

## ETUDE DES SÉDIMENTS MEUBLES DE LA VASIÈRE DE LA GIRONDE ET DES RÉGIONS AVOISINANTES

par Paul LONGÈRE et Didier DOREL <sup>(1)</sup>

Il y a seulement une quinzaine d'années, la géologie et la sédimentologie du golfe de Gascogne étaient assez mal connues. Les dragages étaient peu nombreux et les seules indications systématiques de la nature des fonds étaient données par les sondes du Service hydrographique. C'est à partir de ces renseignements que DELESSE (1872) réalisa la carte lithologique des mers de France, revue et complétée par THOULET en 1904.

En 1955, BERTHOIS publie le premier travail synthétique. Il utilise les dragages provenant de diverses campagnes, « Pourquoi-Pas ? », « Quentin-Roosevelt », « Président-Théodore-Tissier », et reprend les travaux antérieurs de DANGEARD (1928), FURNESTIN (1937) et BERTHOIS (1946). Il classe les sédiments recueillis d'après la forme de leur courbe cumulative, leur diamètre moyen et donne une carte de leur répartition. En 1959, il complète son étude par de nouveaux dragages et par des carottages. En 1966, 1967 et surtout 1969, LAPIERRE, grâce à des prélèvements systématiques étendus à l'ensemble du Golfe, montre que les sédiments du plateau ne constituent pas des entités caractérisées par un mode de dépôt unique mais résultent de la succession de dynamiques très différentes. Par une méthode originale d'étude des minéraux lourds, il met en évidence les directions et l'origine des apports et établit une chronologie de la mise en place des stocks sédimentaires. GLÉMAREC (1969), dans son travail sur les peuplements benthiques de la Grande Vasière, fournit des précisions intéressantes : il signale notamment la présence de massifs rocheux, enfouis sous une couverture grossière et séparant la Grande Vasière des sables roux du bord du plateau. PINOT (1966), HINSCHBERGER, SAINT-RÉQUIER et TOULEMONT (1967) et VANNEY (1965, 1968) donnent des cartes détaillées de certaines zones côtières ou situées au bord du plateau.

Le travail que nous présentons ici s'inscrit dans le cadre d'une cartographie détaillée des fonds chalutables du plateau continental atlantique entre les parallèles de 45°20' et 46°20' N. Trois campagnes de dragages ont été effectuées jusqu'à présent, à bord de « La Pélagia » (octobre 1967, mars et octobre 1968). La figure 1 montre l'étendue de la zone couverte. Elle indique en outre les noms utilisés par les pêcheurs pour désigner certains fonds : nous serons amenés à nous y référer dans le courant de nos descriptions. Cette première publication concerne uniquement un secteur à peu près rectangulaire qui englobe la vasière de la Gironde : il s'étend de 45°20' à 46°00' N; à l'est, sa limite suit la côte de l'île d'Oléron, s'approche de la Coubre, puis longe le méridien de 1°13' O; à l'ouest, notre étude s'arrête au méridien de 2°33' O entre 45°40' et 46°00' N et à celui de 2°20' O entre 45°20' et 45°40' N. A l'intérieur de ce périmètre, 290 dragages ont été réalisés; 283 d'entre eux ont rapporté des sédiments.

(1) Les auteurs tiennent à remercier M. Claude COUPEAU du laboratoire de La Rochelle qui a réalisé les cartes et graphiques illustrant leur travail.

### Techniques d'étude

#### Dragages.

Les stations ont été disposées selon le DECCA (chaîne sud-ouest britannique) ; placées sur les hyperboles du réseau rouge, leur écartement est d'un demi-chenal sur le réseau vert, ce qui correspond à une distance de deux à cinq milles (fig. 2). Nous avons utilisé une drague Rallier du Baty de 47 cm de diamètre et suivi une technique identique à celle exposée par BOILLOT (1964), LARSONNEUR (1965) et HOMMERIL (1967). Les prélèvements ne sont donc pas ponctuels : comme le remarque ce dernier, ils fournissent des résultats déjà synthétiques favorables à l'établissement d'une carte sédimentologique, compte tenu de l'étendue de la surface étudiée et de l'imprécision inévitable des positions.

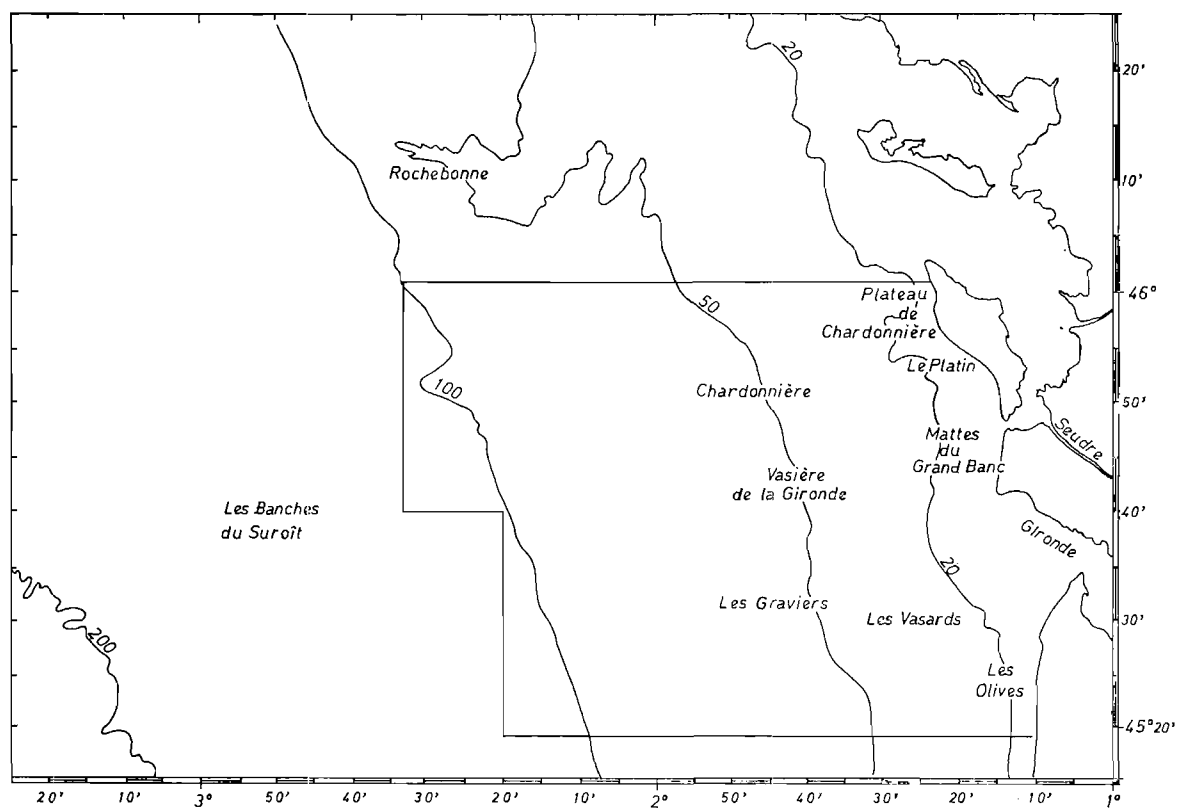


FIG. 1. — Cadre géographique du secteur étudié et appellations locales des principaux fonds.

#### Traitement des sédiments.

**A bord du navire.** Dès leur arrivée à bord, les sédiments sont l'objet d'une première série d'opérations.

Si le contenu de la drague ne présente pas d'éléments supérieurs à 20 mm, un prélèvement d'un à deux kilogrammes est effectué après homogénéisation. Le reste est déversé sur un tamis à mailles de 5 mm de côté et lavé au jet afin de faciliter le tri et la récolte de la macrofaune qui est aussitôt mise en collection.

Si au contraire il existe des éléments supérieurs à 20 mm, on entreprend immédiatement l'étude granulométrique de la fraction « galets » en tamisant l'ensemble sur une colonne de grandes passoires à trous circulaires de diamètres respectifs 80 - 50 - 31,5 et 20 mm. Les refus de chaque passoire sont pesés après séparation des coquilles et des différentes catégories pétrographiques présentes ; ils

sont ensuite rejetés à l'exception des fragments de roche en place et des échantillons géologiques intéressants. Le résidu, qui ne contient plus que des graviers, des sables et des pélites est homogénéisé et l'on prélève une fraction connue de son volume. Celle-ci, conservée dans un sac de toile, sera ultérieurement pesée au laboratoire après séchage et l'on en déduira le poids sec de l'ensemble graviers-sables-pélites. En l'ajoutant à celui des galets, on connaîtra le poids sec total du sédiment rapporté par la drague. La macrofaune est récoltée de la même façon que précédemment.

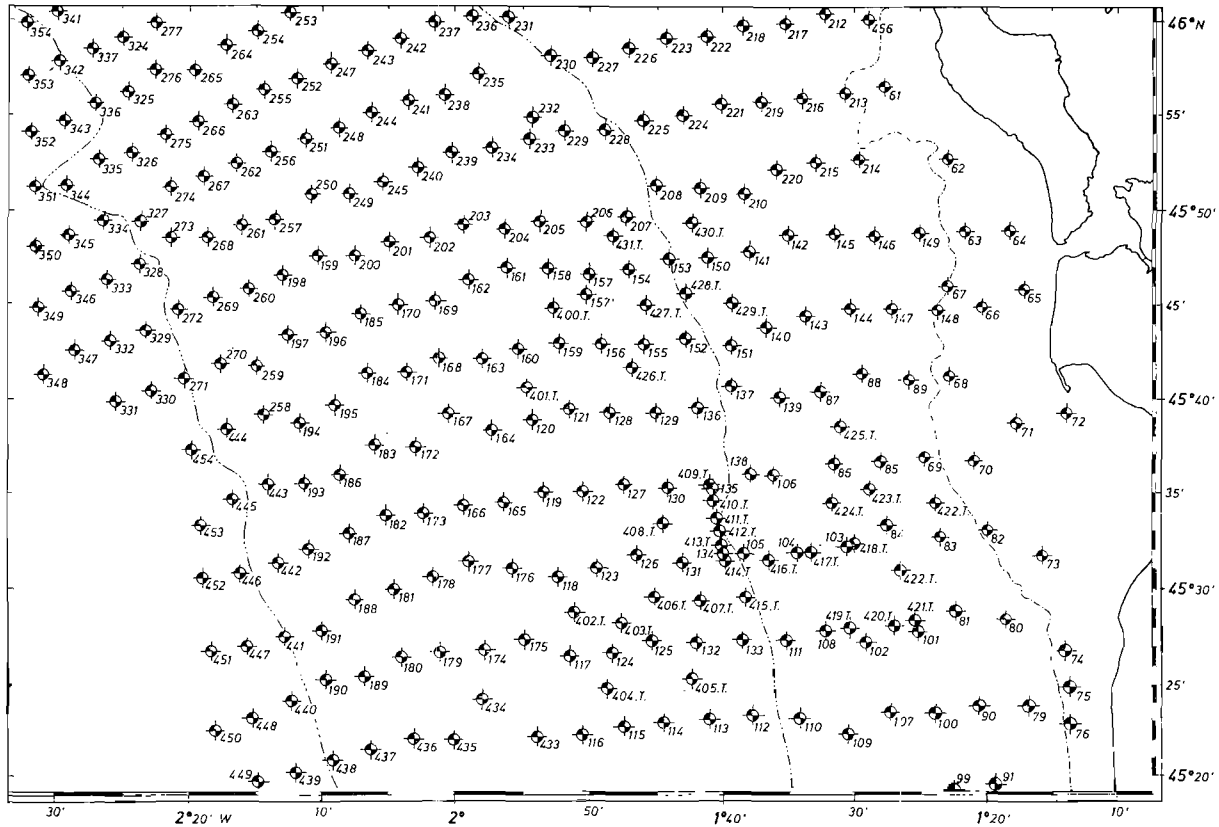


FIG. 2. — Carte d'implantation des stations. Les numéros suivis de la lettre T correspondent aux dragages complémentaires effectués par la « Thalassa ».

**Au laboratoire.** Les échantillons sont d'abord lavés et séchés à l'étuve à 110 °C. Une étude granulométrique classique est alors entreprise à l'aide d'une colonne de passoires à trous circulaires et de tamis choisis dans la série conforme à la norme AFNOR X 11-501. On trouvera ci-après la liste des modules utilisés et les dimensions d'ouverture en millimètres. Pour les tamis, il y a lieu de multiplier ces dimensions par un coefficient de 1,3 pour harmoniser leurs résultats avec ceux des passoires (HOMMERIL, 1964) ; les valeurs corrigées sont indiquées entre parenthèses et dans la suite du texte, elles seront seules utilisées pour définir le diamètre des particules.

	Passoire								Tamis					
Modules . . . . .	41	39	37	35	33	31	29	27	25	23	21	19	17	
Dimensions (mm)	12,50	8,00	5,00	3,15	2,00	1,25	0,80	0,50	0,25	0,16	0,10	0,06	0,04	
										(0,32)	(0,20)	(0,13)	(0,08)	(0,05)

La progression géométrique de l'ensemble défini ici et plus haut à propos des galets est de raison 1/10. Pour simplifier l'exposé, on désignera respectivement par les termes de « colonne des graviers » et de « colonne des sables » les séries de modules 41 à 33 et 31 à 17.

**Fraction graveleuse.** Si l'échantillon contient des particules de diamètre supérieur à 2 mm, il est traité en totalité sur les passoirs de la colonne des graviers. L'opération est effectuée mécaniquement et à sec. Quand la présence de parties fines dans le sédiment entraîne la formation d'agregats, la fraction graveleuse est préalablement isolée par lavage sur la passoire de 2 mm puis séchée à l'étuve. Le tamisage mécanique terminé, on sépare manuellement les coquilles et les fragments coquilliers sur les passoirs de 12,5 - 8 et 5 mm ; pour chacune, les deux fractions organogène et détritique sont pesées séparément. Pour les deux autres passoirs (3,15 et 2 mm), les refus sont pesés en totalité ; ils seront ultérieurement décalcifiés.

**Fraction sableuse.** Une prise de 100 g du sédiment débarrassé de ses graviers est tamisée mécaniquement pendant 15 minutes sur la colonne des sables et les différents refus sont pesés. La phase fine, lorsqu'elle existe, a été préalablement séparée par tamisage sous l'eau, recueillie, séchée à l'étuve et pesée.

**Fraction fine.** Lorsque sa proportion atteint 20 p. 100 de l'ensemble du sédiment, une prise de 20 g de la fraction sablo-vaseuse est étudiée par la méthode densimétrique de MERIAUX (1953) après destruction de la matière organique par l'eau oxygénée à 110 volumes et dispersion dans 950 cm<sup>3</sup> d'eau distillée additionnée de 50 cm<sup>3</sup> d'une solution de tripolyphosphate de sodium à 40 g/l. La teneur globale en pélites ainsi obtenue est en général un peu inférieure à celle que donne le tamisage. Pour harmoniser les résultats et obtenir une courbe cumulative régulière, un ajustement est nécessaire : on calcule le rapport *teneur en pélites par tamisages/teneur en pélites par densimétrie*. Tous les pourcentages obtenus par densimétrie sont alors multipliés par ce rapport dont la valeur varie entre 1,1 et 1,4.

**Estimation de la teneur en calcaire organogène.** Le poids total des coquilles contenues dans les galets est déjà connu. Pour les graviers et granules de l'échantillon rapporté au laboratoire, le poids de calcaire est déterminé par pesée des fragments coquilliers (tamis de 12,5 - 8 et 5 mm) et par décalcification à l'acide chlorhydrique dilué, suivie d'une pesée différentielle (tamis de 3,15 et 2 mm). Pour la fraction sablo-vaseuse, seule cette dernière technique est utilisée sur une prise homogène de 100 g. Les différentes valeurs obtenues sont ensuite rapportées au poids total de la fraction correspondante et l'on en déduit une estimation de la teneur en calcaire organogène du sédiment étudié. En suivant cette méthode, on admet que, dans la fraction inférieure à 5 mm, le calcaire est essentiellement organogène, la partie détritique étant négligeable. Toutefois pour avoir une idée de l'erreur commise, des comptages sur les deux derniers tamis de graviers ont été faits. On constate dans tous les cas que la teneur en calcaire détritique décroît toujours régulièrement avec la taille des éléments. Il est cependant vraisemblable que là où existent des affleurements rocheux calcaires, Chardonnière par exemple, les valeurs que nous indiquons sont légèrement surestimées.

#### Traitement des données granulométriques.

Selon la méthode désormais classique, les données granulométriques brutes de chaque dragage sont ensuite transformées en pourcentages pondéraux des différentes fractions dans le sédiment total. Après cumul, ces pourcentages sont reportés sur un graphique dont l'échelle des abscisses est logarithmique et celle des ordonnées gaussienne. On obtient ainsi la courbe de concentration rétrograde du sédiment.

Pour comparer entre eux les résultats des stations, nous avons calculé les paramètres définis par FOLK et WARD (1957). Pour cela, on détermine, sur les graphiques précédents, sept valeurs qui sont les abscisses correspondant aux percentiles 5, 16, 25, 50, 75, 84 et 95 (pour les vases et les sables vaseux, les derniers sont obtenus par extrapolation). Ces valeurs sont exprimées en notation  $\Phi$  (KRUMBEIN, 1936) et les paramètres utilisés sont les suivants :

la moyenne, qui correspond au grain moyen du sédiment :

$$M_z = \frac{\Phi 16 + \Phi 50 + \Phi 84}{3}$$

le classement, qui est un indice de dispersion :

$$\sigma = \frac{\Phi 84 - \Phi 16}{4} + \frac{\Phi 95 - \Phi 5}{6,6}$$

l'acuité, qui permet d'évaluer le rapport entre l'étalement de la partie centrale de la distribution et celui des extrémités :

$$K_G = \frac{\Phi 95 - \Phi 5}{2,44 (\Phi 75 - \Phi 25)}$$

l'asymétrie, qui est positive quand la distribution est déjetée du côté de la fraction fine, ce qui traduit un meilleur classement des particules grossières, et négative dans le cas contraire :

$$Sk_i = \frac{\Phi 16 + \Phi 84 - 2 \Phi 50}{21 (\Phi 84 - \Phi 16)} + \frac{\Phi 5 + \Phi 95 - 2 \Phi 50}{21 (\Phi 95 - \Phi 5)}$$

### **Cartographie**

Dans ce travail, la cartographie tient une place importante : elle donne un bon aperçu de la répartition des sédiments dans le secteur étudié ; elle facilite l'interprétation des résultats ; convenablement schématisée, elle fournit en outre des indications précieuses aux professionnels de la pêche. Les cartes peuvent se ranger en deux catégories.

Les premières, analytiques, rendent compte de la distribution d'une fraction granulométrique donnée, par exemple les graviers ou les pélites ou de celle du calcaire organogène. Elles présentent un double avantage : celui de respecter la gradation des dépôts qu'elles figurent et celui de mettre clairement en évidence des ensembles distincts. Ainsi, la vasière de la Gironde se différencie nettement des nappes de galets et de graviers qui la flanquent au nord-ouest et au sud-ouest.

La dernière, synthétique, tente d'individualiser de grandes catégories sédimentaires ou des faciès. Nous avons préféré cette représentation à celle qui est généralement adoptée de nos jours et qui consiste à superposer les différentes cartes analytiques, car l'enchevêtrement des figurés et des trames est très difficile à interpréter.

#### **Cartes analytiques.**

Les fractions isolées au cours des tamisages ont été regroupées en grandes classes granulométriques<sup>(1)</sup> pour lesquelles nous avons adopté les limites suivantes :

- blocs et galets, au-dessus de 20 mm ;
- graviers et granules, de 20 à 2 mm ;
- sables, de 2 à 0,05 mm ; ils sont subdivisés en :
  - sable grossier, de 2 à 0,5 mm ;
  - sable moyen, de 0,5 à 0,2 mm ;
  - sable fin, de 0,2 à 0,05 mm ;

pélites, au-dessous de 0,05 mm.

Les termes désignant les différentes classes sont employés ici dans une acception strictement granulométrique, sans impliquer quoi que ce soit sur l'origine détritique ou biologique des éléments. La limite entre les sables et les pélites est généralement fixée à 0,02 mm. Après LARSONNEUR (1969) et LAPIERRE (1969) nous avons choisi 0,05 mm pour des raisons de commodité. Cette dimension correspond en effet à la trame la plus fine couramment fournie dans le commerce.

(1) La position des stations et les pourcentages de chaque classe granulométrique dans les différents échantillons sont présentés sous la forme d'un cahier ronéotypé que l'on peut se procurer à l'ISTPM.

**Les galets** (fig. 3). Les éléments de taille supérieure à 20 mm sont en général peu nombreux dans nos échantillons : seuls quatorze d'entre eux en contiennent plus de 10 p.100 ; ils peuvent cependant par endroits représenter une fraction appréciable du sédiment (de 20 à 30 p. 100 aux stations 402, 404 et 430 et même 99,5 p. 100 à la station 431 où la drague a racle un affleurement rocheux). Sur la carte qui figure leur répartition et leur nature pétrographique, ils apparaissent essentiellement limités à deux zones comprises entre les méridiens de 1°40' et 1°55' O.

La plus méridionale dont la profondeur varie de 55 à 70 m, entoure la petite vasière des « Graviers » et s'étend vers le sud. Les quartz bien roulés, les quartzites et les grès y dominent très largement. Ils présentent très souvent une patine brunâtre qui semble indiquer une émergence prolongée.

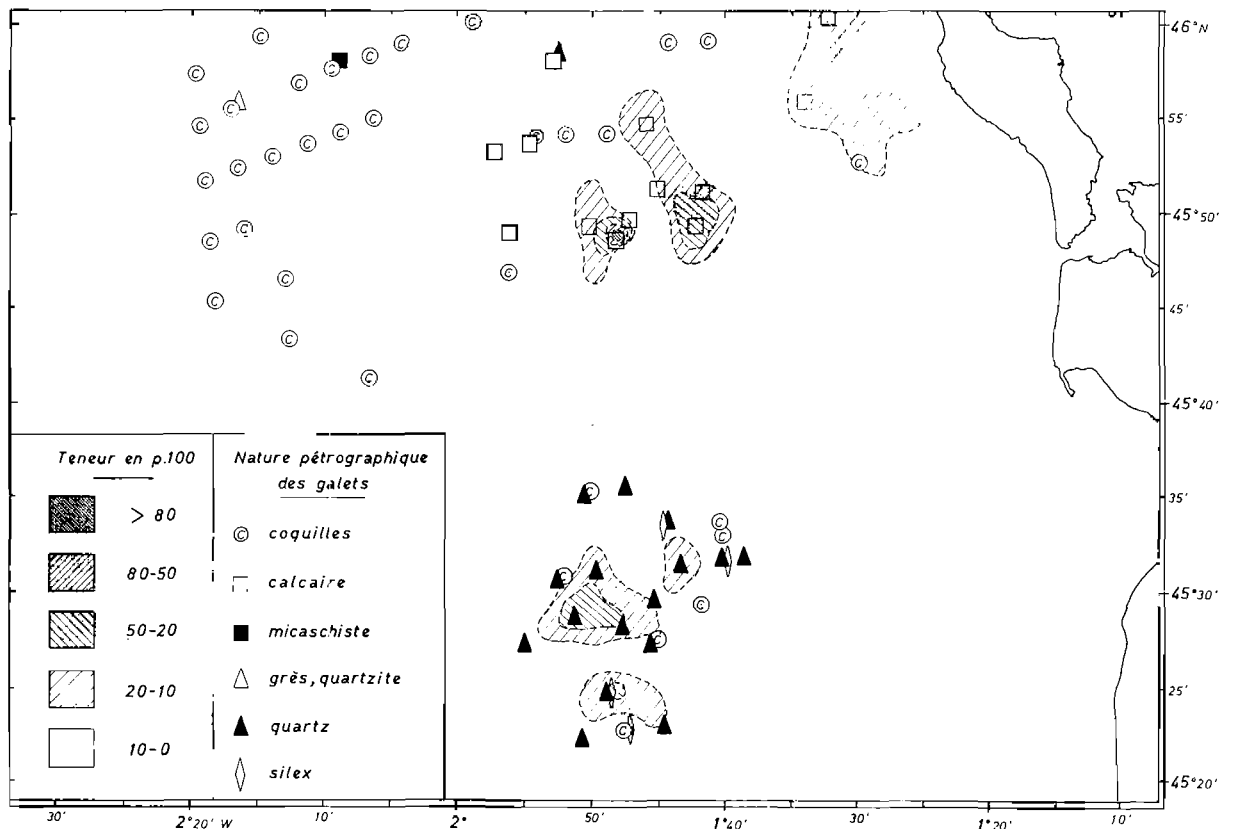


FIG. 3. — Distribution et nature pétrographique des galets. Les symboles figurant cette dernière ne sont portés que lorsque les galets représentent plus de 3 p.100 du sédiment. Si un élément constitue plus de 50 p.100 de la fraction caillouteuse, son symbole apparaît seul ; dans le cas contraire, on a inscrit les symboles des deux éléments dominants, le plus abondant recouvrant partiellement le second.

La seconde, entre 45 et 55 m, à Chardonnière, est d'un aspect très différent. Les galets y sont en majorité calcaires et portent presque toujours de nombreuses perforations d'origine biologique. Leur forme aplatie et anguleuse donne à penser qu'ils ne peuvent être éloignés de leur gisement originel.

Il convient également de noter aux stations 122, 216, 224, 225, 229 et 235 quelques fragments d'un poudingue formé de grains de quartz patinés et très arrondis, de petits galets de grès ou de calcaire et de coquilles entières ou brisées réunis par un ciment calcaire de couleur blanchâtre. L'aspect très frais de nombreuses coquilles prouve qu'il s'agit d'une formation relativement récente. Des poudingues analogues ont déjà été signalés en Manche occidentale par BOILLOT (1964), LARSONNEUR (1965) et HOMMERIL (1967) ainsi que par HINSCHBERGER, SAINT-RÉQUIER et TOULEMONT (1967) dans les parages de la Chaussée de Sein. On considère généralement qu'ils se sont consolidés au cours de la régression préflandrienne.

Enfin dans l'angle nord-ouest de la carte, les grands éléments, peu abondants (moins de 8 p.100 du sédiment), sont essentiellement formés de coquilles (*Glycymeris*, *Arcopagia*, *Spisula* et *Pecten*) certaines sont recouvertes d'une patine ocre ; d'autres sont grisâtres et abondamment perforées. Les deux types ne sont certainement pas contemporains et l'on peut penser avec LAPIERRE (1969) que les coquilles grises sont les plus anciennes et ont subi une longue émerision. La composante détritique, lorsqu'elle existe est siliceuse (quartz, grès, quartzites et micaschistes).

**Les graviers et les granules** (fig. 4). Ces éléments figurent souvent en quantité importante dans nos prélèvements. Toujours abondants là où les galets sont présents, leur distribution est beaucoup plus étendue.

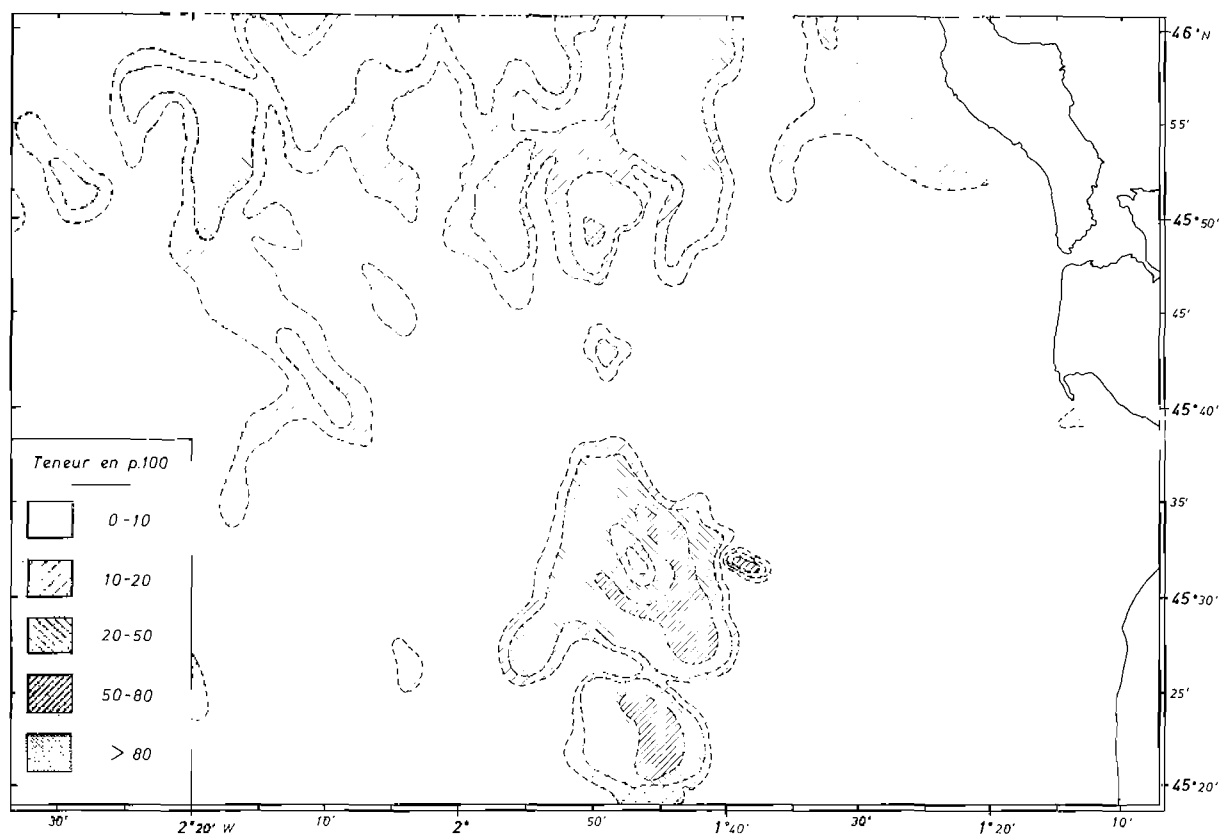


FIG. 4. — Distribution des graviers et granules.

Ainsi au large de la Gironde, entre les méridiens de 1°40' et 2°00' O, ils forment un ensemble bien individualisé nommé justement « Les Graviers ». Dans cette zone, les éléments compris entre 20 et 2 mm constituent souvent plus de 50 p.100 du sédiment total. On y note la présence de grès, de quartzites et surtout de quartz bien roulés et recouverts d'une patine ocre, ce qui laisse penser que leur histoire est identique à celle des galets étudiés au paragraphe précédent.

A la même longitude, mais plus au nord, on rencontre également des concentrations graveleuses sur Chardonnière ; leur composition lithologique est surtout calcaire mais les fragments coquilliers sont souvent nombreux.

Plus au large, un cordon sinueux s'allonge selon une direction NNO-SSE ; il est riche en débris de coquilles et se raccorde, vers 45°55' N, à l'ensemble calcaire précédent par une bande graveleuse où les éléments siliceux peuvent être plus ou moins abondants.

**Les sables.** Plus de la moitié des échantillons recueillis contiennent une proportion de sable dépassant 80 p.100. La cartographie de cette fraction, considérée dans son ensemble, présente peu d'intérêt. En effet, les études antérieures ont mis en évidence l'hétérogénéité du matériel sableux dans le golfe de Gascogne. LAPIERRE (1966, 1967, 1969) en particulier, estime que l'on peut distinguer quatre sables élémentaires caractérisés par leur mode granulométrique :

- |                                      |                                         |
|--------------------------------------|-----------------------------------------|
| a - de 2 à 0,4 mm ; mode à 0,5 mm ;  | c - de 0,2 à 0,1 mm ; mode à 0,125 mm ; |
| b - de 0,4 à 0,2 » ; mode à 0,25 » ; | d - de 0,1 à 0,05 » ; mode à 0,063 » .  |

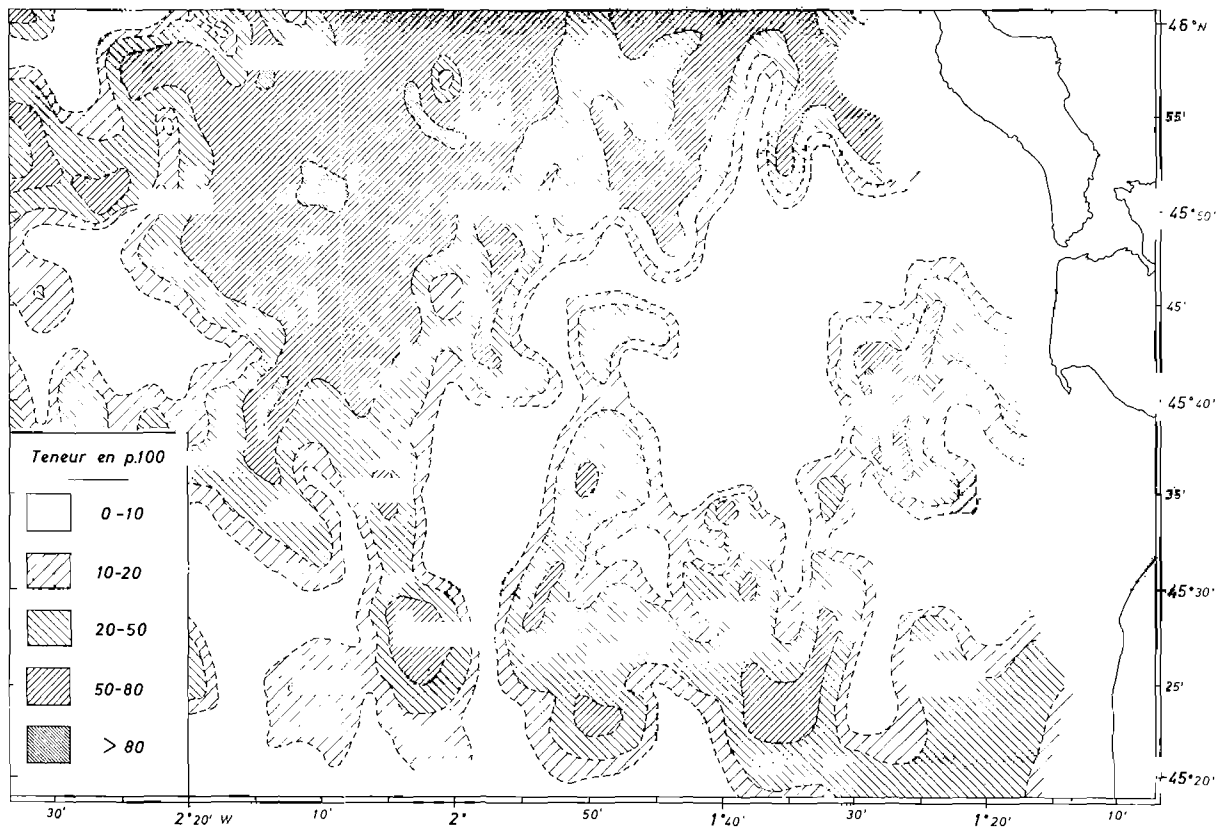


FIG. 5. — Distribution du sable grossier.

Ces tailles correspondent aux mailles des tamis qu'utilise cet auteur ; elles diffèrent donc légèrement des ouvertures de nos passoires. D'après lui, les quatre fractions ont été mises en place par des dynamiques différentes qui se sont succédées dans le temps, les éléments les plus grossiers étant les plus anciens. Il est facile d'établir une correspondance entre les subdivisions de LAPIERRE et celles que nous avons adoptées : notre sable grossier équivaut à sa fraction « a », le sable moyen à « b » et le sable fin regroupe « c » et « d ». Nous avons représenté séparément la répartition de ces trois catégories.

**Le sable grossier** (fig. 5). Sa distribution est assez semblable à celle des galets et surtout des graviers. On reconnaît sur la carte les mêmes ensembles : Chardonnière, les « Graviers », le cordon jalonnant l'isobathe — 100 mètres. Néanmoins, son extension est beaucoup plus grande et, au nord-ouest, il s'étale sur une vaste surface. On remarque aussi une zone de forte concentration de sable grossier, entre Seudre et Gironde, sur les fonds de 30 m.

Sa couleur rousse tirant sur le brun est due à l'imprégnation superficielle des grains de quartz



et de feldspath par des oxydes de fer ; outre cette patine, des traces d'éolisation sont bien visibles, surtout dans les échantillons prélevés loin des côtes.

Les minéraux siliceux constituent presque toujours l'essentiel de cette fraction ; toutefois les débris coquilliers, roux, gris ou même blancs (sub-actuels) peuvent exceptionnellement dominer lorsque le sable grossier est minoritaire dans le sédiment (moins de 10 p.100). Sur le plan granulométrique, le mode le plus fréquent se situe toujours sur la passoire de 0,50 mm ; lorsqu'il présente une autre valeur (0,80 et surtout 1,25 mm) cela tient le plus souvent à l'abondance des débris coquilliers.

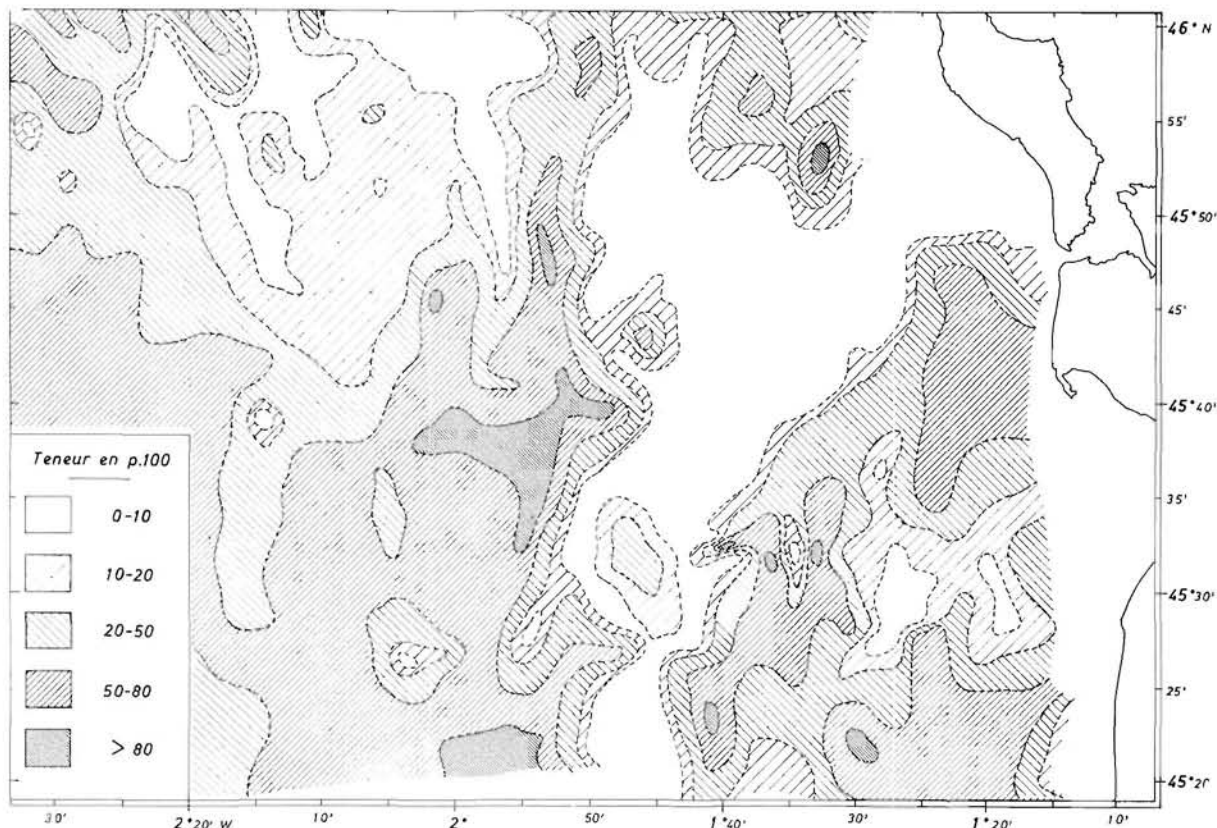


FIG. 6. — Distribution du sable moyen.

**Le sable moyen** (fig. 6). Sa répartition géographique diffère profondément de celles que nous avons décrites jusqu'ici pour les éléments de taille supérieure à 2 mm. Si dans la zone côtière on note encore certaines analogies avec le sable grossier, il n'en est plus de même à l'ouest du méridien de 1°45' O : le sable moyen s'étend largement au sud et à l'ouest du vaste ensemble grossier que nous avons remarqué dans le nord-ouest de la carte et s'insinue en une bande étroite entre cet ensemble et les fonds rocheux de Chardonnière. D'après LAPIERRE (1969), la distribution du sable « b » est directement liée au réseau hydrographique actuel. De telles relations avec la Seudre et la Gironde n'apparaissent pas sur la fig. 6, mais il est vraisemblable que la vasière, plus récente comme nous le verrons, masque une continuité entre les formations de la région côtière et celles du large.

Le sable moyen présente une patine rousse, plus claire que celle des éléments précédents et des traces d'éolisation. Son mode granulométrique est beaucoup moins stable que ne l'indique LAPIERRE. Dans la région côtière, il se trouve à 0,32 mm et un minimum à 0,20 mm marque la séparation avec le sable fin (stations 65, 76 et 81 par exemple). Plus à l'ouest, mais toujours en deçà de la ligne des — 100 m, dans le « chenal » qui sépare Chardonnière des formations grossières, on observe du nord au sud son passage progressif de 0,32 à 0,20 mm (tabl. 1, stations 158, 400, 159, 120,

164, 166). Dans l'angle sud-ouest de la carte, entre 95 et 105 m, il passe en moins de quatre milles de 0,32 à 0,13 mm et l'on note qu'une forte proportion de grains de 0,13 mm est patinée (tabl. 1, stations 440, 448, 450). Un autre exemple est fourni par une section NE-SO partant

Stations	0,50 mm	0,32 mm	0,20 mm	0,13 mm
158	8,8	81,8	4,8	0,4
400	3,1	26,7	47,5	18,0
159	2,1	20,9	55,6	17,3
120	4,1	34,2	46,9	11,7
164	2,8	26,9	57,2	11,4
166	1,7	11,4	55,4	29,0
440	16,7	47,5	14,4	13,2
448	4,4	13,8	30,4	38,2
450	3,3	12,4	26,1	44,1
444	23,3	37,0	13,7	5,0
454	10,9	43,7	30,1	10,7
527	32,5	15,9	33,7	3,5
526	3,3	1,3	58,4	25,1

TABL. 1. — Variations du mode granulométrique du sable moyen. Les chiffres expriment les proportions des différents refus, en p.100 de la totalité de l'échantillon.

de la station 444 ; nous la prolongeons par deux stations qui n'apparaissent pas sur la carte de la fig. 2 et appartiennent à une zone qui sera étudiée ultérieurement. Lorsqu'on s'éloigne des sédiments grossiers, le mode se place d'abord à 0,32 mm, puis se décale à 0,20 mm alors qu'un minimum à 0,32 mm est nettement marqué (tabl. 1, stations 444, 454, 527 et 526). Notons enfin que, plus au large (140 et 180 m), des dragages isolés ont rapporté des sables à grains patinés dont le maximum est à 0,32 mm. Une distribution aussi complexe des modes conduit à penser que la mise en place du sable moyen ne peut être le fait d'une seule dynamique.

Stations	0,20 mm	0,13 mm	0,08 mm	0,05 mm
73	30,9	56,0	3,2	0,2
82	12,0	65,5	19,7	0,4
83	11,7	28,1	29,5	8,0
84	8,3	12,8	42,8	10,1
423	7,5	8,4	52,0	19,1
86	5,4	3,2	16,8	12,8
106	15,5	7,3	43,5	12,1
138	1,4	0,7	22,1	43,9

TABL. 2. — Variations du mode granulométrique du sable fin. Les chiffres expriment les proportions des différents refus en p.100 de la totalité de l'échantillon.

**Le sable fin** (fig. 7). Il constitue deux ensembles nettement séparés. L'un, côtier, dessine un prolongement sous-marin aux cours de la Seudre et de la Gironde ; il s'étend vers l'ouest jusqu'aux fonds de 45 à 50 m. La proportion des éléments de 0,2 à 0,05 mm dans le sédiment total y est éle-

vée ; elle dépasse fréquemment 50 p.100 et peut atteindre 95 p.100. L'autre est situé nettement plus au large ; dans le nord-ouest du secteur étudié, il s'étale à l'extérieur du cordon grossier alors qu'au sud il rejoint vers — 70 m la région des « Gravieres » ; la proportion des éléments fins est beaucoup moins élevée que dans la zone côtière et ne dépasse 50 p.100 qu'en de rares points, au nord et au sud.

L'aspect de ce sable est très différent de celui des sables moyen et grossier. Sa couleur gris-beige est due à la fois à sa richesse en mica et en magnétite et à la faible proportion de grains de quartz patinés.

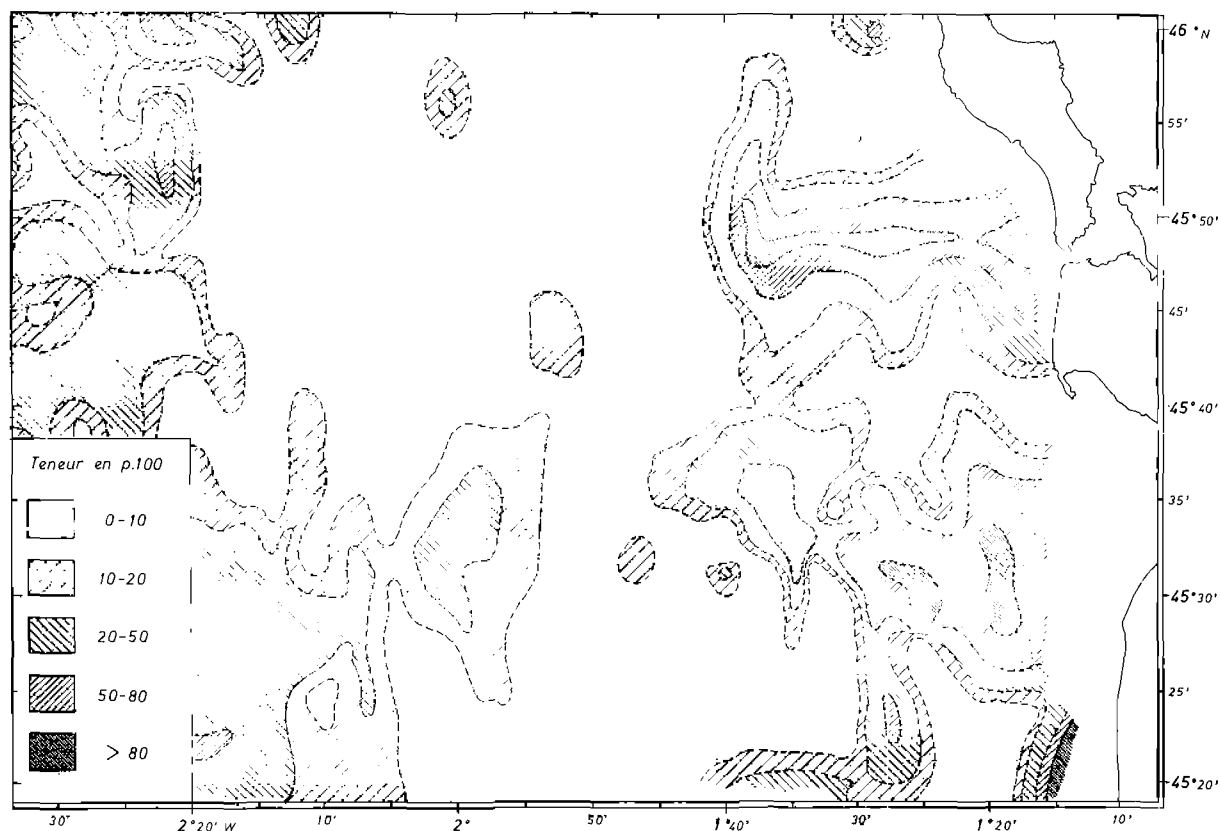


FIG. 7. — Distribution du sable fin.

LAPIERRE (1967, 1969) estime qu'il ne s'agit pas d'un ensemble homogène et distingue deux fractions « c » et « d », caractérisées par des modes qui apparaissent sur les tamis de 0,125 et 0,063 mm. L'utilisation d'une échelle granulométrique plus réduite ne nous a pas permis de les individualiser dans nos échantillons. On remarque toutefois que le sable fin ne montre pas toujours le même mode (0,13 et 0,08 mm). Il est donc intéressant d'étudier l'évolution de celui-ci. Si les particules de 0,20 à 0,13 mm forment un ensemble bien individualisé et couvrent une large surface au sud-ouest de notre secteur, notamment l'avancée s'étendant à l'ouest des « Gravieres », il n'en est pas de même pour la terminaison méridionale de la vasière de Rochebonne où les deux fractions de sable fin ne peuvent que difficilement être dissociées. Dans la région côtière, les grains de 0,20 à 0,13 mm dominent uniquement au voisinage immédiat des embouchures de la Seudre et de la Gironde. Leur proportion diminue vers l'ouest alors que les éléments de 0,13 à 0,08 mm deviennent plus nombreux jusqu'à représenter la majorité du sédiment sur les fonds de 35 à 50 m. Ils sont relayés à leur tour par des particules plus fines (mode à 0,05 mm) et font place, comme nous le verrons par la suite, à des pélites. Il y a donc une succession continue et régulière depuis les estuaires jusqu'à la vasière de la Gironde (tabl. 2). Cette gradation des tailles correspond à une perte progressive

de la compétence des cours d'eau. Une telle sédimentation est directement liée au réseau hydrographique actuel ; elle est vraisemblablement très récente.

Signalons, d'autre part, que les grains de quartz observés dans le refus de 0,13 mm (sable « c » de LAPIERRE) sont très anguleux, frais et rarement teintés de jaune ou de roux dans la zone littorale, alors qu'au large la proportion des grains arrondis usés et patinés est beaucoup plus grande ; cela confirme qu'une partie des éléments fins provient du remaniement d'un stock sédimentaire plus ancien. Il existe donc dans le sable fin des particules qui, indépendamment de leur taille, ont des origines distinctes et correspondent à des époques de sédimentation différentes.

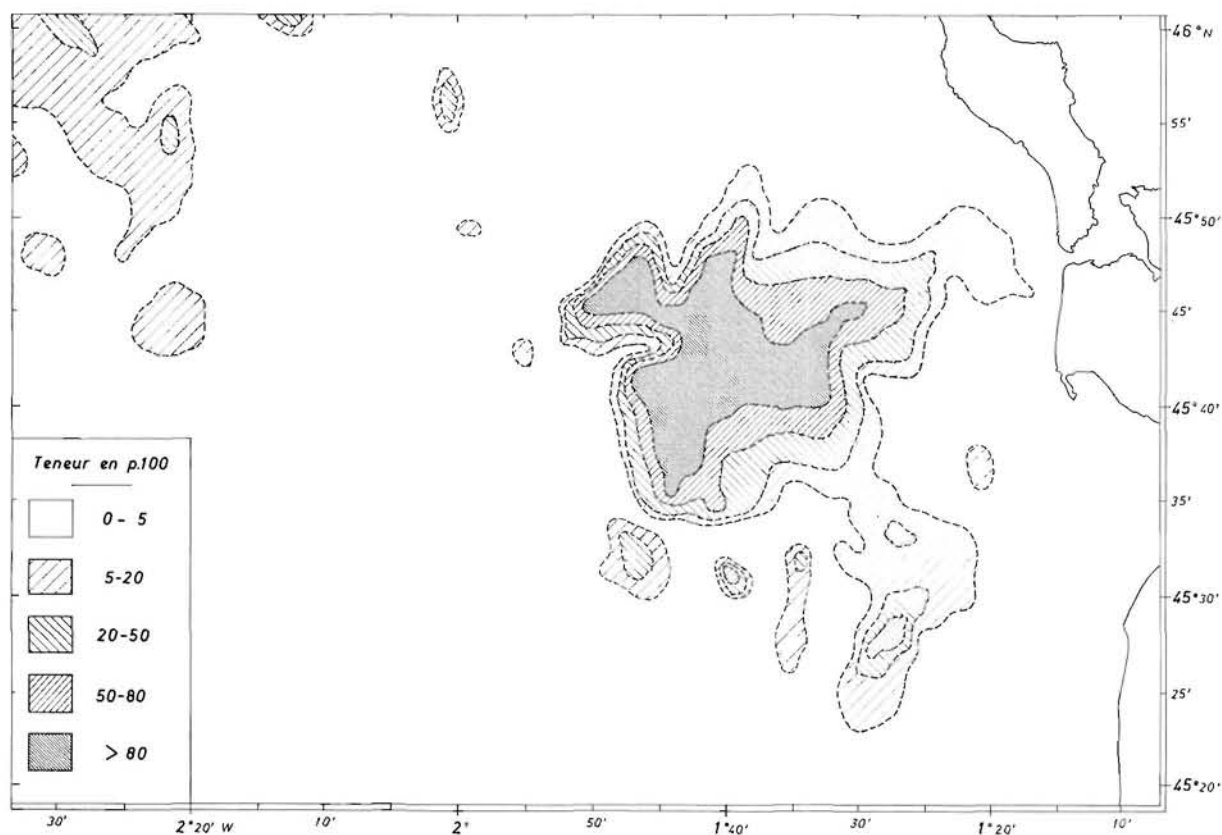


FIG. 8. — Distribution des pélites.

**Les pélites** (fig. 8). Même en faible quantité, les pélites imposent au sédiment un aspect bien particulier : elles lui communiquent leur propre teinte gris-verdâtre et en comblant ses interstices, elles le rendent cohérent, ce qui modifie complètement ses propriétés. Pour cette raison nous avons apporté quelques changements aux coupures adoptées dans notre cartographie en déplaçant de 10 à 5 p.100 la limite supérieure de la classe des plus faibles teneurs.

Notre représentation fait ressortir nettement la vasière de la Gironde dont l'extension est beaucoup plus faible que les cartes marines ne le laissaient supposer. Dans sa partie centrale, les pélites représentent plus de 80 p.100 du sédiment total. Dans l'E-NE et au SE, deux digitations marquent le passage aux éléments sableux fins de la Seudre et de la Gironde. Ça et là, on observe des taches isolées où la teneur en éléments fins n'est généralement pas très importante ; c'est le cas de la petite vasière des « Gravieres ».

Enfin, dans l'angle nord-ouest de la carte, une autre concentration péltique correspond au sud de la vasière de Rochebonne, qui constitue elle-même l'extrémité méridionale de la « Grande Vasière ».

L'analyse densimétrique des pélites met en évidence deux modes principaux : 14 et 1,6  $\mu$ . Le premier est de loin le plus important : les particules de 23 à 10,5  $\mu$  forment en moyenne 52 p.100 de la fraction pélitique supérieure à 1  $\mu$ , tandis que celles de 2,3 à 1,1  $\mu$  n'en représentent que 15 p.100. Dans la vasière de la Gironde, le mode à 14  $\mu$  est particulièrement abondant dans le centre et le sud-ouest, tandis que la fraction la plus fine se rencontre surtout dans la moitié nord.

La vasière de la Gironde apparaît nettement liée aux fleuves voisins. Les éléments qui la composent sont les plus fins de la succession observée aux embouchures de la Seudre et de la Gironde ; ils se sont donc déposés au moment où ces cours d'eau perdaient toute compétence et n'ont pas été sensiblement remaniés depuis leur mise en place. On peut penser que cette sédimentation s'est effectuée en régime lagunaire à une époque récente. BERTHOIS (1959) décrit une carotte (n° 350) qui montre une épaisseur d'au moins trois mètres de pélites, entrecoupées par de minces niveaux sableux.

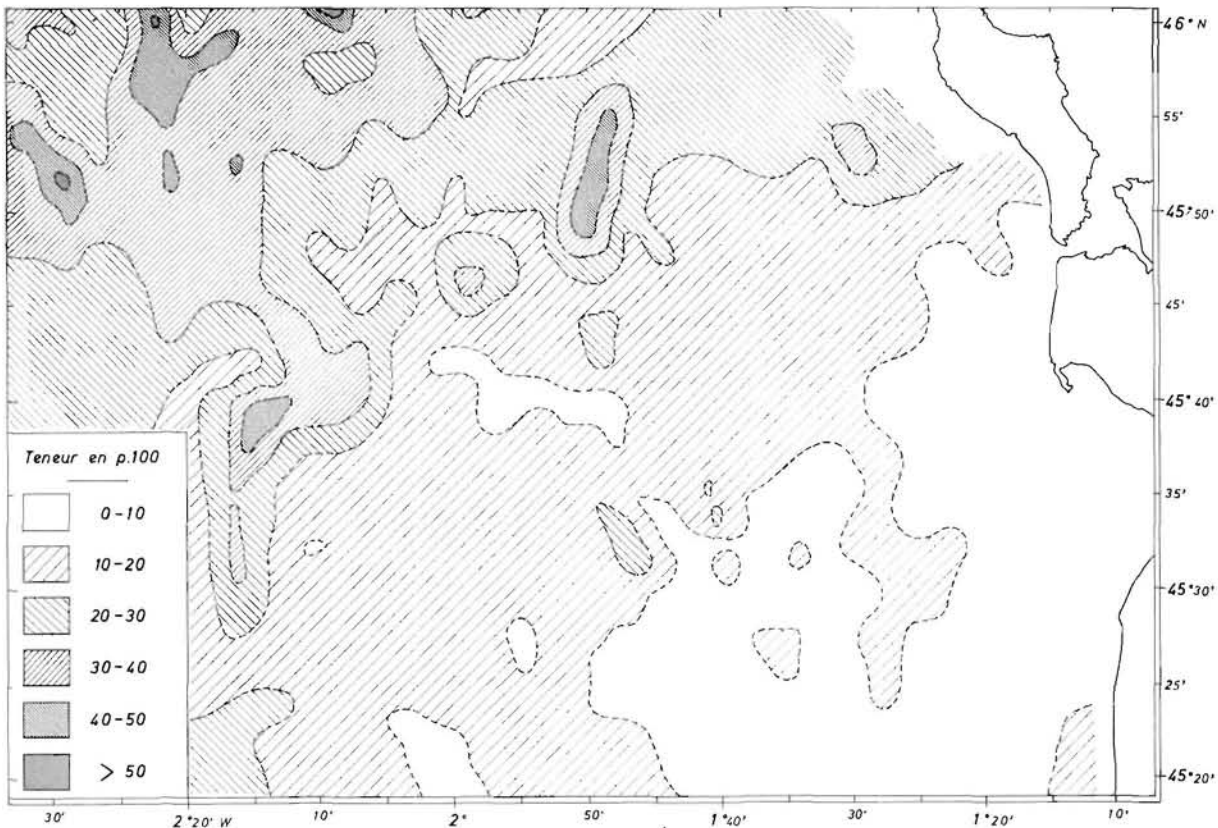


FIG. 9. — Distribution du calcaire organogène.

**Le calcaire organogène** (fig. 9). Nous avons montré, dans le chapitre consacré aux techniques, que le tri manuel des constituants dans les fractions les plus grossières de nos échantillons, permettait d'éliminer la plus grande partie du calcaire d'origine détritique. Les valeurs finalement retenues fournissent une estimation satisfaisante des teneurs en carbonates organogènes.

La répartition de ces derniers paraît indépendante de celle des autres éléments dans les deux tiers sud-est de la région étudiée. Les sédiments y sont pauvres en calcaire, en particulier près de la côte et dans le secteur des « Gravieres » (à l'exception de la petite vasière située en son centre). Vers le large et au nord, on note au contraire des analogies avec les cartes des galets et surtout des graviers. L'abondance des coquilles sur le cordon d'éléments grossiers entre — 85 et — 100 m se traduit ici par une bande de teneurs élevées disposée de façon semblable ; elle se rattache, vers 2°20' O, à une autre zone de forte concentration qui semble rejoindre au nord le massif de

Rochebonne. A Chardonnière, la présence possible de calcaire détritique dans la fraction sableuse entraîne peut-être une certaine surestimation de nos résultats : il n'en reste pas moins que les fragments coquilliers sont nombreux dans le sédiment et la teneur en calcaire organogène y est importante.

### Types sédimentaires et carte synthétique.

Pour obtenir une carte simple et pratique de la surface étudiée, les échantillons récoltés ont été regroupés, selon leur aspect et leurs caractéristiques granulométriques, en un nombre restreint de types sédimentaires schématiques.

Le point de départ de notre nomenclature a été la méthode du diagramme triangulaire et le découpage en zones, adoptés par SHEPARD (1954) et depuis par beaucoup d'autres sédimentologues. Chaque auteur choisit les pôles du triangle en fonction des éléments particuliers à la région qu'il étudie. Comme ici les galets sont toujours minoritaires et ont une répartition voisine de celle des graviers, nous les avons groupés avec ces derniers à l'un des pôles du diagramme ; aux deux autres figurent les sables (de 2 à 0,05 mm) et les pélites (au-dessous de 0,05 mm). Les points représentant nos 283 échantillons (fig. 10 a) se distribuent en bordure de deux côtés du

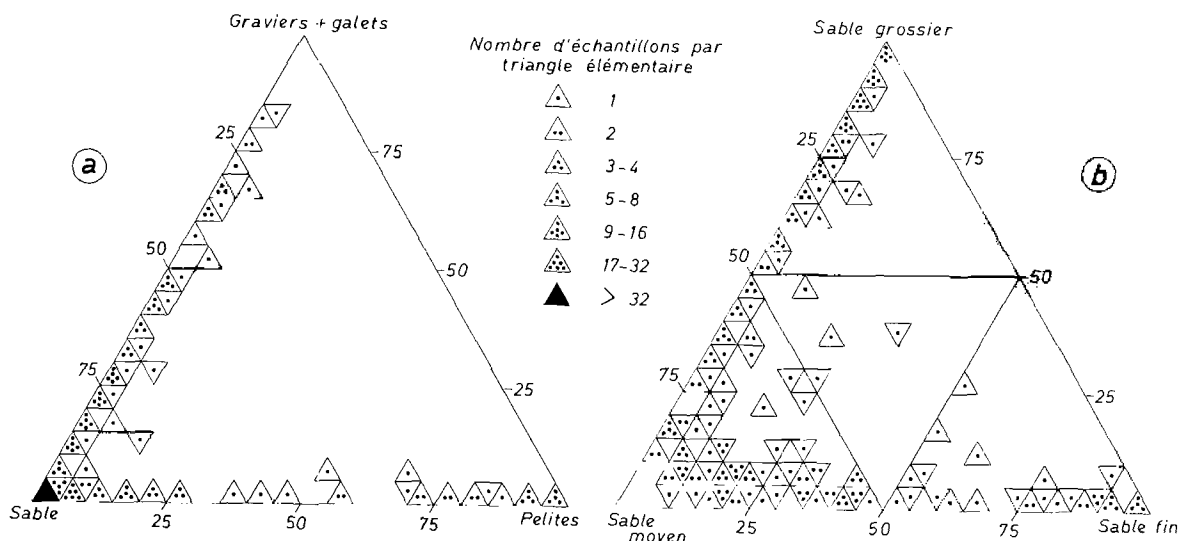


FIG. 10. — Diagrammes triangulaires montrant la répartition des échantillons étudiés. a) Répartition des sédiments en fonction de leur teneur en graviers + galets, sable et pélites. b) Répartition des fractions sableuses en fonction de leur teneur en éléments grossiers, moyens et fins (seuls figurent les échantillons contenant plus de 50 p.100 de sable).

triangle et s'en écartent très peu. On peut ainsi distinguer deux types de sédiments : les plus fréquents renferment plus de 80 p.100 de l'un des trois constituants ; les autres sont formés par l'association de deux éléments se succédant dans l'échelle des tailles (comme sable et pélites par exemple), le troisième étant absent ou très peu abondant. On n'observe aucun mélange entre les tailles extrêmes.

Cette méthode présente l'inconvénient de grouper les grains de 2 à 0,05 mm, dans une classe unique de sables, or nous avons vu que ces derniers sont hétérogènes et qu'il en existe trois types nettement différents. Nous avons donc dessiné un deuxième diagramme pour la fraction sableuse lorsque celle-ci domine. On prend cette fois pour pôles les trois sables, grossier, moyen et fin (fig. 10 b). Malgré une dispersion des points représentatifs plus marquée que précédemment, les deux distributions restent très comparables : il n'apparaît pas, ici non plus, d'association entre les éléments de tailles extrêmes et les mélanges des trois constituants sont rares.

Pour compléter les renseignements fournis par ces diagrammes, signalons que, dans les sédiments riches en galets et graviers, c'est toujours le sable grossier qui domine, alors que dans les échantillons contenant une quantité importante de pélites, c'est le sable fin.

Toutes ces observations montrent qu'un ou deux constituants suffisent pour caractériser nos sédiments. On peut donc abandonner les diagrammes triangulaires, d'emploi mal commode et définir plus simplement les faciès à partir des pourcentages (exprimés par rapport à la totalité du sédiment) de deux éléments au maximum.

**Les types sédimentaires.**

Nous avons ainsi retenu neuf types sédimentaires (fondés uniquement sur la granulométrie).

*Graviers et galets* : plus de 75 p.100 d'éléments supérieurs à 2 mm.

*Graviers et galets sableux* : de 75 à 50 p.100 d'éléments supérieurs à 2 mm et de 25 à 50 p.100 de grains compris entre 2 et 0,05 mm.

*Sables graveleux* : de 80 à 50 p.100 de grains compris entre 2 et 0,05 mm et de 20 à 50 p.100 d'éléments supérieurs à 2 mm.

*Sables purs* : plus de 80 p.100 de grains compris entre 2 et 0,05 mm ; selon le sable élémentaire dominant dans la fraction sableuse, on les subdivise en :

sables grossiers (2 - 0,5 mm), sables moyens (0,5 - 0,2 mm) et sables fins (0,2 - 0,05 mm).

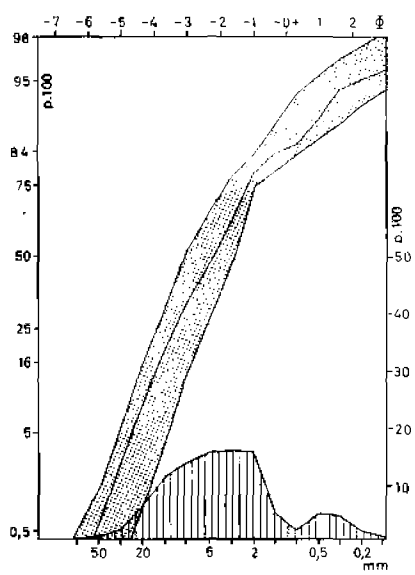


FIG. 11. — Graviers et galets. Polygone de fréquences moyen ; courbe cumulative moyenne et aire granulométrique délimitée par les courbes enveloppes.

*Sables vaseux* : de 80 à 50 p.100 de grains compris entre 2 et 0,05 mm et de 20 à 50 p.100 de particules inférieures à 0,05 mm.

*Vases sableuses* : de 75 à 50 p.100 de particules inférieures à 0,05 mm et de 25 à 50 p.100 de grains compris entre 2 et 0,05 mm.

*Vases* : plus de 75 p.100 de particules inférieures à 0,05 mm.

Parmi les 283 échantillons étudiés, sept ne peuvent être rangés dans l'un de ces groupes. Tous se situent à la limite de deux catégories contiguës, tant sur le plan de leur granulométrie que sur celui de leur répartition géographique. Cinq d'entre eux sont des sables où aucun constituant élémentaire ne domine.

**Les graviers et galets** (fig. 11). Quatre échantillons seulement correspondent à la définition ; ils sont localisés à la région des « Graviers ». La teneur en galets n'est jamais très importante (15,7 p.100 au maximum) et les grosses coquilles mortes sont rares. Ce type sédimentaire est très hétérogène : les graviers de quartz roulés et patinés et le sable grossier roux sont enrobés dans un liant grisâtre constitué par les pélites qui donnent à l'ensemble un aspect de béton.

Le polygone de fréquence moyen met en évidence deux modes, l'un dans les graviers (3,15 mm), l'autre, beaucoup moins important, dans le sable grossier (0,5 mm). La courbe cumulative moyenne permet de calculer les paramètres de FOLK et WARD. La moyenne est de 4,20 mm ; le classement est mauvais (1,91). L'asymétrie positive (+ 0,20) ainsi que l'acuité (+ 1,23) confirment que la fraction grossière est nettement dominante.

**Les graviers et les galets sableux** (fig. 12). La différence entre ce groupe et le précédent porte essentiellement sur le fait qu'il contient moins de graviers et davantage de sable grossier ; alors que la teneur en galets reste comparable ou devient plus élevée. Onze échantillons appartiennent à ce

type ; ils proviennent soit des « Gravieres » et comportent alors une faible quantité de pélites, soit de Chardonnière, où ils renferment une proportion assez importante de coquilles brisées (16 à 28 p.100).

Le polygone de fréquence montre là aussi deux maximums dans les graviers (2 mm) et dans le sable grossier (0,5 mm). Le grain moyen est de 3,39 mm ; le classement (2,14) est très mauvais. L'asymétrie (— 0,09) et l'acuité (0,99) traduisent l'équilibre de la fraction grossière et de la fraction fine.

**Les sables graveleux** (fig. 13). Quarante-cinq échantillons sont rangés dans cette catégorie. Les éléments supérieurs à 20 mm y sont peu abondants (5,3 p.100 en moyenne). Ce type sédimentaire, essentiellement composé d'un sable grossier plus ou moins riche en graviers siliceux ou non, pourrait être appelé « sables grossiers graveleux ».

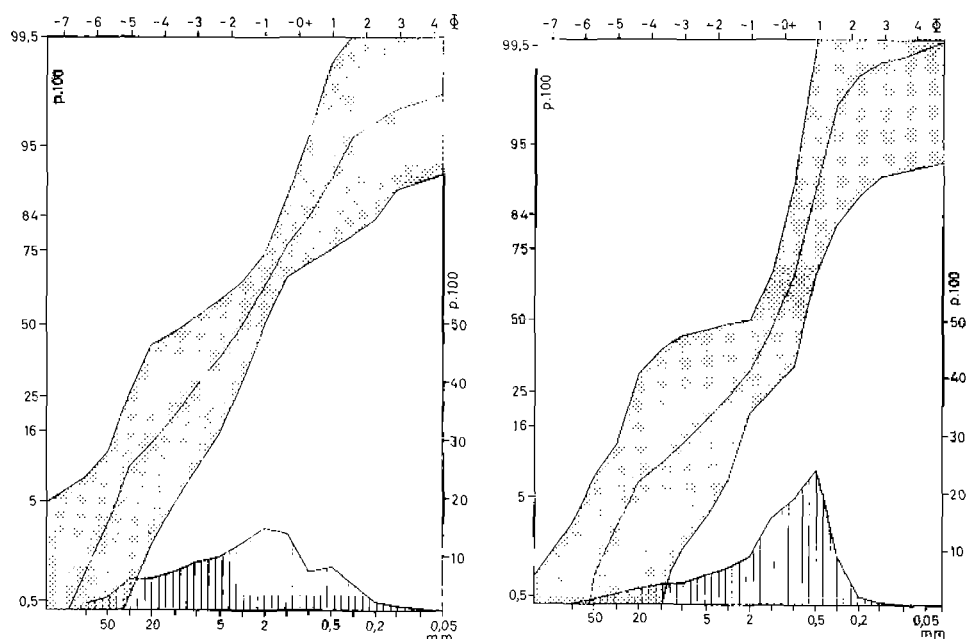


FIG. 12 et 13. — Gravieres et galets sableux (à gauche, fig. 12) et sables graveleux (à droite, fig. 13). Polygone de fréquences moyen ; courbe cumulative moyenne et aire granulométrique délimitée par les courbes enveloppes.

Le polygone de fréquence moyen qui le caractérise a son mode à 0,5 mm, mais celui-ci peut se déplacer sensiblement selon les variations de la teneur en débris coquilliers. Quand ces derniers sont nombreux, le mode est décalé à 0,8 et même à 1,25 mm. En revanche lorsqu'ils sont rares ou absents, un minimum apparaît à 2 mm entre le sable grossier et la fraction graveleuse : c'est le cas près d'Oléron (stations 212 et 216) et surtout aux « Gravieres » où l'abondance particulière des éléments siliceux de 5 à 8 mm accentue ce phénomène, donnant ainsi aux courbes représentatives un aspect caractéristique.

Les sables graveleux auréolent les graviers et galets sableux mais leur aire de répartition est beaucoup plus vaste : la ligne des 20 p.100 de la carte des graviers (fig. 4) permet de se faire une bonne idée de leur extension.

Le calcul des paramètres donne une moyenne de 1,59 mm, elle est donc placée dans le sable grossier. Le classement est mauvais (1,69). L'asymétrie négative (— 0,42) montre que la courbe est fortement décalée vers la partie la plus fine du sédiment, c'est-à-dire vers le sable grossier ; celui-ci domine les autres fractions comme l'indique l'acuité de 1,11.

**Les sables.** Ils constituent plus des deux tiers des échantillons étudiés. D'après notre convention, c'est l'élément dominant, grossier, moyen ou fin qui donne son nom au sédiment.



**Les sables grossiers** (fig. 14). Dans les quarante-huit échantillons de ce groupe, la fraction graviers et galets représente en moyenne 8,7 p.100, alors que les pélites sont pratiquement inexistantes.

Nous avons déjà décrit le sable grossier roux en tant que constituant élémentaire. Il apparaît le plus souvent presque pur dans le sédiment, ou mêlé à du sable moyen et peut être parfois assez riche en calcaire organogène.

Le polygone de fréquence montre un mode unique fortement marqué dans la classe du sable grossier (0,5 mm). La moyenne 0,77 mm est assez proche de ce maximum. Le sédiment est modérément classé (0,95). L'asymétrie ( $-0,30$ ) indique que les éléments les plus fins du sédiment l'emportent sur les plus grossiers. L'acuité est élevée (1,36).

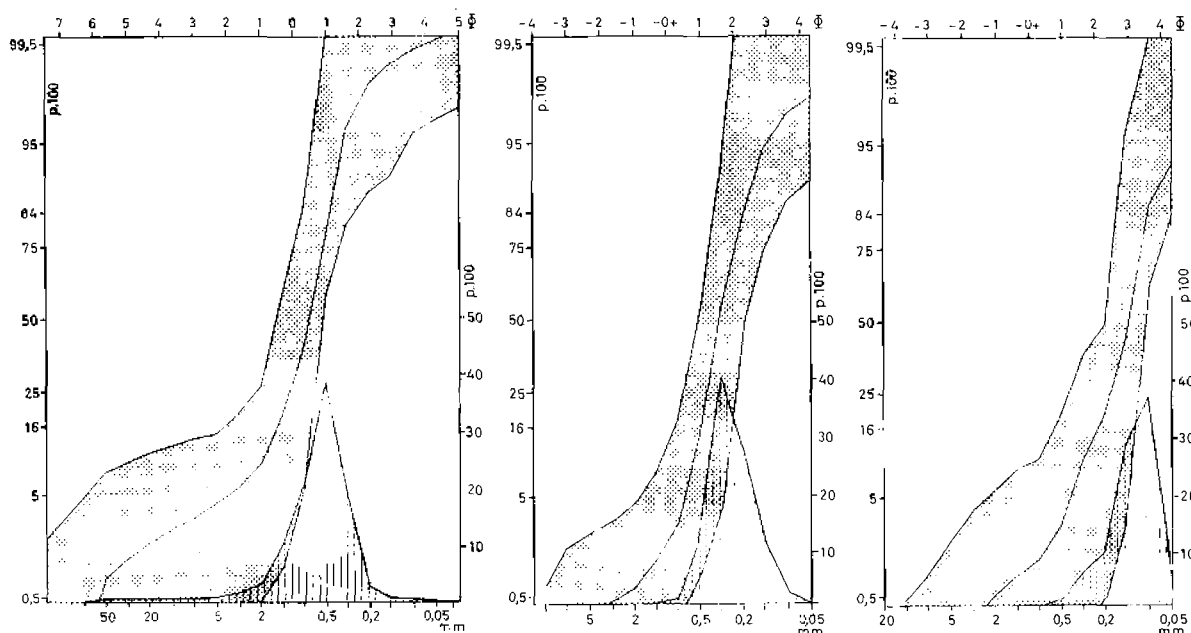


FIG. 14, 15 et 16. — Sables grossiers (à gauche, fig. 14), sables moyens (au milieu, fig. 15) et sables fins (à droite, fig. 16). Polygone de fréquences moyen; courbe cumulative moyenne et aire granulométrique délimitée par les courbes enveloppes.

**Les sables moyens** (fig. 15). C'est le faciès le mieux représenté, car il comporte cent quatre échantillons. Le sédiment ne contient en moyenne que 0,9 p.100 de graviers et de galets constitués uniquement de coquilles. Les éléments accessoires sont le sable grossier en bordure des zones où celui-ci domine et le sable fin plus au large. Au-delà de la ligne des  $-100$  m, les pélites peuvent s'y ajouter, mais en faible quantité.

Le polygone de fréquence de la fig. 15 ne fait apparaître qu'un seul mode à 0,32 mm, mais nous avons vu que celui-ci pouvait se placer aussi à 0,20 mm : à l'ouest des « Graviers » et à l'extérieur du cordon grossier. Dans le tracé des courbes enveloppes, nous n'avons pas tenu compte de trois échantillons (stations 72, 183 et 444) qui renferment plus de 4 p.100 de graviers et qui auraient décalé la courbe supérieure vers les éléments grossiers. La moyenne (0,33 mm) est très voisine du mode (0,32 mm). Les sables moyens constituent le type sédimentaire le mieux classé (0,70) car les graviers et les pélites sont très peu abondants. L'asymétrie faiblement positive ( $+0,17$ ) et l'acuité de 1,20 traduisent une distribution presque normale.

**Les sables fins** (fig. 16). Groupant vingt-neuf échantillons, ils sont essentiellement formés d'éléments récents et peu remaniés. Parmi les constituants accessoires, les graviers et le sable grossier sont presque inexistantes et ne se composent que de débris coquilliers; les pélites, toujours présentes, forment en moyenne 7 p.100 du sédiment et renforcent sa teinte grisâtre; le sable moyen est,

de loin, le plus fréquent : il est suffisamment abondant pour déformer le polygone de fréquence à 0,32 mm ; on le rencontre surtout à la périphérie des affleurements de sables fins, au voisinage des zones où il devient l'élément dominant.

Dans la région côtière, la fraction la plus fine du sable moyen a été remaniée et a disparu ; aussi quel que soit le mode du sable fin (0,13 ou 0,08 mm), un minimum très net apparaît à 0,20 mm et le refus correspondant est constitué surtout par des paillettes de mica très fraîches. En revanche, dans l'angle sud-ouest de la carte, il n'y a pas, nous l'avons vu, de discontinuité entre le sable moyen et le sable fin et il n'est plus possible de les différencier par leur taille modale. Cela suggère la mise en place, selon la même dynamique, d'un mélange d'éléments récents et de la fraction la plus fine remaniée, des sables moyens roux.

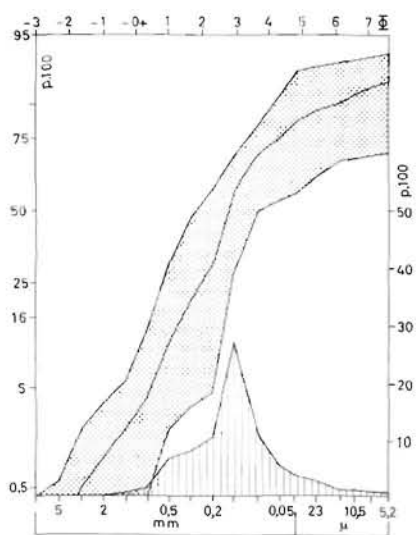


FIG. 17. — Sables vaseux. Polygone de fréquences moyen ; courbe cumulative moyenne et aire granulométrique délimitée par les courbes enveloppes.

Notons toutefois que les taches de sables fins situées à l'extérieur du cordon graveleux présentent deux modes à 0,08 et 0,32 mm séparés, comme dans la zone côtière, par un minimum à 0,20 mm. Il semble en effet qu'en bordure des formations grossières, la fraction la plus fine des sédiments anciens ait été reprise et entraînée plus au large. Le grain moyen des sables fins est de 0,14 mm. Sur la figure, le mode à 0,08 mm est nettement moins marqué que ne l'étaient les pics des deux autres sables, car la fraction de 0,13 mm est presque aussi importante. Le classement est moyen (0,89). L'acuité est forte (1,42) et l'asymétrie (—0,12) indique, comme pour les sables moyens, un équilibre entre les deux extrémités de la courbe.

**Les sables vaseux** (fig. 17). Les dix échantillons de sables vaseux ont été récoltés en des endroits très dispersés, de la région côtière à l'extrémité méridionale de la vasière de Rochebonne. Le sédiment, très gluant à l'état frais, est gris-verdâtre ou de teinte brunâtre. L'élément dominant est en général le sable fin, mais aux stations 126 et 425 c'est au contraire le sable moyen ; la proportion de pélites est très variable (de 20,6 à 48,6 p.100) ; les graviers et le sable grossier sont peu abondants et principalement formés de débris coquilliers.

Le polygone de fréquence est très voisin de celui des sables fins mais la fraction de 0,13 mm y est beaucoup moins abondante ; le mode principal est à 0,08 mm. La moyenne est de 0,07 mm ; le classement (2,80) est très mauvais. L'asymétrie (+ 0,46) montre que la fraction sableuse domine les éléments les plus fins ; l'acuité est très forte (2,16).

**Les vases sableuses** (fig. 18). Représentées par sept échantillons, elles sont cantonnées à la région des Vasards et à la bordure sud-orientale de la vasière de la Gironde. D'aspect très semblable à celui des sables vaseux, elles ne s'en distinguent que par la proportion plus élevée de la fraction pélitique (51,2 à 72,7 p.100). Le passage est continu, d'une de ces catégories sédimentaires à l'autre, aussi les grouperons-nous en un seul faciès pour la réalisation de la carte synthétique.

Le polygone de fréquence fait apparaître un mode principal à 0,08 mm, par comparaison aux graphiques précédents, les éléments les plus grossiers (0,32 mm) ont pratiquement disparu ; dans la fraction pélitique, des maximums secondaires se remarquent vers 10,5 - 14 - 5,2 et 1,6  $\mu$ . Les valeurs correspondant aux percentiles 75, 84 et 95 ayant été déterminées par extrapolation, les paramètres n'ont qu'une valeur approximative. La moyenne est de 0,014 mm. Le sédiment est très mal classé comme chaque fois que les pélites sont abondantes, car elles provoquent un étalement considérable de la courbe cumulative pour les éléments les plus fins ; c'est ce que souligne l'asymétrie (+ 0,36). L'acuité est de 1,06.

**Les vases** (fig. 19). Les dix-huit échantillons de cette catégorie proviennent tous de la vasière de la Gironde. Le sédiment apparaît à l'état frais comme une masse gluante et visqueuse d'un gris-

verdâtre. Les grains siliceux ne sont pas perceptibles au toucher, mais on peut trouver des coquilles mortes. Les graviers, le sable grossier et le sable moyen sont toujours en faible quantité ; le sable fin constitue le seul élément accessoire non négligeable.

Le mode principal se trouve dans les pélites à 14  $\mu$  mais des modes annexes existent à 1,6  $\mu$  et à 0,05 mm dans le sable fin. Le classement est très mauvais (5,09) et l'asymétrie fortement positive puisque les parties fines dominent nettement ; la moyenne est placée à 3  $\mu$ .

**Réalisation pratique de la carte (fig. 20).**

Pour déterminer l'extension des différents faciès, on s'est largement servi des cartes de répartition élémentaires, en particulier lorsque certaines lignes d'isoteneur correspondaient à des pourcentages limites de nos définitions. Toutefois cette méthode ne suffit pas, car les zones ainsi délimitées ne s'ajustent jamais parfaitement, même si l'on utilise des cartes spécialement établies dans ce but (galets, graviers, par exemple). Les désaccords tiennent tout d'abord au fait que nos définitions font intervenir au maximum deux éléments et négligent ceux qui ne sont présents qu'en faible quantité. Cette schématisation se traduit par la persistance de « blancs » entre deux domaines qui devraient être contigus. D'autre part, la méthode utilisée pour le tracé des cartes élémentaires (interpolation linéaire) ne représente qu'imparfaitement la distribution réelle des constituants. A la superposition, il peut en résulter soit des « blancs », soit des chevauchements. On s'est tout au moins attaché à ce que les interprétations soient, dans leur ensemble, concordantes.

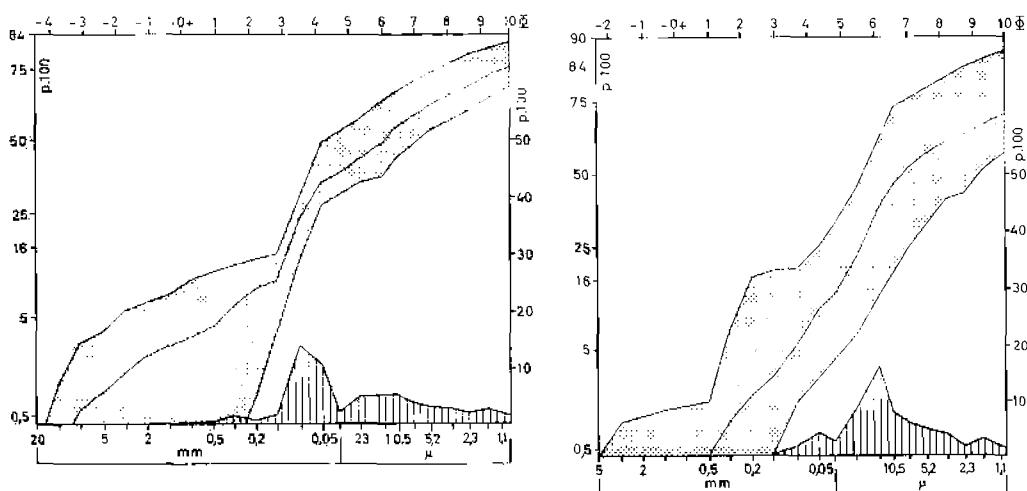


FIG. 18 et 19. — Vases sableuses (à gauche, fig. 18) et vases (à droite, fig. 19). Polygone de fréquences moyen ; courbe cumulative moyenne et aire granulométrique délimitée par les courbes enveloppes.

Compte tenu de ces difficultés, le tracé de la carte synthétique a été réalisé de la façon suivante : on a tout d'abord reporté le contour des lignes d'isoteneur de 75, 50 et 20 p.100 d'une carte des graviers et galets, puis on a superposé dans l'ordre les cartes des sables grossier, moyen et fin (ligne des 50 p.100) et enfin celle des pélites (ligne des 75 et 20 p.100) ; les ajustements nécessaires ont été effectués au fur et à mesure.

Cette carte synthétique donne une bonne représentation des éléments dominants ; les minoritaires, en revanche, ne sont pas mis en évidence de façon aussi satisfaisante : ainsi dans le sud-ouest de la carte, les sables fins n'apparaissent qu'en taches isolées alors que leur présence est constante comme élément accessoire des sables moyens. En plus des figurés caractérisant chacun des types sédimentaires décrits, nous avons apporté deux indications supplémentaires.

**Fonds rocheux ou « fonds durs ».** Lorsque la drague remonte vide et que la bosse cassante est rompue après de violents « étalages », le fond est considéré comme « dur ». On se trouve en présence de roches, soit nettement affleurantes et formant des reliefs sous-marins, soit faiblement

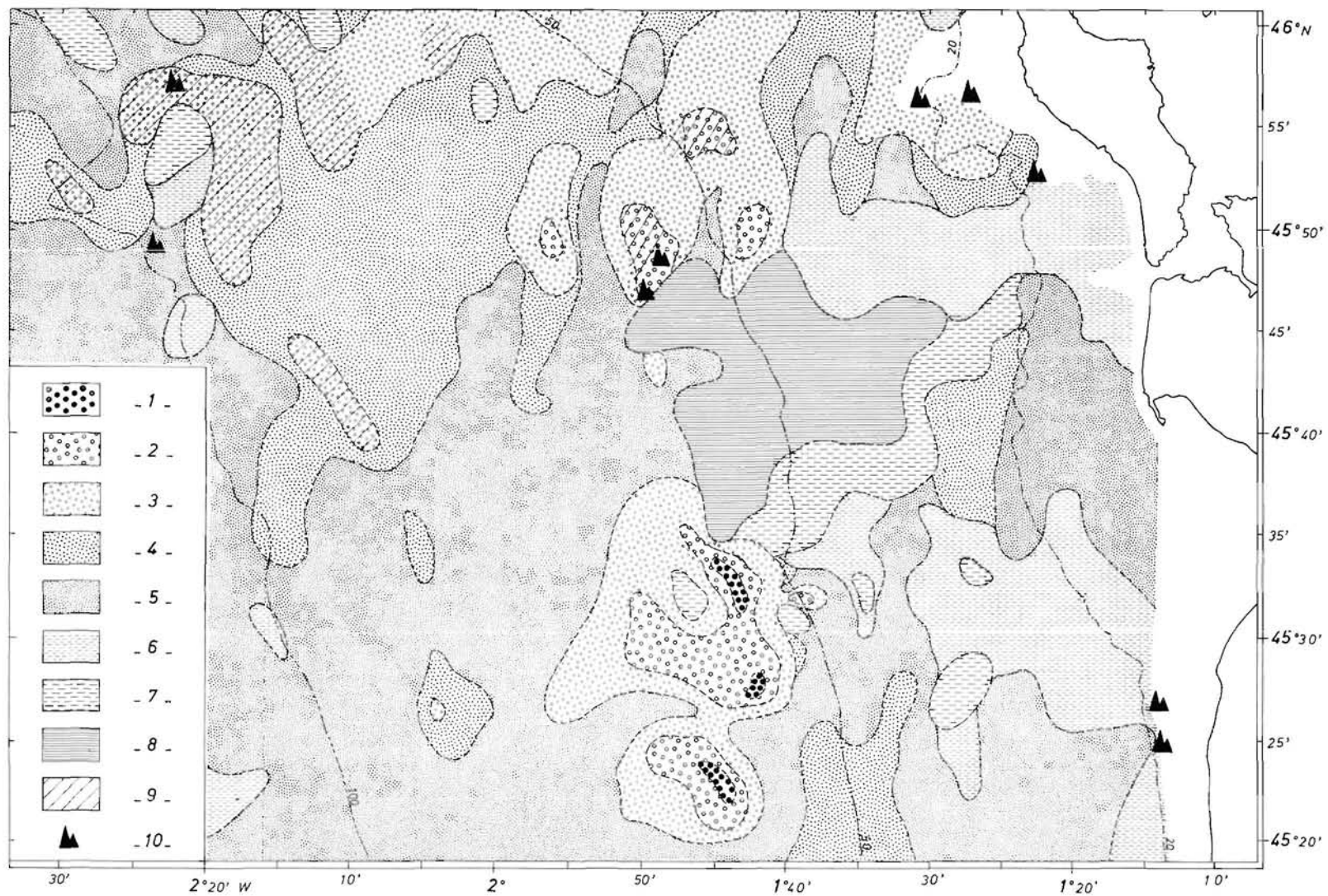


FIG. 20. — Carte synthétique montrant la répartition des types sédimentaires. 1 - graviers et galets; 2 - graviers et galets sableux; 3 - sables graveleux; 4 - sables grossiers; 5 - sables moyens; 6 - sables fins; 7 - sables vaseux et vases sableuses; 8 - vases; 9 - zones coquillières; 10 - fonds durs.

recouvertes par des sédiments meubles. Nous indiquons ces points sur la carte par un figuré spécial sans pouvoir en préciser la nature pétrographique. Toutefois à Chardonnière (station 431) nous avons eu la chance de ramener des blocs de calcaire perforés et fortement corrodés ; au large d'Oléron nous avons observé sur la couronne biseautée de la drague des traces beiges provenant probablement de chocs violents et répétés sur les roches calcaires en place.

**Gros débris de calcaire organogène.** Il était intéressant de faire apparaître sur la carte les zones riches en coquilles entières ou en gros fragments (supérieurs à 2 mm). Leur présence caractérise, en effet, les dépôts très littoraux et permet ainsi de retrouver les anciennes lignes de rivage. Pratiquement négligeable dans la région des graviers, la teneur en coquilles devient importante au nord-ouest de la carte où elle constitue souvent plus de 50 p.100 de la fraction galets et graviers. Nous avons donc distingué, par un figuré particulier, les échantillons contenant plus de 15 p.100 de ces gros éléments de calcaire organogène. On les rencontre essentiellement dans les sables graveleux qui jalonnent le cordon grossier et dans la région de Chardonnière.

### *Essai d'interprétation et de synthèse*

Le caractère fossile des sédiments grossiers du plateau continental du golfe de Gascogne a été depuis longtemps souligné par les auteurs qui ont étudié cette région, mais la première synthèse chronologique est l'œuvre de LAPIERRE (1969). Son travail est essentiellement fondé sur deux principes originaux. Le premier est que l'on peut mettre en évidence, dans les sables du plateau, quatre fractions élémentaires indépendantes dont les caractères granulométriques, morphologiques et minéralogiques propres se retrouvent dans la plupart des échantillons. Seules varient, d'un point à un autre, leurs proportions relatives. Le second est que l'étude des minéraux lourds de la taille correspondant à un sable élémentaire donné, et notamment celle de leur répartition en fonction de la densité, permet de retrouver les grandes directions de la dynamique qui a présidé à la mise en place du sable considéré.

Nous rappellerons également les principales conclusions de cet auteur. Les traces de deux cycles sédimentaires au moins se retrouvent au large des côtes françaises de l'Atlantique.

Les sables roux sont fossiles ; leur patine et les traces d'éolisation qu'ils portent en général témoignent d'une longue émergence. Parmi eux, les sables grossiers sont les plus anciens et seraient antérieurs à la glaciation wurmienne. Ils ne présentent aucune relation avec le réseau hydrographique actuel.

Les sables moyens sont le résultat d'apports fluviaux, mis en place au cours de la régression préflandrienne ; leur distribution et celle des minéraux lourds de même taille prolongent le tracé des fleuves actuels. Ils ont été remaniés lorsque la mer est remontée au Flandrien et les éléments les plus fins ont été entraînés au-delà de la ligne des — 100 m et vers le sud.

Les sables fins, gris et micacés, sont postérieurs à la dernière régression. Ils n'ont pas été exondés, ni remaniés depuis leur mise en place. Leur composante la plus grossière a commencé à se déposer au début de la transgression flandrienne. A ces apports fluviaux se sont mêlés les éléments les plus fins des sables fossiles. Dans une première phase la mer est remontée jusqu'aux environs de — 50 m, où elle s'est stabilisée. Pendant toute cette période, les apports de la Loire, arrêtés par l'écran que formait le massif de Rochebonne, ont constitué la Grande Vasière. Dans le même temps, les éléments transportés par la Gironde s'épandaient librement vers le sud. Puis, la transgression se poursuivant, Rochebonne a été isolé du continent. Le transit des sédiments s'est alors fait directement le long de la côte, formant les sables fins côtiers, postérieurs à ceux de la Grande Vasière. Les sables les plus fins, sont les plus récents ; surtout côtiers, ils ont une extension géographique limitée et témoignent de conditions de sédimentation actuelles ou sub-actuelles.

Il convient de noter également que LAPIERRE fixe aux environs de — 100 m le maximum de la régression préflandrienne au large de nos côtes. Plusieurs arguments étayaient cette hypothèse, en particulier la localisation des sables roux de 0,20 à 0,25 mm au-delà de cette ligne et la distribution de l'augite dans les sables micacés de 0,10 à 0,20 mm : celle-ci marque un brusque changement d'orientation à ce niveau. Ces conclusions rejoignent celles de SHEPARD pour l'Atlantique occidentale.

Le présent travail est trop limité pour remettre en question la synthèse que nous venons de résumer. D'ailleurs, nos résultats concordent dans bien des domaines avec ceux de LAPIERRE. Toutefois, sans sortir du cadre de notre étude, nous allons essayer de dégager les points sur lesquels nos observations infirment certaines de ses conclusions et, quand cela sera possible, nous en proposerons de nouvelles. En outre, la densité plus grande de nos dragages nous permettra de préciser certains détails qui lui avaient échappé.

Au cours de l'étude analytique des différentes fractions, nous avons vu que celles-ci ne présentent pas toujours des caractéristiques granulométriques constantes. En se déplaçant selon certaines directions, on constate le plus souvent que les modes se décalent progressivement ; il est parfois possible de passer graduellement d'un « sable élémentaire » à un autre, ce qui montre que l'indépendance de ceux-ci n'est pas toujours absolue.

Un premier exemple a été fourni par l'analyse du sable moyen. Il ne nous semble pas qu'un remaniement en mer peu profonde, au cours de la transgression flandrienne, suffise à expliquer la variabilité de sa granulométrie sur toute son aire de répartition. De plus, les conclusions de LAPIERRE sur son origine sont difficilement compatibles avec la présence, à 140 et même 180 m, de sables aux grains patinés et éolisés dont le mode se place à 0,32 mm. De tels échantillons sont vraisemblablement très anciens.

Par ailleurs, l'étude du sable fin a montré, dans la zone côtière, la décroissance régulière de la taille modale des particules depuis les estuaires jusqu'à la vasière de la Gironde. Cette disposition suggère davantage un classement d'apports fluviaux suivant la perte de compétence du courant que l'existence de deux sables élémentaires indépendants et rien ne met en évidence un transport des sédiments vers le sud. De plus, la distribution des modes, tant à la côte qu'au large, montre que les sables les plus fins ne sont pas obligatoirement les plus récents.

Compte tenu de ces remarques, nous pouvons essayer de préciser l'histoire de cette portion du plateau continental. Nous nous limiterons pratiquement à l'épisode flandrien, car seuls les sédiments déposés au cours de cette période nous ont fourni des informations suffisantes.

En ce qui concerne les sables roux, nous pensons, comme LAPIERRE, que les plus grossiers sont les plus anciens. Nous avons montré leur association étroite avec les galets et les graviers ; elle évoque des conditions hydrodynamiques totalement différentes de celles qui régissent actuellement. Pour les sables moyens, nous ne pouvons, avec les éléments dont nous disposons, proposer une explication satisfaisante de leur distribution, mais, sans nier le rôle des cours d'eau dans leur transport et leur étalement, ni celui du remaniement de la mer au Flandrien, nous croyons que leur mise en place a été beaucoup plus complexe que ne l'affirme LAPIERRE.

En revanche, nos observations permettent de mieux cerner l'évolution de la paléogéographie locale à la fin de la régression préflandrienne. La mise en évidence d'un cordon littoral, grossier et riche en coquilles, jalonnant la bande des — 85 à — 100 m, apporte une confirmation tangible aux arguments en faveur d'un arrêt de la mer à ce niveau. Dès le début de la transgression, un stock sédimentaire plus fin va se mettre en place. Il sera peu remanié ultérieurement et ne subira pas d'exondation. Bien qu'à ces apports fluviaux se mêle la fraction fine des sables roux remaniés par la mer flandrienne, le nouveau sédiment tranche, par sa teinte grise, sur les dépôts antérieurs. Le pourtour de la vasière de Rochebonne correspond à la limite extrême des apports de la Loire. L'éloignement de l'embouchure explique l'importance des sables les plus fins et des pélites. Plus au sud, l'interruption du cordon littoral vers 45°30' N marque l'estuaire probable de la Gironde à cette époque. Contrairement à ce que l'on observe au voisinage de Rochebonne, les particules les plus petites sont rares ou absentes dans cette région ; elles ont sans doute été entraînées plus au sud. Les deux provinces se différencient donc nettement. L'écran formé par Rochebonne était difficilement contourné et l'influence de la Loire ne semble pas avoir dépassé 45°40' N. Le cours fossile de la Gironde passait vraisemblablement entre Chardonnière et les « Graviers » avant d'obliquer vers le sud-ouest.

La transgression s'est poursuivie jusqu'à une pause, sans doute assez longue, qui a maintenu le niveau de la mer aux environs de — 60 m et se traduit dans notre région par des formations qui soulignent l'ancien rivage : les « Graviers », Chardonnière et un cordon grossier reliant ce dernier secteur à Rochebonne. C'est pendant cet épisode stable que s'est formée la vasière de la Gironde

dans des conditions de sédimentation analogues à celles de la côte guinéenne actuelle, comme l'a remarqué BERTHOIS (1959) au sujet de l'origine de la Grande Vasière. La Seudre et la Gironde devaient transporter des éléments fins dans une vaste lagune protégée par un cordon littoral et ne débouchaient pas directement sur l'océan, sauf au moment de crues importantes. Comme aucun dépôt grossier n'est venu recouvrir la vase et détruire la succession régulière des modes entre les estuaires actuels et la vasière, on peut conclure que ces formations sont très récentes et ne présentent aucune relation avec les sédiments fins du large, si ce n'est par leur aspect et leur taille. Par la suite, la mer a repris sa progression, submergé l'ancienne lagune totalement envasée puis les deux vallées qui n'étaient séparées que par l'avancée sableuse des Mattes du Grand Banc.

L'extension de notre étude vers le large permettra sans doute de remonter plus avant dans l'histoire des sédiments du golfe de Gascogne, mais seule la datation des coquilles recueillies sur les cordons correspondant aux anciennes lignes de rivage pourra nous apporter les certitudes qui nous manquent.

#### OUVRAGES CONSULTÉS

- BARUSSEAU (J.P.), 1967. — Etude granulométrique préliminaire des sédiments détritiques non cohésifs du Perthuis charentais. — *Cah. océanogr.*, **19** (4) : 311-328.
- BERTHOIS (L.), 1946. — Recherches sur les sédiments du plateau continental atlantique. — *Ann. Inst. océanogr.*, Paris, **23** (1) : 1-63, 9 fig., 17 tabl., 3 cart.
- 1955. — Contribution à l'étude de la sédimentation et de la géologie sous-marine dans le golfe de Gascogne. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **19** (4) : 501-579, 13 fig., 7 tabl.
- BERTHOIS (L.) et LE CALVEZ (Y.), 1959. — Deuxième contribution à l'étude de la sédimentation dans le golfe de Gascogne. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **23** (3) : 323-377, 17 fig., 18 tabl., 1 pl.
- BOILLOT (G.), 1964. — Géologie de la Manche occidentale : fonds rocheux, dépôts quaternaires, sédiments actuels. — *Ann. Inst. océanogr.*, Paris, **42** (1) : 1-220, 45 fig., 5 pl.
- BOURCART (J.), 1947. — Les sables roux du plateau continental français. — *C. R. Acad. Sci., Paris*, **225** : 316-318.
- CURRAY (J.R.), 1961. — Late quaternary sea level : a discussion. — *Géol. Soc. Amer. Bull.*, **72** : 1707-1712, 2 fig.
- DANGEARD (L.), 1928. — Observations de géologie sous-marine et d'océanographie relatives à la Manche. — *Ann. Inst. océanogr.*, Paris, **6** (1), 296 p., 27 fig., 8 pl., 28 cart.
- DELESSE (M.), 1872. — Lithologie des mers de France et des principales mers du globe, avec atlas. — Paris, Librairie scientifique industrielle et agricole E. LACROIX.
- EMERY (K.O.) et GARRISON (L.E.), 1967. — Sea levels 7 000 to 20 000 years ago. — *Science*, **157** (11), n° 3789 : 684-687, 3 fig.
- FOLK (R.L.) et WARD (W.C.), 1957. — Brazos river bar : a study in the significance of grain size parameters. — *J. sediment. Petrol.*, **27** (1) : 3-26.
- FURNESTIN (J.), 1937. — Compte rendu des dragages géologiques de la quatrième croisière du « Président-Théodore-Tissier ». — *Rev. Trav. Off. Pêches marit.*, **10** (2) : 233-258, 2 fig.
- GLÉMAREC (M.), 1969. — Le plateau continental nord-Gascogne et la Grande Vasière, étude bionomique. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **33** (3) : 301-310, 4 fig.
- GUILCHER (A.), 1954. — Morphologie littorale et sous-marine. — Paris, Presses universitaires de France, 216 p., 40 fig., 8 pl.
- HINSCHBERGER (F.), SAINT-RÉQUIER (A.) et TOULEMONT (A.), 1967. — Recherches sédimentologiques et écologiques sur les fonds sous-marins dans les parages de la chaussée de Sein. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **31** (4) : 425-448, 14 fig., 3 tabl.
- HOMMERIL (P.), 1964. — Essai d'harmonisation des données granulométriques relatives aux fractions graveleuses, sableuses et limoneuses. — *C. R. somm. Soc. géol. France*, **9** : 389-390, 3 fig., 1 tabl.
- 1967. — Etude de géologie marine concernant le littoral bas-normand et la zone pré-littorale de l'archipel anglo-normand. — Thèse, Fac. Sci. Caen, 304 p., 135 fig., 50 tabl., 27 pl.
- INMAN (D.L.), 1952. — Measures for describing the size distribution of sediments. — *J. sediment. Petrol.*, **22** (3) : 125-145, 9 fig., 5 tabl.
- KLINGEBIEL (A.) et LAPIERRE (F.), 1966. — Sur la répartition des sables recouvrant le plateau continental du golfe de Gascogne. — *C. R. Acad. Sci., Paris*, **263** : 1195-1198, 1 fig.

- KRUMBEIN (W.C.), 1936. — Application of logarithmic moments to size frequency distribution of sediments. — *J. sediment. Petrol.*, **6** : 35-47.
- LAPIERRE (F.), 1966. — Répartition et chronologie relative des sédiments sableux dans le golfe de Gascogne. — *C. R. Acad. Sci., Paris* **263** : 1044-1047, 2 fig.
- 1967. — Etude de la répartition des sédiments dans le golfe de Gascogne. — *Bull. Inst. Géol. Bassin d'Aquitaine*, **3** : 93-126, 2 fig., 12 cart.
- 1969. — La répartition des sédiments dans le golfe de Gascogne : intérêt des minéraux lourds. — Thèse inédite, Fac. Sci. Bordeaux.
- LARSONNEUR (C.), 1965. — Recherches sédimentologiques et géologiques en Manche centrale. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **29** (2) : 225-241, 17 fig.
- 1969. — Etude de la partie occidentale de la Baie de Seine. — *Cah. océanogr.*, **21** (5) : 439-468, 11 fig. 1 pl.
- MERIAUX (S.), 1953. — Contribution à l'étude de l'analyse granulométrique. — Thèse, Inst. nat. Rech. agro., 118 p., 40 fig.
- 1957. — L'analyse granulométrique par densimétrie. — *Bull. Assoc. franç. Et. Sol.* **90** : 928-941, 4 fig.
- PINOT (J.P.), 1966. — La disposition générale du précontinent entre Penmarc'h et Belle-Ile. — *Bull. Assoc. Géogr. franç.*, **340-341** : 3-19.
- ROUCH (J.), 1943. — Traité d'océanographie physique. — Paris, Payot édit., 256 p., 100 fig.
- SHEPARD (F.P.), 1954. — Nomenclature based on Sand - Silt - Clay ratio. — *J. sediment. Petrol.*, **24** (3) : 151-158, 8 fig.
- 1963. — Thirty - five thousand years of sea level. in *Essays in Marine geology in honor of K.O. EMERY.* — Los Angeles, Univ. S. Calif. Press : 1-10, 3 fig.
- SHEPARD (F.P.) et CURRAY (J.R.), 1967. — Carbon 14 determination of sea - level changes in stable areas. in *Progress in Oceanography.* — New York, Pergamon Press, **4** : 283-291, 6 fig.
- THOULET (J.), 1904. — Carte lithologique sous-marine des côtes de France. — Feuilles n<sup>os</sup> 11, 12, 13, 14, 15, 16. Paris.
- VANNEY (J.R.), 1965. — Etude sédimentologique du Mor Bras, Bretagne. — *Mar. Geol.*, **3** : 195-222.
- 1968. — La pente continentale au large des Charentes (golfe de Gascogne). Présentation géomorphologique préliminaire. — *Trav. Cent. Rech. Etud. océanogr.*, **7** (3 et 4) : 15-23.