précision de l'ordre de 10 cm.) à bord du N/O "M.S. Benyahia". Les profils bathymétriques concernent les fonds à partir de -10 mètres.

Ces profils révèlent un fond rocheux très accidenté dans le détail et permettent d'observer une nette évolution morphologique d'est en ouest.

La baie d'El Djemila, de Ras Acrata à Sidi Fredj, possède un plateau rétréci dont la pente de 1,5 à 2% en moyenne est irrégulière et jalonnée de pointements rocheux de 1,5 à 3 m d'amplitude. La plate-forme est accidentée par des affleurements rocheux que nous avons observés entre 25 et 30 mètres, de 45 à 60 m et de 70 à 80 m sur l'ensemble des profils. Le talus débute à près de 70 mètres au large de Ras Acrata, à 80 m au centre de la baie et à 90 m près de Sidi Fredj.

À l'ouest de Sidi Fredj et jusqu'au large du Mazafran, la pente de la plate-forme s'adoucit, les irrégularités observées sur les précédents profils à des profondeurs inférieures à 70 - 80 mètres n'apparaissent pratiquement plus, excepté

à proximité de la presqu'île. Au delà de l'isobathe 80 mètres, on observe à nouveau une morphologie très irrégulière de toute la partie distale de la plate-forme, avec des dénivelées de l'ordre de la dizaine de mètres. Au large de la ville de Bou-Ismaïl, on retrouve de nombreux affleurements rocheux à la côte et sur les parties proximale et distale de la plate-forme externe, entre 30 et 100 m.

À l'Ouest de Bou-Ismaïl, les levés bathymétriques révèlent par contre une plate-forme à faible pente qui indique la présence d'un recouvrement meuble sur l'ensemble du précontinent dans ce secteur de la baie. Il faut atteindre le méridien de Tipasa pour retrouver dans le prolongement du massif du Chenoua des affleurements rocheux importants sur la plate-forme externe. Les ruptures de pente relevées sur la plate-forme continentale, se situent à des niveaux bathymétriques variables.

Pour mettre en évidence les différentes ruptures de pente et pour établir une relation avec les possibles lignes de paléorivages, nous avons analysé 15 profils bathymétriques transversaux aux isobathes de la plate-forme continentale de la baie d'El Djemila (fig. 4). Sur chacun des profils nous avons relevé les points de rupture de

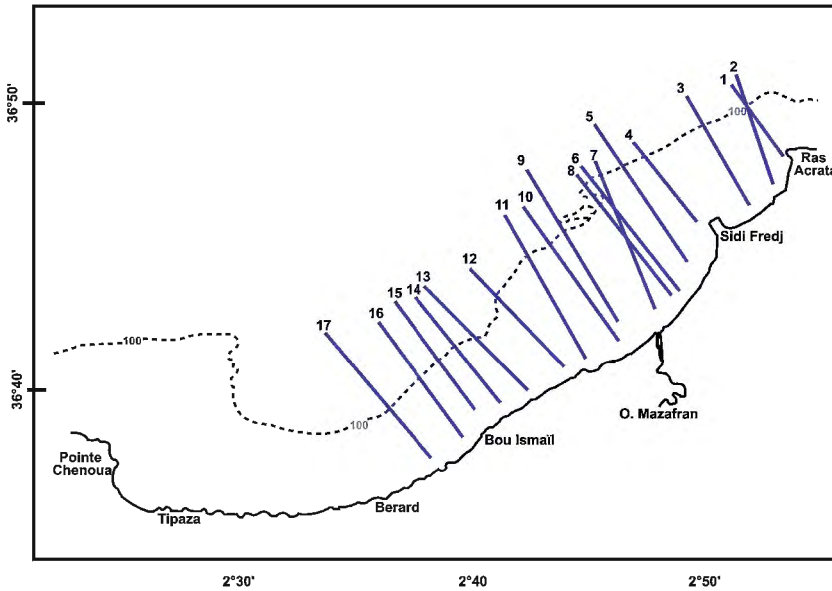


Fig. 4 - Localisation des profils bathymétriques.

Localization of the bathymetric profiles.

pente (fig. 5). Les fréquences converties en pourcentages sont reportées sur un histogramme. Ainsi, on note sur l'ensemble des profils concernés, la présence de neuf zones marquées par des ruptures de pente plus ou moins bien exprimées. Ces ruptures sont situées aux profondeurs suivantes : entre -15 et -18 m, -25 et -30 m, -34 et -37 m, -40 et -44 m, -48 et -54 m, -58 et -64 m, -70 et -78 m, -86 et -90 m; enfin la dernière rupture de pente observée sur la plateforme, est à la profondeur de -96 m à -112 m (fig. 6). Ces ruptures dans la topographie sous marine de la zone étudiée montrent, en partie, une similitude avec les résultats de Collina-Girard pour le Sud de la France (fig. 7), de Lagarès en Croatie du Nord et en totale concordance avec ceux de Corrêa pour la plateforme continentale du Rio Grande do Sul. Elles correspondraient à des stationnements du rivage lors de la remontée marine.

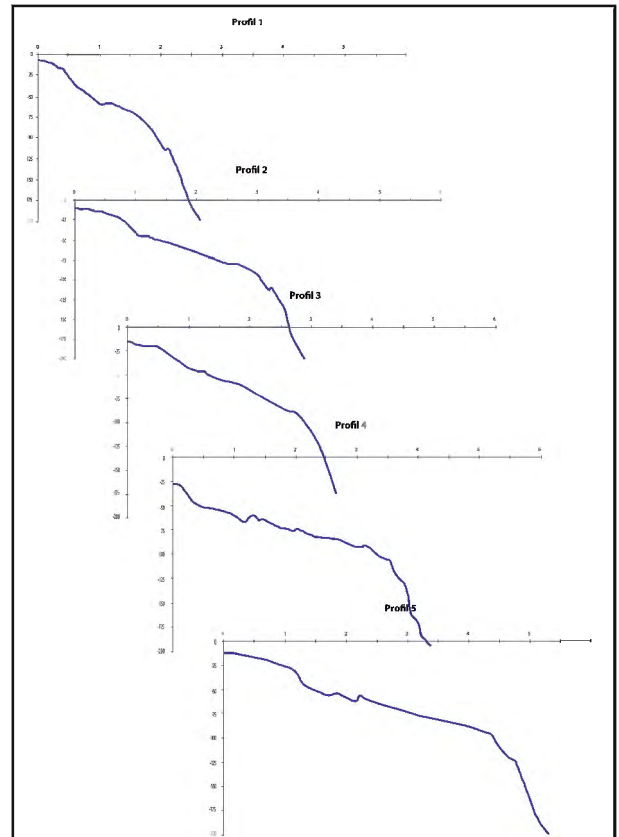


Fig. 5a - Profils bathymétriques de 1 à 5.

Bathymetric profiles from 1 to 5.

RELATION ENTRE NIVEAUX MARINS ET MORPHOLOGIE SOUS-MARINE DANS LA ZONE ORIENTALE DE LA BAIE DE BOU ISMAIL ET LA BAIE D'EL DJEMILA (OUEST ALGÉROIS).

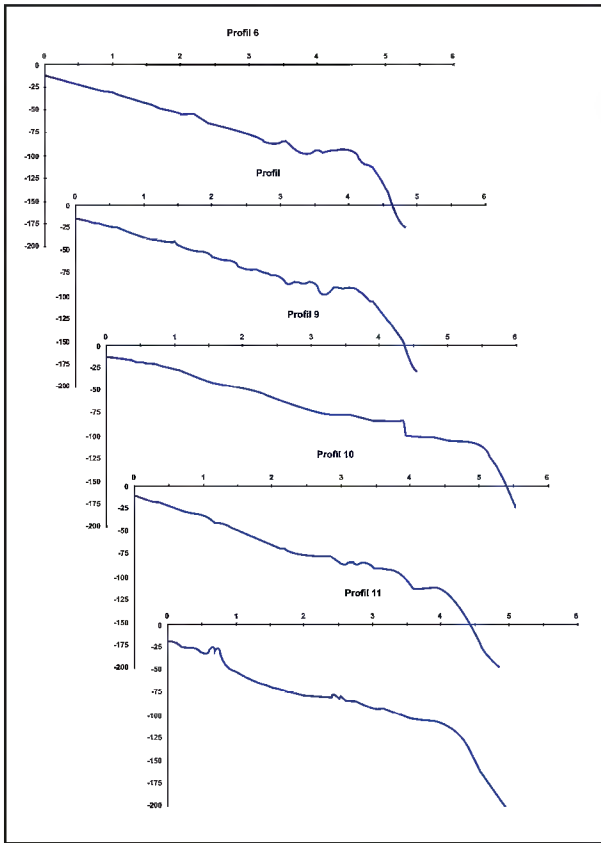


Fig. 5b - Profils bathymétriques de 6 à 11.
Bathymetric profiles from 6 to 11.

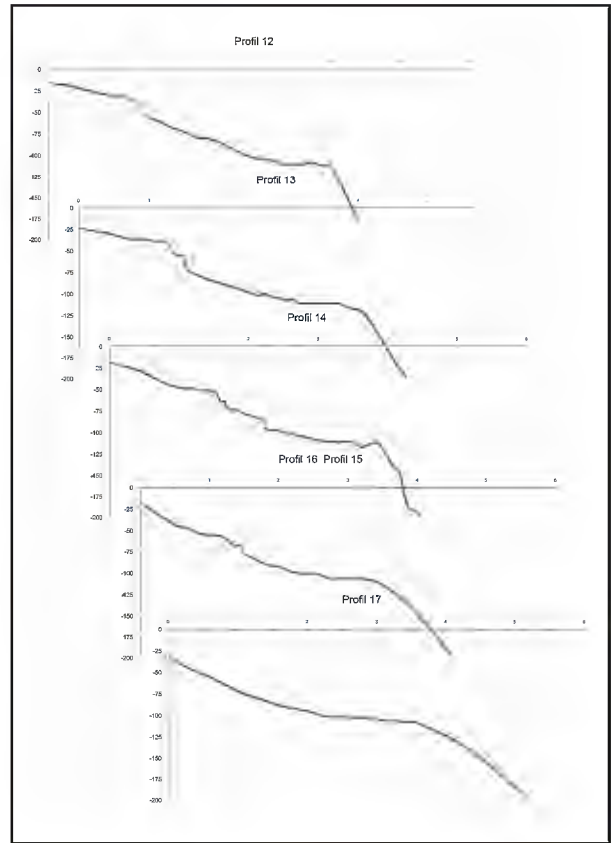


Fig. 5c - Profils bathymétriques de 12 à 17.
Bathymetric profiles from 12 to 17.

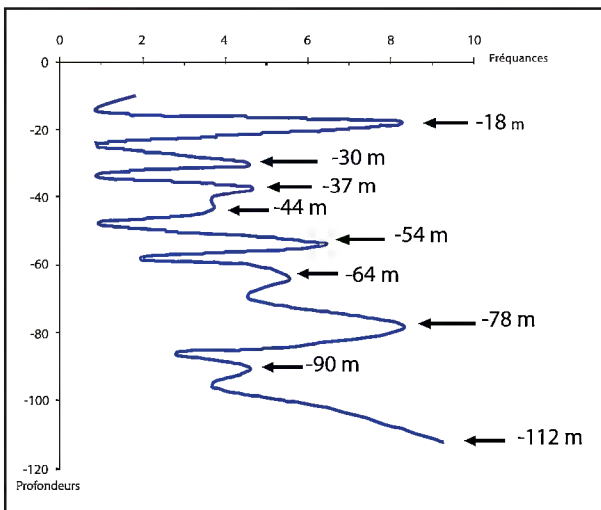


Fig. 6 - Histogramme de fréquence des ruptures de pente observées sur les profils.
Frequency histogram of the shoreline break observed on the profiles.

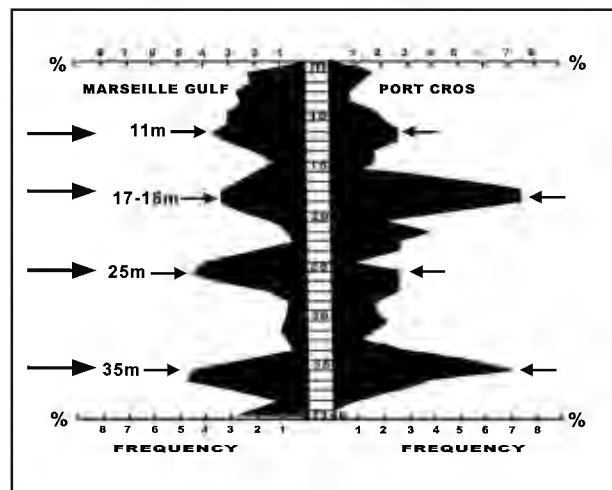


Fig. 7 - Histogramme de J. Collina-Girard pour le Sud de la France (d'après Collina Girard, 2002, modifié).
Histogram of J. Collina-Girard for the south of France (after Collina-Girard, 2002, modified).

LES FLUCTUATIONS DU NIVEAU MARIN

Entre 27 000 et 18 000 ans B.P., le niveau des océans baisse d'environ -50 mètres à -120 mètres. De 18 000 à 12 000 ans B.P., la fonte des calottes glaciaires se traduit par une remontée très rapide qui se poursuit jusque vers 7 000 ans. Les océans auraient atteint un niveau très proche du zéro actuel dès 6 000 ans B.P. et oscille de part et d'autre de ce niveau avec une amplitude ne dépassant pas quelques mètres.

Dans le Golfe du Lion, de nombreux témoins reliques de fonds infralittoraux d'âge pléistocène à holocène ont été observés, affleurant ou enfouis sous le recouvrement meuble post glaciaire à des profondeurs comprises entre -120 et -30 mètres. Le remplissage terrigène fin s'est réalisé en plusieurs étapes liées à des stationnements de la ligne de rivage sous la forme de prismes sédimentaires progradants (Aloïsi et *al.*, 1978; Aloïsi, 1986).

Ce schéma se retrouve sur la marge algérienne. On note, en effet, des dépôts de bas niveau à ces mêmes profondeurs. Ces dépôts signalés déjà par Leclaire seraient équivalents aux témoins reliques des fonds infralittoraux d'âge holocène à actuel. Ils ont été mis en évidence dans plusieurs zones et appelés «coquillers du large» dans la baie de Bou-Ismaïl dans l'ouest algérois (Moulfi, 1995) et en baie d'Arzew dans l'oranie (Atroune, 1993), «sables reliques» en baie d'Alger (Maouche, 1987) ou «coquiller» en baie de Zemmouri dans l'est algérois (Benslama-Habiki, 2001). Ils sont formés de coquilles entières et de débris de lamellibranches, de gastéropodes et de maërl.

CONCLUSION

Cette étude va dans le sens des conclusions d'autres auteurs concernant la variation récente du niveau marin, notamment par l'étude d'anciens rivages et deltas fluviaux. Elle suggère

l'existence de nombreuses pauses dans le réchauffement holocène et d'une forte variabilité des vitesses de remontée de la mer au cours du temps.

Les irrégularités constatées sur les profils bathymétriques témoignent de l'existence d'un substratum rocheux, parfois à l'affleurement, souvent enfouis sous une faible épaisseur de sédiments. Cette topographie représente un paléorelief hérité de la variation du niveau marin durant les derniers millénaires.

BIBLIOGRAPHIE

- ATROUNE, F. 1993.** Étude de la sédimentation de la plateforme continentale de Mostaganem : rôle de l'oued Cheliff et des organismes carbonatés. *Thèse Magister, USTHB*, 138p.
- ALOISI, J.-C. 1986.** Sur un modèle de sédimentation deltaïque: contribution à la connaissance des marges passives. *Thèse d'Etat, Université de Perpignan*, 162p.
- ALOISI, J.-C., MONACO, A., PLANCHAIS, N., THOMMERET, J. AND THOMMERET, Y. 1978.** The Holocene transgression in the Golfe du Lion, South-Western France: palaeogeographic and palaeobotanical evolution. *Geogr. Phys. Quatern.* 32, pp. 145-162.
- BENSLAMA-HABIKI, H. 2001.** Apports détritiques de l'oued Isser et rôle du canyon d'Alger dans la dynamique des sédiments du plateau continental de la baie de Zemmouri El Bahri. *Thèse Magister, USTHB*, 117p.
- BOYD, R. AND PENLAND, S. 1984.** Shoreface translation and the Holocene stratigraphic record. *Mar. Geol.*, 60, pp. 391-412.
- CARTER, R.W.G., JOHNSTON, T.-W., MCKENNA, J. AND ORFORD, J.-D. 1987.** Sea-level, sediment supply and coastal changes: examples from the coast of Ireland. *Prog. Oceanogr.*, 18, pp. 79-101.

RELATION ENTRE NIVEAUX MARINS ET MORPHOLOGIE SOUS-MARINE DANS LA ZONE ORIENTALE
DE LA BAIE DE BOU ISMAIL ET LA BAIE D'EL DJEMILA (OUEST ALGÉROIS).

- COLLINA-GIRARD, J. 1997.** Analyse de profils sous-marins levés en plongée sur les côtes provençales. Implications eustatiques et néotectoniques. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 325, pp. 955-959.
- COLLINA-GIRARD, J. 1999.** Observation en plongée de replats d'érosion eustatique à l'île d'Elbe (Italie) et à Marie-Galante (Antilles): une séquence bathymétrique mondiale ? *C. R. Acad. Sci. Paris*, ser. IIa, 328, pp. 823-829.
- COLLINA-GIRARD, J. 2002.** Underwater mapping of Late Quaternary submerged shorelines in the Western Mediterranean Sea and the Caribbean Sea. *Quatern. Int.*, 92, pp. 63-72.
- CORREA, I.C.S. 1990.** Analyse Morphostructurale et Evolution Paléogéographique de la Plate-Forme Continentale Atlantique Sud-brésilienne (Rio Grande do Sul- Brésil). *Thèse Doct., Univ. Bordeaux I*, 477, 314 p.
- CORREA, I.C.S. ET BAITELLI, R. 1989.** Sédimentation quaternaire de la plate-forme continentale du Sud du Brésil. *Cong. Fr. Sedimentol.*, 2, résumés, Paris, pp. 83-84.
- DIAS, J.M.A. 1987.** Dinâmica Sedimentar e Evolução Recente da Plataforma Continental Portuguesa Setentrional. Ph.D. Thesis, Lisbon University, 384p.
- DUPLESSY, J.-C., ARNOLD, M., MAURICE, P., BARD, E., DUPRAT, J. AND MOYES, J. 1986.** Direct dating of the oxygen-isotope record of the last deglaciation by ¹⁴C accelerator mass spectrometry. *Nature*, 320, pp. 350-352
- FAIRBANKS, R.-G. 1989.** A 17 000 years glacio-eustatic sea level record : influence of glacial melting rates on the younger Dryas event and deep-ocean circulation. *Nature*, 342, pp. 637-642.
- FROIDEFOND, J.-M. 1982.** Processus d'évolution d'un littoral sableux au cours de l'Holocène. Application au domaine aquitain. Présentation d'une méthode de géomorphologie dynamique et quantitative. *Thèse Doct. d'Etat, Univ. Bordeaux I*, 273p.
- LABEYRIE, M.-J., LALOU, C., MONACO, A. ET THOMMRET, J. 1976.** Chronologie des niveaux eustatiques sur la côte du Roussillon de -33 000 ans BP à nos jours. *C. R. Acad. Sci. Paris, Série D* 282, pp. 349-352.
- LAGARES, F. 2007.** Relevés de profils bathymétriques en Croatie du Nord : indices de pauses holocènes du niveau marin. *Comptes Rendus Géoscience*, vol. 340, n° 1, pp. 49-56.
- LECLAIRE, L. 1970.** La sédimentation holocène sur le versant méridional du bassin algéro-baléares. *Thèse d'Etat, Faculté des Sciences, Paris*, 391p.
- LECLAIRE, L. 1972.** Sédimentation holocène sur le versant méridional du bassin algéro-baléaire. (Précontinent algérien). *Thèse Doct. d'Etat, Mémoire Muséum Nat. Hist. Nat.*, série C, T. XXVI, 391p.
- MAOUCHE, S. 1987.** Mécanismes hydro sédimentaires en baie d'Alger (Algérie). Approches sédimentologiques, géochimique et traitement statistique. *Thèse Doct. 3^{ème} Cycle, Université de Perpignan*, 213p..
- MARTIN, L., SUGUIO, K. AND FLEXOR, J.M. 1979a.** Le quaternaire marin du littoral brésilien entre Canantia(SP) et Barra de Guaratiba(RJ). *Proc. Int. Symp. Coastal Evolution in the Quaternary. Sao Paulo, Brasil*, pp. 296-331.
- MARTIN, L., FLEXOR, J.M., VILAS, BOAS, G.S., BITTENCOURT, A.C.S.P. AND GUIMARBS, M.M.M. 1979b.** Courbe de variation du niveau relatif de la mer au cours des 7.000 dernières années sur un secteur homogène de littoral brésilien (Nord de Salvador-Bahia). *Int. Symp. Coastal Evolution in the Quaternary. Proc. São Paulo, Brésil*, pp. 264-274.
- MILLIMAN, J.-D. AND EMERY, K.O. 1968.** Sea levels during the past 35.000 years. *Science*, 162, pp. 1121-1123.
- MONACO, A., ALOISI, J.-C., GOT, H., MEAR, Y. ET BELLAICHE, G. 1983.** Sédimentogénèse en Méditerranée nord-occidentale. *Pétrole et Techniques*, 299, pp. 36-44.

- MOULFI, A. 1995.** Les mécanismes de la Sédimentation récente et les propriétés géotechniques des dépôts récents de la partie occidentale de la baie de Bou-Ismaïl. *Thèse Magister, USTHB*, 188p.
- SANDERS, J.- E. 1965.** Primary sedimentary structures formed by turbidity currents and related resedimentation mechanisms. *In: Primary sedimentary structures and their hydrodynamic interpretation G.V. Middleton Ed., SEPM Special Publication, 12, pp. 192-219.*
- SERVANT, M. 1984.** Climatic variations in the low continental latitudes during the last 30,000 years. *In : N.A. Mörner and W. Karlen (Editors), Climatic Changes on a Yearly to Millennial Basis. Reidel, Dordrecht, pp. 117-120.*