

# Sur la sédimentation actuelle et post-glaciaire dans le plateau continental du Rif oriental (Maroc)

المومني بوشتي و بيرنار جانسوس

Bouchta EL MOUMNI & Bernard GENSOUS

Mots-clés : Marge marocaine. Sédiments. Prodeltat. Holocène. Phase carbonatée. Phase terrigène.

## ملخص

حول الترسبات وما بعد الحقب الجليدي في الهضبة القارية للريف الشرقي (المغرب). يمكن تقسيم إرسابات الجهة الشرقية لحافة البحر الأبيض المتوسط المغربي الى مجموعتين: \* مجموعة تحتوي على مرحلة إحيائية هامة تتكون خصوصا من عناصر كربونية وتتنوع في القطاعات ذات تأثير هيدرودينامي قوي: أرصفة، الاعماق الكبيرة و التجميد \* مجموعة فتاتية تتطور قبالة الودية القارية انطلاقا من مقدمة الدلتا. إن التطور العمودي للإرسابات المتقطعة بواسطة التعيينة تترجم بدقة ذبذبات مستوى البحر المرتبطة بأخر رفع حراري هلوسيني.

## RESUME

Les sédiments de la partie orientale de la marge méditerranéenne marocaine peuvent être classés en deux groupes :  
- un groupe comportant une phase organogène importante formée surtout de composants carbonatés et se répartissant dans les secteurs à forte action hydrodynamique : bancs, hauts fonds et rides;  
- un groupe essentiellement terrigène se développant en face des émissaires continentaux à partir de prodeltas.  
L'évolution verticale des sédiments recoupés par carottage traduit fidèlement les variations eustatiques liées au dernier réchauffement holocène.

## ABSTRACT

About the recent and post-glacial sedimentation on the continental shelf of oriental Rif (Marocco). The Moroccan mediterranean margin (estern part) can be classed on two groups:  
- A group formed with important organogenous components on the banks, shallows and ridges  
- A group essentially terrigenous, localised in the face of prodeltas.  
The vertical evolution of sediments received by cores drilling schows a clear correlation with eustatic variations during the last Holocene warm stage.

## INTRODUCTION

Dans le cadre d'une coopération franco-marocaine, des campagnes océanographiques (1983 - 1986), ayant pour objectif une étude de la structure des corps sédimentaires durant la période Plio-Quaternaire à l'aide de la sismique réflexion haute résolution, de la mise en place des sédiments durant le Quaternaire terminal et enfin la répartition superficielle des sédiments récents et actuels ont été réalisées.

Cette étude a apporté des données nouvelles sur la sédimentation de la partie méridionale de la mer d'Alboran (marge marocaine) jusqu'alors peu ou pas étudiée. Elle expose alors une partie des résultats concernant l'évolution verticale des sédiments obtenus par carottage et ceux obtenus par des prélèvements superficiels. L'étude du secteur par des méthodes sismiques a déjà fait l'objet de publications (GENSOUS & al., 1986; AMMAR, 1987; TESSON & al., 1987; TESSON & GENSOUS, 1989). Le secteur d'étude est la partie du plateau continental marocain

entre la chaîne des Bokkoya à l'Ouest et le Cap de l'Eau à l'Est.

## CADRE MORPHOSTRUCTURAL

### LA BORDURE CONTINENTALE

Au niveau de la zone étudiée, le littoral dessine deux grands arcs de cercle, se joignant au promontoire rocheux du Cap des Trois Fourches, où alternent bassins néogènes et zones structurellement hautes. D'Ouest en Est, on distingue :

- La baie de Betoya : Entre Ras Tarf et Cap des Trois Fourches, encadrée à l'Ouest par le bassin de Boudinar et à l'Est par le bassin de Kert-Melilla.

- La baie de Nador : Le littoral rocheux au niveau du Cap des Trois Fourches, fait place dans la partie centrale de la baie à un Lido séparant la Sebkh Bou Areg de la mer; il est ensuite formé par des falaises vives entaillées dans les formations néogènes des Kbdana.

D'après les études néotectoniques à terre (RAMPNOUX & al., 1977) cette disposition résulte

de l'évolution structurale post-nappe. Du Tortonien à l'Actuel, une tectonique en extension, entrecoupée par deux épisodes compressifs (fini-Tortonien et fini-Pliocène) a provoqué l'ouverture des bassins et leur comblement. L'étude du remplissage permet de reconnaître trois cycles sédimentaires marins (Tortonien supérieur, Messinien, Pliocène inférieur) auxquels succèdent à la fin du Pliocène et au Quaternaire des épandages continentaux successifs.

La présence sur certaines portions du littoral, de niveaux marins quaternaires étagés indique l'existence durant cette période d'un soulèvement du secteur, plus important dans la partie occidentale (GUILLEMIN & al., 1982).

### LA MARGE CONTINENTALE

Des données récentes de sismique haute résolution (GENSOUS & al., 1986) ont permis de préciser la morphologie et l'évolution structurale récente de ce domaine marginal.

La plate-forme continentale, très étroite en face des zones internes rifaines, prend de l'ampleur à l'Est de Ras Tarf (Fig. 1-5).

Dans la baie de Betoya, le plateau continental, bien développé (10 à 15 Km de largeur) se présente comme une surface subhorizontale limitée par un talus abrupt à -120m de profondeur, suivi entre -300 et -900m par une pente marginale aboutissant au bassin méridional.

Dans la baie de Nador, le plateau limitant le talus est absent; les fonds augmentent progressivement jusqu'à -400m puis se raccordent à une série de hauts fonds dessinant une vaste structure circulaire (caldera).

Au niveau des Caps, la plate-forme est très étroite, la pente abrupte, est entaillée par de nombreux petits canyons.

Les profils de sismique réflexion montrent que la plate-forme continentale correspond à une surface d'aplanissement de séries miocènes et pliocènes venant buter au niveau de la pente sur des remontées de socle acoustique. Ces séries constituent avec des dépôts néogènes, connus à terre, un ensemble qui s'est individualisé, à partir du Miocène supérieur, à l'arrière de hauts fonds volcaniques. La disposition actuelle résulte d'un soulèvement récent ayant provoqué l'érosion de l'ensemble marge arrière-pays.

### METHODOLOGIE

Les échantillons étudiés ont été prélevés lors de deux campagnes océanographiques (Albosed I -83 et Albosed II-86) par bennes SHIPEK et carottier KULLENBERG. Le positionnement a été effectué par Radar et points satellites (Fig. 1). Les

échantillons ont été séparés en deux fractions par lavage sur tamis de 63 $\mu$ m. Les analyses ont été réalisées séparément sur la fraction sableuse (granulométrie, détermination et comptage des composants, minéralogie des carbonates) et pélitique (granulométrie par sedigraph et minéralogie des poudres et des argiles). Les teneurs en carbonates ont été déterminées sur l'échantillon brut.

## LES SEDIMENTS SUPERFICIELS

### CARACTERISTIQUES GENERALES

Une classification sommaire, basée sur les caractéristiques texturales des dépôts a été effectuée en utilisant un diagramme triangulaire. Les subdivisions adoptées sont celles préconisées par FOLK (1974). La répartition géographique des principaux groupes texturaux ainsi obtenus est la suivante (Fig. 2a):

\* Les vases et vases sableuses se situent dans la baie de Betoya sur le plateau interne et médian jusqu'à -75m de profondeur et sur le rebord externe du talus. Dans la baie de Nador, elles constituent deux variétés excentrées, au delà de -35m, à proximité des Caps.

\* Les sables et sables vaseux sont localisés entre 0 et -40m dans la partie centrale de la baie de Nador.\* Les sables grossiers et sables grossiers vaseux sont situés au niveau des Caps (Ras Tarf et Cap des Trois Fourches), sur le plateau externe de la baie de Betoya et sous forme d'alignements entre -45 et -65m dans la baie de Nador.

\* Les graviers et galets forment des affleurements isolés généralement associés aux sables grossiers.

Les teneurs en carbonates varient en sens inverse de la texture (Fig. 2b). Elles sont inférieures à 25 % pour les vases (exceptée la partie orientale de la baie de Nador), comprises entre 25 et 50% pour les sables grossiers et supérieures à 75% pour les graviers et les galets.

### LA FRACTION PELITIQUE

L'analyse granulométrique permet, à partir du rapport silts/argiles (noté R), de mettre en évidence deux gradients (Fig. 3a):

- Le premier exprime la diminution de la taille des grains de la côte (R2) vers le large (R1), les modes granulométriques évoluent dans le même sens.

- Le second se manifeste par une décroissance d'Est en Ouest. Les valeurs de R proches de 4 dans la baie de Nador ne sont plus que de 2,5 dans la baie de Betoya. Elles sont comprises entre 1 et 2 sur le plateau continental des Bokkoya; à l'Ouest de la zone étudiée.

Les teneurs en carbonates de la fraction pélitique font apparaître les mêmes variations. Le gradient d'Est en Ouest étant particulièrement bien marqué (Fig. 3b)

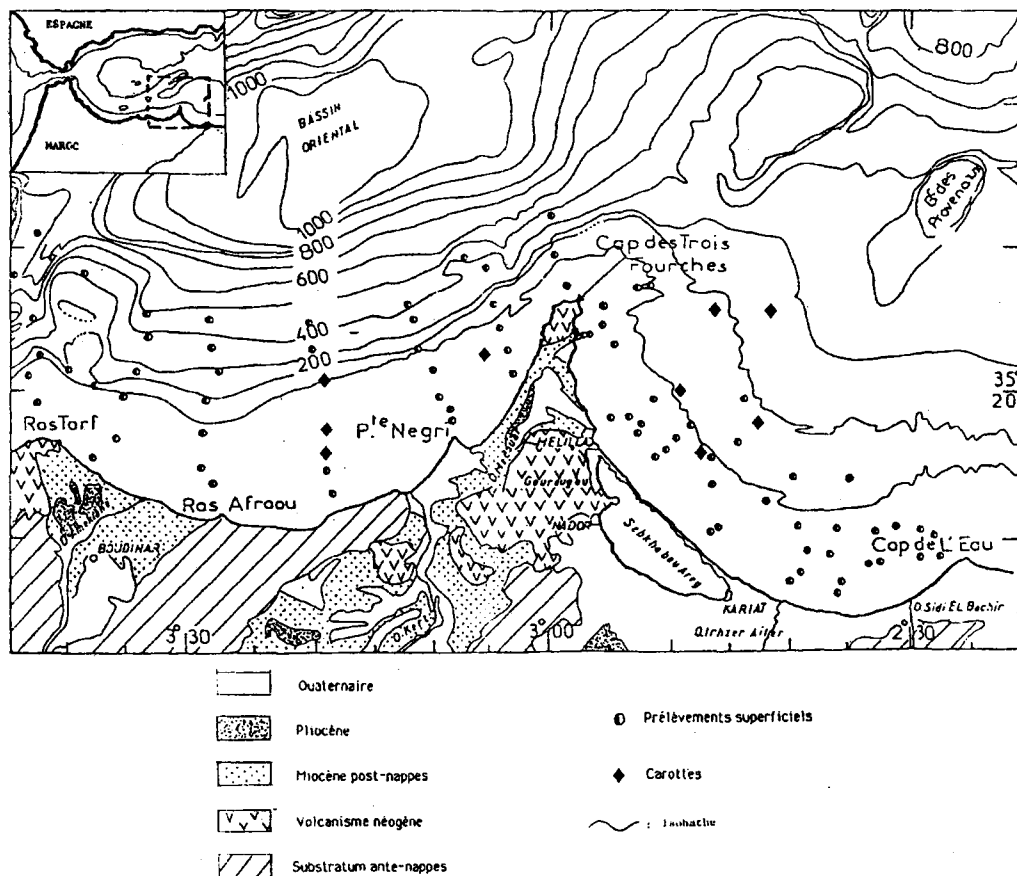


Figure 1 : Cadre morphostructural

L'étude de la minéralogie des argiles permet de distinguer les secteurs situés de part et d'autre du Cap des Trois Fourches (Fig. 3a). Dans la baie de Betoja, l'illite prédomine (40 à 60%) suivie de la chlorite (20 à 30%) et de la kaolinite (35%).

Ces variations minéralogiques et texturales peuvent être corrélées avec la nature minéralogique des bassins versants. A l'Ouest, les formations schisteuses des nappes rifaines fournissent des apports relativement fins et riches en illite. A l'Est les produits d'érosion de l'arrière pays sont plus grossiers et plus carbonatés (l'observation au microscope permet de constater l'abondance de la fraction carbonatée détritique); apportés par l'Oued Moulouya qui traverse les formations carbonatées du Haut Atlas. Les fortes teneurs en smectite, que l'on retrouve au niveau des formations alluviales du Cap des Trois Fourches, du piedmont des Kbdana et dans les dépôts de la Sebkh Bou Arg (TESSON & GENSOUS, 1982,

EL MOUMNI, 1987), résultent de l'altération des formations volcaniques de l'arrière pays.

### LA FRACTION SABLEUSE

Elle est principalement composée de débris carbonatés d'origine organogène (Mollusques, Algues rouges, Bryozoaires, Echinodèrmes, Spongiaires et Foraminifères).

Un comptage semi-quantitatif a permis de distinguer au sein des dépôts un nombre restreint d'assemblages types où prédominent 1, 2 ou 3 types de composants.

Il apparaît que la granulométrie de la fraction sableuse est en grande partie contrôlée par le type d'organisme producteur de la biophasse calcaire.

L'assemblage à Algues rouges correspond au dépôts de gravies et de galets caractérisés par plusieurs modes supérieurs à 2mm.

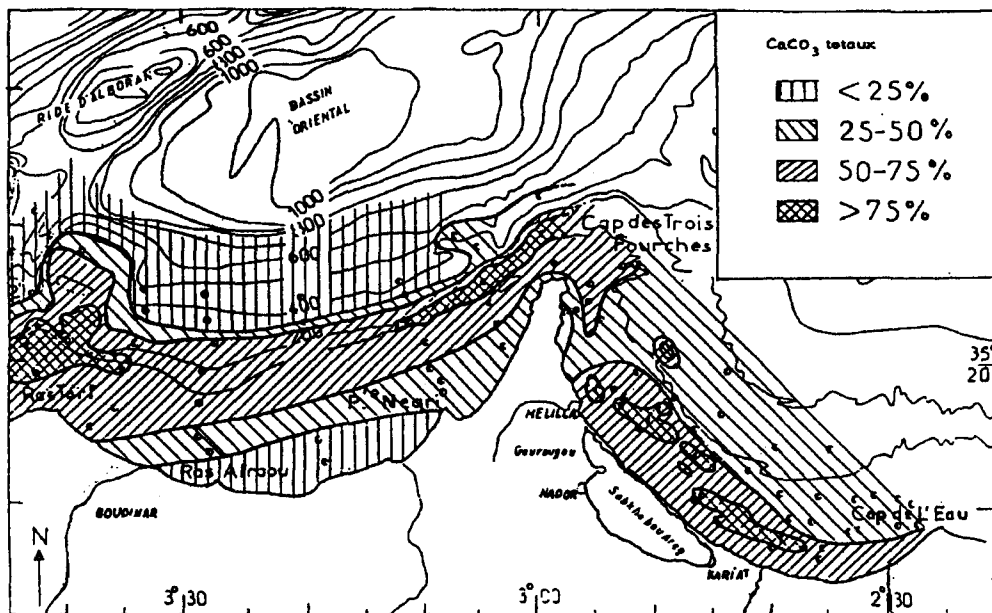
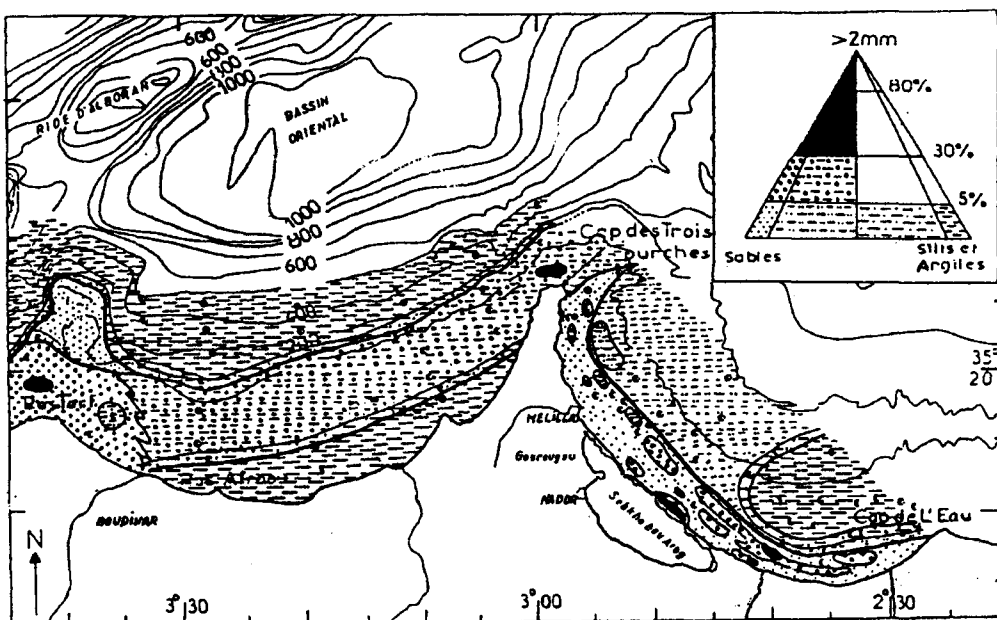


Figure 2 : a- Caractéristiques texturales des dépôts. Répartition des principaux groupes texturaux;  
b- Teneurs en carbonates totaux

L'assemblage à Bryozoaires, Mollusques, Algues rouges est le constituant principal des sables grossiers dont les modes se situent entre 160 et 1000 $\mu$ m.

L'assemblage à Mollusques, Foraminifères constitue la biophase des sables du plateau interne de la baie de Nador (mode à 125-160 $\mu$ m).

L'assemblage à Foraminifères, Mollusques est associé aux dépôts vaseux où prédomine la fraction pélitique terrigène (mode < 63 $\mu$ m).

La répartition de ces assemblages montre qu'une partie seulement dérive de biocénoses benthiques actuelles (assemblage à Foraminifères et Mollusques).

L'aspect de certains composants, usés et altérés (dissolution et glauconitisation), leur position bathymétrique attestent de leur caractère relique (dépôts à maerls).

Certains dépôts présentent un mélange de composants modernes et reliques (sables grossiers du plateau externe de baie de Betoja), traduisant la succession de différents peuplement lors de la dernière transgression post-glaciaire. Le même phénomène a été mis en évidence pour les dépôts recouvrant les sommets des bancs de la ride d'Alboran (MILLIMAN & *al.*, 1972) et sur le plateau continental algérien (CAULET, 1972).

L'étude minéralogique des composants confirme leur caractère moderne ou relique, ces derniers ayant subi une diagenèse précoce se traduisant pour les Algues rouges et les Bryozoaires par une dissolution de l'aragonite et de la calcite magnésienne.

La synthèse de ces données analytiques permet d'aboutir à une cartographie sédimentaire de la plateforme continentale où l'ensemble des dépôts est regroupé en un nombre réduit de faciès sédimentaires (EL MOUMNI, 1984-1987) (Fig. 4a et b).

### LES DEPOTS RECOUPES PAR CAROTTAGE

Les carottages effectués sur le plateau continental recoupent tous la même succession verticale débutant par des niveaux organogènes grossiers évoluant vers des dépôts de plus en plus fins et se terminant par une vase terrigène.

Cette séquence, classique en milieu épicontinental, est interprétée comme étant liée à la remontée, du niveau marin lors de la dernière période post-glaciaire (Holocène). Les termes composant cette séquence sont de nature différente pour chacun des secteurs (Fig. 5).

Dans la baie de Betoja, le niveau de base est constitué par des nodules alguaires (maerls) surmontés de sables grossiers à débris de Lamellibranches et Algues rouges auxquels succèdent

des sables fins puis des pélites. On retrouve donc verticalement les faciès sédimentaires de surface avec les mêmes caractéristiques texturales et minéralogiques. La séquence est plus ou moins complète et présente quelques variations en fonction de la situation des prélèvements :

Le niveau pélagique supérieur est absent au sommet de la carotte K16 située sur le plateau externe où affleurent les sables grossiers reliques.

La carotte K18 présente un niveau vaseux interstratifié dans les niveaux grossiers de base et qui a été conservé du fait de sa situation dans une dépression correspondant, d'après les données sismiques, à une Dans la baie de Nador, la base des carottes est constituée par des niveaux à coquilles de Lamellibranches surmontées par des sables moyens à fins glauconieux et d'un niveau supérieur pélitique. Il faut noter que les prélèvements se situent dans ce secteur à une profondeur plus importante qu'en baie de Betoja et recoupent donc des faciès plus profonds. Cependant, pour des prélèvements à même profondeur, les niveaux à Algues rouges sont absents.

### CONCLUSIONS

L'étude des prélèvements superficiels permet de dégager les caractéristiques principales de la sédimentation actuelle:

Les dépôts terrigènes, généralement fins, traduisent par leur caractéristiques et leur répartition l'influence de l'héritage continental et des mécanismes hydrodynamiques.

Deux provinces d'apport (situées de part et d'autre du Cap des Trois Fourches) sont mises en évidence, l'une correspondant aux formations schisto-gréseuses des nappes rifaines (prédominance de l'illite), l'autre à l'arrière pays calcaire et au volcanisme néogène (teneurs élevées en smectites, abondante fraction silteuse et des teneurs élevées en carbonates).

La graduation granulométrique exprime le niveau dynamique décroissant de la côte vers le large et le dépôt précoce de la fraction silteuse.

La localisation des zones d'envasement est liée d'une part à la position des émissaires continentaux, d'autre part aux phénomènes physico-chimiques de floculation et la circulation générale (Fig. 4a) :

Dans la baie de Betoja, l'augmentation rapide de la profondeur favorise le piégeage des dépôts en position prodeltaïque.

Dans la baie de Nador, la Sebkh Bou Areg intercepte une partie des apports continentaux. La présence de contre-courants induit des zones de décantation au niveau des Caps. Les dépôts organogènes sont en grande partie reliques.

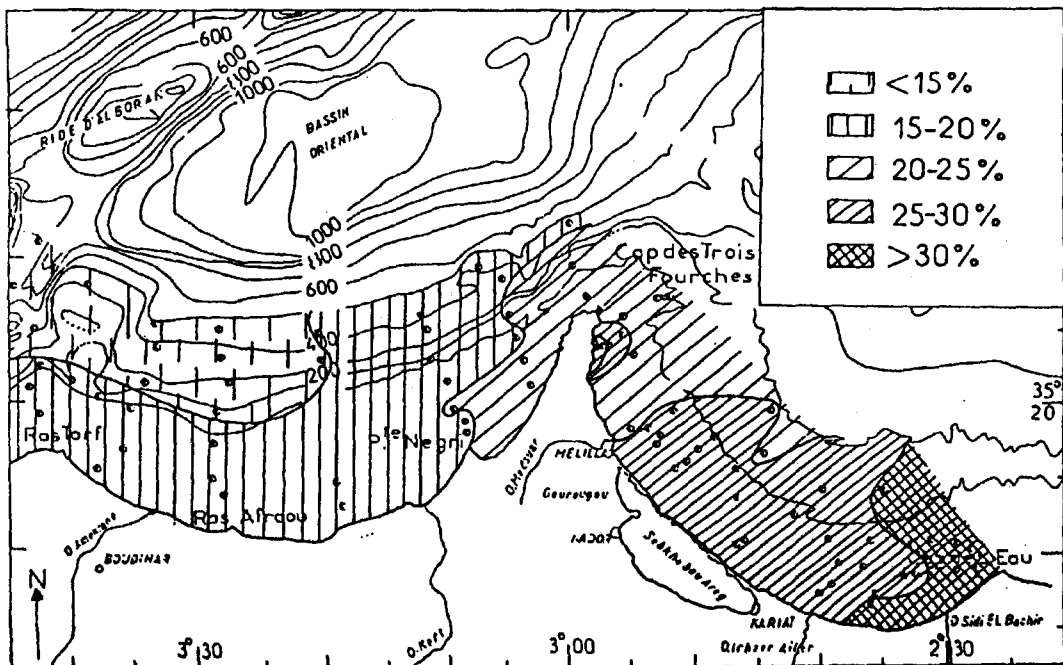
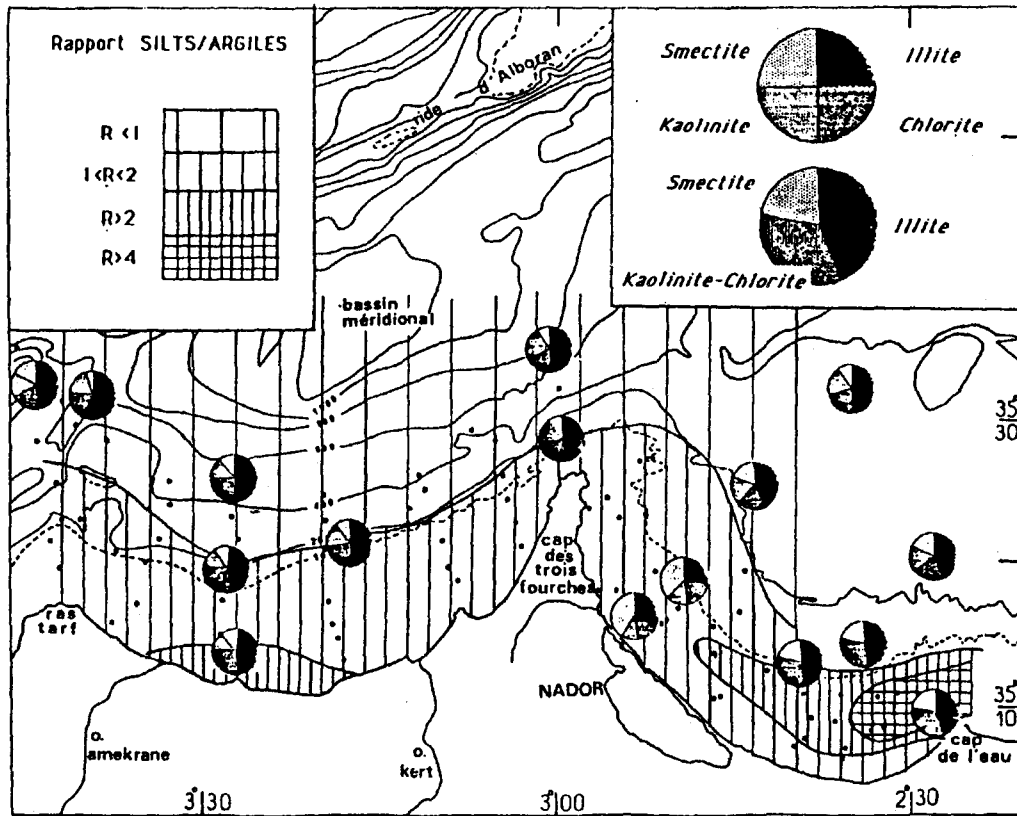
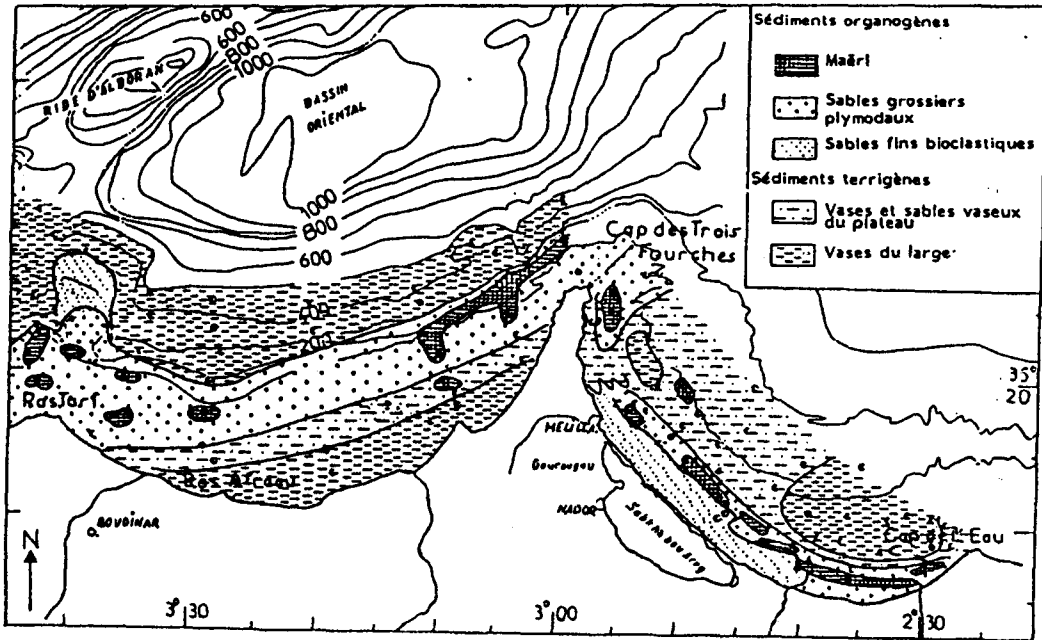


Figure 3 : a : Texture et minéralogie de la fraction péltique  
b : Teneurs en carbonates de la fraction péltique.



	Faciès sédimentaires	X CaCo <sub>3</sub>	X Lutites	X > 2 mm	Rapport Silts/Argiles	Nbr de modes granulométriques principaux (μ)	Composants bioclastiques	Etat	Ibères Reliques Mixtes
SEDIMENTS TERRIGÈNES	I Vases du large	< 25	> 75 X	0	< 1	1 ou (2) modes < 63 μ	Foraminifères planctoniques + Mollusques		Modernes
	II Vases et sables vaseux du plateau	< 25X Baie de Bétoy 25-50 Baie de Nador	> 75X Baie de Bétoy > 50X Baie de Nador	0 à 10 X	> 2	2 modes < 125 μ	Mollusques + Foram-benthiques (ostracodes, échinodermes)		Modernes
SEDIMENTS ORGANOGÈNES	III Sables fins bioclastiques	50 à 60 X	< 25 X	0 à 10 X localement 10 à 20 X	1 à 2	1 ou 2 modes 160 - 125 μ	Mollusques + Foram-benthiques (Bryozoaires, ostracodes, échinodermes)		Modernes
	IV Sables grossiers plymodaux	50 à 75 X	< 25 X	10 à 20 X	1 à 2	> 5 modes 1000 à 125	-Bryozoaires -Algues rouges -Mollusques +échinodermes	Mixtes	Partie centrale Baie de Bétoy à 30 m Baie de Nador
	V Maërls	> 75 X	< 25 X	> 20 X	1 à 2	entre 4500 à 2000	Algues rouges et Bryozoaires	Modernes ou Reliques	Cap de l'Eau + Cap des Trois Fourches ou Plateau externe Baie de Bétoy et Baie de Nador

Figure 4 : a- Répartition des faciès sédimentaires sur la marge du Rif oriental; b- Faciès sédimentaires des dépôts superficiels de la marge du Rif oriental (Tableau récapitulatif)

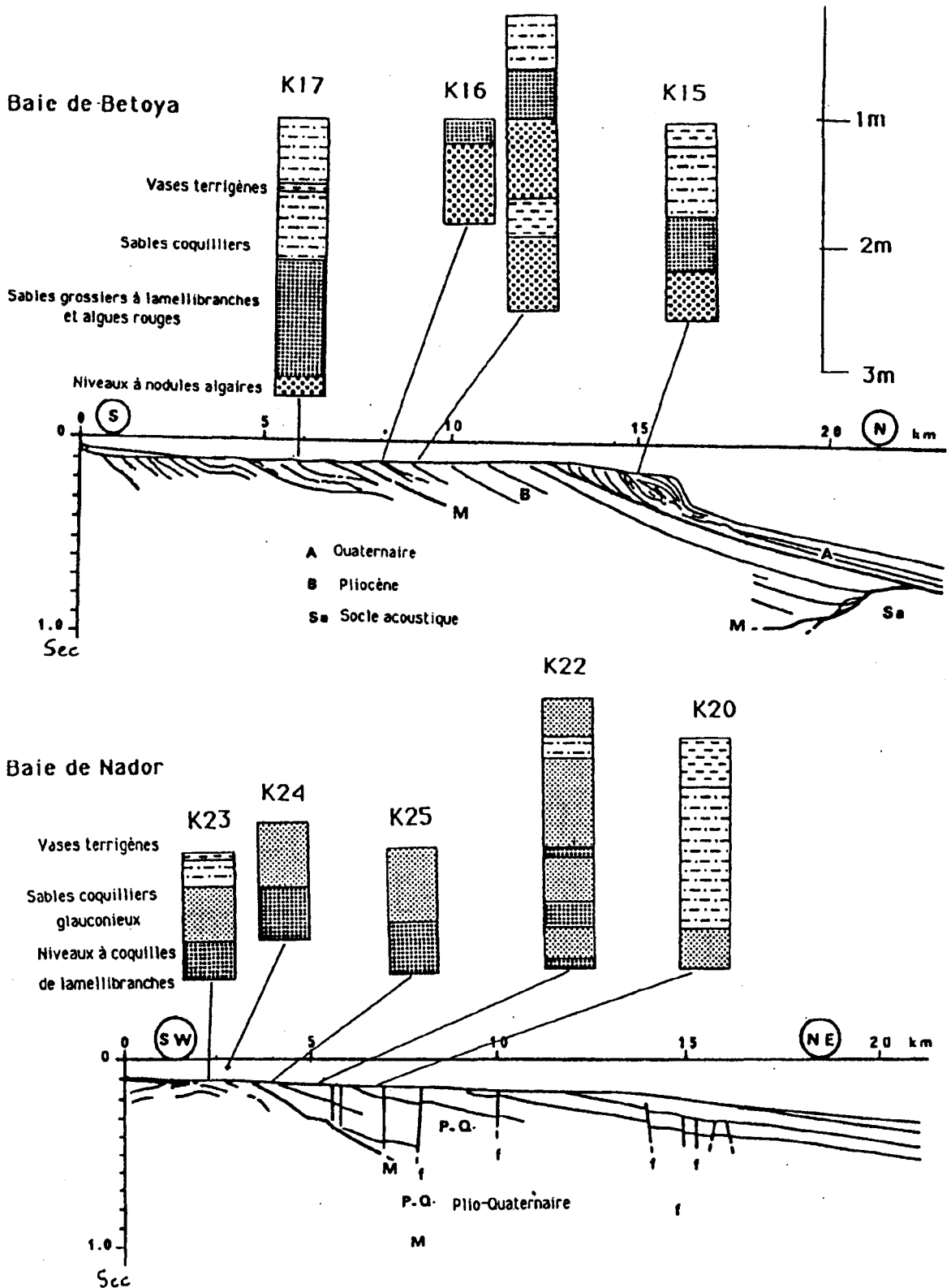


Figure 5 : Lithologie des carottes (Profils sismiques d'après GENSOUS & al., 1986).



Actuellement la sédimentation organogène ne se développe que dans des secteurs restreints préservés des apports terrigènes et offrant un substrat approprié (zone des Caps).

Les caractéristiques texturales ne sont pas liées aux conditions dynamiques mais dépendent plutôt de la taille des organismes originels et des modalités de leur fragmentation.

Une répartition semblable des sédiments superficiels a été mise en évidence en Méditerranée occidentale (Golfe de Lion par ALOISI & *al.*, 1977)

L'étude des carottages permet de préciser l'évolution verticale des différents faciès et les facteurs qui ont guidé l'évolution de la sédimentation au Quaternaire terminal.

Morphostructuralement, le soulèvement du domaine épicontinental durant le Quaternaire a provoqué le transfert des dépôts vers la limite externe de la

plate-forme (prisme progradant) et vers les zones de bassin. Le plateau continental se présente comme une surface d'érosion à faible recouvrement sédimentaire (Fig. 5).

Du point de vue eustatique, la séquence granoclassée mise en place durant la dernière période post-glaciaire est caractérisée par le grand développement des faciès organogènes, les passées pélitiques très réduites, n'apparaissent qu'à la partie supérieure de la colonne sédimentaire. L'envasement est donc un phénomène relativement récent lié au niveau maximum de la transgression, atteint il ya environ 6000 ans.

Du point de vue climatique, outre une cause purement eustatique, le développement de la sédimentation pélitique a pu être favorisé par l'installation depuis 4000 ans d'un climat semi-aride (ROGNON, 1981) favorisant l'érosion de l'arrière pays.

## REFERENCES

- ALOISI J.C., AUFFRET G.A., AUFFRET J.P., BARUSSEAU J.P., HOMMERIL P., LARSONNEUR C., & MONACO A., 1977: Essai de modélisation de la sédimentation actuelle sur les plateaux continentaux français. *Bull. Soc. Géol. Fr.* 19.2 : pp: 183-195.
- AMMAR A., 1987: *Analyse sismique des corps sédimentaires de la marge méridionale de la mer d'Alboran*. Doct. 3ème cycle Univ. de Perpignan.
- CAULET J., 1972: Recent biogenic calcareous sedimentation on the Algerian continental shelf. In: *The Mediterranean Sea. A natural sedimentation laboratory*, ed. STANLEY D.J., Dowden, *Hutchinson and Ross, Inc, Stroudsburg*. pp: 261-277.
- EL MOUMNI B., 1984: Les sédiments superficiels de la marge continentale du Rif oriental. *mem., D.E.A. Univ. Paul Sabatier, Toulouse* 56p.
- EL MOUMNI B., 1987: *La sédimentation, au Quaternaire terminal dans la partie méridionale de la mer d'Alboran (Marge Marocaine)*. Doct. 3ème cycle, Univ. de Perpignan, 212p.
- FOLK R. L., 1974 : Petrology of sedimentary rocks. *Univ. of Texas*, 182p.
- GENSOUS B., TESSON M., & WWINNOCK E., 1986 : La marge méridionale de la mer d'Alboran : Caractères structuro-sédimentaires et évolution récente. *Mar. Geol.*, 72 : pp: 341-370.
- GUILLEMIN M., HOUZAY J.P. & FRIZON DE LAMOTTE D., 1982 : Etudes géologiques sur la chaîne du Rif. *Notes et mem. serv. géol. Maroc* n° 314, 309p.
- MILLIMAN J.D., YEHEZKIEL W. & STANLEY D.G., 1972: Morphology and carbonate sedimentation of shallow banks in the Alboran Sea. In *The Mediterranean Sea : A natural sedimentation laboratory*, Dowden, *Hutchinson and Ross, Stroudsburg*. pp: 241-259.
- RAMPNOUX J.P., ANGELLIER J., COLLETA B., FUDRAL S., GUILLEMIN M., & PIERRE G., 1977 : L'Histoire tectonique récente (Tortonien à Quaternaire) de l'arc de Gibraltar et des bordures de la mer d'Alboran. Les résultats de l'analyse structurale du Maroc. *Bull. Soc. Geol. Fr.* (7) XIX : pp: 594-598.
- ROGNON P., 1981 : Interprétation climatique des changements d'environnements en Afrique du Nord et au Moyen Orient durant les vingt derniers millénaires. In : *Paleoecology of Africa*. J.A., Coetze et E.M., Van Zinderen Baker ed. 13 : pp:21-44.
- TESSON M., & GENSOUS B., 1982 : Quelques caractères de la géochimie d'une lagune microtidale : La sebkha bou Areg (Maroc). *106ème Congrès National des Sociétés Savantes*, Perpignan, 1981, *Sciences, Fasc., III*, pp: 183-194.
- TESSON M., GENSOUS B., & LABRAIMI M., 1987 : Seismic analysis of the southern margin of the Alboran sea. *Journal of African Earth Sciences*, 6 : pp: 813-821.
- TESSON M., & GENSOUS B., 1989 : Les bases d'une stratigraphie sismique post-nappes en mer d'Alboran, au large du Maroc. Implications structurales paléogéographiques. *Journal of African Earth Sciences*, 9 : pp: 421-433.

### Adresses des auteurs

B. EL MOUMNI  
Dépt. de Géologie, Fac. des Sciences  
B.P. 40-10 Meknes-  
Maroc

B. GENSOUS  
L.S.G.M. Av. de Villeneuve  
66025 Perpignan  
France