

Les sédiments superficiels du plateau continental du Rif Oriental

par

Michel TESSON & Bernard GENSOUS *

Résumé : Cette étude met en évidence pour la première fois les grands traits texturaux et biogéniques de 140 sédiments superficiels d'une partie du plateau continental méditerranéen marocain. La sédimentation carbonatée organogène paraît très fortement contrôlée par l'hydrodynamique, le volume et la nature des apports terrigènes et le cadre morpho-structural. La distribution géographique des types de sédiments est marquée, en outre, par l'existence de matériaux reliques mis en place lors des oscillations quaternaires du niveau marin. Ce travail constitue le premier relais vers le Détroit de Gibraltar des études menées sur le plateau continental algérien par L. Leclaire et J. Caulet, et complète vers le continent les recherches de D.J. Stanley plus au large.

INTRODUCTION

CADRE PHYSIOGRAPHIQUE ET GÉOLOGIQUE

La partie du continent nord-africain qui fait l'objet de cette première mise au point, se situe sur la côte méditerranéenne, entre 2° 25' et 2° 57' de longitude Ouest (fig. 1). Il s'agit d'une grande baie, à concavité vers le Nord-Est, dont la partie centrale est une plaine basse séparée du littoral marin par une lagune (Sebkha bou-Areg) allongée parallèlement au rivage. Les extrémités de la baie sont deux promontoires rocheux, le Cap des Trois Fourches au Nord Ouest et le Cap de l'Eau au Sud-Est.

La morphologie de la marge continentale ne correspond pas au schéma rencontré plus à l'Est au large de l'Algérie (Leclaire, 1968), ni ailleurs sur la côte marocaine. En effet, les isobathes, décrivant des arcs de cercle parallèles au rivage, sont assez régulièrement espacés jusqu'aux fonds de 350-400 m, ce qui ne marque donc pas l'existence d'un rebord du plateau continental annonçant les pentes plus fortes d'un talus.

L'alignement J. Tistoutine—Beni-bou-Ifrou—Gurugu—Cap des Trois-Fourches est marqué par le massif volcanique du Gurugu, bordant la baie au Nord-Ouest, et d'âge Mio-Pliocène. L'alignement Kerker-Kebdana—Cap de l'Eau longe la baie au Sud-Est par le flanc nord du massif des Kebdana (Jurassique plissé autochtone surmonté d'une unité chaotique), dont le piedmont est constitué d'épandages continentaux quaternaires taillés en falaises vives par la mer. La plaine basse bordant la partie centrale de la baie est du Quaternaire continental dont l'épaisseur dépasserait 50 m (limite des sondages) au bord de la Sebkha. Cette dépression semble correspondre à une zone de subsidence ayant été active principalement au Mio-Pliocène, avec ralentissement au Quaternaire (Guillemin, 1972 ; Frizon de Lamotte, 1979).

HYDROGRAPHIE

La circulation générale des masses d'eaux en Mer d'Alboran est assez bien connue (voir Huang & Stanley, 1972 ; Caulet 1972 ; pour une bibliographie détaillée). Les eaux atlantiques (températures 15-25°, salinité 36,6 ‰) pénètrent en Méditerranée avec une vitesse passant de plus de

* Faculté des Sciences, Rabat.

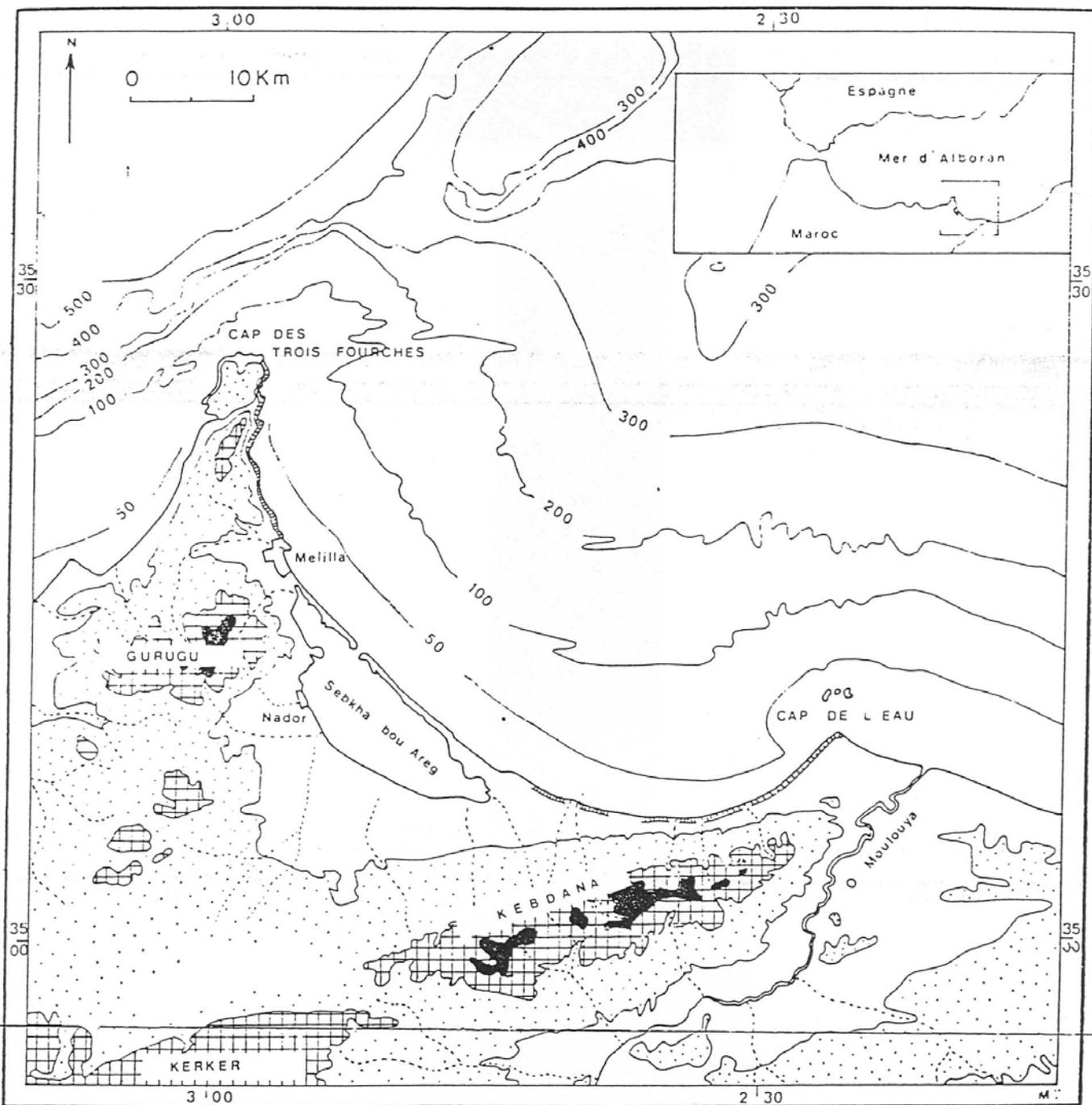


FIG : 1 _ Carte physiographique _ Altitudes et bathymétrie exprimées en mètres. Cotes altimétriques : > 600 m. 600-300. 300-100 100-0 m.

1,50 m/s dans le Déroit de Gibraltar (Heezen & Johnson, 1969) à 0,30 m/s en face d'Oran (Caulet, 1972). Elles décrivent un tourbillon cyclonique centré entre Sebta et Alboran. La branche descendante vers le Sud, à l'Ouest de l'île d'Alboran se scinde en deux parties dont l'une, suivant la côte marocaine, remonte vers le Déroit de Gibraltar. L'autre partie passe au large du Cap des Trois Fourches en se dirigeant vers l'Est et induirait, à l'arrière de ce cap et dans la zone étudiée, un contre-courant erratique dont l'existence est controversée.

L'amplitude de la marée est assez faible et diminue vers l'Est. En vive-eau, le marnage maximum passe de 0,90 m à Al-Hoceima à 0,50 m à Melilla et il n'excède pas 0,35 m à l'entrée de la Sebka bou-Areg (Brethes & Tesson, 1978). Le déphasage le long des côtes est négligeable et, en conséquence, les courants de marée sont peu importants dans la région étudiée, sauf, d'une façon non mesurable, au large des caps.

Les houles de secteur Ouest-Nord-Ouest sont les plus fréquentes mais, après diffraction autour du Cap des Trois-Fourches, ne peuvent avoir d'effets notables sur les fonds. Les houles de secteur Nord ont un fetch beaucoup trop court, car limité par les côtes espagnoles. En fait seules les houles

de secteur Nord-Est à Est-Nord-Est sont à prendre en compte. En l'absence d'observations les calculs théoriques conduisent à des périodes de 7 à 11 s, et des amplitudes de 5,0 m (maximum annuel) à 7,50 m (maximum exceptionnel). Leur fréquence est toutefois faible ; en effet, les houles de plus de 2,0 m ne se produisant que 24 fois/an.

SEDIMENTATION TERRIGENE ET SEDIMENTATION ORGANOGÈNE

La teneur moyenne en carbonate de calcium du sédiment total est voisine de 60 % avec un écart-type supérieur à 13 montrant une assez forte dispersion puisque les valeurs extrêmes atteignent 95 % et 25 %. Les sédiments des fonds de moins de 50 m ont une teneur moyenne de 65 %, alors que pour les fonds supérieurs à 50 m la valeur moyenne n'est que de 40 %. L'examen à l'œil nu à la loupe binoculaire montre que les particules carbonatées sont, en totalité, d'origine biologique pour la fraction supérieure à 100 microns. Les sédiments contenant plus de 50 % de CaCO_3 sont alors classés comme sédiments organogènes, les teneurs inférieures à 50 % caractérisant les sédiments terrigènes.

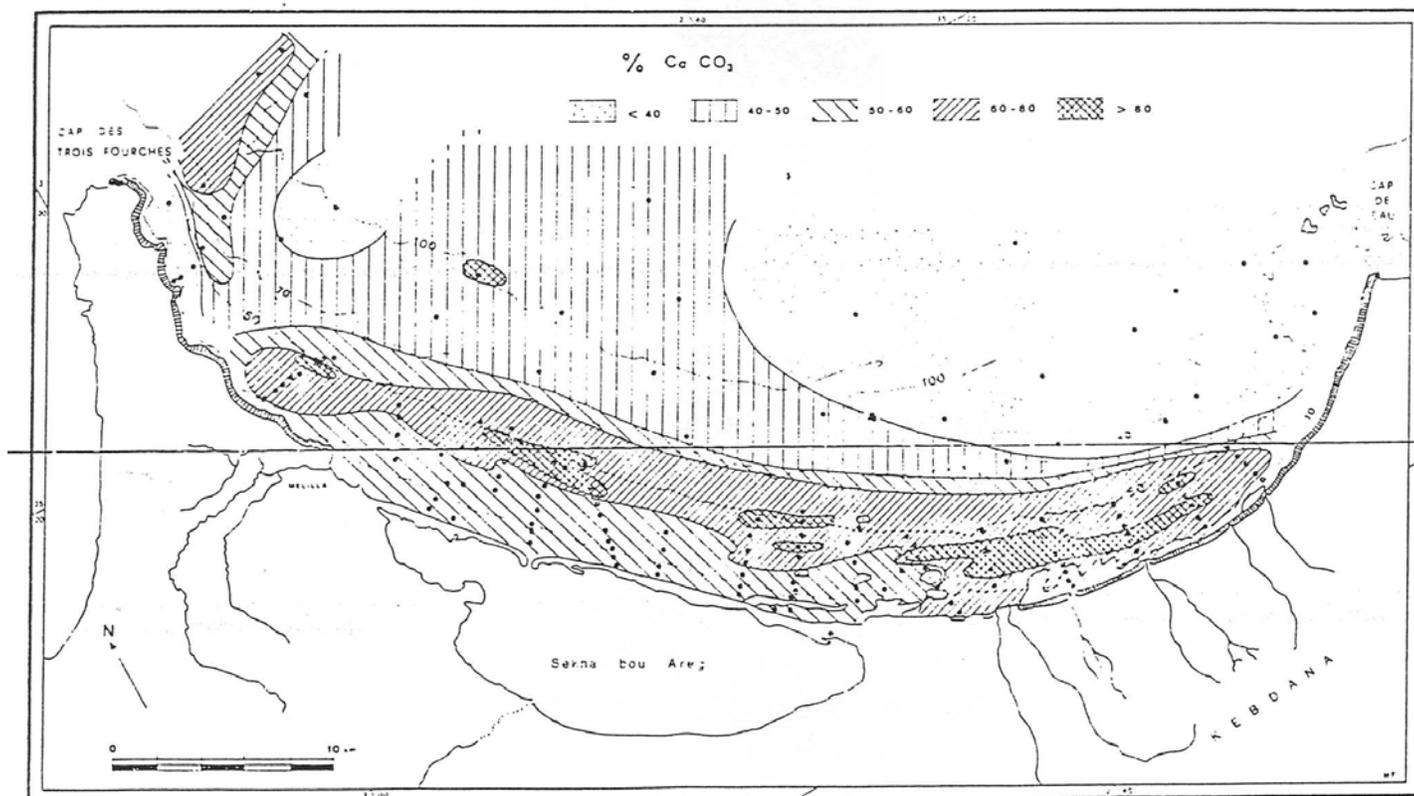


FIG. 2 : Répartition du Carbonate de calcium dans les sédiments superficiels.

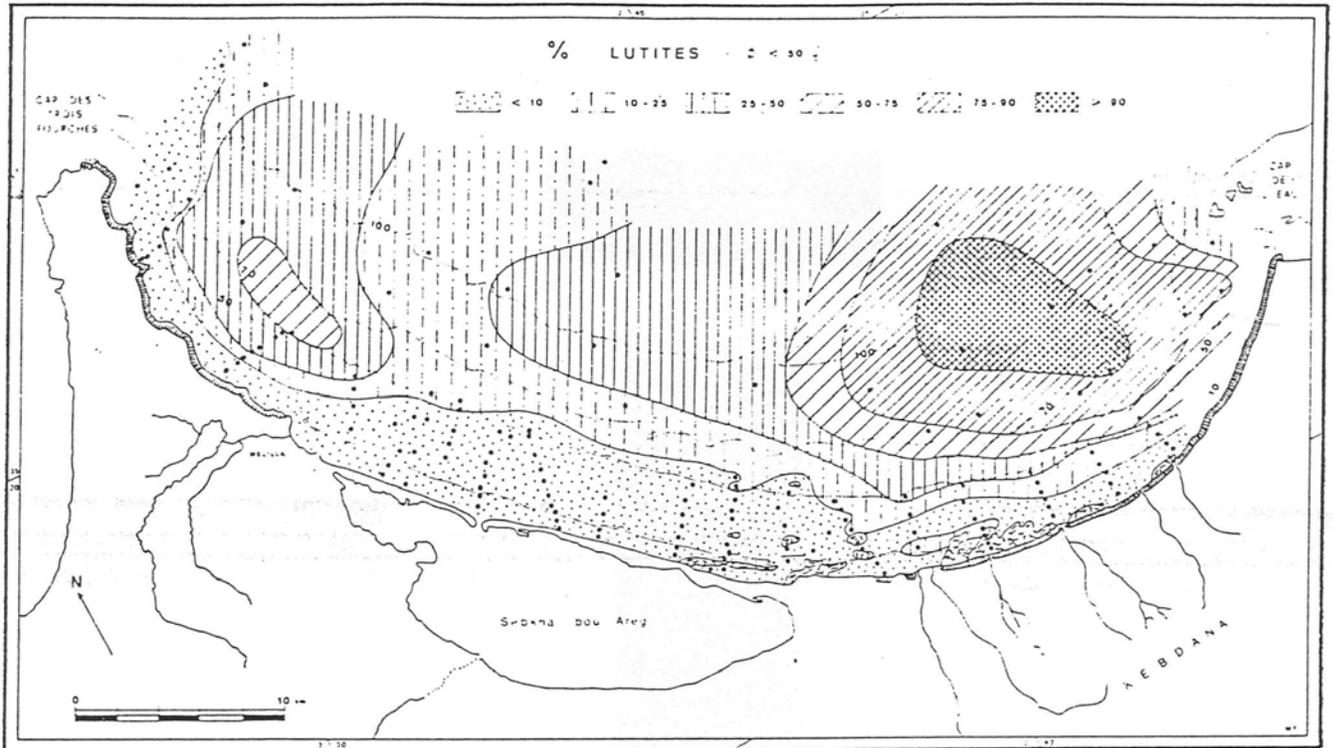


FIG. 3 : Répartition des lutites (silts plus argiles).

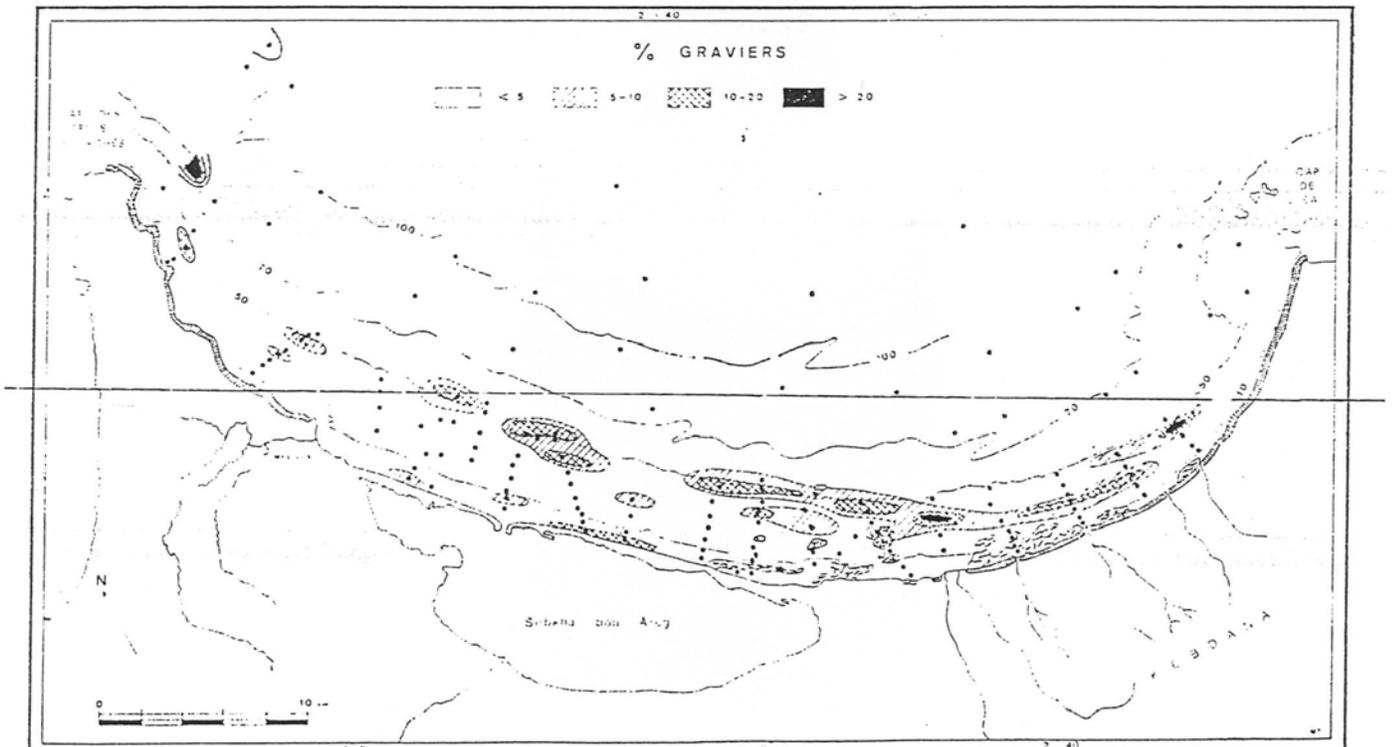


FIG. 4 : Répartition de la fraction grossière (supérieure à 2 mm).

La répartition du Ca CO_3 (fig. 2) montre que les sédiments terrigènes se localisent principalement au large de l'isobathe 60-70 m mais ils bordent les falaises littorales à proximité des deux Caps.

Les sédiments organogènes occupent deux zones très différentes, l'une étant située au large du Cap des Trois-Fourches entre 45 et 100 m, l'autre constituant une bande côtière, comprise entre le littoral et l'isobathe 60-70 m, ne s'étendant pas jusqu'aux deux Caps.

Un affleurement très localisé apparaît au centre de la baie, au-delà de 100 m. Les plus fortes concentrations en Ca CO_3 (plus de 80 %) matérialisent des alignements irréguliers, parallèles à la côte, situés entre 45 m et 50 m dans la zone centrale de la baie, avec une tendance à se rapprocher du littoral vers l'Est. Dans la partie centrale de la baie les teneurs les plus faibles (50 à 60 %) sont appuyées sur le littoral, tout au long de la flèche séparant la Sebkhia bou-Areg de la Méditerranée.

DESCRIPTION DES SEDIMENTS

CARACTÉRISTIQUES TEXTURALES

L'examen de la répartition des lutites (fig. 3) montre une superposition avec la répartition des sédiments terrigènes précédemment définis. Les dosages du Ca CO_3 des lutites par calcimétrie, après tamisage, fournissent une valeur moyenne de 30 % pour un écart-type inférieur à 5. Le caractère terrigène d'un sédiment est donc lié à sa teneur en lutites, à l'exception des sédiments terrigènes littoraux bordant le Cap des Trois-Fourches dont la faible teneur en lutites implique une contamination directe par des terrigènes grossiers arrachés aux terrains métamorphiques du cap. Les analyses densimétriques réalisées sur les lutites montrent une forte prépondérance de la fraction silteuse (50 à 2 microns).

La fraction grossière des sédiments (fig. 4) est liée aux sédiments organogènes les plus riches en Ca CO_3 (teneurs supérieures à 80 %). Certains de ces matériaux grossiers sont localisés à des profondeurs où les courants et houles actuelles ne peuvent être à l'origine des signes d'usure mécanique importants qu'ils montrent.

Les courbes de fréquences, après tamisage des échantillons bruts, font ressortir que la majorité des sédiments est du type pluri-modal. Dans ces conditions les paramètres statistiques destinés à caractériser les courbes granulométriques perdent toute signification d'ensemble. Dans une première approche l'étude des histogrammes de fréquence est plus appropriée. Si l'on excepte les sédiments

terrigenes, caractérisés en général par une forte teneur en lutites, il est possible de regrouper l'ensemble des courbes granulométriques en quatre types principaux. Les sédiments uni-modaux et bi-modaux (fig. 5 A) sont des sables fins très bien classés, avec un mode soit à 50-100 microns, soit à 125-160, quelques échantillons traduisant un mélange de ces deux stocks purs (sédiments bi-modaux). Les sédiments poly-modaux présentent une série de modes constants entre 125-

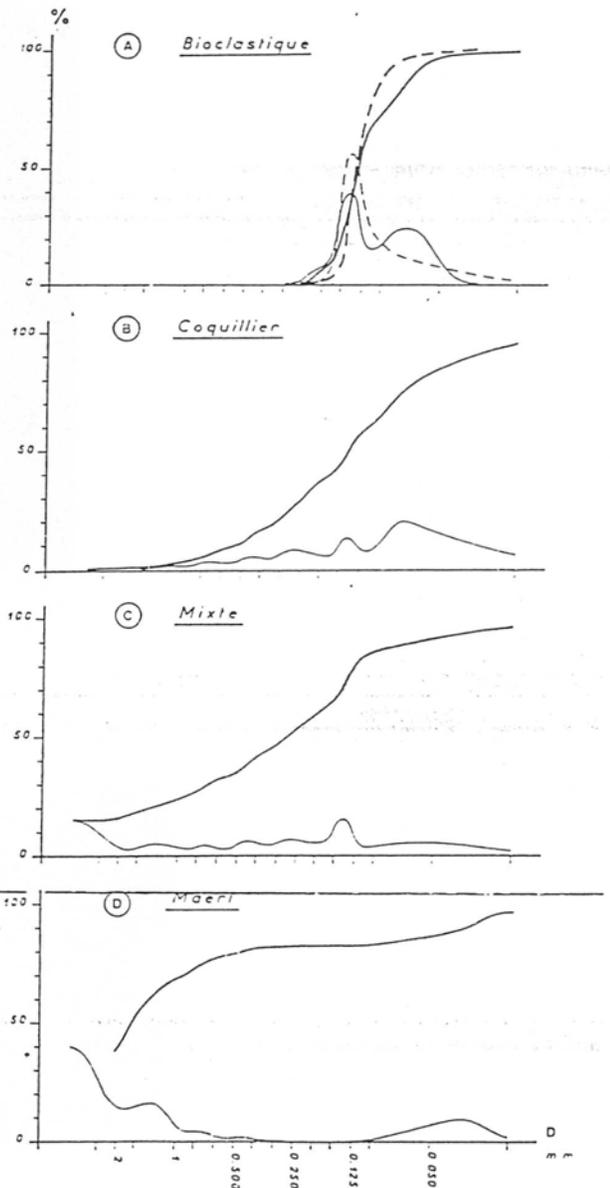


FIG. 5 : Courbes granulométriques-types montrant les quatre principaux faciès organogènes distingués.

1 000 microns (fig. 5 B), ou bien entre 450-2 500 microns (fig. 5 D), avec possibilité de mélange (fig. 5 C). Un mode correspondant à 125-160 microns paraît assez répandu, sauf dans les sédiments du type représenté dans la figure 5 D. Par ailleurs, la fraction silt + argile ne présente pas de loi de répartition particulière.

NATURE DES COMPOSANTS

La fraction terrigène des sédiments est principalement constituée de silts et argiles encore indéterminés. Les éléments grossiers, essentiellement de la classe granulométrique 125-160 microns, sont des quartz en majorité sub-anguleux, accompagnés en faibles quantités de minéraux lourds (augites, hypersthènes, amphiboles, grenats).

La fraction carbonatée est composée principalement de Mollusques (Pélécy-podes et Gastéropodes en quantité moindre), d'Algues calcaires, de Bryozoaires, de Foraminifères, et de restes d'organismes, toujours présents sous forme accessoire : Echinodermes, Hexacoraliaires, etc.

RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES DIFFÉRENTS TYPES DE SÉDIMENTS

Les caractéristiques texturales sommaires des sédiments et les assemblages des divers compo-

sants biologiques permettent de les regrouper en « sédiments types » et d'en dresser une carte de répartition géographique (fig. 6). Cette possibilité de relation entre la nature des composants biologiques et les caractéristiques texturales des sédiments auxquels ils donnent naissance a été déjà signalée et utilisée (Hoskin & Nelson, 1972 ; Purser, 1973 ; Nelson, 1977). La zonation préliminaire sédiments terrigènes/sédiments organogènes dérive directement de la répartition des carbonates (fig. 2).

Les sédiments bioclastiques sont des sables fins constitués de débris de mollusques non identifiables à l'œil nu ou à la loupe binoculaire. Leur teneur en Ca CO_3 est en général faible (50 à 60 %), le résidu insoluble dans HCl étant essentiellement des grains de quartz sub-anguleux de la fraction sable fin. Les lutites sont en très faible quantité (moins de 10 %).

Le muert est un sable grossier ou gravier à fortes concentrations d'algues branchues (*Lithothamnium calcareum* et *L. corallinoides*) déjà signalé à proximité, sur les côtes atlantiques marocaines (Mc Master & Lachance, 1969 ; Summerhayes, 1970) et en Méditerranée au large de l'Algérie (Caulet, 1972). Ces éléments branchus sont très résistants mais présentent cependant un

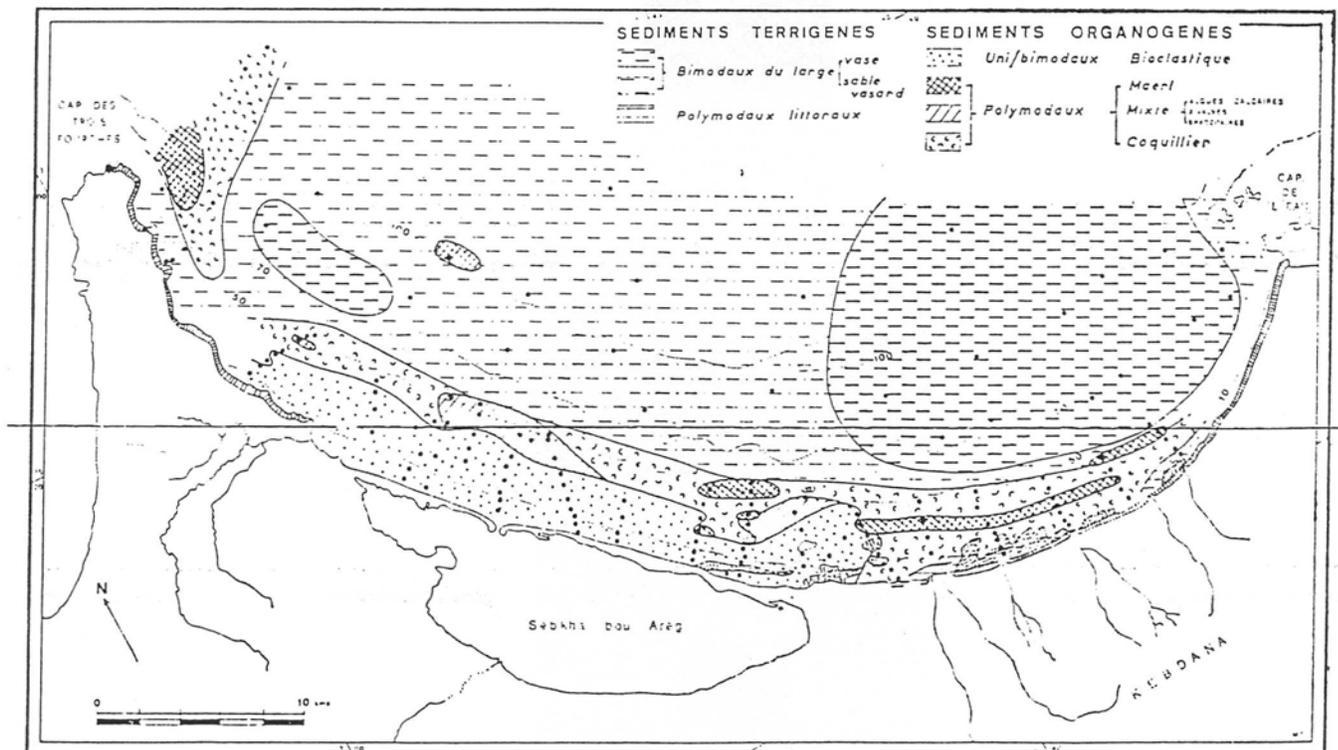


FIG. 6 : Répartition des principaux types de sédiments organogènes et terrigènes.

aspect usé et roulé. Les histogrammes de fréquences font apparaître deux à trois modes constants entre 2500 et 450 microns, caractérisant certainement les divers stades de fragmentation préférentielle de cette algue. Malgré ces caractéristiques texturales, il s'agit certainement d'un matériau remanié dont les teneurs en CaCO_3 sont très élevées (plus de 80 %). Le maerl constitue quelques accumulations allongées parallèlement à la côte suivant principalement les isobathes 45 - 50 m, et 30 - 35 m en face des Kibdana à l'Est. Un gisement localisé est, très exceptionnellement, au-delà de l'isobathe des 100 m au centre de la baie. On peut lui associer un matériau très grossier, contenant essentiellement des algues branchues et, surtout, des nodules algaires atteignant 5,0 cm de diamètre. Ce sédiment est localisé entre 50 et 70 m de fond au Cap des Trois-Fourches, et il n'a pas été retrouvé au Cap de l'Eau.

Les sédiments coquilliers sont des sables moyens à grossiers contenant des débris et des squelettes entiers d'organismes benthiques identifiables. Il s'agit principalement de Pélécytopodes, de Gastéropodes et parfois de Bryozoaires. Les éléments sont de petite taille avec des modes constants entre 1000 et 125 microns. Le taux de CaCO_3 est de 50 à 90 %. Les teneurs en lutites sont toujours inférieures à 25 %. Ces sédiments s'étendent entre les sédiments terrigènes du large et les sédiments bioclastiques (partie centrale de la baie) ou les sédiments terrigènes littoraux (extrémités de la baie). Ils sont donc limités aux fonds inférieurs à 50 m, sauf au large du Cap des Trois-Fourches où ils s'étendent jusqu'à l'isobathe des 100 m. Ils semblent absents dans toute la partie orientale de la baie.

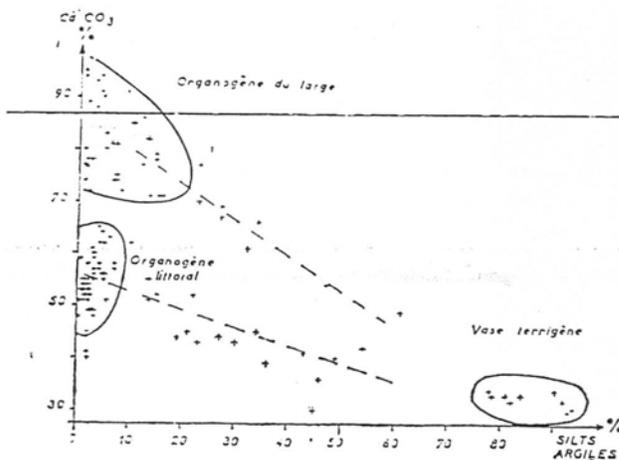


FIG. 7 : Relation entre la teneur en carbonates et en lutites.

Les sédiments mixtes diffèrent des sédiments coquilliers par la présence de débris de *Lithothamnium* branchus, très roulés, usés et fragmentés, en quantités notables. Les nodules algaires centimétriques sont fréquents. Les teneurs en carbonates varient considérablement (50 à 90 %). Les modes granulométriques sont très nombreux, avec un mode 125-160 microns bien marqué.

CONCLUSIONS

DYNAMIQUE DES SÉDIMENTS TERRIGÈNES

La sédimentation organogène semble perturbée, en premier lieu, par les apports terrigènes dont la distribution géographique est liée à des problèmes de dynamique locale.

Les éléments terrigènes grossiers, apportés par les oueds ou arrachés au littoral, sont redistribués latéralement au niveau du prisme littoral, sous l'action directe des houles et des courants de dérive induits. L'organogène littoral est donc dilué par ces éléments terrigènes (fig. 7), principalement de la classe granulométrique 100-160 microns (fig. 5 a).

Les éléments terrigènes fins (dimensions inférieures à 50 microns) apportés par les oueds, du fait de la violence des crues et de l'étroitesse du plateau continental interne, se déposent par décantation au-delà de l'isobathe des 50 m. Toutefois, en face des oueds du piedmont des Kibdana, on peut noter localement des concentrations élevées vers 25 m (fig. 2). Il peut s'agir là de « pro-deltas » analogues à ceux notés sur la côte du Roussillon (Aloisi, Monaco & Pauc, 1975), marquant le rôle d'une floculation en masse au débouché des oueds, la redistribution des éléments fins piégés se faisant en une seconde phase, peut-être liée à l'existence de fortes houles et courants de refente. La dérive générale Ouest-Est des eaux « océaniques » induit, au niveau des Caps, des contre-courants qui donnent naissance à deux « cellules de décantation », lieux de piégeage préférentiel et définitif des éléments terrigènes fins constituant les « vases terrigènes ». Dans la partie centrale de la baie, au-delà de 50 m, où le taux de sédimentation fine décroît, les organismes benthiques trouvent un biotope plus favorable et abondent (principalement des Pélécytopodes), leurs squelettes participant à l'élaboration des « sables vaseurs terrigènes ».

SÉDIMENTATION ORGANOGÈNE ACTUELLE ET RELIÈVE

Les sédiments organogènes se localisent principalement entre les sédiments terrigènes fins du

large (dont la distribution est liée à l'hydrodynamique) et le littoral, qui est le plus souvent le lieu de dépôt d'une fraction terrigène grossière (gravier ou sables fins) pouvant constituer la majeure partie du sédiment. Les composants principaux sont les Bivalves (présents partout sauf dans le « maerl »), les algues calcaires (élaborant le maerl et notées dans les « sédiments mixtes »), les Bryozoaires (constituants secondaires des « sédiments mixtes » et parfois des « sédiments coquilliers »). D'autres organismes participent à l'élaboration des sédiments (Foraminifères, Gastéropodes, Echinodermes), mais de façon moins caractéristique.

La zonation des divers assemblages ne semble pas résulter d'une simple accumulation d'organismes appartenant à des biocénoses benthiques actuelles. Certains critères permettent déjà, dans l'attente d'une analyse détaillée des thanatocénoses, de distinguer divers types de matériaux.

Des sédiments organogènes actuels existent au large du Cap des Trois-Fourches, entre 45 m et 100 m (maerl à communautés vivantes d'Algues calcaires noduleuses et branchues, et « sédiment coquillier » constitué d'une mouture grossière de Bivalves et de Bryozoaires très frais), dans une zone à courants violents. Ceux-ci sont nécessaires au développement des Algues noduleuses, et leur présence évite une sédimentation fine préjudiciable à la croissance des Bryozoaires. Les « sédiments coquilliers » littoraux de cette même zone correspondent également à des communautés vivantes actuelles. Les « sédiments bioclastiques » localisés au niveau de la Sakhba bou-Areg apparaissent également de constitution récente, leur très bon classement granulométrique étant lié à une fragmentation préférentielle, sous l'action des agents dynamiques littoraux puissants, des communautés vivantes de bivalves observés (*Pectunculus violacescens*, *Cardium tuberculatum* en majorité).

Des sédiments reliques certains sont représentés par les dépôts de maerl localisés sur l'isobathe 45-50 m. L'aspect patiné et roulé des constituants algaires par ailleurs très résistants, le fait que des formes vivantes n'ont pas été trouvées, la présence (bien qu'en faibles quantités) de quartz usés grossiers (plus de 500 microns), des teneurs en lutites élevées (15 à 25 %), conduisent à établir leur caractère relique.

Un autre gisement de maerl est localisé au centre de la baie sur l'isobathe des 100 m, ce qui le place sur le rebord externe théorique du plateau. Il apparaît par ses teneurs en CaCO_3 élevées, par ses constituants organogènes (il est entouré de sables vasards terrigènes), comme un

témoin d'un corps sédimentaire relique élaboré antérieurement à la phase d'apports et de redistribution des éléments terrigènes fins. Un fort pourcentage de Bivalves, et des teneurs en éléments fins voisins de 20 % altèrent ses caractéristiques originelles.

Des sédiments d'aspect intermédiaire (possédant une fraction relique plus des composants actuels) pourraient être constitués par les « sédiments mixtes » et les « sédiments coquilliers ». Les « sédiments mixtes » contiennent des fragments roulés et usés d'algues calcaires branchues assurément reliques, et des Bryozoaires fragiles et bien conservés qui peuvent se développer actuellement sur ce substrat. Les « sédiments coquilliers » sont plus délicats à caractériser. Comme ils sont en contact direct, mais sans terme de passage traduisant un mélange, avec le maerl fossile, et les « sédiments bioclastiques » littoraux actuels, il semble qu'un ordre chronologique de mise en place s'impose.

BILAN

Pour la première fois, dès ce stade d'analyse, les grands traits de la sédimentation du plateau continental méditerranéen marocain paraissent se définir, et ses principales caractéristiques se retrouvent plus vers l'Ouest, à Al-Hoceima (Gensous & Tesson, 1980).

Toutefois, de nombreuses imprécisions subsistent, pour ce qui est de la zone étudiée, en ce qui concerne la chronologie exacte de mise en place des dépôts et leur datation absolue, la matérialisation des lignes de paléo-rivages, l'origine des sédiments fins terrigènes des vases du large, les taux de sédimentation. Pour résoudre ces problèmes, deux voies sont généralement suivies. L'une consiste en une étude du matériel organogène (thanatocénoses benthiques) et des assemblages faunistiques corrélés aux données écologiques connues, selon les techniques utilisées par Shepard et Moore 1954, reprises et approfondies depuis. L'autre orientation est une étude granulométrique, morphoscopique et minéralogique détaillée de la fraction terrigène, principalement axée sur les aspects dynamiques : c'est la technique déjà employée en Méditerranée par Stanley ou le C.R.S.M.* de Perpignan par exemple et préférée par certains auteurs (Nelson, 1977).

Pour notre part, à titre comparatif, les deux procédures sont menées de front corrélativement à des analyses géochimiques et des mesures radiochronologiques qui nous serviront d'étalement.

* C.R.S.M., Centre de Recherches de Sédimentologie marine.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent particulièrement à exprimer leur gratitude à l'Institut des Pêches Maritimes et à l'Arrondissement des Travaux Publics de Nador, pour l'aide à la mer fournie durant les années 1975-76-77. La Faculté des Sciences de Rabat leur a laissé toute latitude pour réaliser ce travail en fournissant, en outre, l'aide dont elle était capable, ce dont nous la remercions.

REFERENCES

- ALOISI J.-C., MONACO A. & PAUC H. (1975) : Mécanisme de la formation des pro-deltas dans le Golfe du Lion : exemple de l'embouchure de l'Aude (Languedoc). *Bull. Inst. Géol. Bassin Aquitaine*, n° 18.
- ALOISI J.-C., MONACO A. & PAUC H. (1978) : Rôle de la flocculation prodeltaïque dans la sédimentation du plateau continental. *Union des Océanographes de France. Groupe « Estuaires-Deltas »*, novembre 1978.
- BRETHES J.-C. & TESSON M. (1978) : Observations hydrologiques sur la Sebkhâ bou Areg (lagune de Nador). Maroc. Bilan d'automne 1976 et d'hiver 1977. *Trav. & Doc. Pêches Maroc*, n° 24. 17 pp.
- CAULET J. (1972) : Les sédiments organogènes du pré-continent algérien. Thèse. Doc. Etat. Univ. Paris. *Mém. Muséum*, Paris, 25, 1-289.
- DANGEARD L. (1929) : Observations de géologie sous-marine. *Ann. Inst. Océanogr. Monaco*, 6 (1), 1-93.
- FRIZON DE LAMOTTE D. (1979) : Contribution à l'étude de l'évolution structurale du Rif Oriental (Maroc). *Trav. Laboratoire Géologie de l'Afrique*, n° 4, Université Paris Sud. 175 pp. (inédit).
- FURNESTIN J. (1960) : Hydrologie de la Méditerranée occidentale (Golfe du Lion, Mer d'Alboran, Mer Catalane, Corse orientale). *Trav. Inst. Scient. et Techn. Pêches Maritimes*, Paris 26, (3).
- GENSOUS B. & TESSON M. (1980) : Morphologie et sédimentologie de la Baie d'Al-Hoceima. *Mines. Géol. & Energie*. Rabat. n° 46 (hic).
- GUILLEMEN M. (1976) : Les formations néogènes et quaternaires des régions de Méhilla-Nador et leurs déformations (Maroc Nord-Oriental). Thèse spécialité, Université Orléans (inédit).
- HEEZEN B.C. & JOHNSON G.L. (1969) : Mediterranean undercurrent and microphysiography west of Gibraltar. *Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, 69, 1-95.
- HOSKIN C.M. & NELSON R.V. (1971) : Size modes in biogenic carbonate sediments. Southern Alaska. *J. Sediment. Petrol.*, 41 (4).
- HUANG T.C. & STANLEY D.J. (1972) : Western Alboran Sea : sediment dispersal, ponding and reversal of currents. *In « The Mediterranean Sea »*, Ed. Stanley D.J.
- KELLING G. & STANLEY D.J. (1972) : Sedimentation in the vicinity of the Strait of Gibraltar. *In « The Mediterranean Sea »*, Ed. Stanley D.J.
- LACOMBE H. & TCHERNIA P. (1960) : Quelques traits généraux de l'hydrologie méditerranéenne d'après diverses campagnes hydrologiques récentes en Méditerranée et dans le proche Atlantique. *Cah. Océanogr.*, 12 (8), 527-547.
- LECLAIRE L. (1968) : Contribution à l'étude géomorphologique de la marge continentale algérienne. *Cah. Océanogr.*, 10 (6), 451-521.
- LECLAIRE L. (1972) : La sédimentation Holocène sur le versant méridional du bassin algéro-baléare (Précontinent algérien). Thèse Univ. Paris. *Mém. Muséum*, Paris, 24, 391 p.
- MCCAVE I.N. (1972) : Transport and escape of fine-grained sediment from shelf-areas. *In « Shelf Sediment Transport »*, Ed. Swift, Duane et Pilkey.
- MCMASTER R.I. & LACHANCE T.P. (1960) : Northwestern African continental shelf sediments. *Marine Geol.*, 7, 57-67.
- MAKLEM W.R. (1968) : Some hydraulic properties of bioclastic carbonate grains. *Sedimentology*, 10.
- MILLIMAN J.D. (1974) : Marine Carbonates. *In « Recent sedimentary carbonates »*, part I. Springer-Verlag, Berlin.
- MILLIMAN J.D., WEILLER Y. & STANLEY D.J. (1972) : Morphology and carbonate sedimentation on shallow banks in the Alboran Sea. *In « The Mediterranean Sea »*, Ed. Stanley D.J.
- NELSON C.S. (1977) : Grain-size parameters of insoluble residus in mixed terrigenous-skeletal carbonate sediments and sedimentary rocks : some New-Zealand examples. *Sedimentology*, 42, n° 1, pp. 31-51.
- PURSER B.H. (ed.) (1973) : The Persian Gulf : Holocene carbonate sedimentation and diagenesis in a shallow epicontinental sea. Springer-Verlag, Berlin.
- SUMMERHAYES C.P. (1970) : Phosphate deposits of the northwest continental shelf and slope. Unpubl. Ph. D. Thesis. Univ. London. 282 pp.
- TESSON M. & GENSOUS B. (1979) : Les sédiments superficiels de la lagune de Nador (Sebkhâ bou-Areg). Principales caractéristiques et répartition. *Bull. Inst. Pêches Maroc*, n° 24.