

Modèle faciologique d'un corps sédimentaire pélagique de plate-forme : la vasière Ouest-Gironde (France)

Plate-forme continentale
Vasière
Faciès
Sédimentation
Golfe de Gascogne

Continental shelf
Mud-patch
Facies
Sedimentation
Bay of Biscay

Patrick LESUEUR, Jean-Pierre TASTET, Olivier WEBER, Jean-Albert SINKO

Institut de Géologie du Bassin d'Aquitaine, Département de Géologie et Océanographie, U.R.A. CNRS n° 197, Université de Bordeaux I, avenue des Facultés, 33405 Talence Cedex.

RÉSUMÉ

La vasière située à l'ouest de l'estuaire de la Gironde forme un corps sédimentaire lenticulaire de 420 km² de superficie, orienté NE-SW et localisé entre 30 et 75 m de profondeur. Son épaisseur maximale est de l'ordre de 4 m ; elle comble les dépressions d'un substrat constitué de dépôts palimpsestes sablo-graveleux. Le dépôt de cette vasière s'est constitué à partir des sédiments en suspension issus de l'estuaire de la Gironde ; il a débuté il y a moins de 2 000 ans, avec un niveau marin équivalent à l'actuel.

Les sédiments sont silto-argileux, organisés en plusieurs séquences grano-décroissantes centimétriques à décimétriques, la fraction silteuse est plus importante à la base du dépôt. Ces séquences sédimentaires rythmiques sont caractéristiques d'un remaniement par les tempêtes ou/et les fortes houles. Elles présentent une évolution de la côte vers le large : a) à faible profondeur, elles sont peu épaisses, bien conservées, constituées d'un matériel sablo-silto-argileux généralement non bioturbées ; b) à plus grande profondeur, la bioturbation est plus intense, le matériel est silto-argileux et les séquences sont plus épaisses.

Les caractéristiques lithologiques de la vasière laissent penser que ce dépôt s'est mis en place en deux temps : 1) comblement des dépressions du substrat sablo-graveleux par des vases et des sables interlités ; 2) développement vertical et latéral de la lentille vaseuse, qui a pour conséquence le recouvrement des placages sableux, et donc l'éloignement progressif de ces sources de matériel grossier par rapport au dépôt de la vasière, ce qui se traduit par la mise en place des séquences silto-argileuses de la partie supérieure du dépôt.

Oceanologica Acta, 1991. Actes du Colloque International sur l'environnement des mers épicontinentales, Lille, 20-22 mars 1990, vol. sp. n°11, 143-153.

ABSTRACT

Facies model of a shelf mud-patch off the Gironde estuary (France)

The mud-patch located in the western part of the Gironde estuary system comprises a lenticular sedimentary body 420 km² in area, oriented NE-SW at a depth ranging between 30 and 75 m. Its thickness does not exceed 4 m; it fills a light depression in a substrate composed of palimpsest shelly pebbles to fine sand deposits. The deposition of this mud-patch from the original estuarine suspended matter began less than 2 000 years ago, when the sea reached its present-day level.

The sediments are silty-clayey, organized in several centimetrical to decimetrical fining-up sequences, more silty at the base of the mud-patch. Such rhythmic deposits are characteristic of a reworking by storm or strong wave activity. These

sequences show a seaward evolution: a) in shallow water the elementary sequences are thin and well preserved, composed of fine silty sand, generally without bioturbation; b) in deeper water, bioturbation is more severe and the bulk of the fine-grained sediment is homogeneous. The elementary sequences become thicker.

The lithological characteristics of the mud suggest that deposition occurred in two main stages: 1) infilling of the depressions in sandy-gravelly substrate with interbedded sand and mud; 2) vertical and lateral development of the muddy lens with the consequence that the sandy superficial deposits were covered and sources of coarser material progressively removed from the depocentre of the muds, leading to the formation of the silty-clayey sequences of the upper part of the mud deposits.

Oceanologica Acta, 1991. Proceedings of the International Colloquium on the environment of epicontinental seas, Lille, 20-22 March, 1990, vol. sp. n°11, 143-153.

INTRODUCTION

L'étude des dépôts de particules fines sur les plateaux continentaux a été longtemps négligée au profit de celle des sables. La raison en est d'ordre économique, mais aussi pratique. Les modalités de la sédimentation fine et les remaniements des dépôts vaseux sont plus complexes à interpréter en raison d'une cohésion inhérente variable avec leur granulométrie, leur composition minéralogique, leurs caractéristiques chimiques et celles de leur eau interstitielle (Mac Cave, 1985).

Hormis les couvertures vaseuses continues liées aux apports deltaïques («mud blanket»), les dépôts vaseux de plates-formes continentales sont localisés sur le littoral («muddy-coast», «nearshore mud-belt»), en partie médiane («mid-shelf mud-belt») ou en bordure du plateau («outer-shelf mud-belt» ; Mac Cave, 1972).

Sur les plate-formes françaises continentales du domaine atlantique, on distingue en relation avec les conditions hydrodynamiques et morphologiques, les vasières littorales (waddens), les vasières internes et les vasières du large. Il est admis une alimentation actuelle des vasières littorales. Les vasières de plate-forme ont été longtemps considérées comme fossiles, héritées de conditions d'environnement particulières (proximité d'embouchure) lors d'une période de stabilisation relative du trait de côte et dans des sites particuliers tels que les ruptures de pente ou l'existence de paléo-chenaux (Aloisi *et al.*, 1975 et 1977).

Les deux principales vasières non-littorales de la plate-forme continentale du golfe de Gascogne sont la «Grande Vasière» et la «Vasière de la Gironde» (fig. 1) ; leurs caractéristiques sont différentes.

- La «Grande Vasière», centrée au large sur l'isobathe des 100 m, s'étend sur plus de 250 km ; sa surface est variable en fonction des saisons (Pinot, 1976). Ce mince placage discontinu, en équilibre transitoire avec les conditions hydrodynamiques, a la composition moyenne d'un sable fin vaseux. Elle fut d'abord interprétée comme relique, témoin de la transgression holocène, c'est-à-dire vasière de

décantation off-shore avec un littoral à - 50 m (Berthois, 1955 ; Bourcart, 1955; Aloisi *et al.*, 1977). Plus tard, elle fut considérée comme actuelle (Pinot, 1976), ou en partie héritée et fonctionnelle actuellement (Vanney, 1977).

- La vasière à l'Ouest de la Gironde, composée de sédiments pélitiques, occupe une situation nettement plus interne. Sa stabilité d'ensemble à l'échelle de la décennie, voire de vingt ans, est remarquable (Longère et

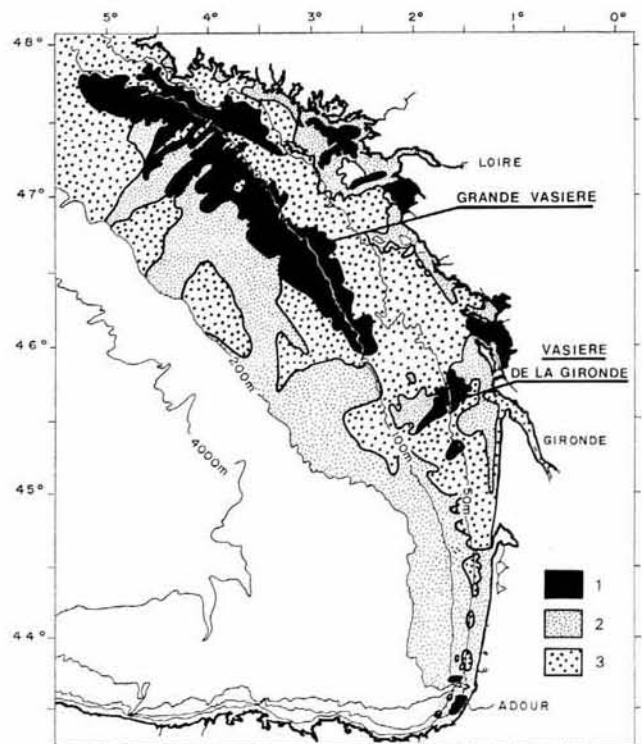


Figure 1
Carte simplifiée de répartition des sédiments superficiels (caractérisés par leur mode granulométrique dominant) sur le plateau continental du golfe de Gascogne (Allen et Castaing, 1977) : (1) vases ; (2) sables fins ; (3) sables moyens à graviers.

Simplified distribution map of the surficial sediment (dominant mode) on the continental shelf of the Bay of Biscay (Allen et Castaing, 1977): (1) mud deposits; (2) fine sand deposits; (3) medium and coarse sands, shelly pebbles.

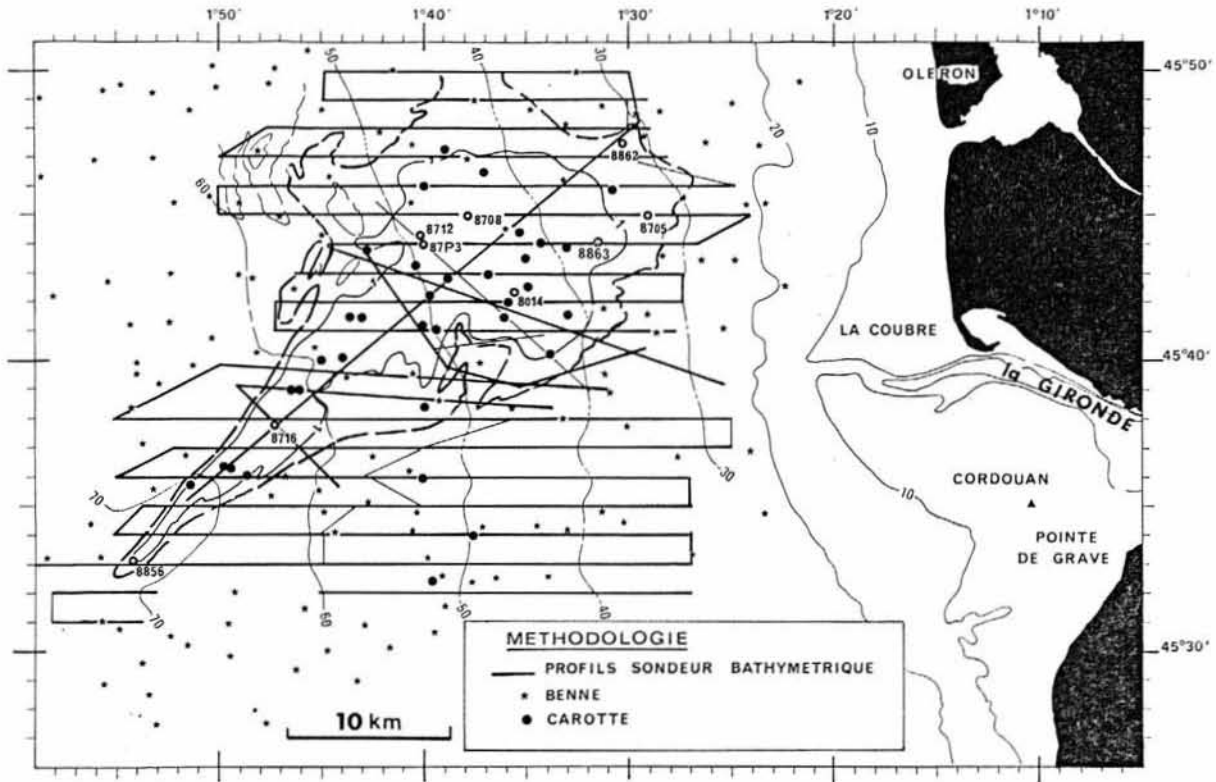


Figure 2

Vasière Ouest-Gironde. Carte de situation et méthodologie. Position des profils bathymétriques et acoustiques, des carottages longs et des bennes.

West Gironde mud-patch. Map showing the study area and methods employed. Heavy lines : acoustic survey; dots : Kullenberg core stations; stars : grab stations.

Dorel, 1970 ; Castaing, 1981). Elle a été considérée jusque là soit comme d'anciens dépôts estuariens holocènes datés de 10 000 ans BP (Carbonel *et al.*, 1975), soit comme une vasière de plate-forme ayant piégé les apports de la Gironde depuis 7 000 ans (Castaing, 1981).

C'est dans le cadre du programme Écomarge, dont un des objectifs est la détermination des variations des flux sédimentaires apportés à l'océan durant l'Holocène, qu'une nouvelle reconnaissance de ce corps vaseux a été entreprise, par l'étude détaillée de sa géométrie, de ses faciès, de ses séquences et de sa stratigraphie.

Cette contribution à l'étude des modalités de la sédimentation sur les plates-formes continentales est aussi justifiée par les lacunes rencontrées dans la connaissance des corps sédimentaires pélitiques des plates-formes actuelles (Pedersen, 1985).

MÉTHODES

La reconnaissance du site a été menée à partir de plusieurs missions à la mer. L'étude bathymétrique et morphologique a été exécutée à l'aide d'un sondeur bathymétrique 12 kHz. Son réglage approprié en sondeur à vase a permis de délimiter les contours du corps vaseux et de définir son épaisseur, avec étalonnage à l'aide des carottages.

Une quarantaine de carottes de type «Kullenberg» y ont été prélevées, ainsi qu'une centaine de bennes Shipeck (fig. 2).

Des plaquettes fines de sédiment prélevées sur ces carottes ont été radiographiées. Certains niveaux ont été systématiquement analysés pour déterminer leur teneur en eau, en carbonates, et leur granulométrie à l'aide d'un micro-granulomètre Malvern à laser. Quatre carottes de différents sites ont été étudiées en détail à raison d'un échantillon tous les centimètres. Quelques sites ont fait l'objet d'analyses palynologiques. Des datations au ¹⁴C ont été effectuées sur de rares niveaux coquilliers rencontrés dans la vase ou dans son substrat immédiat.

RÉSULTATS

Morphologie et nature du substrat

Le corps sédimentaire pélitique recouvre un substrat de nature variable, visible sur le pourtour des vases (fig. 3) et à la base des carottes (fig. 4).

Le plus fréquemment, ce substrat est constitué de sables moyens roux à débris coquilliers recouvrant la majeure partie du plateau continental médian (Turcq *et al.*, 1986). Localement, au Nord-Ouest et au Sud, on reconnaît un faciès de graviers et galets coquilliers parfois envasés, associé à des sables grossiers. Dans la partie Nord et Nord-

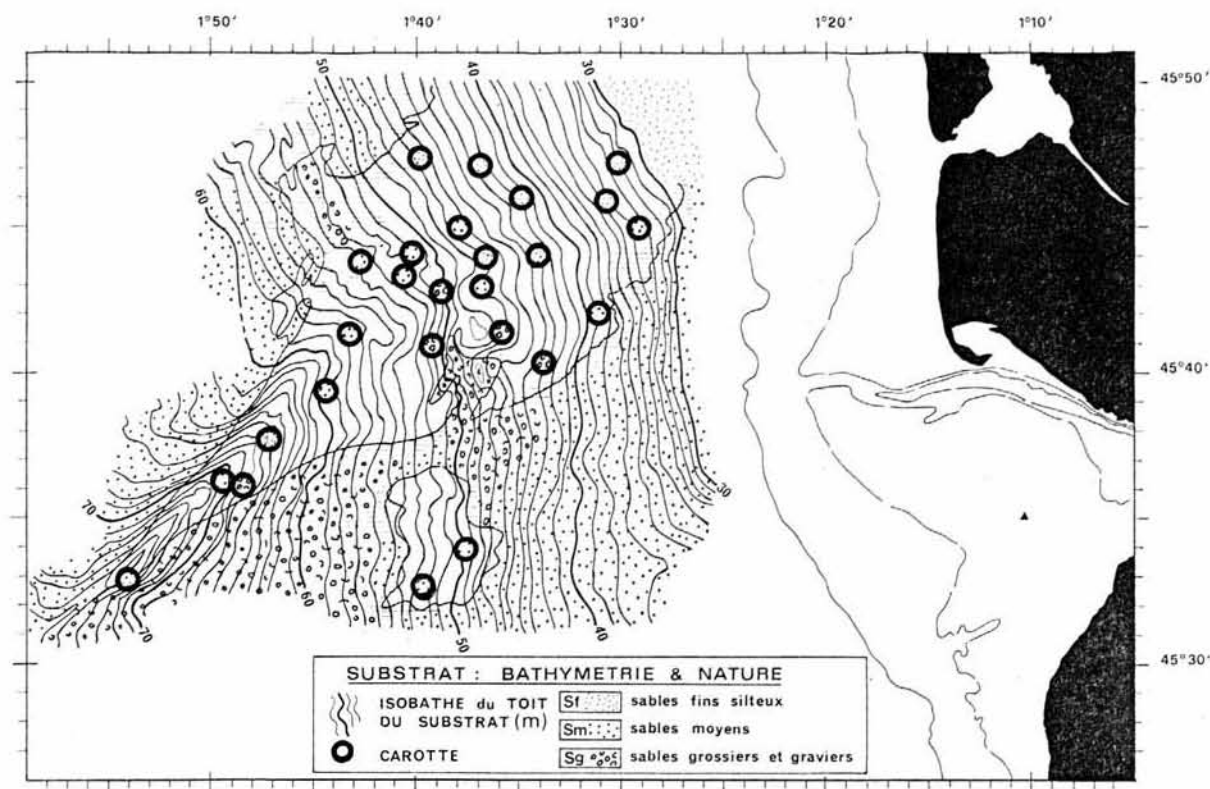


Figure 3

Substrat de la vasière Ouest-Gironde. Nature du substrat : autour de la vasière et à la base de la vase dans les carottes (cercles), Bathymétrie du toit du substrat.

West-Gironde mud-patch substrate. Nature of the substrate (identified at the lower part of the muddy sequence in the cores) and nature of shelf sandy environment around the mud-patch. Bathymetry of the upper substrate.

Est, ainsi qu'à la base de la vase sur certaines carottes, on note la présence de sables fins gris silteux micacés.

Les trois faciès précédents sont souvent rencontrés superposés en une séquence grano-décroissante. Ils forment les corps sableux caractéristiques du plateau continental du Nord de l'Aquitaine (Arbouille *et al.*, 1985, Turcq *et al.*, 1986).

Dans la partie centrale et au Sud-Ouest, le corps vaseux recouvre les sables moyens par un contact gradationnel (passage par des sables fins de plus en plus vaseux). La vase repose en certains endroits directement sur le substrat graveleux par un contact abrupt ou érosionnel.

Dans la partie Nord-Est, le contact substrat-vasière se fait par une alternance de sables fins et de vases séparés par des contacts abrupts ou érosionnels.

Géométrie du corps vaseux

Comprise entre 30 et 75 m de profondeur, la vasière a une épaisseur maximale de 4 m dans sa partie centrale, une superficie de 420 km² et le volume de sédiments est de l'ordre de 530 x 10⁶ m³ (fig. 5).

L'analyse fine des profils bathymétriques corrigés du marnage montre une légère convexité générale de la surface de la vasière. Les dépôts fins forment une lentille d'orientation NE-SO, occupant une faible dépression du substrat (fig. 6). Cette dépression est moins marquée dans

la partie nord qu'au Sud. Au Nord, la vasière est plus épaisse, relativement compliquée, plurilobée, avec des limites souvent fluctuantes ou non nettes. Au Sud, l'appendice sud-ouest présente une zone d'épaisseurs supérieures à 3 m ; les contours y sont au contraire nettement marqués et rectilignes.

Caractéristiques générales du corps pélitique

LITHOLOGIE

Le sédiment est une vase silto-argileuse gris-olive compacte. Sur ses bordures nord-ouest et nord-est, la vasière s'amincit et le passage aux sables du substrat se fait par des placages fluctuants de vase fluide (fig. 3).

Les médianes sont généralement comprises entre 6 et 20 µm. Les teneurs en carbonates sont en moyenne inférieures à 10 % ; des valeurs extrêmes de 5 et 20 % sont toutefois notées (les plus élevées sont liées à la présence de fins lits coquilliers).

Les teneurs en carbone organique particulaire, variables avec la granulométrie, sont comprises entre 0,5 et 2 %.

Le cortège argileux à illite dominante présente un accroissement relatif de ce minéral de l'estuaire vers la plate-forme continentale, soulignant ainsi la filiation existant entre les minéraux argileux de la vasière et ceux de l'estuaire de la Gironde (Latouche, 1971).

SÉQUENCES DE DÉPÔT

Structure et organisation

Le sédiment est organisé en séquences élémentaires grano-décroissantes, d'épaisseur variable, centimétriques (fig. 7) à décimétriques (fig. 8). Leur contact de base est une surface érosive ou abrupte qui entaille le dépôt fin bioturbé du sommet de la séquence sous-jacente. Il est recouvert de silts bien classés (fig. 8, niveau D, $\phi 50 = 24 \mu\text{m}$) à laminations parallèles ou légèrement obliques. En certains sites, des sables très fins ou plus rarement de fins lits coquilliers les remplacent. Les lamines silteuses millimétriques alternent vers le haut avec des niveaux argileux (fig. 8, niveau C, $\phi 50 = 14 \mu\text{m}$) qui deviennent prédominants (fig. 8, niveau B, $\phi 50 = 10 \mu\text{m}$, puis niveau A, $\phi 50 = 8 \mu\text{m}$). Le classement devient progressivement plus mauvais. Les vases argileuses du sommet des séquences sont souvent remaniées et entaillées par l'endofaune. Elles sont affectées par une surface d'érosion qui débute la séquence suivante. Cet agencement a déjà été remarqué dans les sédiments de surface de la vaseière (Turcq *et al.*, 1986).

Signification

Les sédiments péltiques de la vaseière sont essentiellement originaires de la Gironde (Castaing, 1981 ; Jouanneau *et al.*, 1987 ; Castaing *et al.*, 1979). L'analyse des séquences composant ces dépôts montre une analogie avec certaines séquences sableuses du plateau continental interne nord-aquitain (Arbouille *et al.*, 1985). Comme sur d'autres plateaux (Kumar et Sanders, 1976 ; Dott et Bourgeois, 1979 ; Howard et Reineck, 1981 ; Aigner et Reineck, 1982), ces séquences sont attribuées à une dynamique de houles fortes et de tempêtes.

De la même manière, chaque début de séquence de la vaseière est le reflet d'un évènement hydrodynamique de haute énergie. Un contact érosif témoigne de l'ablation et du remaniement du sédiment le plus récemment déposé et non encore compacté, généralement bioturbé.

A cette phase succède immédiatement le dépôt des éléments les plus grossiers remaniés ou originaires de l'environnement de la plate-forme (silts, sables très fins, débris coquilliers) sous une énergie toujours vive : les figures de traction notées à la base des séquences en sont le témoin.

La diminution progressive de la granulométrie du sédiment (séquence fining-up) et son moins bon classement de la base vers le sommet sont caractéristiques d'une énergie décroissante succédant à la phase précédente.

Le terme supérieur de la séquence, plus fin, mal classé, et très fréquemment remanié par les organismes fouisseurs correspondrait, quand il existe, à une phase de décantation

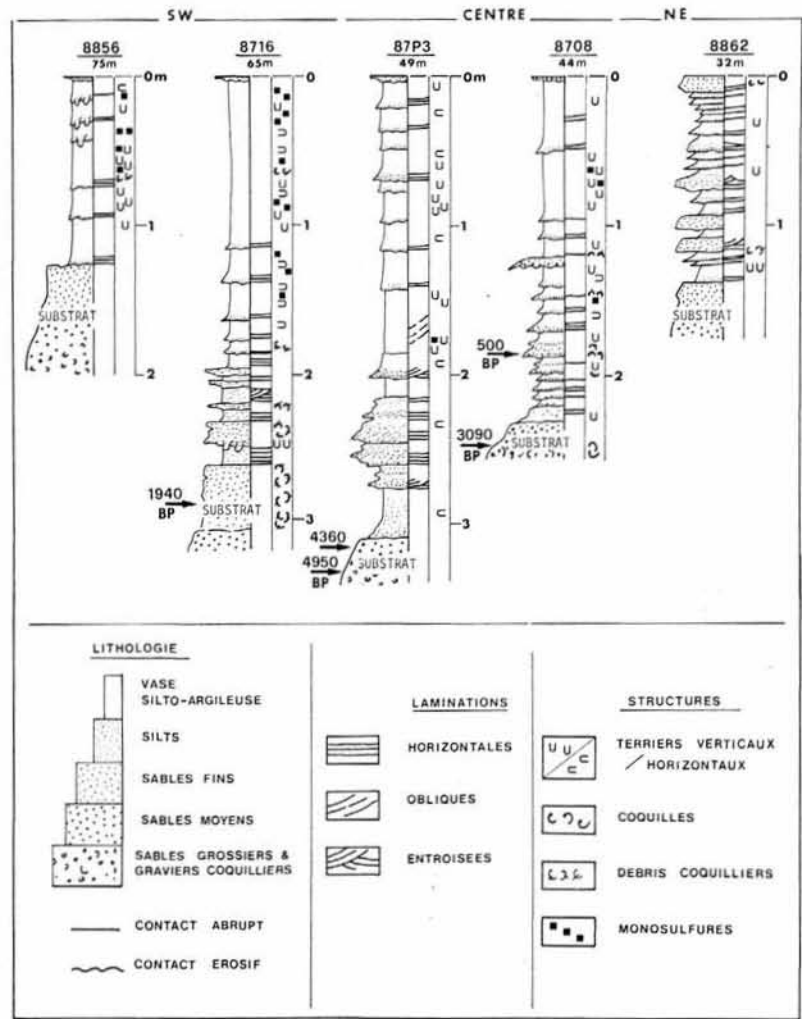


Figure 4

Caractéristiques sédimentologiques dans la vaseière Ouest-Gironde, d'après des carottes choisies selon un transect sud-ouest/nord-est (localisation des carottes fig. 2 et 6)

Sedimentological features in the West Gironde mud-patch according to selected cores along a SW-NE transect (see core location Fig. 2 and 6).

en période de calme relatif, pendant une durée beaucoup plus longue. La limite entre les éléments les plus fins de la suspension liée à une tempête, et la suspension liée à la décantation des apports continentaux est difficile à cerner, comme cela s'observe dans les séquences turbiditiques.

Le nombre de séquences au sein de tout le dépôt vaseux est le témoin de la fréquence minimale des évènements de haute énergie sur la plate-forme. Un évènement majeur est susceptible d'éroder et de remanier plusieurs séquences antérieurement formées, mais non encore consolidées.

VARIATIONS LATÉRALES DES SÉQUENCES

En fonction de la profondeur

L'étude comparative des carottes a permis de mettre en évidence une variation latérale de l'agencement des séquences élémentaires selon l'allongement principal de la vaseière (fig. 4). Dans la zone la plus côtière, des séquences élémentaires sont plus minces et localement incomplètes

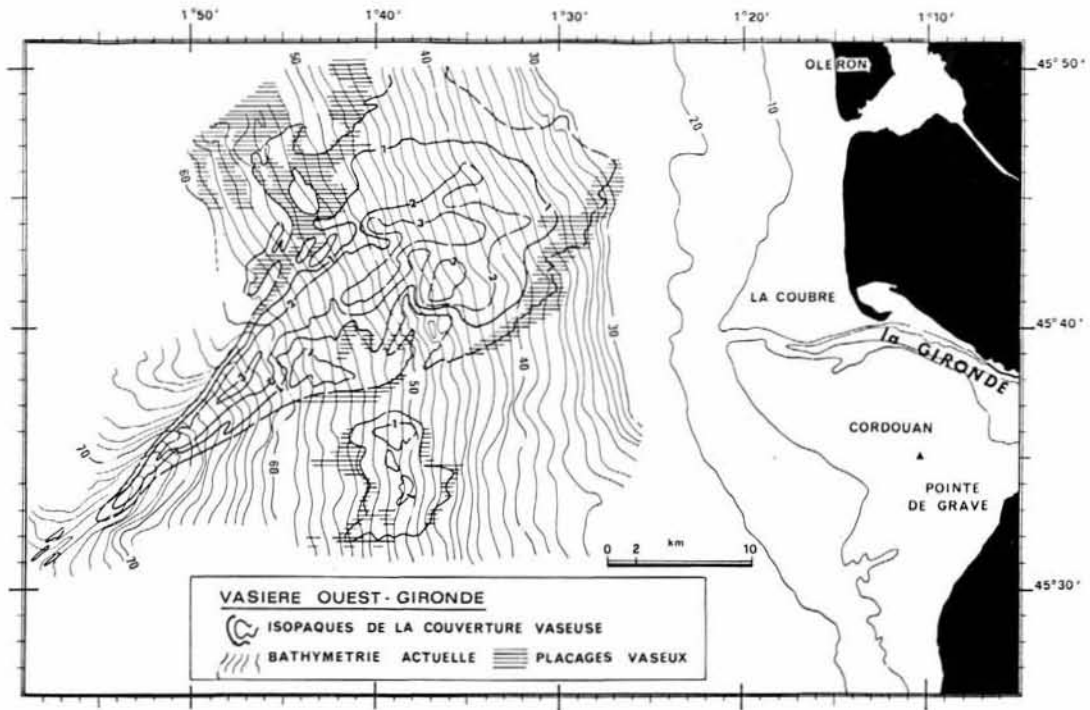


Figure 5

Vasière Ouest-Gironde. Carte bathymétrique (traits fins) et épaisseur de la couverture vaseuse (traits forts de 0, 1, 2 et 3 m). Les hachures horizontales représentent les placages de vase fluide identifiés en bordure de la vasière.

West Gironde mud-patch. Map showing the bathymetric survey (fine lines) and the isopachs of the muddy area (heavy lines of 0, 1, 2 and 3 m). Horizontal lines indicate the fluid mud edge zones.

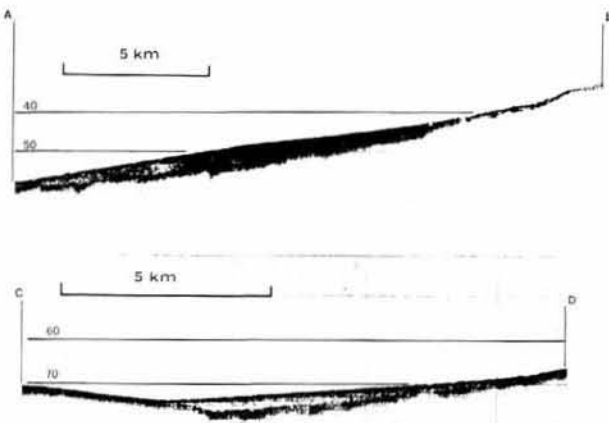
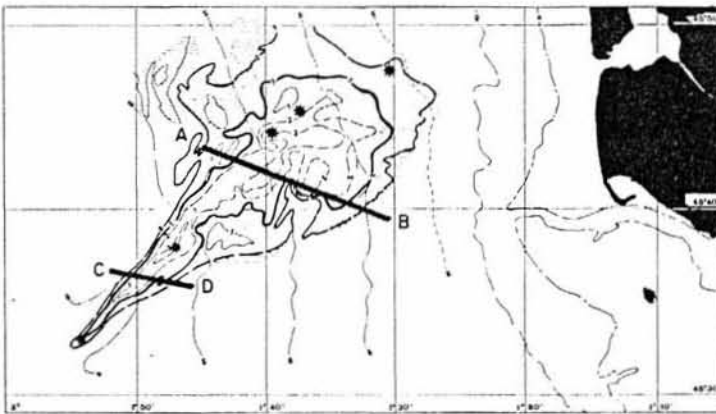


Figure 6

Exemples de profils bathymétriques au travers de la vasière Ouest-Gironde montrant la convexité de sa surface et sa situation sur une paléotopographie en dépression.

Bathymetric profiles through the West Gironde mud-patch showing its convex surface and its settlement in a paleodepression.

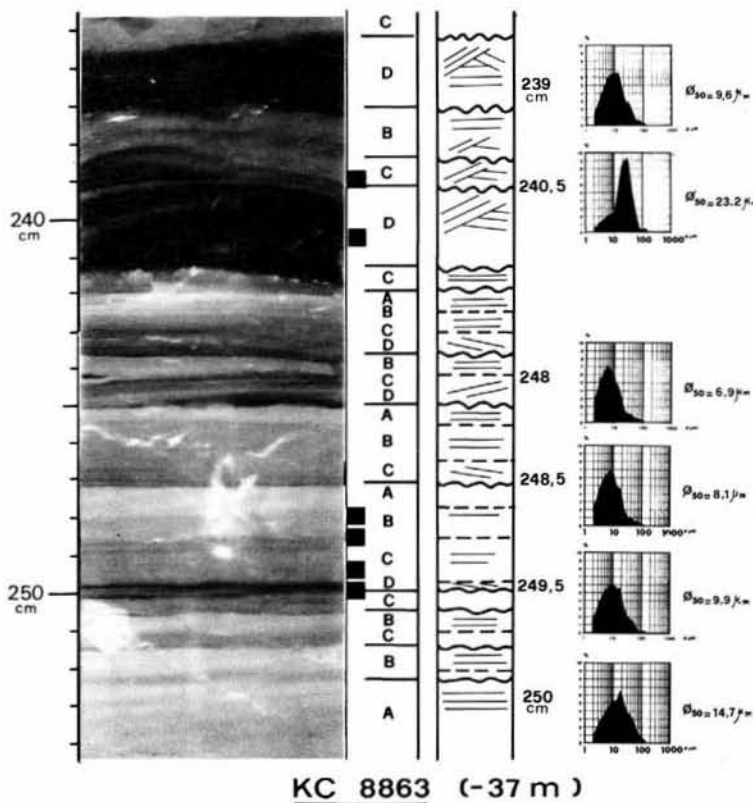


Figure 7

Exemples de séquences sédimentaires centimétriques observées dans le domaine interne de la vaseière Ouest-Gironde. La photographie RX est un positif (éléments grossiers en sombre).

Examples of centimetrical sedimentary sequences from inner shelf mud-patch area at a depth of 37 m below the lower sea level. Positive X-ray photograph; structures and median grain-size diameter.

(fig. 7). Dans la partie la plus au large, elles sont plus épaisses et la bioturbation plus intense peut en détruire la succession (fig. 8). Cette disposition est inverse de celle habituellement observée où, en relation avec le niveau d'énergie, les séquences sont plus épaisses en domaine interne et plus minces en domaine distal.

Aux profondeurs de 30 à 40 m, l'épaisseur de la vase est variable. Ce secteur est caractérisé par une alternance serrée de sables fins ou de silts avec des niveaux vaseux. Le contact est le plus souvent érosif (fig. 4, carotte 8862). Les structures sédimentaires y sont des laminations parallèles, quelquefois entrecroisées dans les épisodes silteux ou sablo-silteux. La bioturbation y est rare.

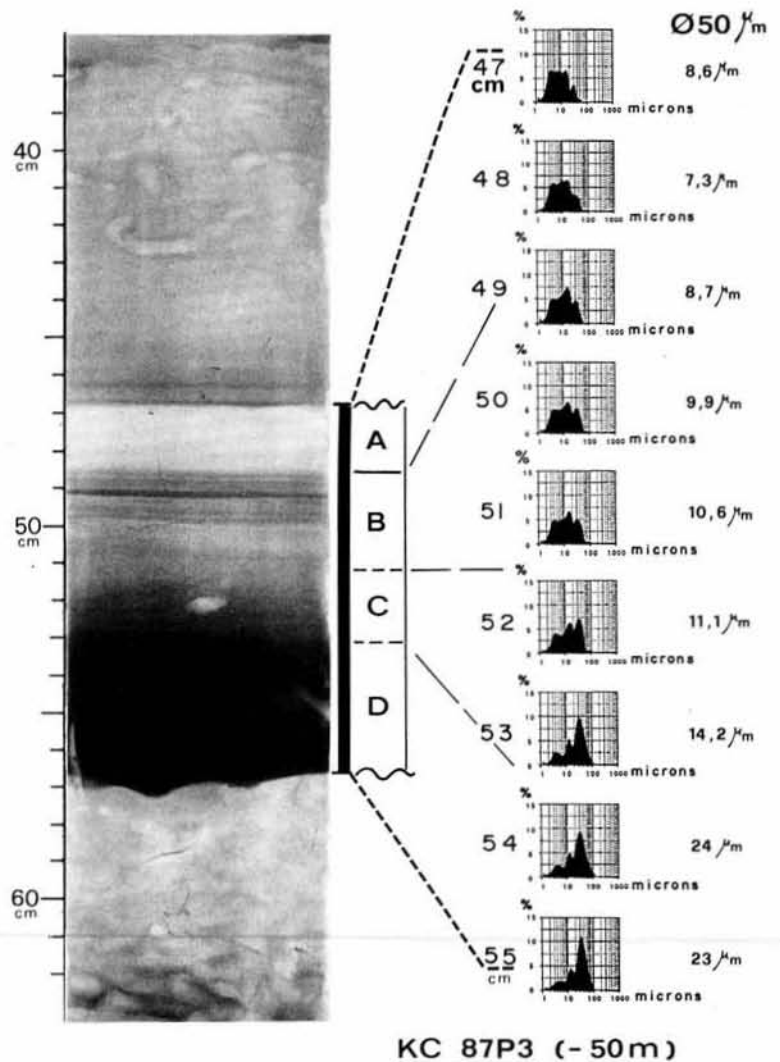
Aux profondeurs de 40 à 50 m, l'épaisseur de la vase est maximale et supérieure ou égale à 3 m (fig. 4, carotte 87P3). Un niveau à dominante argileuse débute le corps vaseux. Il lui succède un important passage silteux, voire silto-sableux. Ce dernier est caractérisé par l'abondance des séquences dynamiques ; la bioturbation y est limitée. Sa partie sommitale présente un niveau argileux décimétrique correspondant souvent au faciès le plus fin de toute la couche de vase ($\phi_{50} = 6 \text{ à } 7 \mu\text{m}$). Au-dessus, les séquences silto-argileuses se succèdent. La partie supérieure du dépôt montre une moins grande importance de la bioturbation ; les structures y sont mieux préservées. En surface, il existe un niveau plus grossier de quelques centimètres d'épaisseur.

Aux profondeurs supérieures à 50 m (fig. 4, carotte 8716), la base du dépôt présente une

Figure 8

Exemples de séquences sédimentaires décimétriques observées dans la partie centrale de la vaseière Ouest-Gironde. La photographie RX est un positif (éléments grossiers en sombre).

Examples of decimetrical sedimentary sequence from mid-shelf mud-patch area at a depth of 49 m below the lower sea level. Positive X-ray photograph and variation of the median grain-size diameter.



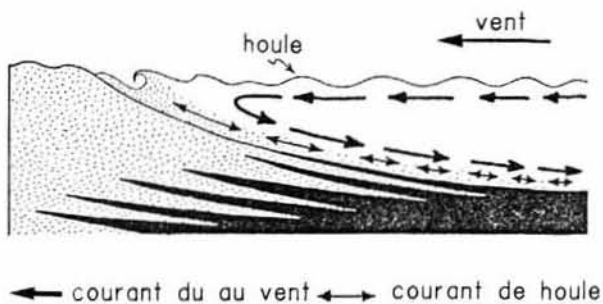


Figure 9

Modèle interprétatif des courants et de la sédimentation dus aux tempêtes (Allen, 1985).

Model for storm sedimentation (Allen, 1985), general pattern of currents and deposits.

alternance de sables fins et de vases silteuses où les laminations parallèles, ou localement entrecroisées, sont souvent entaillées par des terriers verticaux et contiennent d'abondants débris coquilliers fins. La partie supérieure du dépôt est composée de séquences élémentaires décimétriques. L'activité biologique remanie et homogénéise le dernier mètre. Au-delà de 60 m (fig. 4, carotte 8856) on note un affinement notable du grain médian. La bioturbation perturbe presque entièrement le sédiment où il est rare de pouvoir observer quelques contacts. Des filaments de monosulfures sont associés à la bioturbation dans la partie la plus superficielle des dépôts (fig. 4, carottes 8716 et 8856) comme cela est fréquemment observé à de plus grandes profondeurs (Poutiers, 1975).

Signification de l'évolution des séquences dans le corps vaseux

L'hydrodynamique du milieu, liée à la bathymétrie, est responsable de l'évolution des séquences dans le corps vaseux.

Dans le domaine interne, les séquences sont peu épaisses, le grain médian est grossier et le sédiment est plus rarement bioturbé. Cette partie de la vasière est celle qui est la plus sensible aux tempêtes les plus courantes, mais de moindre intensité. Elles y restent enregistrées sous la forme de séquences répétitives, alimentées essentiellement par les éléments les plus fins du substrat environnant

(sables fins et silts) pendant les périodes d'agitation. Cette mise en place d'éléments grossiers par des courants de retour associés aux tempêtes a été mise en évidence dans les séquences sableuses (Allen, 1982 ; fig. 9). L'entraînement d'éléments sablo-silteux du substrat de la bordure interne vers la vasière peut être interprété de manière similaire. Un relais par les courants de marée est envisageable (Castaing, 1981).

Dans le domaine externe, les séquences sont plus épaisses, le grain médian témoigne d'un affinement en fonction de la bathymétrie et le sédiment est abondamment bioturbé. Les tempêtes sont d'autant plus difficilement marquées dans le dépôt péritique que la profondeur est plus grande et que les sources de sédiment grossier sont plus éloignées (sables fins du substrat de la plate-forme). Seuls les événements majeurs (tempêtes de haute intensité) restent marqués dans les sédiments. Le dépôt des suspensions originaires de l'estuaire en période de calme est caractérisé par un fort développement de l'endofaune, le faible renouvellement des masses d'eaux permet alors l'existence d'un milieu réducteur et la formation de monosulfures (Poutiers, 1975).

AGES DES DÉPÔTS : CORRÉLATIONS STRATIGRAPHIQUES

Une chronostratigraphie détaillée, établie à partir des données de chronologie absolue (datations au ¹⁴C) et relative (palynologie) a été synthétisée (fig. 10).

Les éléments coquilliers prélevés dans le substrat et en différents sites de la vasière, indiquent des âges variables mais cohérents (tableau) :

- 4 000 à 5 000 ans B.P. dans le faciès à graviers et galets coquilliers ;
- 3 000 ans B.P. dans le faciès des sables moyens roux ;
- 2 000 ans B.P. dans les sables fins gris à la base de la vase.

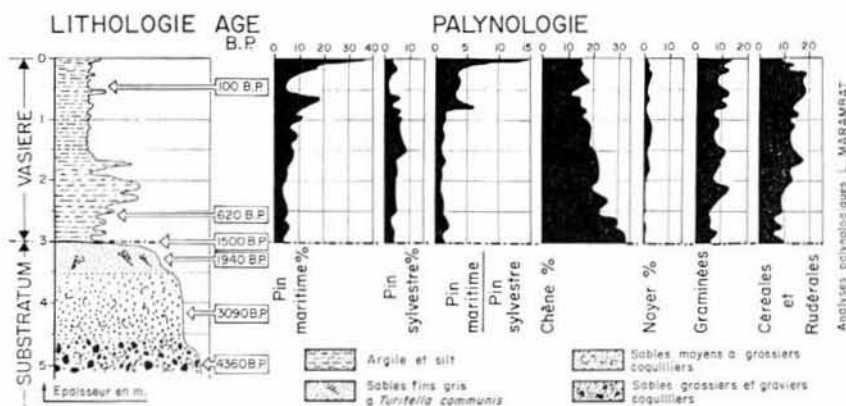
Dans la partie inférieure du corps vaseux, de fines coquilles de lamellibranches prélevées vers la base de l'important passage silteux basal sont datées de 500 et 620 ans B.P.

L'étude palynologique (fig. 10), effectuée sur les vases de trois carottes (KC 8014, KC 87P3, KC 8716) montre l'abondance du pollen des plantes rudérales et de céréales

Figure 10

Synthèse des résultats lithologiques, radiochronologiques et palynologiques (données de KC 87P3) reportées sur une coupe de la séquence sédimentaire de la vasière et de son substrat.

Lithological, radiochronological and palynological results (data from KC87P3) of the synthetic sedimentary sequence of the substrate and the mud-patch.



Tableau

Résultats radiochronologiques récents obtenus dans la vaseière et dans son substratum.

Recent radiochronological results from substrate and shelf mud-patch.

Carottes	Sonde	Niveau	Matériel daté	Faciès	Identification	Age ans B.P.
KC 8721	77 m	15 cm	Echinoderme	vase	LY 4443	Moderne
KC 8708	42 m	185 cm	Lamellibranche, gastéropode	vase	Gif 7800	500 ± 70
KC 8712 (1)	50 m	175 cm	Lamellibranche, gastéropode	vase	Gif 7798	620 ± 70
KC 8716	65 m	290 cm	Turritella, Chione	sable fin	LY 4444	1940 ± 150
KC 8708	42 m	244 cm	Meretrix	sable moyen	LY 4445	3090 ± 110
KC 8705	33 m	205 cm	Lamellibranche	gravier	Gif 7801	3920 ± 70
KC 8712 (2)	50 m	200 cm	Débris coquilliers	gravier	Gif 7799	4360 ± 70
KC 87P3	50 m	305 cm	Glycymeris g.	gravier	LY 4441	4360 ± 110
KC 87P3	50 m	305 cm	Glycymeris g.	gravier	LY 4442	4950 ± 750

(de 10 à 20 %) et la présence notable de pollen de noyer (2 à 3 %). Ceci traduit une activité humaine importante, et confirme que le début du dépôt péltique est postérieur à la colonisation romaine (2000 ans B.P.). La comparaison de la fréquence du chêne avec celle observée dans une carotte datée et prélevée dans une baie du littoral aquitain (bassin d'Arcachon), permettrait de proposer un âge inférieur à 1500 ans B.P. Finalement, la sédimentation vaseuse a vraisemblablement débuté entre l'an 500 et l'an 1300 après J.C. (Lesueur *et al.*, 1989).

DISCUSSION

Mise en place du corps vaseux

Pris dans leur globalité, les sédiments de la vaseière montrent une évolution verticale grano-décroissante, de silto-sableux à la base, les dépôts passent à des vases silto-argileuses vers le sommet. La comparaison avec les apports actuels de la Gironde (Castaing, 1981) montre que les niveaux de base ne peuvent être originaires que de la plate-forme, l'estuaire n'expulsant qu'une part très faible d'éléments de taille supérieure à 30 µm.

La constitution lithologique du corps de la vaseière (fig. 11) suggère donc une mise en place des dépôts en deux étapes principales. A son début, la sédimentation vaseuse s'effectue sur un substrat comparable à l'actuel plateau sableux interne et médian : une topographie variée composée de rubans

sableux reposant sur un modelé sablo-graveleux (Turcq *et al.*, 1986).

Dans un premier temps, les particules fines comblent les dépressions de ce substrat, où elles se trouvent piégées d'une part à cause de leur cohésion naturelle, et d'autre part en raison de la diminution de la turbulence sur les fonds plus grossiers. Ces fonds sont plus stables en raison de leur granulométrie et de leur position dans ces sites déprimés. Au cours de cette étape et pendant les périodes d'agitation, une fraction sableuse originaire des placages du substrat est susceptible d'être associée aux dépôts fins remobilisés. Ces mécanismes conduisent à la mise en place des séquences les plus grossières de la base du corps sédimentaire.

La seconde étape correspond au développement latéral de la lentille vaseuse qui a pour conséquence le recouvrement

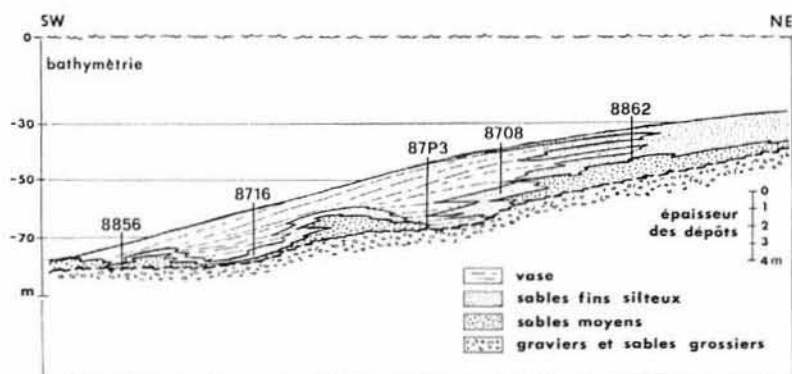


Figure 11

Modèle interprétatif de la géométrie et de la disposition des dépôts dans la vaseière Ouest-Gironde.

Model for the interpretation of the West Gironde mud-patch deposits settlement.

des placages sableux et donc l'éloignement progressif de ces sources de matériel grossier par rapport au dépôcentre des vases. Cette extension latérale s'accompagne d'un engraissement vertical, dont la conséquence est l'acquisition de la convexité du corps vaseux. Ces mécanismes permettent la mise en place des séquences silto-argileuses de la partie supérieure de la vasière.

Si l'alimentation actuelle de la vasière par l'estuaire de la Gironde a été montrée, les analyses stratigraphique, palynologique et radiochronologique ont révélé que la sédimentation fine ne s'effectue pas actuellement dans la partie interne (Jouanneau *et al.*, 1989). Les phénomènes de dépôts se cantonnent au-delà des profondeurs de 45 m environ. En-deça, au Nord et au Nord-Est, on note une sédimentation de silts grossiers et de sables fins, identifiée à la surface des corps vaseux sur quelques centimètres jusqu'à des profondeurs importantes (fig. 4).

Cette différenciation dans la nature de la sédimentation actuelle est liée à la diversité des conditions hydrodynamiques en fonction de la profondeur et de la saison.

La distribution des vases sur la plate-forme est assurée à la fois par les courants généraux, modulés par la marée, et les vents locaux (Castaing, 1981). Ces courants dont l'intensité sur le site est inférieure à 30 cm/s à 2 m du fond, sont suffisants pour transporter les pélites en suspension mais ne permettent pas le remaniement des vases superficielles. Celles-ci présentent en effet des rigidités initiales comprises entre 0,09N/m² et 2 N/m² (Guillaume, 1986), qui nécessiteraient des vitesses supérieures à 30 cm/s à 5 m du fond pour qu'elles subissent un début d'érosion (Barthe et Castaing, 1989). Par contre, ce même dépôt de surface (concentration de 200 à 300 g/l) peut être remobilisé l'équivalent de 140 jours par an, par les houles supérieures à la normale (moyenne : T = 12 s et H max. = 2 m) jusqu'à la profondeur de 35 m, alors que dans la partie externe de la vasière, seules les houles de tempête (T ≥ 15 s, H max. ≥ 4 m) survenant l'équivalent de 8 jours par an, permettent leur remise en suspension. Une vase compactée (concentration ≥ 500 g/l) ne sera théoriquement jamais remaniée (Castaing, 1981).

La sédimentation des éléments fins se produit donc au-delà de 45 m de profondeur, où les conditions d'agitation le permettent. Une longue période sans fortes houles conditionne le dépôt ainsi que la permanence et la compaction des vases molles qui deviendront alors plus difficiles à remanier.

L'action des houles moyennes a pour conséquence la remobilisation des sables fins silteux de la plate-forme interne jusqu'à 45 m. Ces sédiments seront entraînés par le courant de retour, induisant ainsi un recouvrement du corps vaseux à partir du Nord-Est, par des sables fins et des silts, selon un processus reconnu ailleurs (Allen, 1982).

Origine du corps vaseux

Le caractère très récent de la sédimentation et la filiation évidente de la vasière avec la Gironde amènent à rechercher les raisons de sa mise en place dans les fluctuations de la nature et de la quantité des apports du fleuve, de la

morphologie de l'estuaire et de son embouchure, mais aussi dans les influences anthropiques qui apparaissent primordiales au cours des deux derniers millénaires.

Ainsi la maturité de l'estuaire après son comblement durant l'Holocène, et l'aménagement de ses berges par poldérisation durant les derniers siècles serait responsable d'une expulsion en mer d'une plus grande partie de sa charge solide.

Les grands défrichements de l'époque médiévale et le développement de l'agriculture mis en évidence par l'analyse pollinique, concourant à une forte accentuation du lessivage des sols du bassin versant, sont probablement l'une des causes principales d'apports en suspension et d'engraissement de la vasière.

Enfin, la migration historique des passes de la Gironde et leur aménagement ont modifié l'orientation et la dispersion des eaux turbides sur la plate-forme, déplaçant ainsi les zones de dépôcentre de la vasière Ouest-Gironde.

CONCLUSIONS

La vasière à l'ouest du débouché de la Gironde est une lentille d'épaisseur maximale inférieure à 4 m. Elle est installée dans une paléo-topographie en légère dépression, et présente une surface faiblement convexe.

En dépit d'une lithologie silto-argileuse globalement monotone, ce corps vaseux est organisé en une succession rythmique de séquences élémentaires grano-décroissantes d'épaisseur centimétrique à décimétrique. Leur épaisseur croît et leur granulométrie décroît du littoral vers le large. Limitées par des surfaces érosives ou nettes, elles débent par des niveaux laminés à tendance silteuse auxquels succèdent progressivement des vases plus argileuses. Ces séquences ou tempestites vaseuses sont interprétées comme une succession de phases brèves liées aux tempêtes et aux fortes houles, et de phases beaucoup plus longues, de calme hydrodynamique.

Longtemps considérée comme entité fossile, résultant d'une mise en place en milieu estuarien voire lagunaire ayant débuté avec un bas niveau marin à environ - 45 m vers 10 000 ans B.P., la vasière à l'ouest de la Gironde se révèle être récente, d'âge historique. Sous les effets de modifications morphosédimentaires du bas-estuaire liées tant à l'évolution naturelle du système qu'aux actions anthropiques, elle s'est mise en place à un niveau marin relativement constant et proche du niveau actuel à partir de sédiments estuariens.

Sa formation est interprétée en deux phases principales :

- comblement de dépressions d'un substrat sablo-graveleux par la décantation des apports en suspension depuis la Gironde, surtout lors des périodes de crues, auquel s'ajoutent des éléments plus grossiers originaires de la fraction fine des placages sableux de la plate-forme ;

- accroissement vertical et latéral du corps vaseux; les éléments sableux y deviennent progressivement plus rares, hormis en partie interne où dominent les faciès sableux en équilibre avec l'agitation.

RÉFÉRENCES

- Aigner T. et H.E. Reineck** (1982). Proximity trends in modern storm sands from the Helgoland Bight (North-Sea) and their implications for basin analysis. *Senckenberg. marit.*, **14**, 183-215.
- Allen J.R.L.** (1982). *Sedimentary structures. Their characters and physical basis, Development in Sedimentology*, Elsevier, Amsterdam, 30, A-B.
- Aloisi J.-C., J.-P. Barousseau et A. Monaco** (1975). Rôle des facteurs hydrodynamiques dans la sédimentation des plateaux continentaux. *C.r. Acad. Sci., Paris, sér. D*, **280**, 579-582.
- Aloisi J.-C., G.A. Auffret, J.-P. Auffret, J.-P. Barousseau, P. Hommeril, C. Larsonneur et A. Monaco** (1977). Essai de modélisation de la sédimentation actuelle sur les plateaux continentaux français. *Bull. Soc. géol. Fr.*, **7**, 19, 2, 183-195.
- Arbouille D., P. Legigan et O. Weber** (1985). Séquences élémentaires types du proche plateau nord-aquitain. *Bull. Inst. Géol. Bassin Aquitaine*, **38**, 31-48.
- Barthe X. et P. Castaing** (1989). Étude théorique de l'action des courants de marée et des houles sur les sédiments du plateau continental du golfe de Gascogne. *Oceanologica Acta*, **12**, 4, 325-334.
- Berthois L.** (1955). Contribution à l'étude de la sédimentation et de la géologie sous-marine dans le golfe de Gascogne. *Revue Trav. Inst. Pêches marit.*, **19**, 4.
- Bourcart J.** (1955). Étude des échantillons récoltés en juillet-août 1946 par le Président Théodore Tissier. *Revue Trav. Inst. Pêches marit.*, **19**, 4, 447-464.
- Carbonel P., J. Moyes et J.-P. Peypouquet** (1975). Utilisation des ostracodes pour la mise en évidence de l'évolution d'une lagune holocène à l'ouest de la Gironde, Golfe de Biscaye. in : Symposium of Delaware. *Bull. Am. Paleontol.*, **65**, 282, 445-462.
- Castaing P.** (1981). Le transfert à l'océan des suspensions estuariennes. Cas de la Gironde. *Thèse de Doctorat d'État de Sciences naturelles, Université Bordeaux I*, n° 701, 530 pp.
- Castaing P., G.P. Allen., M. Houdart et Y. Moign** (1979). Étude par télédétection de la dispersion en mer des eaux estuariennes issues de la Gironde et du Pertuis de Maumusson. *Oceanologica Acta*, **2**, 4, 459-468.
- Dott R.R. et J. Bourgeois** (1979). Hummocky-cross-stratification, importance of variable bedding sequence analogous to the Bouma sequence. *Geology, geol. Soc. Am.*, **11**, 414.
- Guillaume P.** (1986). Étude mécanique d'un sédiment fin de plate-forme. *Diplôme Universitaire d'Études Supérieures en Océanographie, Université Bordeaux I*, 80 pp.
- Howard J.D. et H.E. Reineck** (1981). Depositional facies of high-energy beach offshore sequence : comparison with low energy sequence. *Bull. Am. Ass. Petrol. Geol.*, **65**, 807-830.
- Jouanneau J.-M., P. Lesueur, J.-P. Tastet, O. Weber, J. Dominik, A. Klingebiel et J.-P. Vernet** (1987). La vasière Ouest-Gironde : sédimentation holocène et processus actuels. *Colloque international d'Océanologie, perpignan, CIESM*, 19.
- Jouanneau J.-M., O. Weber, C. Latouche, J.-P. Vernet et J. Dominik** (1989). Erosion, non-deposition and sedimentary processes through a sedimentological and radio-isotopic study of surficial deposits from the «Ouest-Gironde vasière» (Bay of Biscaye). *Continent. Shelf Res.*, **9**, 4, 325-342.
- Kumar N. et J.E. Sanders** (1976). Characteristics of shoreface storm deposits : modern and ancient examples. *J. sediment. Petrol.*, **46**, 1, 145-162.
- Latouche C.** (1971). Les argiles des bassins alluvionnaires aquitains et des dépendances océaniques. Contribution à l'étude d'un environnement. *Thèse de Doctorat d'État de Sciences naturelles, Université Bordeaux I*, 2 tomes, 415 pp.
- Lesueur P., O. Weber, L. Marambat, J.-P. Tastet, J.-M. Jouanneau, J.-L. Turon** (1989). Datation d'une vasière de plate-forme atlantique au débouché d'un estuaire. La vasière à l'ouest de la Gironde (France) est d'âge historique (VI^{ème} siècle à nos jours). *C.r. Acad. Sci., Paris, sér. II*, **308**, 935-940.
- Longère P. et D. Dorel** (1970). Étude des sédiments meubles de la vasière de la Gironde et des régions avoisinantes. *Revue Trav. Inst. Pêches marit.*, **34**, 2, 109-132.
- Mc Cave I.N.** (1972). Transport and escape of fine-grained sediments from shelf areas. in : *Shelf sediment transport : processes and pattern*, Dowden, Hutchinson and Ross, Stransburg PA, 225-248.
- Mc Cave I.N.** (1985). Recent shelf elastic sediments. in : *Sedimentology. Recent developments and applied aspects*. The Geological Society of London, spec. publ., 18, 49-65.
- Pedersen G.K.** (1985). Thin, fine-grained storm layers in a muddy shelf sequence : an example from the Lower Jurassic in the Stentille 1 well, Denmark. *J. geol. Soc., London*, **142**, 357-374.
- Pinot J.-P.** (1976). Géomorphologie de la plate-forme continentale sud-armoricaine. *J. Rech. océanogr.*, **1**, 3, 49-56.
- Poutiers J.** (1975). Sur les propriétés magnétiques de certains sédiments continentaux et marins. *Thèse de Doctorat d'État de Sciences naturelles, Université Bordeaux I*, n° 492, 268 pp.
- Turcq B., P. Cirac, S. Berné et O. Weber** (1986). Caractéristiques des environnements sédimentaires de la plate-forme continentale nord-aquitaine en relation avec les processus hydrodynamiques actuels. *Bull. Inst. Géol. Bassin Aquitaine*, **39**, 149-164.
- Vanney J.R.** (1977). Géomorphologie de la marge continentale sud-armoricaine. S.E.D.E.S. Publ., Paris, 473 pp.

