



CHANGEMENTS MORPHOLOGIQUES À L'ÉCHELLE PLURIANNUELLE SUR UNE CÔTE À BARRES (GOLFE DU LION, MER MÉDITERRANÉE, FRANCE).

J. P. BARUSSEAU ⁽¹⁾, C. DESCAMPS ⁽¹⁾, M. RADULESCU ⁽²⁾,

E. AKOUANGO ⁽¹⁾ et A. GERBE ⁽²⁾

⁽¹⁾ L.S.G.M., Université, 66860 Perpignan Cedex (France)

⁽²⁾ IARE, Agropolis II, bât. B4, 34397 Montpellier (France)

Résumé:

Des levés topo-bathymétriques et morphodynamiques systématiques ont été réalisés sur le littoral sableux (plage et avant-côte jusqu'aux fonds de 10 m) du lido de l'étang de Thau entre 1989 et 1991. Cette côte est soumise à un régime microtidal dominé par les houles. Son caractère en grande partie dissipatif explique l'existence de barres d'avant-côte en nombre variable en fonction de la localisation du secteur étudié. Du côté de Sète, on trouve 1 à 2 barres d'avant-côte, selon les périodes. Plus au sud, vers Marseillan, il en apparaît 2 à 3. Le rôle de la pente du fond marin et celui des ondes d'infra-gravité sont impliqués dans le polymorphisme observé. Le rythme de variation ne semble pas dominé par un cycle saisonnier clairement démontré mais plutôt par des alternances pluriannuelles dont est également l'écho la dimension du prisme littoral (largeur de la plage, volumes des accumulations sableuses en domaine exondé ou d'avant-côte), considérée depuis 1984.

Summary:

Regular morphological surveys, on a monthly basis, were performed in two sites on the beach barrier and the nearshore zone (down to 10 meters) of the Thau lagoon (Mediterranean Sea) between 1989 and 1991. This coast is a microtidal, wave-dominated, highly dissipative one, corresponding to the presence of several offshore bars. The number of bars recorded depends on both the location and the wave climate : 1 to 2 in Sète area, 2 to 3 in Marseillan area. Slope and edge waves are involved in the morphological characteristics observed. The weight of seasonal processes on changes recorded is minor compared to multiannual rhythms, exhibited by the variations of the beach width and the bulk volume of beach and offshore sands bodies since 1984.

INTRODUCTION

Les phénomènes hydro- et morphosédimentaires du domaine littoral ont fait l'objet de travaux considérables d'où se dégagent deux attitudes. L'une consiste à mettre l'accent sur le caractère encore fragmentaire de nos connaissances dans les domaines de la description des processus hydrodynamiques et des relations hydrosédimentaires et sur la nécessité de poursuivre les travaux d'acquisition de données. L'autre cherche à engager les travaux visant à modéliser les phénomènes, afin d'arriver rapidement à une prédiction du comportement de la zone côtière, à court et moyen termes. Notre intention est ici de rassembler des données dans le cas d'un littoral dominé par les houles, de façon à combler certaines lacunes de notre connaissance, dans l'optique d'une tentative de modélisation ultérieure.

Les littoraux sableux dominés par les houles montrent, le plus souvent, une disposition à barres. Ces reliefs sédimentaires sont d'autant plus nets que l'influence de la marée est faible et que la pente de l'avant-côte est dissipative. En conséquence, l'influence des ondes d'infra-gravité devient dominante. C'est le cas dans le golfe du Lion où l'avant-côte sableuse présente, sauf à l'extrême sud, de 1 à 3 barres festonnées ou rectilignes (Barusseau et Saint-Guilly, 1981)

PRINCIPES DE L'ETUDE ET METHODES

La réponse de la zone littorale aux changements du régime océanographique est marquée dans la morphologie et les sédiments. Des études nombreuses ont été consacrées à ces changements à diverses échelles de temps : celle des événements élémentaires comme le passage d'une seule vague (Jago et Hardisty, 1984) ; celle d'une courte perturbation météorologique (Fox et Davis, 1973) ou d'un régime saisonnier (Owens, 1977). Dans l'ensemble de ces travaux, l'étude du profil transversal et le suivi de son évolution dans des zones soigneusement choisies constitue un accès privilégié pour la compréhension du fonctionnement des échanges qui concourent au bilan - négatif, équilibré ou positif - de l'avant-côte.

Il ressort de ces travaux que plusieurs conditions techniques doivent être remplies. Il faut en particulier : assurer un positionnement de grande précision, compte-tenu d'une importante variabilité 3D de la morphologie, obtenir des mesures de très bonne qualité dans l'ensemble des disciplines mises en cause : océanographie physique côtière, sédimentologie et morphologie, et opérer avec régularité pendant des périodes pluriannuelles.

Ces conditions ont conduit à choisir 2 sites du lido de l'étang de Thau (fig. 1). L'un au NE se situe près de Sète, à moins d'un kilomètre des ouvrages du port des Quilles ; l'autre, proche de Marseillan, est situé en position quasi centrale, à deux kilomètres environ au SW de 3 épis. Dans la suite, ces sites d'expérience seront respectivement appelés, Sète et Marseillan. On y rencontre un sédiment fin et bien trié et un système de barres en général rectilignes mais sujettes à des modifications temporaires. Des phénomènes d'érosion sont observés du côté NE, près de Sète. La référence topométrique est constituée par un ensemble de repères permanents formant : une base large, matérialisée par des bornes à pas kilométrique, et deux bases serrées, constituées par 11 bornes séparées de 50m environ, pour chacun des sites. Les bornes sont rattachées au Nivellement Général de la France (NGF). L'ensemble

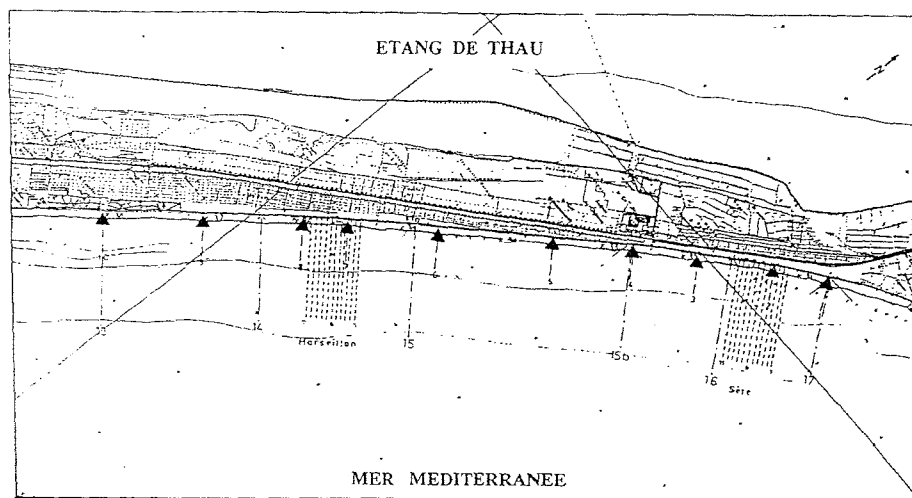


Fig. 1 : Localisation des profils étudiés sur la plage et l'avant-côte marine du lido de l'étang de Thau

des bases forment un observatoire sur lequel il est possible de revenir régulièrement.

Le bornage permet la mise en place d'un dispositif assurant une grande précision de positionnement. On a choisi un Geodimeter 140. Cet appareil fournit des mesures d'angle, en site et en azimut, à 5.10^{-4} grade près, et des mesures de distances par interférométrie, en tracking, à 1 cm près jusqu'à environ 1400 m. En outre, il résout les relations trigonométriques du triangle et affiche donc aussi la dénivelée au cm près. L'appareil est utilisé aussi bien pour la topographie du cordon dunaire et de la partie émergée de la plage qu'en bathymétrie pour laquelle il fournit la distance au repère de chaque point relevé par top. La cote du niveau marin est définie, au cours de la première opération, par repérage de l'altitude du sommet du talus de collision, à la base du jet de rive. Comme cette opération est délicate à réaliser, notamment lorsque des vagues de hauteur supérieure à 30 cm brisent et déferlent, le niveau de la mer a été calé au N.G.F. par le relevé réalisé au marégraphe du port de Sète, en tenant compte de l'heure de chaque opération. Les levés de bathymétrie ont été assurés à l'aide d'un sondeur Fuso monté sur un Zodiac capable de venir pratiquement à la côte pour assurer la jonction avec le profil terrestre. La précision nominale est de 5 cm ; la précision réelle dépend, en fait, des conditions de la mer (qui ne doivent toutefois pas être pires que "peu agité") et peut, en conséquence, s'abaisser à ± 15 cm. La synchronisation des tops se fait par radio VHF.

Les documents topobathymétriques sont dépouillés en laboratoire et restitués en utilisant des logiciels de tracé de profil qui permettent aussi, au niveau de la base serrée, la réalisation de cartes et de blocs-diagrammes. A partir de ceux-ci, une analyse de différences fait apparaître les changements majeurs (>30 cm). Les levés topobathymétriques ont été réalisés, entre mai 1989 et décembre 1991, avec une fréquence presque mensuelle, en fonction des conditions météorologiques. On dispose en outre de levés permettant une mise en perspective plus étendue dans le temps à partir de 1984.

Au cours de l'étude, conduite entre mai 1989 et décembre 1991, des prélèvements sédimentologiques ont été récoltés en fonction de la différenciation morphologique dans le système des barres et en fonction

de la bathymétrie sur le glacis sous-marin. Ces résultats sont exposés dans une autre publication (Barusseau *et al.*, à paraître). Aucune mesure directe d'océanographie côtière n'a pu être réalisée au cours du programme. Toutes les références au régime océanographique du littoral résultent donc de données antérieures.

EVOLUTION MORPHOLOGIQUE

La zone littorale au large du lido de l'étang de Thau est une côte de régularisation caractérisée par une répartition simple des isobathes. La ligne de -5 m se rapproche du rivage entre les deux bases à pas serrés de telle sorte que, pour les incidences de houles les plus fréquentes, il y a divergence des orthogonales au niveau de l'avant-côte. Dans le détail cependant, cette dispersion générale des lignes d'énergie ne rend pas compte des variations locales dues à la présence des barres d'avant-côte dont les irrégularités induisent des réfractions plus complexes.

1. Caractères morphologiques des sites étudiés

Dans la partie émergée, le prisme littoral représente un volume sédimentaire relativement faible par rapport au volume oscillant de l'ensemble du prisme sédimentaire. En première approximation, le cycle saisonnier caractérisé par une réduction volumique hivernale et une accretion estivale paraît respecté. Dans le détail, comme on le verra par la suite en focalisant l'intérêt sur la position de la ligne de côte, cette première tendance, sensible à l'échelle d'une accumulation d'interface comme la plage, s'est inscrite, au cours de la période d'étude, dans un rythme plus large.

Sur l'avant-plage et l'avant-côte, la figure 2 représente l'enveloppe des profils observés sur la base de Sète de mai 1989 à décembre 1991. Le profil moyen qui en dérive constitue le standard morphologique de cette avant-côte, autour duquel se font les changements. Une première barre d'avant-côte (elle sera appelée interne) apparaît de façon indistincte et inconstante. Sa crête (Cri) est localisée à moins de 100 m de la ligne de rivage. Elle ne détermine qu'une faible altération de la régularité des fonds (environ 10 à 30 cm). Son amplitude maximale ne dépasse guère 50 cm (S5, S6, S7 en mai

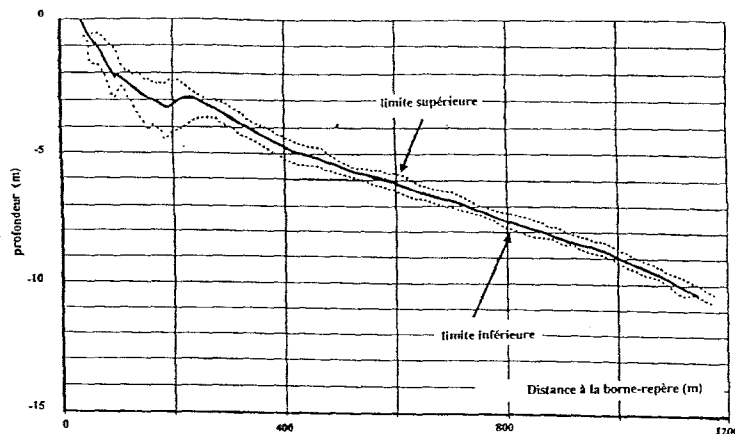


Fig. 2 : Courbes-enveloppes de l'observatoire de Sète entre mai 1989 et décembre 1991

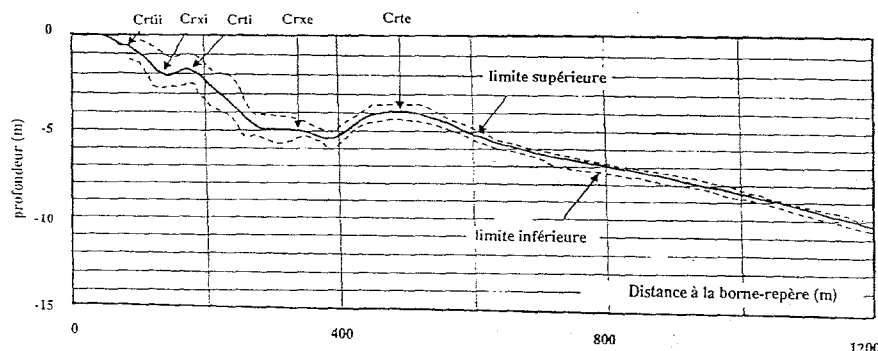


Fig. 3 : Courbes-enveloppes de l'observatoire de Marseillan entre mai 1989 et décembre 1991

1989, S4, S5, S9 en sept. 1989, S8 en mai 1990). Globalement, jusqu'au premier creux inter-barres (Crxe), qui atteint -3,30 m vers 175 m du rivage, la pente est forte (1,88%). Une seconde barre (externe) est mieux marquée et pratiquement permanente en tout point de la base. Elle détermine un relief de l'ordre de 1 m et sa crête (Crte) se situe à 190-250 m du bord. Elle est dissymétrique ; le front, tourné vers la plage, a une pente de 1,45% ; le revers, tourné vers le large, de 0,92%. Le flanc au large s'articule vers 5,50 m de

profondeur avec un glacis d'avant-côte en pente très constante de 0,75%.

A Marseillan, la courbe-enveloppe de l'ensemble des profils et la courbe moyenne sont représentées sur la figure 3. La structure morphologique est plus complexe qu'à Sète, en dépit de l'apparente identité des conditions externes (même disposition par rapport aux grandes entités géomorphologiques régionales, même exposition aux agents physiques, peu de différences

	Avant-côte interne	Front de barre interne	Revers de barre interne	Front de barre externe	Revers de barre externe	Glacis d'avant-côte
Point le plus haut (m)	0	1,75	1,75	4,20	4,00	6,50
Point le plus bas (m)	2,05	2,05	5,00	5,55	6,50	10,50
Largeur (m)	94	28	113	64	168	534
Pente (%)	2,18	1,07	2,88	2,10	0,89	0,75

Tabl. 1: Pentes moyennes des éléments morphologiques de l'avant-côte de Marseillan.

sédimentologiques). La morphologie répercute donc de manière très sensible de faibles variations du régime océanographique. Le profil standard comprend 2 barres d'avant-côte permanentes et généralement bien formées. Leurs crêtes sont indiquées par Crti et Crte sur la figure. Un ultime relief, très discret et temporaire, est localisé

dans la zone de déferlement (Crtii). Le creux inter-barres externe (Crxe) est fréquemment marqué d'irrégularités qui n'ont pas de continuité longitudinale et représentent des formes de dépôt locales dans la fosse de lévigation. Le creux inter-barres interne (Crxi) est étroit. Les pentes sont indiquées dans le tableau 1.

On note la grande similitude des valeurs proximale (avant-côte interne) et distale (glacis) à Sète et à Marseillan. La présence des irrégularités inter-barres accroît sensiblement les valeurs des pentes adjacentes (respectivement 2,88 et 2,10%). Cette forte inclinaison ne peut se comprendre que si l'on admet l'existence d'une dynamique de courant longitudinal dans la fosse de lévigation. Elle expliquerait aussi les irrégularités du fond qu'on y observe. Une distinction avec la base d'observation de Sète est dans la localisation des barres, entre 120 à 190 m pour la barre interne et 400 à 490 m pour la barre externe. A Sète, la barre externe est à peine plus éloignée du rivage que ne l'est la barre interne à Marseillan. Il n'y a donc probablement pas d'homologie entre les 2 barres externes. Celle de Marseillan est une

caractéristique de l'avant-côte SW et son existence induit un rapprochement de la barre interne.

2. Les transformations à moyen terme

Le bilan en volume pour la partie aérienne du profil peut être calculé en fonction des changements positifs ou négatifs de la largeur de la plage et de sa hauteur moyenne, intégrés sur la longueur du littoral entre les profils extrêmes considérés. Il s'établit, entre 1984 et 1991, comme une perte de 70 000 m³.

Pour connaître les changements observés sur l'avant-côte, on dispose de séries de profils transversaux qui ont été réalisés en 1984, 1986, 1989 et 1990. Les variations des volumes unitaires (volume par mètre de profil dans la section définie par la courbe bathymétrique, la normale au rivage et la ligne de -10 m) sont présentées dans le tableau 2 et la figure 4.

Profil	1984	1986	Δ 84/86	1989	Δ 86/89	1990	Δ 89/90	Δ 84/90
17	4165	4410	+245	3795	-615	4078	+283	-87
16	4268	4535	+267	3900	-635	4285	+385	+17
15	4492	4750	+258	4060	-690	4600	+540	+108
14		4780		4515	-265	4690	+175	
13	4555	4882	+327	4608	-274	4745	+137	+190

Tabl.2 : Volumes unitaires et variations interannuelles Δ , dans les profils de l'avant-côte du lido de Sète à Marseillan (toutes les valeurs en m³).

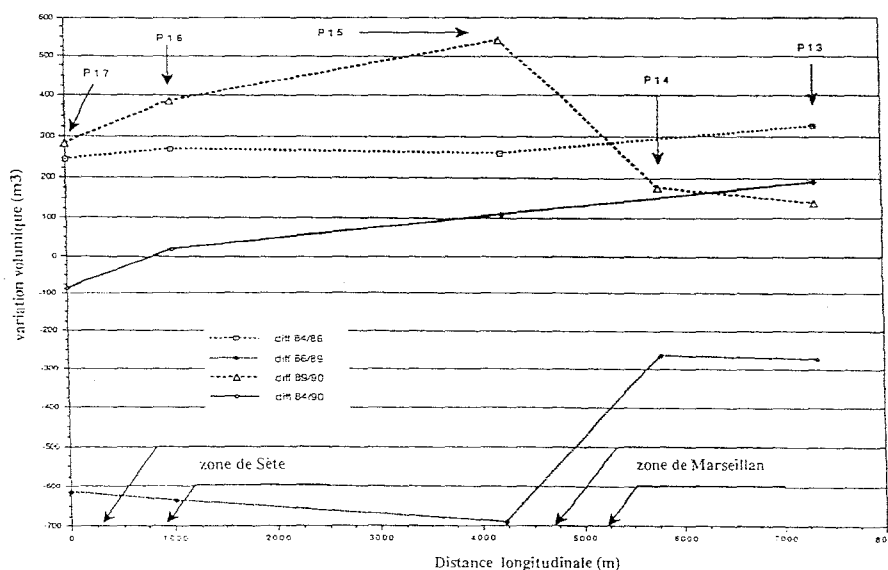


Fig. 4 : Variation de volume par mètre linéaire sur l'avant-côte de Sète à Marseillan

D'une manière générale, les gains sont toujours plus faibles et les déficits toujours plus élevés au NE qu'au SW. Entre 1984 et 1990, le bilan fait apparaître, en conséquence, une inversion de tendance entre le nord (érosion) et le sud (accrétion). Ce bilan n'est pas équilibré par les seuls transferts longitudinaux, évalués entre 3 000 et 40 000 m³ (SOGREAH, 1985). De fait, les pertes du côté de Sète s'établissent à environ 37 000 m³, répartis sur moins d'1 km de littoral. Les gains atteignent près de 670 000 m³ pour un linéaire total de 6,5 km. Ce bilan général masque de très grandes irrégularités ; les levés intermédiaires montrent, en effet, des fluctuations

de grande amplitude. L'ensemble de l'avant-côte est fortement déficitaire en 1989 par rapport à 1986, pertes qui sont, par contre, compensées entre 1989 et 1990. Même si l'on tient compte de l'ordre de grandeur des pertes de matériel de la plage (-70 000 m³), il reste une différence de près de 550 000 m³ apportés dans la zone SW de l'avant-côte. Ce volume peut paraître considérable ; il faut le comparer aux volumes mobilisés lors des changements des périodes intermédiaires (-4 millions de m³ en 1989 par rapport à 1986, +2,5 millions de m³ entre 1990 et 1989). Il s'agit donc d'une fluctuation de relativement faible ampleur qui peut

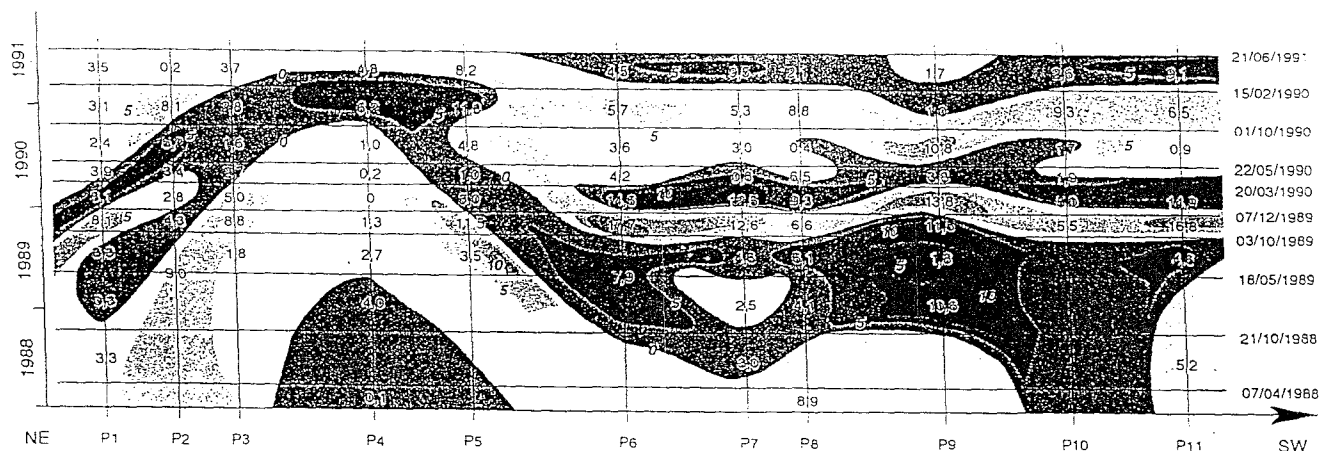


Fig. 5 : Ondes d'érosion et de dépôt sur le littoral de Sète à Marseillan

correspondre aux irrégularités normales d'un équilibre dynamique.

3. Changements de position de la ligne de rivage

Dans l'ensemble du secteur, la position de la ligne de rivage semble montrer une fluctuation à longue "période" : 1958 (progression), 1982 (retrait), 1986 (progression), 1990 (retrait). La même irrégularité, dans le temps et l'espace, caractérise la période d'observation entre le 7 avril 1988 et le 21 juin 1991 (fig. 5). La partie NE du lido se différencie nettement de la partie SW ; la variabilité y est moins grande (notamment au niveau du profil P4). Dans les deux secteurs, la succession des reculs et des progressions ne suit pas un rythme saisonnier. On observe des périodes d'avancée continue (par exemple entre le 21 octobre 1988 et le 3 octobre 1989 de P6 à P10) ou, au contraire, de rapides et grandes variations de la largeur de la plage en un temps très court (comme, par exemple, entre octobre 1989 et mars 1990). Un décalage dans le temps peut être observé entre la partie sud et la partie nord du rivage. Ainsi une onde d'érosion parcourt la plage, du SW vers le NE, entre avril 1988 et octobre 1990 de P7 à P4. Une vague d'accrétion lui fait suite dans le même secteur, entre octobre 1988 et février 1990. Le processus est inverse plus au nord.

4. Les modifications de l'avant-côte

A Sète, les changements rencontrés sur les profils affectent la barre interne et la barre externe. La barre interne est inconstante, dans l'espace et dans le temps. Une certaine corrélation existe cependant entre l'existence d'une barre externe écartée du rivage (en 1989 et, à un moindre titre, en 1991) et la présence d'une ride en position interne (mai, juillet, septembre 1989, février, avril 1991). Lorsqu'en 1990, la barre externe s'approche du rivage, la ride interne s'efface par accrétion à la basse plage.

Le relief et la position de la barre externe changent sans corrélation avec le cycle saisonnier mais plutôt en fonction du régime annuel des houles. En 1989, l'ensemble des levés sur tous les profils montre une barre bien marquée (relief de 1 m à 1,50 m au-dessus du creux inter-barres) qui s'écarte progressivement du rivage, du

NE au SW, pendant toute l'année. De février à décembre 1990, la dénivellation est, par contre, faible et un rapprochement général s'observe. En 1991 enfin, le relief, peu accentué au début, passe rapidement, entre avril et juin, à une dénivellation plus grande et le système se stabilise entre 220 et 230 m du bord. Tout à fait au SW, sur les profils S10 et S11, le relief de la barre externe reste accusé en 1990 alors qu'elle se déplace vers le rivage d'environ 130 à 140 m. Cette situation persiste et s'accroît même en 1991 où elle passe en position de barre interne en même temps qu'une nouvelle barre externe s'esquisse sur la position de l'ancienne vers 250-300 m du rivage. Un phénomène identique, mais plus localisé dans l'espace et dans le temps, s'observe sur le profil S5, entre août et décembre 1990.

A Marseillan, les modifications sont également nettes à partir de la situation de 1989. Il y a recul de la barre interne en 1990 et 1991 et rapide abaissement de la barre externe dans l'hiver 90-91, caractère qui se conserve au-delà. La variation de profondeur sur la première est tantôt positive (M4, M5 et M6), tantôt négative (M7 et

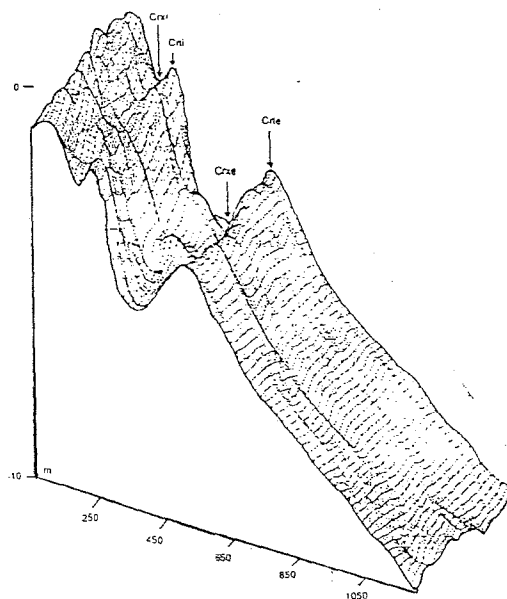


Fig. 6 : Représentation 3D de l'avant-côte de l'observatoire de Marseillan

M8), tantôt indistincte (aux deux extrémités). La barre externe recule dans 4 profils sur 11 mais sa position reste stable le plus souvent. Dans le creux inter-barres (Crxe), la topographie est sujette à des augmentations de profondeur (M3, M7) et à une atténuation des irrégularités du fond. En février 1990, le sillon atteint une largeur maximale de 180 m. On retrouve donc une certaine cohérence entre les observations faites à Sète et à Marseillan. L'année 1989 est globalement plus énergique, le relief des barres est alors plus accusé ; le fond de la fosse de lévigation externe plus perturbé implique des écoulements longitudinaux plus forts. On n'observe cependant pas ici le passage de la barre externe en position de barre interne, non plus que l'accrétion de la barre interne à la basse plage.

Les résultats obtenus en bathymétrie sur les bases serrées permettent de tracer des blocs-diagrammes

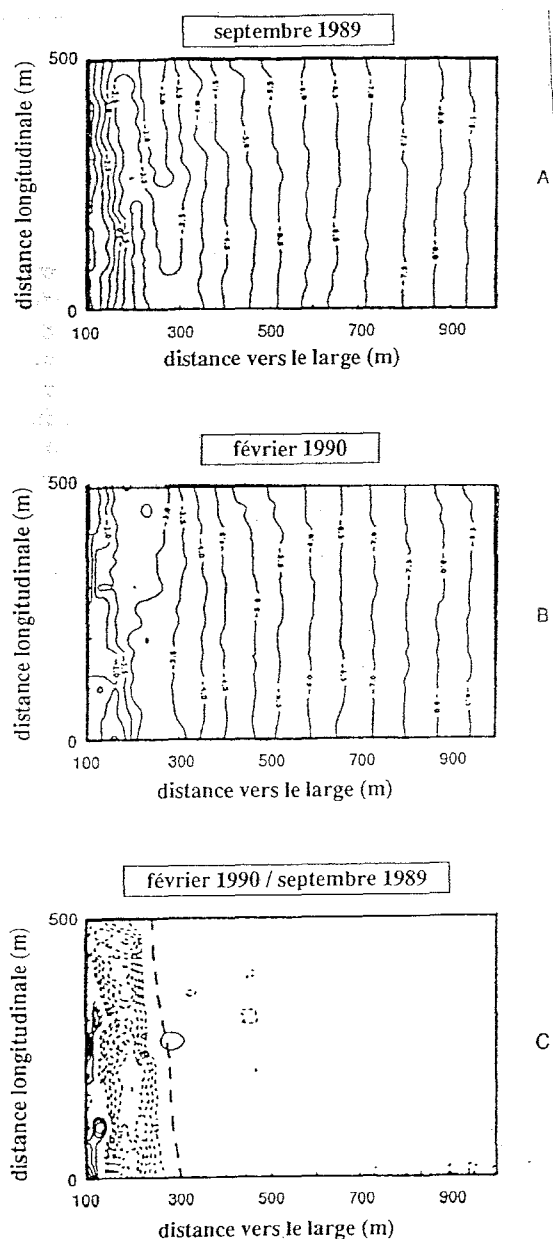


Fig. 7 : Changements de la topographie de l'avant-côte (base de Sète)

représentatifs de la topographie (par exemple, à Marseillan en mai 1989, fig. 6, montrant les irrégularités transversales de la fosse de lévigation). Les cartes bathymétriques correspondantes ont également été dessinées et, à partir d'elles, les cartes dérivées de différences de profondeur qui traduisent l'évolution positive (engraissement), négative (érosion) ou nulle (équilibre) de la côte. Compte tenu des restrictions signalées sur la précision des mesures bathymétriques, il n'est guère possible de faire apparaître des changements inférieurs à 0,30 m. Dans les deux sites, les modifications sont non significatives sur le glacis. Elles se localisent pour l'essentiel dans le système de barres mais de manière très irrégulière dans le temps. Les figures 7 et 8 montrent qu'un changement important de la topographie des fonds de l'avant-côte est intervenu au cours de la période hivernale 89-90.

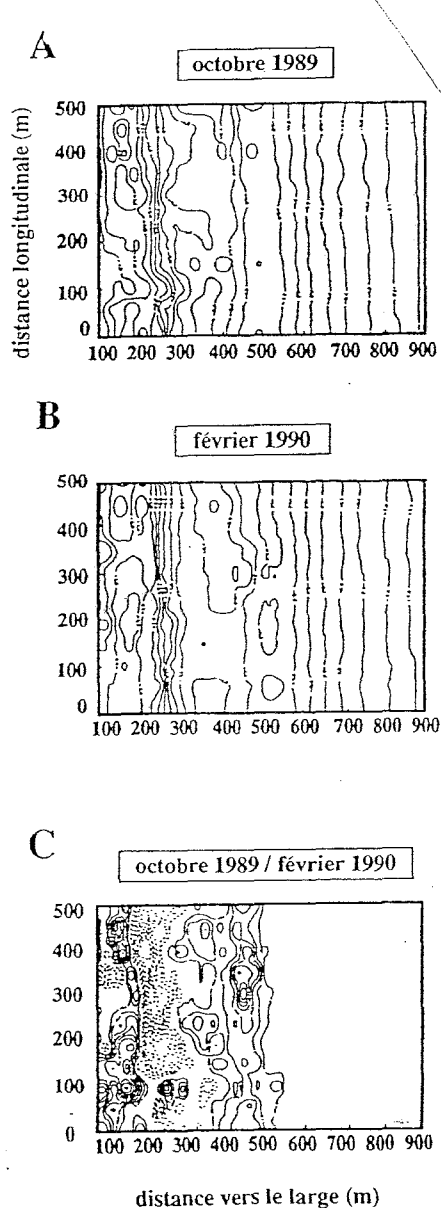


Fig. 8 : Changements de la topographie de l'avant-côte (base de Marseillan)

A Sète, la fosse de lévigation se colmate au fur et à mesure que la barre externe s'atténue. Dès que cette évolution est accomplie, les changements deviennent modestes et incertains. A Marseillan, l'érosion des 2 barres entre octobre 1989 et février 1990 profite aussi dans une certaine mesure à la fosse de lévigation dont les irrégularités transversales se réduisent. Toutefois les profils conservent toujours des barres et des fosses bien marquées.

L'examen de ces cartes conduit donc à plusieurs observations :

- les changements importants de la morphologie (par exemple, ceux qui font passer d'une morphologie différenciée à un relief moins marqué de la barre, ou inversement) sont rapides (quelques semaines).

- les périodes pendant lesquelles la morphologie est moins contrastée sont aussi des intervalles de faible remaniement ;

- la formation de barre(s) bien distincte(s) s'accompagne de mouvements sédimentaires plus amples, impliquant des réajustements importants.

- ces deux dernières observations font ressortir le rôle des pentes dans l'instabilité des sédiments. Lorsque l'inclinaison est accentuée, les sables sont plus facilement mobilisables que lorsqu'elles sont atténuées.

5. La sensibilité à l'érosion

Au cours de l'examen de l'évolution morphologique, on a vu que les profils de Sète tendent vers un état d'équilibre à barres peu saillantes. On se rapproche d'une avant-côte à profil d'équation $y = ax^b$, avec x et y en mètres (Bruun, 1954 ; Quélenec, 1984). Calculés pour cette base (fig. 9), les paramètres moyens sont alors : $a = -0,10$ et $b = 0,55$.

A Marseillan, il semble y avoir 2 profils porteurs (fig. 10 avec : $a = -0,10$ et $b = 0,60$ pour la barre externe et le glacis ; $a = -0,15$ et $b = 0,65$ pour la barre interne).

Reportés dans un diagramme $a=f(b)$, selon la méthode de Quélenec (1984), on constate que le secteur de Sète se situe dans le champ d'équilibre mais avec une tendance marquée vers l'instabilité par érosion tandis que celui de Marseillan est en équilibre pour la barre externe et tend vers une situation d'engraissement pour la partie interne (fig. 11).

DISCUSSION

Il n'existe pas de modèles universel de la formation et du déplacement des barres d'avant-côte, en dépit des nombreuses études consacrées à ce sujet. Les migrations de grande ampleur se produisent, en effet, pendant les périodes de mauvais temps quand le travail de terrain est malaisé. Les données d'océanographie côtière sont, en outre, insuffisamment nombreuses pour que l'ensemble des processus actifs soit clairement conceptualisé et à fortiori quantifié. De nombreux chercheurs insistent sur la carence préjudiciable en longues séries de mesures fiables et précises pour caractériser les changements du milieu littoral et vérifier les tentatives d'élaboration de modèles (Brampton et Motyka, 1985). Les résultats présentés ici s'inspirent de cette demande.

Le polymorphisme observé sur les barres -allant des barres linéaires aux barres festonnées et aux barres transversales, échelonnées et sécantes par rapport au rivage (Long et Ross, 1989)- implique que plusieurs facteurs sont mis à contribution.

Le premier d'entre eux est la pente qui règle le nombre de barres présentes (Evans, 1940). La pente moyenne atteint 0,91% sur l'observatoire de Sète et 0,83% sur celui de Marseillan. La corrélation du nombre de barres avec la pente moyenne est vérifiée et rejoint les observations (tabl. 3) faites dans un secteur plus au Sud du golfe du Lion, près du contact de la côte sableuse avec les promontoires pyrénéens (Barousseau *et al.*, 1991).

Localisation	pente moyenne(%)	nombre de barres
Le Racou	2.17	0
Argelès	1.75	1
St Cyrien sud	1.66	1
St Cyrien nord	1.54	2
Sète	0.91	2
Marseillan	0.83	3

Tabl. 3 : Relation entre la pente d'avant-côte et le nombre de barres.

Le type de brisants intervient aussi dans le mode d'édification des barres d'avant-côte (Wright *et al.*, 1982). Deux modèles ont été construits, l'un soulignant le rôle de l'érosion provoquée par les brisants de type plongeant, l'autre mettant l'accent sur l'action des brisants de type déversant et de la convergence de matériel qu'ils déterminent sous le brisant (King et Williams, 1949).

Le type de brisant peut être défini en fonction de la pente et de la hauteur relative dans la classification de Galvin (1968). Compte tenu de l'irrégularité de la morphologie, il faut tenir compte ici, non de la pente moyenne de l'avant-côte, mais des pentes de l'avant-plage et des revers de barre.

On constate que les couples de valeurs acceptables pour les houles du secteur de Sète ($H1/3 < 0,60$ m ; 1,20 m ; 1,85 m ; respectivement pendant 80% ; 90% ; 95% du temps) correspondent à des brisants de type déversant (fig. 12) avec flux convergents de matériel sous le brisant selon le modèle bien vérifié de King et Williams.

Un troisième facteur est représenté par les ondes dérivées de la houle (ondes de bord) dont un premier effet réside dans la localisation des courants d'arrachement aux pointes ou aux creux des sinuosités de plage (Bowen, 1980 ; Greenwood et Davidson-Arnott, 1979). Elles ont également un rôle sur les transports sédimentaires mais les modalités en sont controversées, par charriage ou en suspension, aux noeuds ou aux ventres d'oscillation. Selon Wright *et al.* (1986) la présence d'un noeud d'oscillation au niveau de la fosse de lévigation conduit à une stabilisation de

Fig. 9

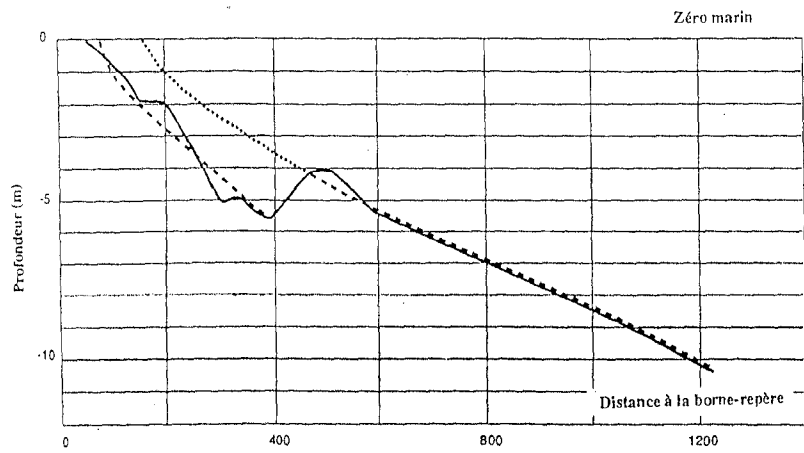
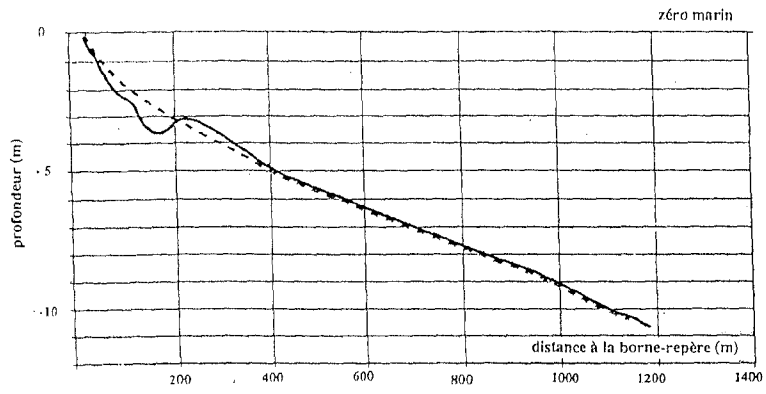


Fig. 10

Fig. 11

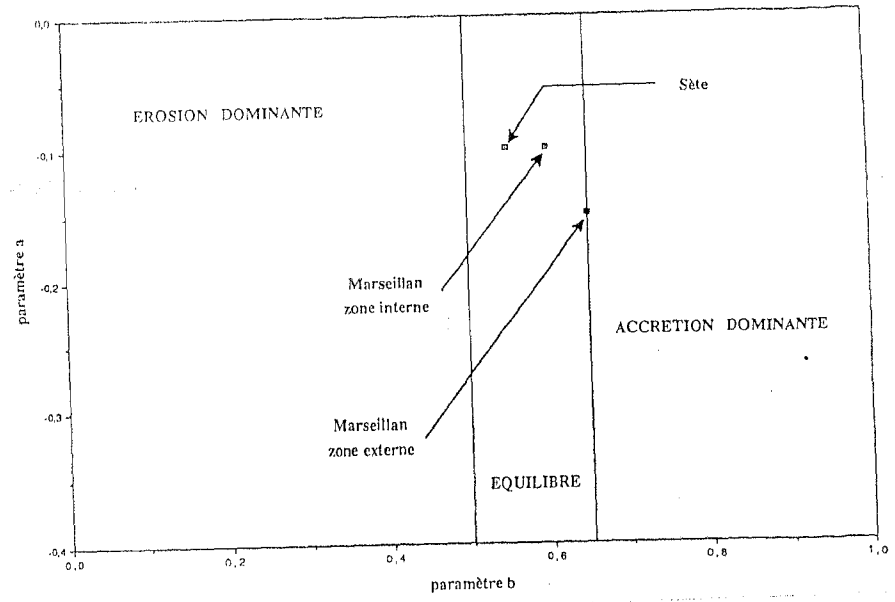
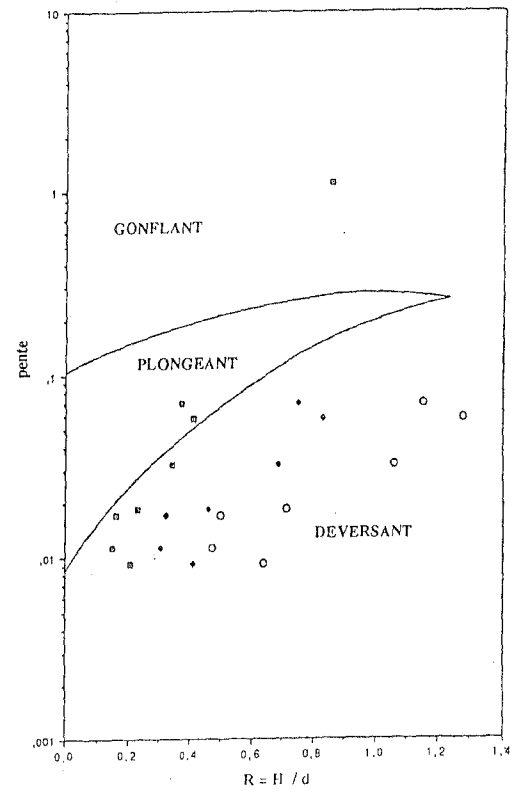


Fig. 12



l'ensemble des barres. L'effet de telles ondes a déjà été mis en évidence dans le golfe du Lion (Barusseau et Saint-Guily, 1981) et leur présence démontrée, plus au sud, dans un système de bases festonnées (Barusseau *et al.*, 1991). A Sète et Marseillan, l'existence d'ondes d'infragravité n'a pu être mise en évidence directement. On considère que, parmi tous les caractères à répartition périodique de la zone littorale, la distribution des rip-currents doit beaucoup à leur existence. On peut donc présumer qu'elles sont présentes ici car la barre externe de Sète et la barre intermédiaire de Marseillan ont un profil longitudinal marqué par des abaissements rythmiques de la crête, observables sur les profils en long réalisés en suivant la crête de la barre. On peut penser que ces sillons correspondent au franchissement des cordons sableux par les rip-currents. Toutefois, l'observation à long terme montre que l'effet de barrière observé par Wright *et al.* (1986) est temporaire puisque des variations importantes de la distance des barres à la côte sont observées.

L'influence d'un quatrième facteur, le niveau d'énergie des houles, a conduit à la distinction habituelle entre régime de beau temps et régime de tempête, abondamment signalée dans la bibliographie. Les phénomènes de transformation morphologique du profil sont particulièrement rapides dans les périodes de changement brusque du régime des vagues. Des observations faites ici, on tire que cette influence dépend surtout de fortes tempêtes dont la fréquence n'est pas annuelle. Dans la période étudiée, les vagues de l'hiver 88-89 ont joué un rôle plus important que celles des trois hivers suivants. Sans doute le fait que le trait de côte soit normal aux 2 directions opposées d'où proviennent les coups de vent (SE et NW) favorise-t-il les processus morphogénétiques dans le profil. L'influence du vent est, en effet, un facteur souvent souligné (Niedoroda *et al.*, 1985). Au cours des changements observés, nous n'avons pas retrouvé les stades des séquences de forme de Goldsmith *et al.* (1982). Cela provient sans doute du fait que les stades A, B et C sont de brève durée. Les formes trouvées se rattachent donc le plus souvent au stade D, le plus stable.

Bibliographie

- Barusseau J.P., Brissaud L., Drapeau G. et Long B. 1991. Processus hydrodynamiques et morphosédimentaires de l'environnement des barres d'avant-côte du littoral du Golfe du Lion. *Oceanologica Acta*, vol.sp. 11, 163-176.
- Barusseau J.P. et Saint-Guily B. 1981. Disposition, caractères et mode de formation des barres d'avant-côte festonnées du littoral Languedoc-Roussillon. *Oceanologica Acta*, 4, 3, 297-304.
- Barusseau J.P., Descamps C., Radulescu M., Akouango E. and Gerbe A. A paraître : Morphosédimentary pluriannual changes on a barred coast (Gulf of Lions, Mediterranean Sea, France). Soumis à *Marine Geology*.
- Bowen A.J. 1980. Simple models of nearshore sedimentation : beach profiles and longshore bars. In : *The coastline of Canada*, (S.B. McCann, Ed. Geological Survey of Canada), 80-10, 1-11.
- Brampton A.H. and Motyka J.H. 1985. Modelling the plan shape of shingle beaches. In : *Lecture notes on Coastal and Estuarine Studies*, 12. Offshore and Coastal Modelling (Ed. by P.P.G. Dyke, A.O. Moscardini and E.H. Robson), 11: 219-234. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo.
- Bruun P.M. 1954. Coast erosion and the development on beach profile. T.M., Beach Erosion board, 54, 22 pp.
- Evans O.F. 1940. The low and ball of the eastern shore of Lake Michigan. *J. Geol.*, 48, 476-511.
- Fox W.T. and Davis R.A. 1973. Simulation model for storm cycles and beach erosion on Lake Michigan. *Geological Society of America Bull.*, 84, 1769-1790.
- Galvin C.J. 1968. Classification of breakers. *J. Geophys. Res.*, 73, 3651-3659.
- Goldsmith V., Bowman D. and Kiley K. 1982. Sequential stage development of crescentic bars : HaHoterim Beach, Southeastern Mediterranean. *J. Sedim. Petrol.*, 52, 233-249.
- Greenwood B. and Davidson-Arnott R.G.D. 1979. Sedimentation and equilibrium in wave-formed bars. A review and case study. *Can. J. Earth Sci.*, 16, 312-332.
- Jago C.F. and Hardisty J. 1984. Sedimentology and morphodynamics of a macrotidal beach, Pendine sands, SW Wales. *Mar. Geol.*, 60, 123-154.
- King C.A.M. and Williams W.W. 1949. The formation and movement of sand bars by wave action. *Geogr. J.*, 113: 68-85.
- Long B. et Ross N. 1989. Revue et classification des barres d'avant-côte. *Bull. Soc. Nat. Elf Aquitaine (Prod)*, 13, 175-187.
- Niedoroda A.W., Swift D.J.P. and Hopkins T.S. 1985. The shoreface. In : *Coastal Sedimentary Environments* (Ed. by R.A. Davis, Jr.), 8: 533-624.
- Owens E.H. 1977. Temporal variations in beach and nearshore dynamics. *J. Sedim. Petrol.*, 47, 168-190.
- Quélenec R.E. 1984. Intérêt de l'analyse des profils de plage pour l'étude et la dynamique sédimentaire littorale. Cas du littoral du delta du Nil. XVIIIèmes Journées de l'Hydraulique, Marseille, L'Hydraulique et la maîtrise du littoral, 6 pp.
- SOGREAH. 1985. Protection de la plage de Sète. Etude diagnostic. Unpublished report, 45 00 85R2, 34pp., 17 maps, 9 fig.
- Wright L.D., Guza R.T. and Short A.D. 1982. Dynamics of a high-energy dissipative surf zone. *Mar. Geol.*, 45, 41-62.
- Wright L.D., Nielsen P., Shi, N.C. and List J.H. 1986. Morphodynamics of a bar-trough surf zone. *Mar. Geol.*, 70, 251-285.

QUESTIONS DE MONSIEUR MIOSSEC

1) Quelle relation y-a-t-il entre la mobilité des barres et l'état de la mer (rôle des tempêtes) ?

REPONSE

Cela dépend du niveau d'énergie du coup de mer. Ainsi au début de l'étude, en 1989, la morphologie est-elle très contrastée, avec des fronts de barre redressés, des fosses de lévigation profondes. Par la suite - c'est-à-dire pendant les deux années suivantes, jusqu'en décembre 1991, à partir de quoi on interrompt la surveillance mensuelle - les reliefs s'adoucissent, même en période hivernale. En même temps que s'observe ce changement de forme transversale, la position des barres change. Elles se rapprochent du rivage. Du côté NE du

lido, ce rapprochement entraîne même la disparition de la barre interne qui s'accrole au rivage. En résumé, il y a le rôle des houles mais aussi l'héritage morphodynamique immédiatement antérieur... à une échelle pluriannuelle.

2) Quelle relation entre les ouvrages (épis) et le régime des barres ?

REPONSE

Dans le secteur étudié, les ouvrages sont trop éloignés pour qu'un contrôle direct de leur influence puisse être valablement réalisé. Sur la base de Marseillan, une implantation d'épis perméables a été faite en début 93 mais les résultats n'en sont pas encore dépouillés.