

DEUXIÈME CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA SÉDIMENTATION DANS LE GOLFE DE GASCogne

par Léopold BERTHOIS et Yolande LE CALVEZ

SOMMAIRE

	PAGES
INTRODUCTION	325
PREMIERE PARTIE. — DESCRIPTION DES TYPES SÉDIMENTAIRES	
a) Sédiments dépourvus de fraction fine	326
b) Sédiments renfermant une fraction fine importante	331
DEUXIEME PARTIE. — ETUDE DES SÉDIMENTS DRAGUÉS	
a) Sédiments grossiers à galets	333
<i>Interprétation des résultats</i>	339
b) Sédiments renfermant une phase graveleuse	341
c) Sables coquilliers	341
d) Sables non coquilliers dépourvus de fraction fine	341
e) Sédiments renfermant une fraction fine	342
Résultats des analyses granulométriques	342
TROISIEME PARTIE. — ETUDE DES SÉDIMENTS CAROTTÉS	
1) Remarques préliminaires	343
2) Étude des sédiments carottés aux stations 334, 335 et 350	344
3) Comparaison des teneurs en eau interstitielle et de la salinité de cette eau	349
4) Analyses thermiques différentielles des sédiments carottés aux stations 334, 335 et 350	350
5) Analyses chimiques des sédiments carottés	350
6) Étude des Foraminifères pour les carottages des stations 334, 335 et 350	357
7) Étude des échantillons recueillis aux stations 356, 370, 371, 372	365
8) Analyses thermiques différentielles	370
9) Analyse morphoscopique comparée	371
RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS	373
ESSAI D'INTERPRÉTATION ET DE SYNTHÈSE	374
BIBLIOGRAPHIE	376
PLANCHE I	377

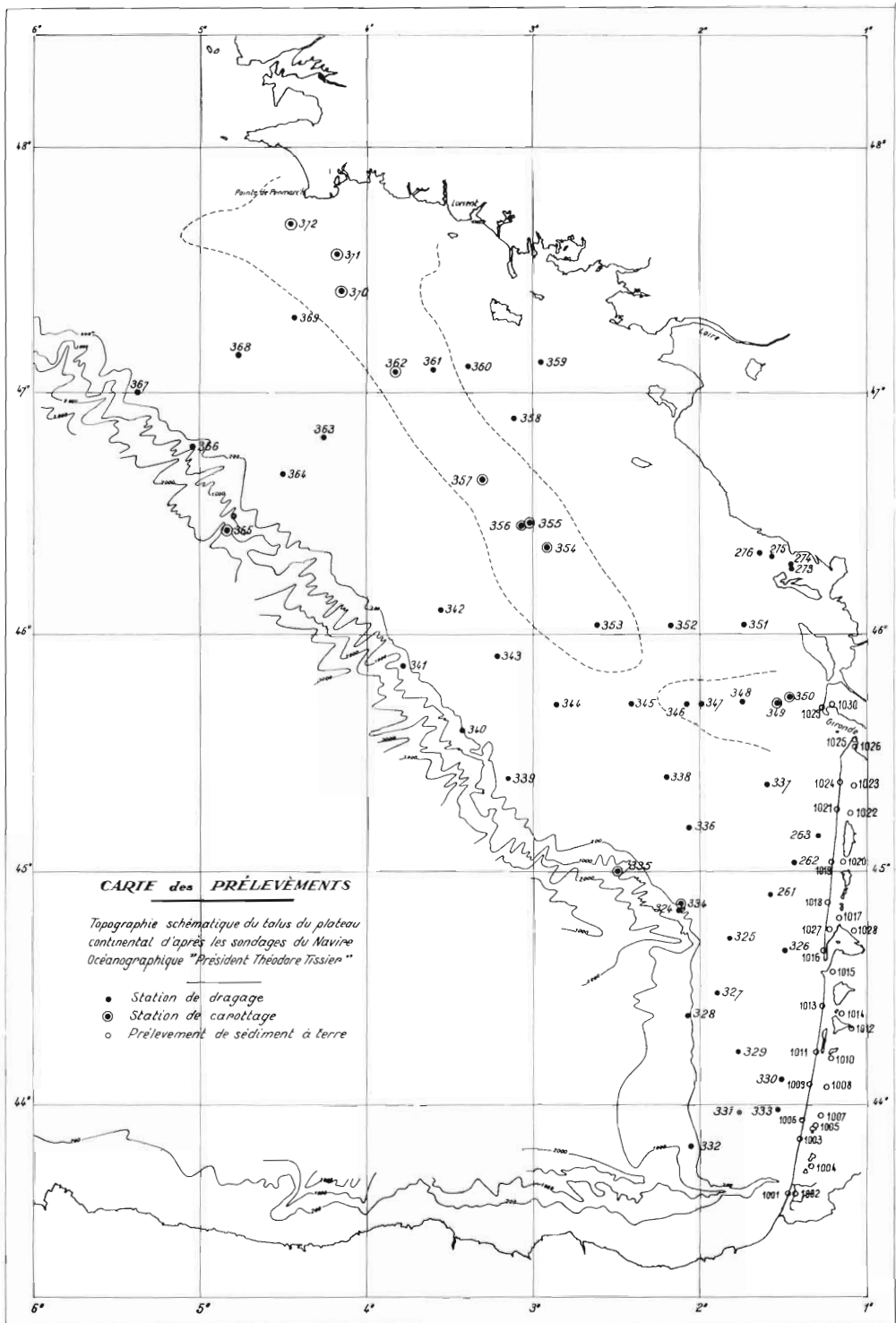


FIG. 1. — Carte des prélèvements.

INTRODUCTION

Remarques générales. Dans un précédent travail, l'un de nous (L. BERTHOIS, 1955) a étudié les sédiments dragués sur 205 stations réparties dans le Golfe de Gascogne et sur le plateau continental au large de la pointe de Bretagne.

Ces sédiments avaient été recueillis au cours de différentes campagnes du navire océanographique « Président-Théodore-Tissier », de l'avis « Quentin-Roosevelt » et du navire câblé « Emile-Baudot » de 1935 à 1954. Du fait de cette pluralité d'origine la répartition des points de prélèvement était assez hétérogène, dans certaines régions les stations auraient pu être moins serrées, dans d'autres, au contraire, il existait des aires importantes où aucun prélèvement n'avait été fait.

M. FURNESTIN, directeur de l'Institut scientifique et technique des Pêches maritimes, a bien voulu nous faire profiter d'une campagne océanographique du « Président-Théodore-Tissier » pour compléter le canevas des stations, en particulier dans les régions où les lacunes étaient les plus importantes.

Il en résulte que dans notre travail actuel la répartition des stations est entièrement subordonnée aux positions des points antérieurement explorés.

En outre, dans le paragraphe 5 des conclusions de la première étude des sédiments dragués dans le Golfe de Gascogne, il avait été constaté que les vases riches en matière organique possédaient très souvent un support minéralogique assez grossier et que par conséquent leur granulométrie ne correspondait pas à celle qui est habituellement assignée à des vases véritables.

Les sédiments fins, pouvant être assimilés à des vases marines normales, se trouvaient cantonnés dans des aires assez restreintes, beaucoup moins étendues que la « grande vase » représentée sur les cartes marines [carte n° 5381 (G)] du Service hydrographique de la marine : fosse de vase très molle avec un peu de sable gris fin. Le contour de la « grande vase » d'après la carte marine est représenté sur la figure 1 par un trait interrompu. Le « Président-Théodore-Tissier » avait été, pour cette campagne, équipé d'un carottier "Kullenberg" de 10 m (B. KULLENBERG, 1955) grâce auquel nous pouvions espérer une exploration plus complète de certaines régions des fonds marins et en particulier de la « grande vase ».

Le programme des recherches devait donc être essentiellement consacré au plateau continental du Golfe de Gascogne, c'est-à-dire très sensiblement à l'isobathe de 200 m représentée sur la carte des prélèvements. Nous nous sommes très peu écartés de ce programme originel, sauf dans les cas suivants :

Carotte de la station 335, profondeur 875 m.

Dragages des stations : 324 (600 m) - 332 (535 m) - 335 (875 m) - 341 (740-460 m) - 366 (550 m).

Mais ces six stations dont les sédiments seront étudiés dans ce travail sont situées à proximité de la rupture de pente du plateau continental.

Par contre, nous avons réservé pour une étude ultérieure deux carottages profonds exécutés aux stations 365 (1 350 m) et 408 (1 040 m).

Prélèvements des échantillons dragués et carottés. La technique de prélèvement des échantillons dragués et les précautions à prendre pour conserver leurs caractères granulométriques ont été décrites en détail dans un récent travail (L. BERTHOIS, 1957) ; le lecteur voudra bien s'y reporter.

En ce qui concerne les sédiments carottés, les précautions à prendre ont été données dans le même travail (p. 490) mais ils nécessitent des manipulations plus longues et un peu plus délicates lorsqu'il s'agit de carottes ayant plusieurs mètres de longueur.

Les renseignements se rapportant aux mesures de couleur, de pH, de potentiel d'oxydo-réduction (eH), de dosage de l'eau interstitielle et de salinité de celle-ci, donnés p. 531-535 du travail précité, sont encore valables sans modification.

PREMIERE PARTIE

DESCRIPTION DES TYPES SEDIMENTAIRES

Pour simplifier l'exposé des résultats des analyses granulométriques des sédiments dragués ou carottés, nous avons groupé les courbes granulométriques cumulatives en un certain nombre de types définis par une aire dans laquelle la courbe considérée doit entièrement s'inscrire.

Certains types de courbes utilisés ici ont déjà été décrits et figurés dans un précédent travail (L. BERTHOIS, 1955), leurs principales caractéristiques seules seront rappelées ici.

a) SEDIMENTS DEPOURVUS DE FRACTION FINE.

Courbes de type 1 (1955, fig. 2). Elles représentent des sédiments renfermant une fraction grossière extrêmement importante puisque les éléments >23 mm peuvent représenter de 21 à 65 % de l'ensemble. La fraction fine $<1,090$ mm ne constitue que 23 à 1,5 % du sédiment.

Ce sont d'anciens dépôts littoraux peu ensablés par la sédimentation actuelle.

Courbes de type 2 (1955, fig. 2). Les sédiments qui répondent à ce type renferment beaucoup moins d'éléments très grossiers que les précédents. La teneur en graviers >23 mm de diamètre ne dépasse pas 13 %. Parfois même ces très gros éléments peuvent manquer et les diamètres des plus gros grains n'excèdent pas 12 mm de diamètre.

Les sédiments de type 2 constituent aussi d'anciens dépôts littoraux plus fortement ensablés par la sédimentation actuelle, cette dernière attribution n'étant valable que si les dépôts se trouvent à des profondeurs suffisamment importantes pour que la stabilité relative des gros éléments soit évidente.

Courbes de type 3 (fig. 2). La nécessité de simplifier et de rendre homogènes les représentations graphiques des courbes cumulatives nous a contraints à modifier les proportions relatives des abscisses et des ordonnées dans les constructions granulométriques. Les courbes de type 3 seront assez fréquentes dans les descriptions qui vont suivre, c'est pourquoi nous en présentons un nouveau dessin qui permettra d'établir la comparaison avec les types suivants.

Nous rappellerons que les sédiments de ce type renferment assez peu d'éléments grossiers comparativement aux deux types précédents : la teneur en grains de 8 mm de diamètre ne dépasse pas 1 % et l'ensemble des grains >3 mm ne dépasse pas 15 %. Les fines particules ne sont jamais très abondantes, la fraction $<0,360$ mm est comprise entre 0 et 50 % (1955, p. 529).

La comparaison avec des prélèvements sédimentaires accompagnés de mesures de courants conduit à admettre que les sédiments de type 3 recueillis au large des côtes par des fonds égaux ou supérieurs à 50 mètres, présentent un faciès granulométrique qui ne peut être attribuable aux seuls courants actuels. Ce type représenterait des faciès sableux déposés pendant un abaissement du niveau marin, impliquant un rapprochement notable du rivage ancien.

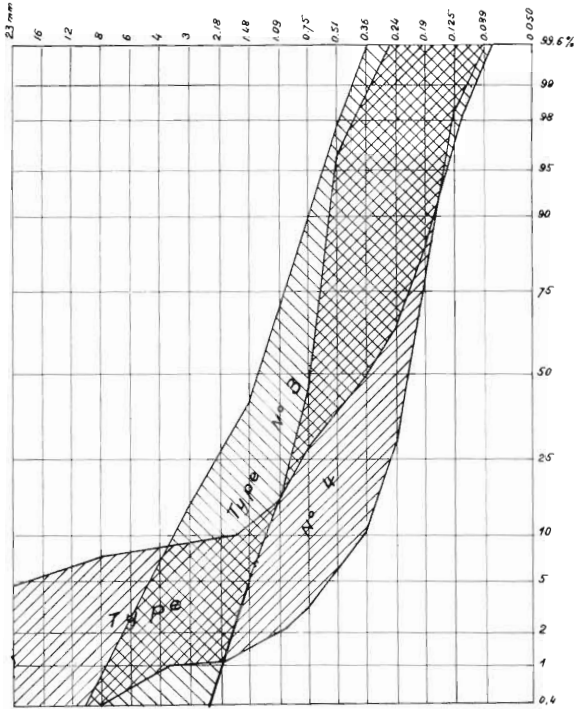


FIG. 2

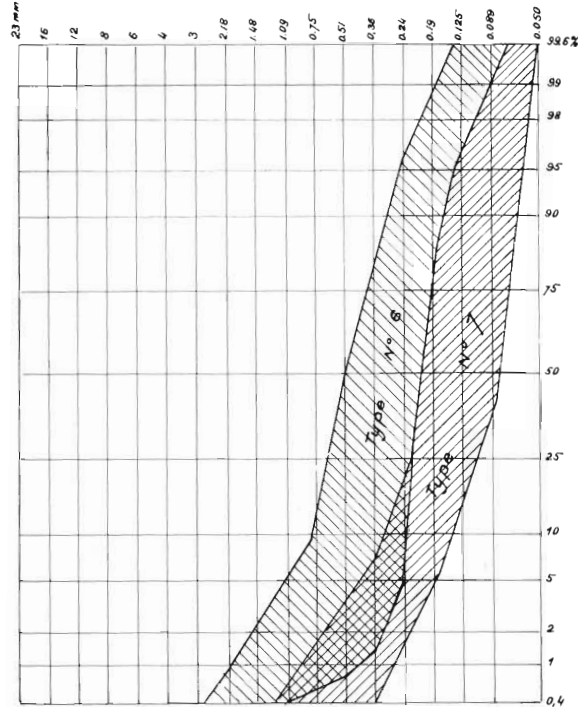


FIG. 3

Courbes de type 4 (fig. 2). L'aire enveloppe des courbes de type 4 a été également représentée sous sa nouvelle forme, la superposition des aires des courbes de type n° 3 et n° 4 fait nettement ressortir leurs disparités (1955, p. 531).

Il existe deux stocks granulométriques de triage et d'importance très différents ; le stock grossier est mal trié et très hétérométrique, il ne constitue qu'un faible pourcentage de l'ensemble avec un minimum de 2 % et un maximum de 15 %.

La fraction inférieure à 1,090 mm offre un triage beaucoup plus sélectif que le stock précédent, tous les grains sont compris entre 1,090 mm et 0,089 mm.

La comparaison avec des dépôts fluviaux de même type conduit à admettre la genèse suivante : un dépôt originel grossier, effectué sous l'effet de courants assez forts, actuellement colmaté par les dépôts plus fins d'une sédimentation moins mouvementée.

Courbes de type 5 (1955, fig. 4). Ce type sédimentaire n'est cité que pour mémoire car il ne sera pas rencontré dans les sédiments de notre seconde étude.

Nous rappellerons seulement que les sédiments de ce type sont issus de remaniements de stocks granulométriques dont l'identification précise est le plus souvent devenue impossible.

Courbes de type 6 (fig. 3). L'étude granulométrique des sédiments récoltés à terre, sur les plages ou dans les dunes de la côte des Landes nous a conduits à modifier le type sédimentaire 6 précédemment décrit (1955, p. 531 et fig. 4, p. 532) en réduisant considérablement l'aire sur laquelle il s'étendait.

Dans le nouveau type 6 la courbe cumulative limitant l'aire-enveloppe du côté des sédiments les plus grossiers est restée inchangée, la modification n'a porté que sur la limite des grains fins qui a été notablement rapprochée de la fraction grossière.

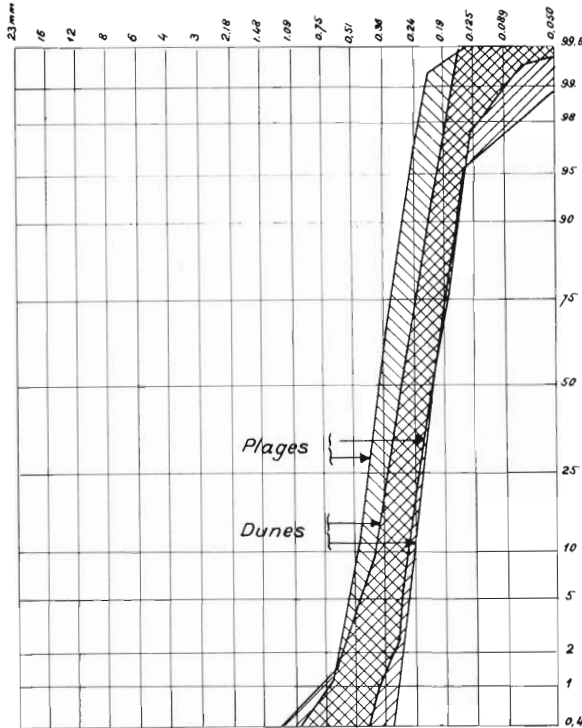


FIG. 4

Il en résulte que les éléments $> 1,09$ mm ne constituent que 6 % du stock granulométrique total, en outre les grains $> 0,51$ mm ne représentent plus que 0,8 à 50 %.

La dimension du grain de diamètre moyen des courbes s'inscrivant dans cette aire est comprise entre 0,21 et 0,51 mm.

C'est un faciès de dépôt dans des régions où les courants au fond sont animés de vitesses faibles. Des faciès granulométriques analogues ont été observés dans l'estuaire de la Loire, en particulier à l'aval de Donges, or dans les conditions fluviales et océaniques normales les courants à 1 m du fond y sont toujours inférieurs à 0,50 m/sec.

Sables de plages. La sédimentation sableuse sur la côte atlantique a fait l'objet d'un important travail de P. DEBYSER, A. VATAN et F. BOYER (1955). Ils ont eu la complaisance de nous communiquer les résultats des analyses granulométriques des sédiments recueillis le long de la côte des Landes, ce qui nous a permis de faire d'utiles comparaisons qui seront développées dans les pages suivantes.

C'est pourquoi nous examinerons les courbes granulométriques des sables de plages et de dunes avant de décrire les dépôts du type 7.

TABEAU 1

Numéros et provenance des sables de plage.

(Les numéros sont portés sur la carte des prélèvements, fig. 1.)

- | | |
|---|---|
| 1001. - Plage de Biarritz. | 1018. - Plage du Grand Crohot. |
| 1003. - Plage de Hossegor, laisse de haute mer. | 1019. - Plage de Lacanau-océan. |
| 1006. - Plage de Moliets, laisse de haute mer. | 1021. - Plage de Hourtin, laisse de haute mer. |
| 1009. - Plage de Cantis. | 1024. - Plage de Montalivet, laisse de haute mer. |
| 1011. - Plage de Mimizan, laisse de haute mer. | 1026. - Plage du Verdon. |
| 1013. - Plage de Biscarosse, laisse de haute mer. | 1030. - Plage de Bonne-anse, laisse de haute mer. |
| 1016. - Plage du cap Ferret. | |

Les courbes granulométriques cumulatives de ces sédiments sont remarquablement groupées (fig. 4), le triage est très sélectif puisqu'en général le résidu de deux tamis consécutifs représente plus de 50 % de l'ensemble des grains. Ce sont des sables fins, le diamètre du grain moyen est compris entre 0,21 et 0,39 mm.

Il est à noter que ces sédiments très bien classés s'inscrivent en majorité dans la partie droite de l'aire des sédiments du type 6, ces derniers différant principalement des autres par la présence

d'une petite quantité d'éléments plus grossiers (souvent moins de 10 %) et un triage un peu moins relatif.

Sables de dunes.

TABLEAU 2

Numéros et provenance des sables de dunes.

(Les numéros sont portés sur la carte des prélèvements, fig. 1.)

1002. - Dune de Biarritz.	1015. - Dune derrière le Pyla, route de Biscarosse.
1004. - Dune de Labenne.	1017. - Dune de Lège.
1005. - Dune à 1 km au sud de Souston.	1020. - Dune de Lacanau.
1007. - Dune à Saint-Julien-en-Born.	1022. - Dune de Hourtin.
1007. - Dune à 0,1 km au sud de Léon.	1023. - Dune de Montalivet.
1008. - Dune à Saint-Julien en Born.	1025. - Dune de Grave.
1010. - Dune de Mimizan.	1027. - Dune du Pyla, près Arcachon.
1012. - Dune de Parentis-en-Born.	1028. - Dune d'Arcachon.
1014. - Dune de Biscarosse.	1029. - Dune de Bonne-anse.

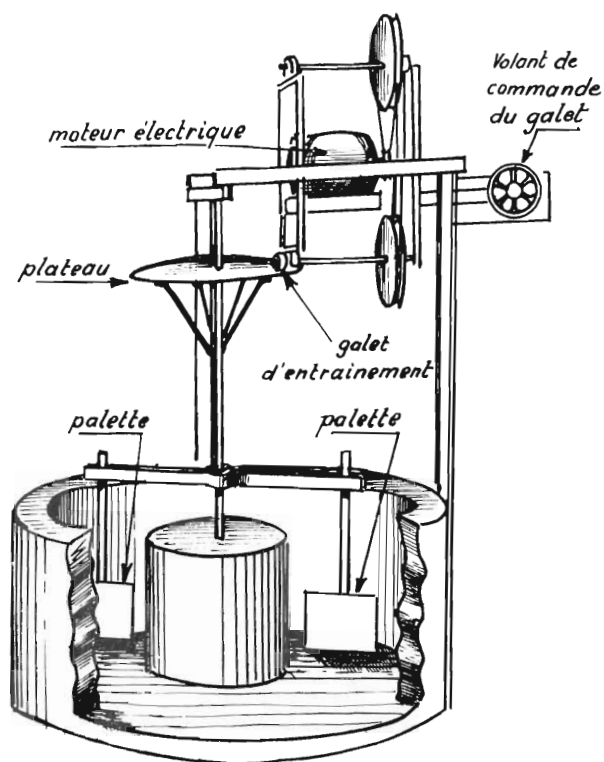


FIG. 5

Cet aspect particulier de la courbe granulométrique cumulative incite à supposer que les sédiments du type 7 procèdent du remaniement d'un dépôt antérieur à granulométrie plus sélective.

Pour vérifier cette hypothèse nous avons réalisé expérimentalement le remaniement de sables dunaires par un courant d'eau très lent.

Le dispositif utilisé pour nos expériences présente les caractéristiques suivantes (fig. 5) :

Les courbes granulométriques cumulatives de tous ces sédiments sont incluses dans l'aire représentée figure 4.

La sélectivité est un peu supérieure à celle des sables de plage, mais la différence n'est pas très marquée. C'est dans la réduction de la gamme dimensionnelle que l'action éolienne a plus particulièrement marqué son empreinte, le diamètre du grain moyen varie seulement de 0,21 à 0,29 mm.

Comme pour les sables de plage étudiés précédemment, les courbes cumulatives des sables de dune s'inscrivent presque entièrement dans la partie droite de l'aire granulométrique de type 6.

Courbes du type 7 (fig. 3). Les sédiments de ce type sont dépourvus de gros éléments, même les grains de dimension moyenne y sont rares puisque les grains $> 0,51$ mm ne représentent, au maximum, que 4 % du stock total.

La dimension du grain moyen est comprise entre 0,080 et 0,210 mm. Ces sédiments sont donc très fins et cependant leur hétérométrie reste assez importante, car l'aire enveloppante présente une inflexion largement marquée à la partie inférieure.

C'est une cuve en béton de 1 m de diamètre intérieur dans laquelle un cylindre central de 0,40 m de diamètre en béton plein, limite un canal circulaire de 0,30 m de largeur.

Un axe vertical porte un bras transversal de hauteur réglable, à chaque extrémité duquel est fixée une palette métallique dont la hauteur est également réglable.

A sa partie supérieure l'axe vertical porte un plateau auquel le mouvement de rotation est transmis par un galet d'entraînement.

Un moteur électrique démultiplié par une série de poulies assure la rotation du galet.

Un volant de commande permet de déplacer le galet sur le plateau sans qu'il soit besoin d'arrêter l'appareil. Il est donc possible d'augmenter ou de réduire la vitesse de rotation des palettes suivant des modalités bien définies.

Un moulinet placé dans la cuve permet d'enregistrer la vitesse moyenne réalisée au cours des expériences.

Nous avons exclusivement utilisé des sables de dunes pour les raisons suivantes :

leur granulométrie est très homométrique et par conséquent nous pouvions utiliser plusieurs échantillons (un seul échantillon n'offrirait pas une quantité de sable suffisante pour notre expérience) ;

l'interprétation des résultats serait facilitée par le resserrement du faisceau des courbes originales.

Nous avons pris au hasard les six échantillons suivants :

- | | |
|---------------------------|-----------------------------|
| 1010. - Dune de Mimizan. | 1022. - Dune de Hourtin. |
| 1012. - Dune de Parentis. | 1023. - Dune de Montalivet. |
| 1017. - Dune de Lège. | 1025. - Dune de Grave. |

Les courbes granulométriques cumulatives de tous ces sédiments s'inscrivent dans l'aire des « sables dunaires » représentée sur la figure 6.

Les sédiments ont été intimement mélangés par trituration au mortier, puis ils ont été déposés sur le fond de la cuve suivant une couche bien régulière à surface aussi bien dussée que possible. L'aire occupée par le dépôt était alors une portion de secteur ayant une longueur de 0,35 m, mesurée suivant l'axe du canal d'expérimentation. Le secteur recouvert de sable ayant un angle au centre d'environ 60° représentait donc le 1/6 du canal circulaire.

La cuve a été remplie d'eau en prenant les précautions habituelles pour éviter un déplacement prématuré du sédiment déposé.

Puis, les palettes ont été mises en route très lentement jusqu'à stabilisation à une vitesse moyenne de 0,23 m/sec mesurée à 0,08 m du fond. Après une heure de rotation à la même vitesse, les palettes ont été arrêtées en prenant les mêmes précautions que pour la mise en route.

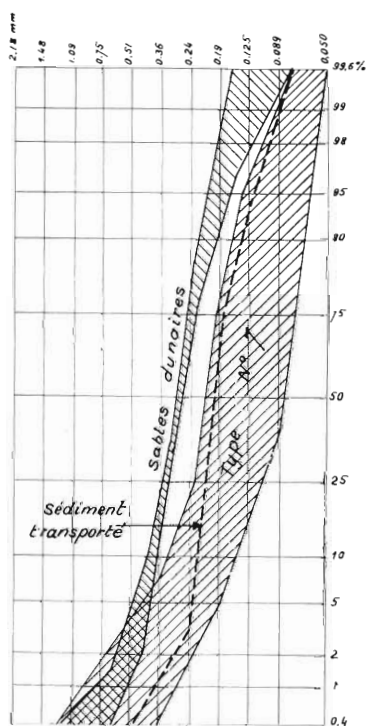


FIG. 6

La cuve a ensuite été vidée par siphonnage.

Le sable déposé sur le fond de la cuve présentait alors une série de rides obliques et il avait été largement entraîné en dehors de l'aire de dépôt.

Nous avons recueilli le sédiment qui s'était déposé dans un secteur de 0,30 m de longueur moyenne à 0,20 m en avant du dépôt originel (distances mesurées suivant l'axe du canal expérimental).

Le résultat de l'analyse granulométrique de ce sédiment dunaire remanié est représenté par la courbe cumulative en tirets de la figure 6. Il apparaît nettement que ce sédiment s'apparente au type 7, dont nous cherchons la définition précise.

En définitive, cette expérience nous permet de conclure que les sédiments du type 7 du remaniement de sables littoraux ou pré-littoraux (plage ou dune) par des courants faibles.

Toutefois, il ne faut pas exclure la possibilité, au moins dans certains cas, d'un apport sédimentaire supplémentaire d'éléments très fins qui abaisseraient encore le diamètre du grain moyen.

b) SEDIMENTS RENFERMANT UNE FRACTION FINE IMPORTANTE.

Les types sédimentaires qui ont été précédemment définis sont totalement ou quasi-totalement dépourvus d'éléments de diamètres $< 0,050$ mm. Lorsqu'il en existe, leur pourcentage est inférieur à 0,4 et n'apparaît pas dans les courbes cumulatives dont les ordonnées exprimées suivant une échelle de probabilité, sont limitées à 99,6 %.

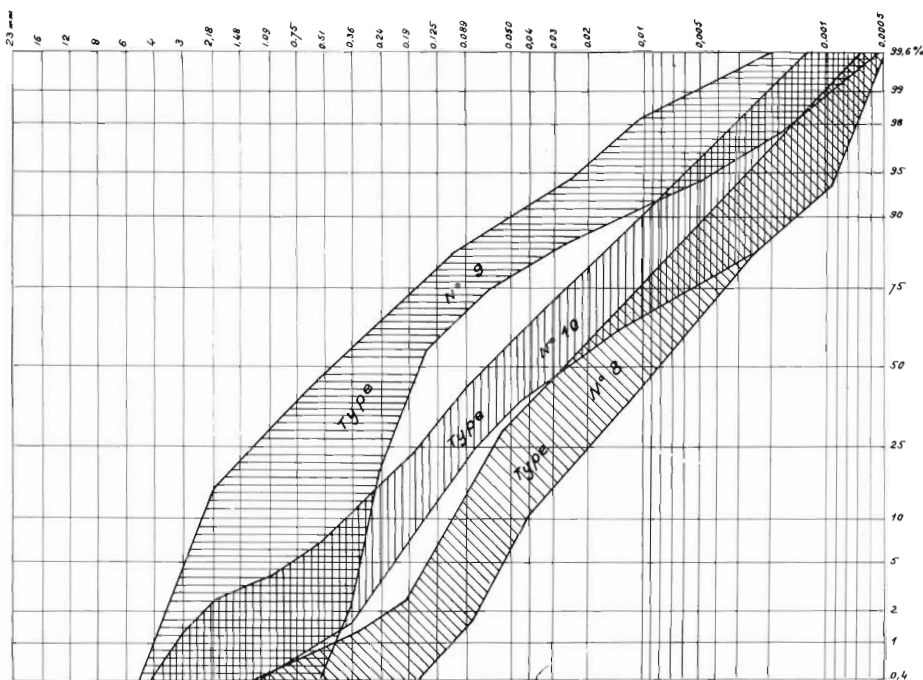


FIG. 7

Dans les trois types sédimentaires que nous allons passer en revue, les fractions fines ($< 0,050$ mm) tiennent toujours une place nettement marquée et parfois fort importante puisqu'elle peut dépasser 95 % (fig. 7).

Courbes du type 8. Dans ces sédiments la fraction sableuse ($> 0,050$ mm) est extrêmement réduite, elle est en effet comprise entre 6,5 % et 30 %.

La fraction $> 0,190$ mm ne dépasse pas sensiblement 2 %.

Cependant, ce ne sont pas des sédiments très fins puisque la fraction $< 0,008$ mm est toujours comprise entre 20 et 50 % et que d'autre part la fraction $< 0,001$ mm est inférieure à 6 % de l'ensemble.

Ces sédiments sont essentiellement quartzeux et ne contiennent qu'une très faible proportion de minéraux de la famille des argiles, de telle sorte que nous avons toujours rencontré de grandes difficultés pour isoler une quantité suffisante d'éléments très fins pour les analyses thermiques différentielles ou l'analyse aux rayons X.

Quoi qu'il en soit de leur composition minéralogique qui sera étudiée ultérieurement, ces dépôts se sont formés dans des aires où les courants au fond sont très faibles ou nuls.

Courbes de type 9. Ces sédiments renferment une phase sableuse, parfois même graveleuse extrêmement importante puisque les éléments $> 0,050$ mm représentent 80 à 90 % de l'ensemble du dépôt.

L'aire granulométrique qui les caractérise est largement étalée vers la base où sont inclus des grains compris entre 4 mm et 0,51 mm.

Ce sont des dépôts très hétérométriques qui se sont probablement formés en deux temps : 1^o dépôt des éléments grossiers pendant une période où les courants près du fond étaient assez rapides ; 2^o dépôt des éléments fins pendant une période de calme.

Un tel mélange hétérométrique se rencontre assez couramment dans les carottages ou les dragages des dépôts estuariens où les courants présentent des variations journalières et surtout périodiques considérables. En effet, pendant les crues fluviales, seuls les sédiments grossiers peuvent se déposer mais lorsque l'équilibre fluvio-océanique se rétablit des sédiments fins se superposent aux sédiments grossiers et pénètrent dans les vides de la partie supérieure du dépôt grossier.

En définitive, suivant les conditions de gisement l'un ou l'autre des deux processus de dépôt signalés précédemment, pourra être invoqué pour expliquer la sédimentation.

Courbes du type 10. Les sédiments répondant à ce type possèdent des caractères intermédiaires entre les types 8 et 9 précédemment décrits.

Cependant la régularité d'ensemble de l'aire enveloppante établit une parenté plus étroite avec les sédiments du type 8.

La fraction grossière ($> 0,24$ mm) peut encore exister mais elle représente toujours moins de 20 % de l'ensemble sédimentaire. Quant à la fraction fine elle s'apparente nettement au type 8 pour la portion des courbes comprise entre 75 % et 99,6 %.

Les conditions de dépôt des sédiments du type 10 sont très probablement mixtes puisque, outre la fraction fine, il existe une fraction grossière, peu importante il est vrai, mais constituée d'éléments dépassant fréquemment 1 mm de diamètre (diamètre maximum 3 mm).

La présence de cette fraction grossière conduit à envisager des conditions de dépôt analogues à celles du type 9, mais avec un apport plus important de sédiments fins indiquant la prédominance de la ou des périodes à courants très faibles ou nuls.

DEUXIEME PARTIE

ETUDE DES SEDIMENTS DRAGUES

a) SEDIMENTS GROSSIERS A GALETS.

Station n° 262, profondeur 40 m, drague Rallier.

Sédiment très hétérométrique : galets, graviers et sable.

La courbe granulométrique de l'ensemble du sédiment est du type 1, la portion sableuse isolée de l'ensemble est représentée par une courbe granulométrique du type 3.

Les galets ne franchissant pas le tamis de 23 mm présentent la répartition indiquée dans le tableau 3.

Nous avons mentionné les quantités des galets de chaque catégorie, classés suivant leur plus grande longueur. Lorsqu'on étudie des échantillons dragués, on se trouve dans l'obligation de limiter les observations au matériel recueilli.

Mais, la valeur de l'inventaire lithologique et des indices d'aplatissement ou de dissymétrie est sous la dépendance étroite du nombre des observations. Le nombre des galets recueillis représente en quelque sorte un coefficient d'exactitude relative des observations.

TABLEAU 3

L en mm	60	50	45	40	35	30	25
nombre	2	5	3	8	11	12	8
$\frac{L + 1}{2E}$	1,60	1,75	3,03	2,37	2,52	2,50	2,36
$\frac{AC}{L}$	620	685	635	705	680	727	693

Lithologie des galets.

Minéraux. Quartz très abondant en général bien roulé.

Roches sédimentaires. Quartzite à grain fin, silex.

Roches éruptives. Pegmatite à quartz microcline et muscovite. Rhyolite, amphibolite.

Roches cristallophylliennes. Schiste métamorphique très veiné de quartz.

Station n° 341, profondeur 740 m à 460 m, drague Rallier.

Sédiment hétérométrique : galets, graviers et sable.

L'ensemble constitué par les graviers et le sable (galets ayant été enlevés par tamisage sur un crible à mailles de 23 mm) offre une courbe granulométrique du type 4. Le sable seul présente une courbe du type 6.

La répartition des galets > 23 mm et les caractéristiques morphoscopiques sont données dans le tableau 4.

Remarques : aucun organisme n'était fixé sur ces galets, qui étaient probablement enfouis dans le sable.

Tous les galets étaient recouverts d'une patine brune plus ou moins accusée. Les couleurs suivantes ont été notées d'après la Rock-Color Chart (Geol. Soc. cf. Amer.) :

- moderate brown 5 YR 3/4 à 5 YR 4/4 ;
- moderate brown 5 YR 3/4 à grayish brown 5 YR 3/2 ;
- grayish brown 5 YR 3/2 à dusky brown 5 YR 2/2.

TABLEAU 4

L en mm	60	55	50	45	35	30	25
nombre	1	2	2	1	7	4	4
$\frac{L + 1}{2E}$	4,00	2,11	1,90	4,00	1,90	2,28	2,41
$\frac{AC}{L}$	670	715	805	560	780	755	770

Lithologie des galets.

Minéraux. Quartz très roulé faiblement patiné ; quartz très patiné et très roulé ; quartz très patiné avec forme cristalline reconnaissable bien qu'émoussée ; quartz très patiné et très émoussé avec cupules en creux témoignant d'un début de corrosion.

Roches sédimentaires. Grès très fin patiné. Quartzite à grain fin très patiné, filonnet quartzeux mis en relief par l'usure. Silex roulé à patine ferrugineuse.

Roches éruptives. Rhyolite roulée. Granite.

Roches cristallophylliennes. Schiste métamorphique en plaquettes très anguleuses. D'autres plaquettes de schiste métamorphique montrent au contraire des angles légèrement ou même fortement émoussés avec mise en relief des filonnets quartzeux plus durs lardant le schiste métamorphique, micaschiste.

Etude au microscope.

Granite jaune très feldspathique à gros grains.

La structure est micropegmatitique à grands éléments avec quartz et feldspath très abondants, la biotite est rare.

La biotite, qui semble d'origine pneumatolitique, présente toujours un dichroïsme important. De très petites inclusions de magnétite sont disposées suivant le clivage basal.

L'orthose n'est presque jamais maclé, mais il renferme des inclusions micropegmatitiques de quartz. Ces groupements donnent à l'orthose un aspect fasciculé qui rappelle assez bien la structure en section mince d'un test de Gastéropode. Lorsque la section est quasi-normale à ces baguettes de quartz, les contours des inclusions sont toujours imprécis.

Dans certains cas l'orthose ne forme pas de groupements pegmatiques avec le quartz, mais il est alors faculé d'albite secondaire.

L'albite-oligoclase est beaucoup plus rare que l'orthose, elle est finement maclée suivant la loi de l'albite. Sa teneur en anorthite est inférieure à 10 %.

Le quartz existe ici sous trois formes : a) en groupements micropegmatitiques avec l'orthose, décrits précédemment ; b) en grands grains xénomorphes ; c) en bourgeons de myrmékite.

Il apparaît donc que la cristallisation des deux minéraux se soit faite comme suit :

- 1^o cristallisation d'une petite quantité d'orthose ;
- 2^o cristallisation simultanée quartz-orthose en groupements micropegmatitiques ;
- 3^o cristallisation du quartz seul en grains xénomorphes.

La cristallisation de l'albite-oligoclase paraît antérieure à la dernière cristallisation du quartz.

Granite riche en biotite.

Orthose en général non mâclé assez peu abondant.

Albite-oligoclase à 8-10 % d'anorthite presque aussi abondante que le feldspath potassique. Ce feldspath contient fréquemment des inclusions quartzieuses en gouttelettes.

La biotite est très dichroïque, elle montre souvent des auréoles polychroïques dues à la présence de zircon, mais en général ce minéral a disparu par arrachement pendant la préparation de la section mince.

L'apatite est assez fréquente, en inclusions dans le feldspath ou la biotite.

Le quartz est abondant, les gros grains xénomorphes ont des extinctions roulantes très développées qui témoignent de déformations importantes du minéral, qui peut parfois être craquelé et disloqué.

La composition minéralogique déterminée à la platine intégratrice est la suivante (en %) : quartz 44,30 ; orthose 22,00 ; albite-oligoclase 20,40 ; biotite 13,00 ; apatite 0,30.

Micaschiste à grenat.

La structure est lipidoblastique, très sensiblement isométrique pour le quartz, le feldspath et le mica noir. Le grenat est 8 à 10 fois plus volumineux que les minéraux précédents.

La biotite est abondante, en cristaux courts disposés sub-parallèlement dans la roche, sauf aux abords des « enclaves » grenatifères.

L'albite-oligoclase à 10-15 % d'anorthite présente en général des extinctions nettes mais on observe parfois des mâcles tordues et des extinctions roulantes.

L'orthose est mâclé suivant la loi de Carlsbad.

Le quartz est beaucoup plus abondant que les feldspaths et seulement un peu plus abondant que le mica.

Le grenat almandin est en gros cristaux isotropes toujours extrêmement déchiquetés à la périphérie car ils englobent souvent de très petits fragments de quartz et de mica et moulent étroitement les minéraux.

Ces autoblastes ont nettement repoussé les autres minéraux car les lits micacés sont déformés aux abords des cristaux de grenat.

L'almandin existe également en petits amas. Les inclusions de magnétite sont fréquentes.

Grès à ciment phylliteux.

La roche est essentiellement composée de petits galets de quartzite sans interposition de ciment, dans une pâte gréseuse à ciment phylliteux.

Ces petits galets de quartzite sont émoussés mais conservent cependant encore de nombreux angles vifs. Le pâte est formée de petits grains quartzieux quasi-isométriques et toujours anguleux.

On observe en outre quelques très rares grains de feldspath calcosodique à 8-10 % d'anorthite mâclés suivant la loi de l'albite.

Le ciment phylliteux qui peut former des amas est en général constitué par de très petites lamelles aciculaires.

Station n° 352 profondeur 68 m, drague Rallier.

Sédiment hétérométrique : galets, graviers et sable.

L'ensemble constitué par les graviers et les sables (galets enlevés par triage à la main) offre une courbe granulométrique du type 1. Le sable seul présente une courbe de type 3.

La répartition des galets > 30 mm et les caractéristiques morphoscopiques sont données dans le tableau 5.

TABEAU 5

L en mm	100	90	70	65	60	55	50	45	40	35	30
nombre	2	1	5	4	2	4	17	18	27	17	14
$\frac{L + 1}{2E}$	3,40	3,25	3,27	3,10	3,50	3,70	2,97	3,15	3,13	2,46	2,56
$\frac{AC}{L}$	780	780	760	780	585	815	763	715	783	748	818

Remarques : quelques organismes fixés sur 1/10 environ du nombre des galets ; les autres galets étaient totalement enrobés dans le sédiment fin et ne portaient aucun organisme.

Presque tous étaient recouverts d'une patine brune plus ou moins nettement accusée. Les couleurs suivantes ont été notées d'après la Rock-Color Chart :

pale brown 5 YR 5/2 ;

bromish gray 5 YR 4/1 ;

moderate brown 5 YR 4/4 à moderate yellowish brown 10 YR 5/4 ;

moderate brown 5 YR 4/4 à 5 YR 3/4 ;

moderate brown 5 YR 3/4 ;

dusky yellowish brown 10 YR 2/2.

Lithologie des galets.

Minéraux. Quartz très patiné portant des tubes de Serpules ; quartz filonien peu patiné.

Roches sédimentaires. Calcaire patiné avec perforations de Clones ; calcaire oolithique ; calcaire patiné sans perforation. Grès avec patine plus ou moins marquée ; quartzite portant parfois quelques organismes fixés. En général la patine des quartzites est brune, cependant un échantillon à patine noire a été observé. Schiste gris verdâtre en général fortement patiné et portant parfois des organismes fixés.

Roche éruptive. Amphibolite.

Roches cristallophylliennes. Schiste métamorphique portant rarement des organismes fixés, en général cette roche est bien patinée ; micaschiste.

Station n° 366, profondeur 550 m, drague Rallier.

Sédiment très hétérométrique : galets, graviers et sable mélangé de vase bleue en blocs épais pouvant atteindre la grosseur d'un œuf.

Après enlèvement des galets et des graviers par tamisage sous l'eau, l'ensemble sable et vase possède une granulométrie de type 10, alors que le sable seul répond à une sédimentation de type 7. La répartition des galets et les caractéristiques morphométriques sont données dans le tableau 6.

Remarques : les galets sont fréquemment enrobés de vase ; ils en ont été extraits par lavage sur tamis.

En général les galets sont patinés. les couleurs suivantes ont été observées après séchage, d'après la Rock-Color Chart :

moderate brown 5 YR 3/4 ;

pale brown 5 YR 5/2 ;

moderate brown 5 YR 3/4 à 5 YR 4/4 ;

dark yellowish brown 10 YR 4/2 ;

pale yellowish brown 10 YR 6/2 à dark yellowish brown 10 YR 4/2.

TABLEAU 6

L en mm	80	70	60	55	50	45	40	35	30	25
nombre	1	1	4	2	11	9	44	9	12	8
$\frac{L + 1}{2E}$	2,10	1,75	2,15	2,50	1,94	2,19	1,88	2,05	2,37	1,79
$\frac{AC}{L}$	700	690	710	730	750	630	725	720	785	725

Lithologie des galets.

Minéraux. Quartz en grains roulés ; quartz filonien anguleux.

Roches sédimentaires. Grès très patiné ; grès quartzite ; quartzite parfois très patiné ; grès avec perforation par des mollusques lithophages (Phollades) ; galet de grès très roulé et patiné par le milieu, les angles de la cassure sont émoussés ; grès grossier, arkosique, très patiné et émoussé ; grès quartzite patiné avec Hydraires fixés.

Schiste rouge cambrien en galet de 60 mm de longueur peu usé ; schiste vert anguleux ou légèrement émoussé.

Calcaire très patiné avec accident siliceux dans la partie centrale ; calcaire perforé par des Clones sur lequel sont fixées des Huitres de grande profondeur ; galet de calcaire très roulé perforé par des Clones et des Phollades ; plaquette de calcaire très anguleuse et patinée.

Silex à pâte grise avec auréole périphérique blanche, patine brune très marquée ; silex très anguleux non patiné ; silex très patiné et émoussé.

Fragment de croûte ferrugineuse perforée par des mollusques lithophages.

Roches éruptives. Granite à biotite ; granite à biotite et muscovite très roulé et patiné ; granite à biotite avec des angles très émoussés, une cassure postérieure est restée à angles vifs. Amphibolite. Microdiorite.

Roches cristallophylliennes. Schiste métamorphique, roulé ou en plaquettes à angles vifs ; séricitoschiste.

Etude au microscope.

Grès à ciment sériciteux.

C'est un grès rougeâtre à structure finement grenue.

Le quartz est naturellement très abondant en grains sensiblement isométriques toujours anguleux, présentant souvent des extinctions roulantes. Ces grains sont inclus dans un ciment phylliteux

à très petits éléments, mais il existe aussi des amas quartziteux dans lesquels les grains sont étroitement juxtaposés sans aucune interposition de ciment.

Le feldspath est très rare, c'est un feldspath calcosodique à 33 % d'anorthite mâclé de fines lamelles hémitropes.

Il existe également quelques petits débris schisteux bien roulés.

Grès quartziteux.

C'est un quartzite rouge micacé parsemé de taches verdâtres à structure finement grenue.

Le quartz est très abondant en petits grains isométriques de 80 à 100 microns de diamètre, on observe parfois des extinctions roulantes malgré la petitesse des grains.

Le feldspath est très rare. Le ciment sériciteux est extrêmement réduit, la séricite y figure en petits cristaux aciculaires.

Calcaire quartzeux.

C'est un calcaire caverneux avec de très nombreuses perforations de Clones. Le quartz est abondant en grains sensiblement isométriques de 140 à 200 microns de diamètre, ces grains sont peu usés, parfois même à angles vifs. Le ciment est composé de calcite finement grenue.

Une analyse à la platine intégratrice a donné le résultat suivant (en %) : quartz 45,00 ; ciment calcaire 55,00.

Microdiorite (?).

Structure microlitique.

Le feldspath est une andésine à 32 % d'anorthite largement mâclée albite-carlsbad parfois carlsbad-péricline.

Le barylite, qui existait en phénocristaux, a été totalement épigénisé par une chlorite verte. Il existe un autre mode d'altération d'un barylite accessoire qui est épigénisé en une zéolite (probablement la heulandite) ; mais la présence de très nombreuses inclusions opaques ne permet pas d'en acquérir la certitude.

La pâte est en majeure partie composée de petits microlites feldspathiques allongés, mâclés suivant la loi de l'albite. Ils sont constitués par de l'andésine à 30 % d'anorthite.

Le minéral originel ou le verre qui formait le ciment entre les microlites est totalement épigénisé par de la chlorite. La magnétite est abondante, en petits grains opaques isométriques à contour géométrique.

Micaschiste à grenat.

La structure est lépidoblastique, la roche est composée de quartz, feldspath, biotite et muscovite. Le grenat est en grains 8 à 10 fois plus volumineux que les minéraux précédents.

La biotite est moins abondante que la muscovite, elle existe en cristaux aciculaires disposés en lits subparallèles ou en petits amas.

La muscovite-séricite est également en cristaux aciculaires moulant étroitement les autres minéraux et formant de petits lits sinueux.

L'albite-oligoclase à 10-15 % d'anorthite est rare.

Le quartz est à peu près aussi abondant que le mica, il présente souvent des extinctions roulantes.

Le grenat almandin existe en gros cristaux isotropes à contour net. Ces autoblastes ont repoussé les autres minéraux et notamment les lits micacés qui sont toujours déformés à leur bord.

Ce micaschiste, qui présente de nombreuses analogies avec celui de la station 341, en diffère cependant par les points suivants :

- a) le grenat n'englobe pas poecilitiquement les autres minéraux ;
- b) le feldspath est ici beaucoup moins abondant ;
- c) la roche contient une très grande quantité de muscovite-séricite.

Séricitoschiste.

Structure lipidoblastique.

Oligoclase rare à 25 % d'anorthite, en cristaux mâclés albite, les mâcles sont souvent déformées, tordues ou brisées, les cristaux sont parfois déformés, en amande, avec fracture des extrémités par étirement.

Orthose rare, toujours faculé d'albite secondaire, certains cristaux sont étirés et fortement séricitisés.

Calcite en petits amas qui remplissent les vides entre les cristaux de quartz. Le carbonate de chaux a sans doute épigénisé un minéral qui a totalement disparu.

Quartz très abondant et polymorphe :

- a) en petits grains isolés, anguleux à contour capricieux dans la masse sériciteuse ;
- b) en grains plus volumineux que les précédents, étirés en amandes et montrant alors des extinctions roulantes ;
- c) en amas quartzitiques étirés et disloqués comme les grains simples mais ils ne présentent pas d'extinctions roulantes comme ces derniers.

Tous ces minéraux sont enrobés dans un feutrage sériciteux formé de petits cristaux aciculaires et parfois de cristaux plus larges qui sont alors enchevêtrés en amas.

La composition minéralogique analysée à la platine intégratrice est la suivante (en %) : quartz 59,60 ; orthose et oligoclase 5,70 ; calcite 2,20 ; séricite 32,50.

Interprétation des résultats.

Pour discuter les résultats lithologiques, nous les grouperons dans le tableau 7.

Deux des stations sont situées par faibles profondeurs sur le plateau continental, la station 262 est située à 10 milles de la côte et la station 352 à environ 48 milles. Les deux autres stations sont situées sur le talus du plateau continental, à des profondeurs beaucoup plus considérables.

Nous devons d'abord observer que les résultats ne sont pas exactement comparables dans les quatre stations parce que le nombre de galets dragués n'est pas le même ; une roche rare a peu de chance d'être observée lorsque la récolte est peu abondante. Toutefois, la lithologie des stations 352 et 366, où les galets sont abondants et en nombres voisins, peut fournir une intéressante comparaison.

Nous remarquerons tout d'abord que la composition lithologique des deux stations du plateau continental (n^{os} 262 et 352) s'apparente très étroitement aux résultats des 60 dragages de galets et graviers précédemment faits par l'un de nous dans le Golfe de Gascogne (L. BERTHOIS, 1955, tableau 7, p. 571 et suiv.).

La composition lithologique est toujours monotone : quartz, grès, quartzites et roches cristallophylliennes en constituent les éléments essentiels avec des silex souvent abondants et du calcaire en quantité variable.

C'est cette même composition que nous retrouvons à la station 341 dans un dragage exécuté en remontant la pente du talus de 740 m à 460 m de profondeur.

A la station 366 nous trouvons encore le même fond lithologique, mais avec des galets de granite (le granite n'a été rencontré que deux fois en galets et cinq fois en graviers sur les 60 dragages du golfe). Deux roches importantes par la localisation de leurs gisements à terre ont encore été observées ici : des schistes verts qui s'apparentent aux schistes antécambriens de Bretagne et surtout un galet de 60 mm de longueur, peu roulé, qui est un schiste rouge cambrien absolument typique.

La présence de cette roche draguée à 550 m de profondeur sur le talus du plateau continental, à environ 100 milles de la côte de Bretagne, pose un problème qui ne peut être résolu avec certitude dans l'état actuel de nos connaissances.

Deux hypothèses principales peuvent être prises en considération :

a) une bande de Cambrien rouge analogue à celui de la vallée de la Vilaine est enfouie sous les sédiments du plateau continental ;

b) un cours d'eau d'origine bretonne s'est avancé jusqu'au bord du talus du plateau continental pendant l'une des phases du retrait de la mer.

Mais il est bien évident que cette importante question ne pourra être résolue qu'après de nouvelles recherches.

TABEAU 7

Station n°	262	352	341	366
Profondeur (en m)	40	68	740-460	550
Nombre des galets recueillis	49	111	21	101
Minéraux				
Quartz	+	+	+	+
Roches sédimentaires				
Grès		+	+	+
Quartzite	+	+	+	+
Grès arkosique				+
Schiste vert		+		+
Schiste rouge (cambrien)				+
Calcaire		+		+
Calcaire oolithique		+		+
Silex	+		+	+
Roches éruptives				
Granite à 2 micas				+
Granite à biotite			+	+
Rhyolite	+		+	
Pegmatite	+			
Amphibolite	+	+		+
Microdiorite				+
Roches cristallophylliennes				
Schiste métamorphique	+	+	+	+
Micaschiste		+	+	+
Séricitoschiste				+

Cependant, un fait important ressort de cet inventaire lithologique. C'est la présence de galets et de graviers en de très nombreux points du plateau continental, non seulement près des côtes et jusqu'à l'isobathe de 60 m, mais jusqu'au talus du plateau continental.

Il semble donc très probable qu'à certaines périodes le plateau ait été parcouru par des cours d'eau qui s'avançaient jusqu'à la limite du talus. Ceci est d'autant plus vraisemblable que la majorité des galets dragués porte une patine brune ou brun rougeâtre qui semble bien d'origine continentale, car elle n'a pu prendre naissance qu'en milieu oxydant.

Pour terminer, nous noterons que les sables qui accompagnent ces dépôts à galets sont du type 3 (faciès de dépôts à courants rapides) pour les deux stations de faible profondeur : 262 et 352.

Aux stations 341 et 366 de grande profondeur, les sables qui colmatent les dépôts sont, au contraire, des faciès de dépôts par courants faibles (type 6 st. 341) ou de remaniement (type 7 st. 366).

b) SEDIMENTS RENFERMANT UNE PHASE GRAVELEUSE.

Deux stations seulement offrent ce type sédimentaire, elles portent les numéros 343 et 369.

Nous avons d'abord fait une analyse granulométrique globale sur l'ensemble du sédiment, puis nous avons distingué la fraction sableuse seule.

Les résultats sont groupés dans le tableau 8.

TABLEAU 8

Station n°	343	369
Profondeur (en m)	127	100
Type du sédiment complet	5	2
Type du sable seul	3	3
Distance à la côte (en milles)	70	40

Nous noterons que la présence de sédiments contenant des graviers en notable proportion à des distances importantes de la côte, apporte encore une confirmation à notre interprétation de la présence de cours d'eau à la surface du plateau continental.

c) SABLES COQUILLIERS.

Quelques sables coquilliers ont été dragués ; ils ont été soumis à l'analyse granulométrique, mais pour en dégager les caractéristiques sédimentaires nous avons distingué la fraction sableuse, seule, de l'ensemble du dépôt (tabl. 9).

TABLEAU 9

Station n°	326	329	330	336	337	345	363	367
Profondeur (en m)	60	123	57	105	50	112	142	190
Type de drague	L.B.	L.B.	L.B.	L.B.	L.B.	R.	L.B.	L.B.
Type du sédiment complet ..	7	7	7	7	6	6	6	6
Type du sable seul	7	7	7	7	plage	plage	6	6

R = drague Rallier. - L.B. = drague à cônes de L. BERTHOIS.

d) SABLES NON COQUILLIERS DEPOURVUS DE FRACTION FINE.

Les types granulométriques de ces sédiments sont indiqués dans le tableau 10.

Nomenclature des couleurs mesurées sur les sables humides :

- | | |
|----------------------------------|--|
| 5 Y 4/4 = moderate olive brown ; | 10 YR 4/2 = dark yellowish brown ; |
| 5 Y 5/2 = light olive gray ; | 10 Y 4/2 = grayish olive ; |
| 5 Y 5/6 = light olive brown ; | 10 YR 5/4 = moderate yellowish brown ; |
| 5 YR 4/4 = moderate brown ; | 10 YR 4/2 = dark yellowish brown. |

TABLEAU 10

Station n°	Profondeur (en m)	Type de drague	Type sédimentaire	Couleur (Rock-Color Chart)
261	69	R.	plage	
263	32	R.	plage	
325	120	L.B.	7	5 Y 4/4
327	120	L.B.	7	5 Y 4/4 à 10 Y 4/2
328	178	L.B.	7	5 Y 4/4
331	110	L.B.	7	5 Y 4/4
338	98	L.B.	7	10 Y 4/2
339	150	L.B.	6	10 YR 4/2
340	200	R.	6	10 YR 4/2
342	137	L.B.	6	5 Y 5/2
344	116	L.B.	6	10 YR 4/2
346	82	R.	6	10 YR 4/2
348	60	R.	dune	5 YR 4/4
351	36	R.	3	10 YR 5/4
358	74	L.B.	plage	10 YR 5/4 à 10 YR 4/2
359	46	R.	2	10 YR 5/4
360	100	L.B.	6	10 Y 4/2
364	150	R.	6	5 Y 5/2 à 10 Y 4/2
368	127	L.B.	plage	5 Y 5/2 à 5 Y 5/6

R = drague Rallier. - L.B. = drague à cônes de L. BERTHOIS.

e) SEDIMENTS RENFERMANT UNE FRACTION FINE.

Certains sédiments dragués renferment une fraction fine qui a été soumise à l'analyse microgranulométrique ; cependant, pour dégager les caractéristiques sédimentaires du dépôt, nous avons ensuite distingué la fraction sableuse seule (tabl. 11).

TABLEAU 11

Station n°	273	274	275	324	332	353	361
Profondeur (en m)	25	28	26	600	535	102	105
Type de drague	R.	R.	R.	R.	L.B.	R.	L.B.
Type du sédiment complet	8	10	9	8	8	9	9
Type du sable seul	7	6	3	7	6	plage	7
Azote total %							0,04

R = drague Rallier. - L.B. = drague à cônes de L. BERTHOIS.

RESULTATS DES ANALYSES GRANULOMETRIQUES.

Les analyses granulométriques des échantillons dragués confirment et précisent les résultats précédemment acquis (L. BERTHOIS, 1955) et montrent qu'entre la pointe de Bretagne et Arcachon, en dehors d'une zone côtière d'une vingtaine de milles de large et de quelques « accidents » d'étendue restreinte, les fonds sont constitués par des sédiments dans lesquels la phase sableuse présente une sélection granulométrique qui l'apparente à des sables de dune, de plage ou à des produits de remaniement de ces formations (comme en particulier les sédiments de type 7).

Au sud d'Arcachon jusqu'au « Gouf de Cap-Breton » les dépôts sont presque uniformément du type 7 (remaniement des formations dunaires), aucun sédiment grossier n'y a été recueilli.

TROISIEME PARTIE

ETUDE DES SEDIMENTS CAROTTÉS

1° REMARQUES PRELIMINAIRES.

Les carottages ont été exécutés à l'aide d'un carottier « Kullenberg » équipé suivant les cas d'un tube de 5 m ou d'un tube de 10 m et lesté en conséquence.

Nous avons réussi de très belles carottes lorsque les sédiments possédaient une bonne plasticité, même en opérant par grands fonds, puisque nous avons pu prélever une carotte de 7,50 m par 1 350 m et une autre de 10 m par 1 040 m.

Par contre, nous avons enregistré plusieurs échecs en travaillant sur le plateau continental où les sédiments sont en général constitués par des sables très fins, même (et peut-être surtout) dans la zone connue sous le vocable de « grande vasière ». Le carottier pénètre bien dans de tels sédiments, mais au cours de l'opération de relevage le clapot provoque un effet d'aspiration déclenchant presque toujours une vidange du sédiment qui s'écoule au moment où le carottier sort de l'eau.

TABEAU 12

Station n°	333	347	354	355	357	362	349
Profondeur (en m)	67	76	105	108	116	115	40
Type de drague	L.B.	R.	R.	R.	L.B.	L.B.	R.
Type de sédiment complet	7	7	9	9	9	9	8
Type du sable seul	7	plage	plage	7	dune	dune	6
Azote total %					0,02		0,06

R = drague Rallier. - L.B. = drague à cônes de L. BERTHOIS.

Pour remédier à cet inconvénient, le chef-mécanicien du bord a construit un cône lesté dont l'intérieur est garni de mousse de caoutchouc. Dès que le carottier est accessible on le coiffe rapidement avec le cône qui est fixé par deux « saisines » à la partie supérieure du tube, le hissage à bord peut ensuite se faire en toute tranquillité, le carottier ne risque pas de se vider intempestivement.

Avant chaque carottage nous avons toujours exécuté un dragage ; lorsque le carottage n'a pas réussi, le sédiment dragué a été conservé et étudié. Les renseignements qu'il peut fournir n'ont évidemment pas la même valeur, mais nous avons cependant pensé qu'ils n'étaient pas négligeables.

Les résultats des analyses granulométriques sont donnés dans le tableau 12.

Tous ces sédiments, sauf ceux des stations 333 et 347 comportent une fraction fine qui a été soumise à l'analyse microgranulométrique mais pour dégager les caractéristiques sédimentaires du dépôt nous avons ensuite distingué la fraction sableuse seule.

2° ETUDE DES SEDIMENTS CAROTTÉS AUX STATIONS 334, 335 ET 350.

Station n° 334, profondeur 171 m.

a) Description du sédiment.

Section de 0 à 0,179 m. Sable fin homogène bien calibré avec léger aspect lité. Couleur comprise entre dusky yellow green 5 G Y 5/2 et greenish gray 5 G Y 6/1.

Granulométrie du sédiment dans la zone 0 à 0,037 m, sable du type 7.

Minéralogie examinée en frottis : quartz en grains isométriques de 140 à 200 microns, les grains clairs très transparents sont souvent anguleux mais on observe aussi des grains émoussés. Le feldspath et la biotite sont rares. Minéraux lourds : amphibole verte, zircon.

La composition minéralogique déterminée à la platine intégratrice est la suivante (en %) : quartz 43,2 ; feldspath 19,5 ; biotite 6,6 ; minéraux lourds 7,5 ; débris d'organismes 23,2.

Section de 0,179 à 0,280 m. Sable fin, légèrement vaseux, bien calibré, aspect lité couleur dusky yellow green 5 G Y 5/2 à light olive gray 5 Y 5/2.

Composition minéralogique du frottis : quartz très abondant en petits grains de 140 à 200 μ ; les grains de diamètre inférieurs à 100 μ sont souvent anguleux, mais les grains de 400 à 500 microns sont souvent très roulés et parfois de contour sub-circulaire. Le feldspath est peu abondant. Le mica noir est rare. Minéraux lourds : zircon, chloritoïde, hornblende commune, augite, tourmaline, staurotide, rutile.

La composition minéralogique déterminée à la platine intégratrice est la suivante (en %) : quartz 63,4 ; feldspath 14,5 ; biotite 3,0 ; minéraux lourds 4,5 ; débris d'organismes 14,6.

Granulométrie. Une analyse microgranulométrique du sédiment de la section 0,385 à 0,410 m a fourni pour le sédiment complet une courbe de type 8 et pour la fraction sableuse isolée une courbe de type 7.

Le résultat d'une analyse chimique des sédiments de la section 0,220 à 0,235 m est donné dans le paragraphe consacré à l'étude chimique.

Section de 0,280 à 0,530 m. Le sédiment de la section précédente passe progressivement à un sédiment sableux d'aspect luisant plus plastique avec quelques débris coquilliers grossiers ; puis, par une transition lente, le dépôt devient encore un peu plus plastique mais reste toujours sableux. La couleur change elle aussi très lentement : de dusky yellow green 5 G Y 5/2 à light olive gray 5 Y 5/2 à medium gray N 5.

Minéralogie : quartz en grains de 250 à 500 microns, très émoussés ou roulés à contour ellipsoïdal ou circulaire ; il existe une grande quantité de petits grains de 30 à 70 microns toujours anguleux. Le feldspath est peu abondant, la biotite est rare. Minéraux lourds : zircon, chloritoïde, amphibole, indicolite.

La composition minéralogique déterminée à la platine intégratrice est la suivante (en %) : quartz 64,6 ; feldspath 17,1 ; biotite 1,3 ; minéraux lourds 3,5 ; débris organogènes 13,5.

Section de 0,530 à 0,836 m. Au début de cette section la texture du sédiment change brusquement et devient plus grossière. Le dépôt très faiblement aggloméré s'est mélangé au cours de l'extraction du tube intérieur du carottier. Dans la partie inférieure de la carotte (en particulier de 0,715 à 0,836 m) on observe des débris coquilliers volumineux et du sable grossier. Couleur : light olive gray 5 Y 5/2 à dusky yellow green 5 G Y 5/2.

Granulométrie de la section 0,680 à 0,715 m : sable ayant une courbe cumulative de type 6.

Minéralogie de la section 0,820 à 0,836 m : le quartz est abondant en petits grains de 30 à 70 μ qui sont toujours anguleux, on observe également des grains beaucoup plus rares de 250 à 300 μ qui sont émoussés. Le feldspath est peu abondant et la biotite rare. Minéraux lourds : zircon et hornblende commune.

La composition minéralogique déterminée à la platine intégratrice est la suivante (en %) : quartz 56,9 ; feldspath 16,9 ; biotite 2,4 ; minéraux lourds 7,8 ; organismes 16,0.

b) Eau interstitielle.

Le pourcentage de l'eau interstitielle a été calculé par rapport au poids de sédiment sec (fig. 8).

A la partie supérieure du dépôt, la teneur en eau est voisine de 30 % ; elle diminue ensuite assez rapidement, puis reste sensiblement constante.

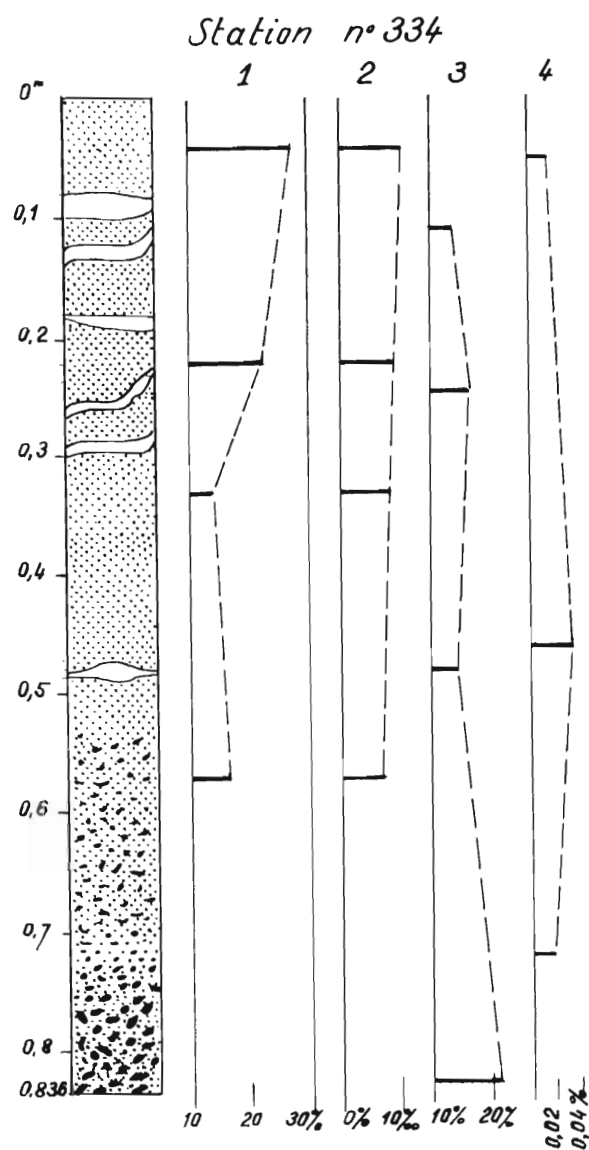


FIG. 8. — 1. Pourcentage d'eau interstitielle par rapport au poids de sédiment sec. 2. Salinité ‰ de l'eau d'imbibition. 3. Teneur en CO₂/Ca ‰. 4. Teneur en azote-total ‰.

à la platine intégratrice est la suivante (en %) : quartz 68,3 ; feldspath 7,3 ; mica 4,9 ; minéral lourd 9,8 ; débris organogènes 9,7.

c) Salinité de l'eau d'imbibition.

La salinité de l'eau d'imbibition n'est jamais très élevée, elle décroît très régulièrement avec la profondeur.

d) Teneur en calcaire.

L'étude minéralogique nous a montré que le sédiment est essentiellement siliceux, la teneur en calcaire y est donc toujours peu importante. C'est seulement à la base de la carotte, où existent de gros fragments organogènes, que la teneur en calcaire augmente notablement. Cependant, par suite de l'importante dimension des débris coquilliers, le dosage ne peut être qu'approximatif.

e) Azote-total.

La teneur en azote-total est toujours faible, elle est cependant un peu plus élevée dans la section où le sédiment devient plus plastique.

Station n° 335, profondeur 875 m.

a) Description du sédiment.

Section de 0,0 à 0,550 m. Sédiment plastique, homogène, non lité ; sur cette section, quelques très rares éléments grossiers irrégulièrement répartis et quelques lits micacés très fins. Couleur : medium dark gray N 4 avec quelques points plus sombres très dispersés.

Granulométrie. Section 0,070 à 0,090 m : sédiment complet de type 8. Fraction sableuse seule courbe de type 7.

Minéralogie des frottis. Section de 0,340 à 0,355 m : quartz en très petits éléments de 20 à 150 μ mal classés. Les très petits grains ont des arêtes vives, mais les grains > 60 μ sont toujours émoussés. Feldspath, biotite et muscovite rares. Minéral lourd : zircon. La composition déterminée

Section de 0,515 à 0,525 m. Quartz, feldspath, biotite et muscovite comme précédemment. Minéraux lourds : zircon, hornblende commune.

Composition minéralogique à la platine intégratrice (en %) : quartz 68,9 ; feldspath 6,9 ; mica 5,2 ; minéraux lourds 9,1 ; petites globigerines et débris organogènes 9,9.

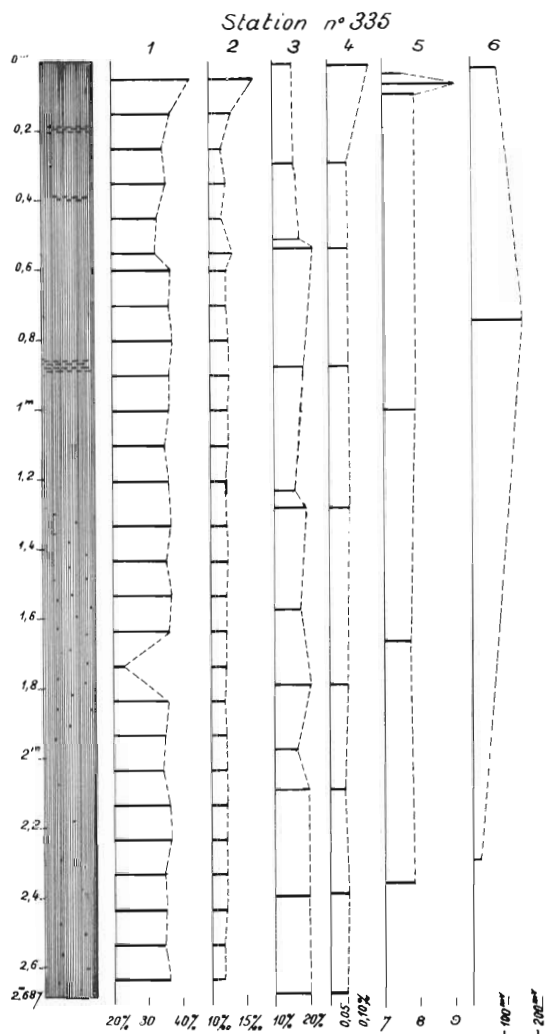


FIG. 9. -- 1. Pourcentage d'eau interstitielle par rapport au poids de sédiment sec. 2. Salinité ‰ de l'eau d'imbibition. 3. Teneur en CO_2 Ca %. 4. Teneur en azote-total %. 5. pH. 6. Potentiel d'oxydo-réduction.

b) Eau interstitielle.

La teneur en eau interstitielle décroît à peu près régulièrement depuis la surface jusqu'à la profondeur de 0,55 m où elle passe par un minimum qui correspond très sensiblement à l'emplacement d'une zone légèrement plus micacée, et surtout plus calcaire (col. 3). À 0,60 m de profondeur jusqu'à 1,63 m la teneur en eau reste toujours supérieure à 36 %.

Un nouveau minimum de la teneur en eau se retrouve à 1,73 m, mais il ne semble pas lié à une variation granulométrique. La teneur en eau reste ensuite à peu près constante jusqu'à la base de la carotte (fig. 9).

Section 0,550 à 1,300 m. Sédiment plastique, homogène, non lité. Quelques rares éléments grossiers irrégulièrement répartis sur toute la longueur. Traînées noires diffuses disséminées dans la masse. Couleur de la masse : light olive gray 5 Y 6/1.

Granulométrie. Section 0,850 à 0,870 m : courbe cumulative de type 7.

Minéralogie. Section 1,230 à 1,240 m : quartz, feldspath, biotite. Minéral lourd : hornblende commune. Composition minéralogique à la platine intégratrice (en %) : quartz 69,4 ; feldspath 7,2 ; mica 4,9 ; minéral lourd 8,7 ; débris organogènes 9,8.

Section 1,300 à 2,687 m. Sédiment plastique sur tout le segment, non lité ; quelques éléments grossiers (< 1 mm), plus nombreux que dans les deux premières sections, irrégulièrement répartis dans la masse. Quelques points noirâtres plus ou moins diffus. Couleur medium gray N 5.

Granulométrie : l'analyse granulométrique a porté sur deux sections 1,620 à 1,660 m et 2,592 à 2,682 m. Le sédiment est un sable très fin de type 7.

Section 1,570 à 1,580 m. Quartz en très fine poussière comme précédemment avec des éléments de 60 à 80 μ plus abondants que dans les sections précédentes.

Composition minéralogique déterminée à la platine intégratrice (en %) : quartz 70,2 ; feldspath 6,9 ; biotite 5,8 ; minéraux lourds 9,0 ; débris organogènes 8,1.

Section 1,967 à 1,977 m. Quartz en fine poussière comme dans la section 1,230 à 1,240 m ; feldspath et biotite rare ; minéral lourd : hornblende commune.

Composition minéralogique déterminée à la platine intégratrice (en %) : quartz 70,0 ; feldspath 7,9 ; biotite 5,0 ; minéraux lourds 10,0 ; débris organogènes 7,1.

c) Salinité.

La salinité la plus élevée s'observe près de la surface, elle diminue assez progressivement jusqu'à la profondeur de 0,25 m puis ensuite elle reste constante jusqu'à la base de la carotte. Une seule augmentation de la salinité correspond à la zone moins riche en eau interstitielle à 0,55 m.

d) Répartition du calcaire.

La répartition du carbonate de chaux est assez capricieuse, elle est comprise entre 15 à 20 % et par conséquent plus élevée que dans la composition minéralogique déduite de l'observation microscopique. Il semble donc assez probable qu'une fraction du Co_3Ca existe sous forme d'une très fine poussière non identifiable au microscope. Les fluctuations de teneur sont imputables à une répartition irrégulière des organismes et peut-être aussi de cette fine poussière calcaireuse.

e) Teneur en azote-total.

La partie supérieure de la carotte présente une teneur en azote-total de 0,12 %, mais ensuite, jusqu'à la base de la carotte la teneur en N_2 reste constante et voisine de 0,05 %.

f) Mesure du pH.

Le pH est toujours supérieur à 7. La zone supérieure de la carotte a un $\text{pH} = 7,5$. A 0,08 m il existe une zone peu épaisse à pH très basique (9,1). Mais à partir de 0,10 m le pH reste inférieur à 8 sur toute la longueur de la carotte.

g) Potentiel d'oxydo-réduction.

Le potentiel d'oxydo-réduction passe par un maximum de -150 mV. à 0,75 m de la partie supérieure de la carotte. Il est très faible (-20 mV) à la profondeur de 2,30 m.

Station n° 350, profondeur 35 m.

a) Description du sédiment.

Section 0,0 à 1,325 m. Sédiment plastique d'apparence homogène mais renfermant cependant un assez grand nombre de petits lits sableux, les plus importants ayant une épaisseur de 5 à 10 mm sont situés aux distances suivantes à partir de la surface : 0,280 - 0,550 - 0,754 - 0,768 - 1,300 - 1,318 m ; un petit lit coquillier à 0,700 m.

Couleur : la masse du sédiment est olive gray 5 Y 4/1 avec des taches plus sombres dont la couleur varie de medium gray N 5 à medium dark gray N 4. Le repérage de ces zones est pratiquement impossible car elles sont très diffuses et d'autre part leur altération à l'air est très rapide.

Granulométrie. La granulométrie varie assez peu dans cette partie de la carotte. Les deux sections analysées aux profondeurs de 0,015-0,055 m et 0,845-0,855 m sont toutes les deux de type 8.

Composition minéralogique des frottis. Trois prélèvements ont été étudiés. Les deux prélèvements à 0,565-0,580 m et à 1,115-1,125 m possèdent exactement les mêmes caractéristiques. Nous les décrivons ensemble.

Quartz en fine poussière avec une dominance nette des grains d'une vingtaine de microns qui sont fréquemment agglomérés par de l'hydroxyde de fer. Le feldspath et le mica sont rares. Minéraux lourds : zircon, hornblende commune, tourmaline.

Composition minéralogique déterminée à la platine intégratrice (en %) : quartz 68,50 ; feldspath 4,40 ; micas 3,80 ; minéraux lourds 7,40 ; débris organogènes 15,90.

Dans le prélèvement à 0,680-0,690 m on observe encore une abondante poussière quartzeuse en éléments d'une vingtaine de microns, mais il existe aussi de nombreux grains de 60 μ . Le feldspath est toujours rare, les éléments micacés sont représentés par de la biotite, de la séricite et de la chlorite. Minéraux lourds : zircon, hornblende commune, tourmaline en petits prismes avec des pointements sans trace d'usure.

Composition minéralogique déterminée à la platine intégratrice (en %) : quartz 59,50 ; feldspath 5,50 ; micas 10,60 ; minéraux lourds 10,00 ; débris organogènes (spicules de spongiaires prédominants) 14,40.

Section de 1,325 à 2,500 m. Sédiment plastique d'apparence homogène, contenant des lits sableux de plus en plus nombreux et épais à mesure que la profondeur augmente. Les principaux lits sableux occupent les positions suivantes : 1,460 - 1,500 - 1,565 - 1,585 - 1,635 - 1,660 - 1,715 - 1,745 - 1,755 - 1,970 - 1,990 - 2,050 - 2,140 - 2,230 - 2,285 - 2,350 - 2,365 - 2,480.

Couleur : la masse du sédiment est olive gray 5 Y 4/1 avec zones de noircissement variable dues aux sulfures (medium gray N 5 à medium dark gray N 4) ; dans la partie de la section comprise entre 2,140 et 2,500 m les zones de noircissement ont totalement disparu.

Granulométrie. Dans la zone de 1,745-1,785 m la courbe cumulative est du type 8. Dans la zone 2,245-2,285 m la courbe cumulative est de type 10.

Composition minéralogique des frottis.

Un prélèvement à 1,337-1,352 m présente les mêmes caractères microscopiques que la section 0,565-0,580 m précédemment étudiée.

Un prélèvement à 1,635-1,645 m présente les caractères suivants : quartz en grains isométriques de 40 à 50 μ très abondants, feldspath très rare. Minéraux lourds : zircon, hornblende commune.

La composition minéralogique déterminée à la platine intégratrice est la suivante (en %) : quartz 62,8 ; feldspaths 5,4 ; micas 10,2 ; minéraux lourds 9,8 ; débris organogènes 11,8.

Un prélèvement à 2,075-2,085 m montre du quartz en grains très petits (20 à 50 μ) accompagnés d'éléments plus volumineux (100 à 200 μ). Le feldspath est peu abondant, la biotite s'observe parfois en grandes lamelles de 200 μ de diamètre. Minéraux lourds : zircon, hornblende commune. Une autre prélèvement à 2,340 m ne présente pas de variation notable.

Composition minéralogique à la platine intégratrice (en %) : quartz 61,2 ; feldspath 6,2 ; micas 10,3 ; minéraux lourds 9,4 ; débris organogènes 12,9.

Section de 2,500 à 3,044 m. De 2,500 à 2,750 m le sédiment est platique et, sensiblement homogène à partir de 2,750 jusqu'à la base de la carotte (3,044 m), il s'enrichit progressivement en éléments micacés et quartzeux et devient sableux. Couleur : olive gray 5 Y 4/1.

La composition minéralogique sera déduite de l'analyse chimique faite dans la zone 2,945-2,960 m.

Granulométrie : à 2,817 m la courbe granulométrique est du type 10 et à la profondeur de 3 m elle est du type 9.

b) Eau interstitielle.

La teneur en eau interstitielle présente ici des variations considérables qui sont manifestement en corrélation étroite avec la granulométrie et peut-être surtout la composition minéralogique, car il apparaît que les lits micacés et quartzeux renferment une quantité d'eau interstitielle plus réduite (fig. 10).

c) Salinité.

Les variations de la salinité sont très remarquablement liées à celles de l'eau interstitielle, mais les fluctuations en sont atténuées. Cependant, de la comparaison des deux courbes, il ressort nettement que lorsque l'eau interstitielle est abondante elle est plus salée que lorsqu'elle est rare.

d) Carbonate de chaux.

La teneur en carbonate de chaux est relativement constante entre 8 et 12 %.

e) Teneur en azote-total.

Elle ne s'écarte pas sensiblement de 0,10 %. Il existe cependant une zone de teneur maximum vers 0,90 m de profondeur qui correspond à un sédiment fortement tacheté et plastique. Un minimum

se trouve vers 2 m de profondeur dans un lit micacé, tandis qu'un second maximum est situé à 2,50 m vers la base du sédiment très plastique.

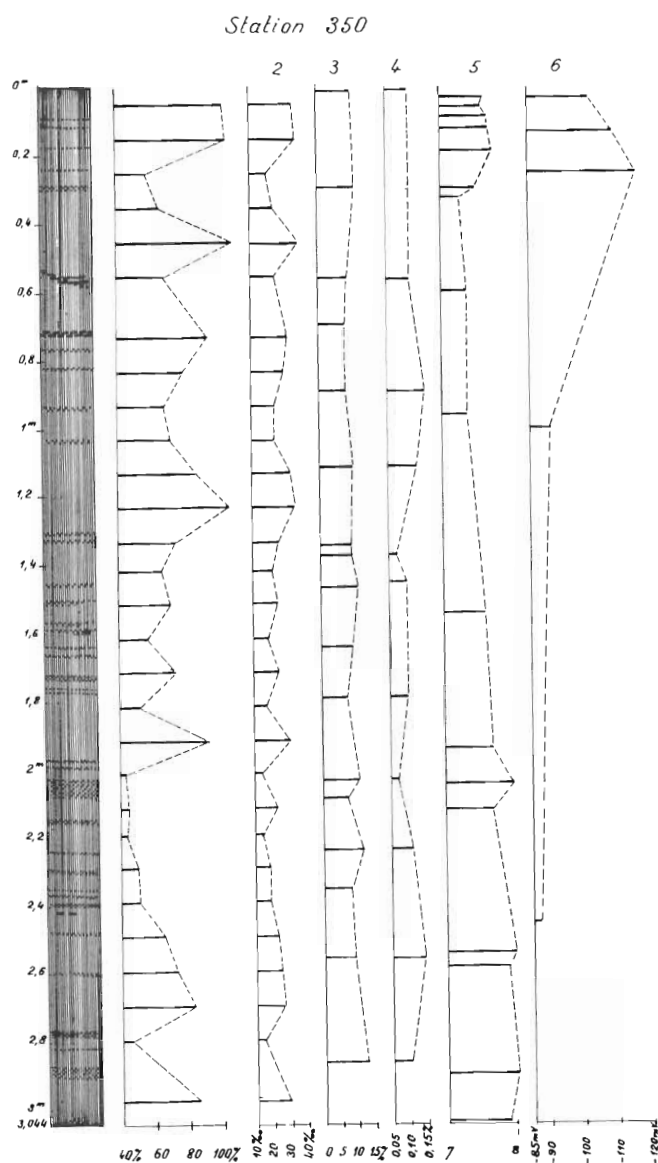


FIG. 10. — 1. Pourcentage d'eau interstitielle par rapport au poids de sédiment sec. 2. Salinité ‰ de l'eau d'imbibition. 3. Teneur en CO_2Ca ‰. 4. Teneur en azote-total ‰. 5. pH. 6. Potentiel d'oxydo-réduction.

s'abaisse aux environs de 15 % lorsque le sédiment devient plus grossier. La salinité de cette eau diminue régulièrement avec l'augmentation du diamètre des grains.

La carotte de la station n° 350 est située à 35 m de profondeur, près de l'embouchure de la Gironde. Le sédiment comporte toujours une importante fraction fine. La teneur en eau interstitielle dépasse parfois 100 % du poids des sédiments secs ; la teneur en sel de cette eau interstitielle est d'autant plus élevée que l'eau est plus abondante dans le sédiment.

f) Mesure du pH.

Le pH est constamment compris entre 7 et 8 unités. Dans la partie supérieure de la carotte, jusqu'à 0,28 m de profondeur le pH est élevé et voisin de 8. Il s'abaisse brusquement à 0,32 m et croît ensuite lentement jusqu'à 1,90 m de profondeur. Il subit ensuite quelques fluctuations, mais reste élevé jusqu'à la base de la carotte.

g) Potentiel d'oxydo-réduction.

Le potentiel d'oxydo-réduction est élevé, dans la partie supérieure de la carotte et il augmente progressivement jusqu'à la profondeur de 0,25 m. Il décroît ensuite et reste faible dans toute la partie moyenne et inférieure de la carotte. Ainsi le potentiel d'oxydo-réduction est élevé dans les sédiments fins de la partie supérieure de la carotte et s'abaisse dès que les lits micacés deviennent plus abondants.

3° COMPARAISON DES TENEURS EN EAU INTERSTITIELLE ET DE LA SALINITE DE CETTE EAU.

La station n° 335 est située sur la pente du talus du plateau continental à une profondeur de 875 m. Sauf dans la partie supérieure où le sédiment contient une fraction fine assez importante, le reste de la carotte est composé de sable très fin. Dans cette carotte, la teneur en eau interstitielle est sensiblement constante sur toute la longueur et voisine de 37 %. La teneur en sel est aussi très constante et de l'ordre de 12 ‰.

La carotte de la station n° 334 est située au bord du talus du plateau continental par 171 m de fond. La teneur en eau ne dépasse pas 28 % dans la zone supérieure où la granulométrie est encore assez fine, mais elle

De ces constatations nous pouvons déduire que :

a) La teneur en eau interstitielle est d'autant plus importante que le sédiment est plus riche en fraction fine. Ce fait était aisément prévisible.

b) Près de l'embouchure de la Gironde (station 350) où la salinité augmente ou diminue comme la quantité d'eau, interstitielle, apparaît une corrélation avec le débit fluvial.

Lorsque le débit fluvial est faible l'apport sédimentaire est surtout constitué d'éléments fins qui se déposent en eau fortement salée.

Lorsque le débit fluvial est important l'apport sédimentaire est plus grossier et retient moins d'eau interstitielle, d'autre part cette eau est moins salée parce que les eaux fluviales dessalent plus fortement l'eau marine côtière.

4° ANALYSES THERMIQUES DIFFERENTIELLES DES SEDIMENTS CAROTTÉS AUX STATIONS 334, 335 ET 350.

Les résultats des analyses thermiques différentielles sont résumés ci-dessous.

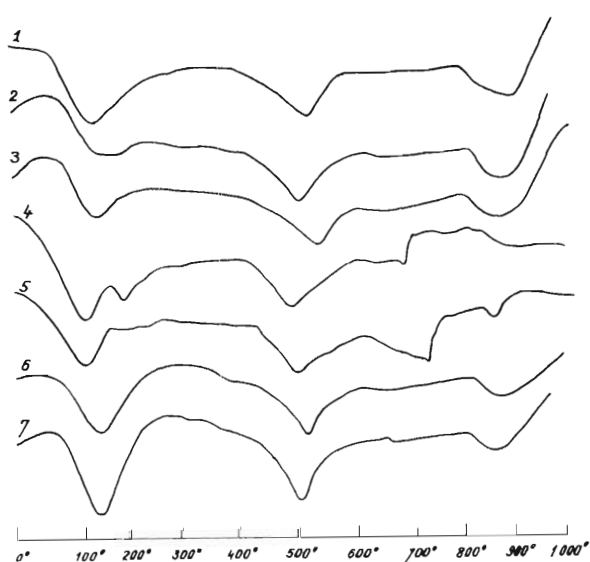


FIG. 11

Station 334.

Courbe 1. - Illite.

Station 335.

Courbe 2. - Section 0,010 à 0,030 m ;
illite avec traces des goethite.

Courbe 3. - Section 1,020 à 1,035 m ;
illite, montmorillonite avec traces de goethite.

Courbe 4. - Section 1,570 à 1,580 m ;
illite avec petite quantité de montmorillonite.

Courbe 5. - Section 2,100 à 2,110 m ;
illite, séricite et traces de montmorillonite.

Station 350.

Courbe 6. - Section 0,095 à 0,110 m ;
illite et hydrargillite.

Courbe 7. - Section 1,352 à 1,367 m ;
illite et traces de goethite.

Dans les trois stations étudiées et sur toute la longueur des carottes, le sédiment est nettement illitique ; les autres minéraux restent toujours extrêmement rares (fig. 11).

Il est à noter que dans les sédiments des stations 334 et 335 il est toujours très difficile d'isoler la quantité d'éléments fins nécessaires à une analyse thermique différentielle, à cause de l'abondance d'une très fine poussière quartzreuse et de la rareté de la fraction argileuse.

Cette opération a été un peu plus facile sur le sédiment de la station 350, qui contient une fraction argileuse plus importante.

5° ANALYSES CHIMIQUES DES SEDIMENTS CAROTTÉS.

a) Observations générales sur les analyses chimiques.

Les analyses chimiques des roches sédimentaires n'offrent pas les mêmes garanties d'exactitude que les analyses des roches éruptives, qui présentent en général une très bonne homogénéité.

Le sédiment n'est pratiquement pas déplacé par le carottage, cependant il est très difficile de contrôler l'homogénéité de la prise d'essai qui sera analysée et d'être certain qu'elle représente bien le type sédimentaire d'une zone définie de la carotte.

Deux méthodes peuvent être envisagées :

1° Faire de nombreux prélèvements de faible importance dans toutes les couches présentant des caractères spéciaux (variations de couleur, de granulométrie, de compacité, etc.) et exécuter sur chaque échantillon un nombre limité de dosages, en général par des méthodes volumétriques ou colorimétriques. Cette méthode se justifie pleinement dans des sédiments argileux ou calcaires très fins, dans lesquels on observe de petits lits hétérogènes dont l'étude peut fournir de précieux renseignements sur la diagénèse.

2° Se limiter à un petit nombre d'analyses chimiques qui seront faites sur les principaux constituants du sédiment. C'est la méthode que nous avons adoptée, elle se justifie par les considérations suivantes : les sédiments qui viennent d'être décrits sont très fortement siliceux, certaines zones paraissent homogènes sur des hauteurs importantes, un examen minutieux des carottes ouvertes suivant leur axe longitudinal nous a permis de nous en assurer ; nous avons en conséquence cherché à préciser les caractères chimiques d'ensemble des principales zones du dépôt.

Nous avons toujours fait un prélèvement initial d'au moins 60 g qui a été passé au broyeur à ailettes. Le produit broyé a été parfaitement homogénéisé au mortier de porcelaine, et nous avons fait un nouveau prélèvement d'environ 5 g qui a été finement broyé au mortier d'agate.

C'est sur ce dernier produit qu'a été faite la prise d'essai de 1 g destinée à l'analyse chimique fractionnée.

Les analyses chimiques ont été fractionnées en deux parties :

1° Fraction soluble dans l'acide chlorhydrique bouillant. La liqueur résultant de cette attaque contient la silice soluble, les carbonates, les oxydes de fer et l'alumine.

2° la fraction insoluble dans l'acide chlorhydrique bouillant est attaquée par fusion au carbonate de soude. Après solubilisation la liqueur contient tous les silicates, sauf ceux de potassium et de sodium qui sont dosés sur une autre prise d'essai.

b) Remarques sur le calcul de la composition chimique.

L'estimation de la composition minéralogique probable des roches sédimentaires est beaucoup plus subjective que celle de la composition chimique des roches éruptives, dont les règles ont été fixées avec précision notamment par A. LACROIX (1933) et exposées à nouveau par DENAEYER (1951). En effet, les résultats pondéraux de l'analyse chimique d'une roche éruptive ne peuvent être minéralogiquement exprimés que par le calcul d'un nombre bien défini de minéraux étalons de formules chimiques choisies pour leur stabilité et leur simplicité.

Rien de tel n'existe pour l'interprétation des résultats des analyses chimiques des roches sédimentaires, où l'on rencontre un groupe important de minéraux plus ou moins hydratés comme la gibbsite, la limonite, etc. Mais la teneur en eau de ces minéraux est parfois instable et les renseignements que nous pouvons tirer de l'interprétation des courbes des analyses thermiques différentielles ne sont pas toujours déterminants, par suite de la faible ampleur des crochets endo- ou exothermiques.

Dans les sédiments actuels notamment, la fraction fine soumise à l'analyse thermique différentielle est souvent mal cristallisée et les crochets sont peu importants ou étalés sur un temps de chauffage beaucoup trop étendu pour permettre une appréciation exacte de la température de réaction.

Ainsi, le calcul de la composition minéralogique probable d'une roche sédimentaire à partir des pourcentages pondéraux offrira deux séries de résultats d'inégale valeur.

La composition minéralogique des silicates (fraction insoluble dans HCl), dont le mode de calcul est inspiré de celui des roches éruptives, présentera les mêmes incertitudes que dans ces analyses, notamment en ce qui concerne le remplacement des micas par des métasilicates : diopside, enstatite... mais c'est une substitution à laquelle tous les lithologistes sont habitués et qui n'entraîne pas d'inconvénient grave.

L'attribution d'alumine au complexe SiO_2 , CaO , qui formerait du diopside, pour en faire de l'anorthite (CaO , Al_2O_3 , 2SiO_2) est assez arbitraire et dépend d'une appréciation des quantités relatives de chaux et d'alumine dont on dispose par rapport à la quantité de silice à répartir. Un examen microscopique des grains peut fournir à cet égard de précieux renseignements, car il est bien évident que l'attribution de la chaux à l'anorthite se justifie seulement dans un sédiment très feldspathique.

Dans l'interprétation des résultats pondéraux de l'analyse de la fraction soluble, la répartition des molécules est encore plus subjective. En ce qui concerne les carbonates de chaux et de magnésie, la répartition est assez simple. Le dosage de CO_2 permet de décider s'il existe ou non du carbonate de fer.

Dans les sédiments que nous avons étudiés, la rareté des sulfures a permis de simplifier les analyses en ce qui concerne le fer, qui a été dosé en Fe_2O_3 .

L'attribution des molécules disponibles à l'illite, la gibbsite, etc., est commandée par la quantité de silice disponible.

En définitive, la composition minéralogique déduite de l'analyse chimique fractionnée a été calculée en tenant compte du résultat de l'analyse thermique différentielle de la fraction fine et de l'examen microscopique de la fraction plus grossière du sédiment. Malgré ces précautions nous ne nous dissimulons pas que cette composition minéralogique ne peut donner qu'une image approchée du sédiment étudié.

c) Composition chimique et composition minéralogique probable (en %).

Stations 334, 335 et 350 (l'ensemble de ces données constitue le tableau 13).

TABLEAU 13

Station 334.

Section 0,220-0,235 m à partir du sommet de la carotte.

COMPOSITION CHIMIQUE		COMPOSITION MINÉRALOGIQUE	
<i>Fraction soluble dans HCl</i>			
SiO_2	0,43	Giobertite	0,84
Al_2O_3	0,73	Calcite	8,30
Fe_2O_3	1,22	Goethite	0,50 12,09
CaO	4,64 11,47	Illite	1,90
MgO	0,38	Gibbsite	0,55
CO_2	4,07		
<i>Fraction insoluble dans HCl</i>			
SiO_2	71,10	Quartz	57,50
Al_2O_3	2,89	Orthose-albite	17,30
Fe_2O_3	0,76	Wollastonite	1,51 78,93
CaO	0,70 78,98	Enstatite } MgO SiO_2	1,30
MgO	0,52	} FeO SiO_2	1,32
$\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$	3,01	H_2O	8,49
H_2O à 105°	0,49		
H_2O à 800°	8,54 9,03		99,51
	99,48		

Station 335.

1° Section 0,090-0,105 m à partir du sommet de la carotte.

COMPOSITION CHIMIQUE			COMPOSITION MINÉRALOGIQUE		
<i>Fraction soluble dans HCl</i>					
SiO ₂	0,62		Giobertite	2,52	
Al ₂ O ₃	1,84		Calcite	16,60	
Fe ₂ O ₃	1,92		Goethite	1,45	24,88
CaO	9,27	23,50	Illite	2,28	
MgO	1,20		Gibbsite	2,03	
CO ₂	8,65				
<i>Fraction insoluble dans HCl</i>					
SiO ₂	53,62		Quartz	48,60	
Al ₂ O ₃	11,28		Orthose	5,56	
Fe ₂ O ₃	1,92		Albite	7,87	
CaO	0,90	69,40	Wollastonite	1,85	72,35
MgO	0,85		Enstatite } MgO SiO ₂	2,10	
K ₂ O + Na ₂ O	1,83		Enstatite } FeO SiO ₂	3,17	
H ₂ O à 105°	2,47		Corindon	3,20	
H ₂ O à 800°	4,31	6,78	H ₂ O		2,48
		99,68			99,71

2° Section 0,885-0,900 m à partir du sommet de la carotte.

COMPOSITION CHIMIQUE			COMPOSITION MINÉRALOGIQUE		
<i>Fraction soluble dans HCl</i>					
SiO ₂	0,80		Giobertite	3,20	
Al ₂ O ₃	1,10		Calcite	17,40	
Fe ₂ O ₃	3,20		Goethite	1,74	26,77
CaO	9,70	25,70	Illite	3,91	
MgO	1,52		Gibbsite	0,62	
CO ₂	9,38				
<i>Fraction insoluble dans HCl</i>					
SiO ₂	50,18		Quartz	17,40	
Al ₂ O ₃	9,62		Orthose-albite	42,90	
Fe ₂ O ₃	1,28		Anorthite	2,78	
CaO	0,50	67,02	Sillimanite	0,81	67,39
MgO	0,36		Hypersthène	3,00	
K ₂ O + Na ₂ O	5,08		Corindon	0,50	
H ₂ O à 105°	2,64		H ₂ O		5,63
H ₂ O à 800°	4,36	7,00			
		99,72			99,79

3° Section 2,400-2,410 m à partir du sommet de la carotte.

COMPOSITION CHIMIQUE			COMPOSITION MINÉRALOGIQUE		
<i>Fraction soluble dans HCl</i>					
SiO ₂	0,90		Giobertite	2,95	
Al ₂ O ₃	1,60		Calcite	17,40	
Fe ₂ O ₃	2,90		Goethite	1,37	27,04
CaO	9,75	25,73	Illite	4,07	
MgO	1,37		Gibbsite	1,25	
CO ₂	9,21				
<i>Fraction insoluble dans HCl</i>					
SiO ₂	51,89		SiO ₂	24,40	
Al ₂ O ₃	8,12		Albite	37,20	
Fe ₂ O ₃	1,44	66,11	Anorthite	0,83	
CaO	0,17		Sillimanite	1,13	66,16
MgO	0,08		Hypersthène	2,60	
K ₂ O + Na ₂ O	4,41		H ₂ O		6,20
H ₂ O à 105°	2,37				
H ₂ O à 800°	5,06	7,43			
					99,40
		99,27			

Station 350.

1° Section 0,175-0,190 m à partir du sommet de la carotte.

COMPOSITION CHIMIQUE			COMPOSITION MINÉRALOGIQUE		
<i>Fraction soluble dans HCl</i>					
SiO ₂	0,30		Giobertite	2,10	
Al ₂ O ₃	2,77		Calcite	8,40	
Fe ₂ O ₃	3,03		Goethite	3,65	18,69
CaO	4,69	16,50	Kaolinite	0,56	
MgO	0,98		Illite	3,98	
CO ₂	4,73				
<i>Fraction insoluble dans HCl</i>					
SiO ₂	54,12		Quartz	42,20	
Al ₂ O ₃	12,72		Albite	17,60	
Fe ₂ O ₃	2,08	74,26	Anorthite	2,78	74,11
CaO	0,58		Sillimanite	7,30	
MgO	0,30		Hypersthène	4,23	
K ₂ + Na ₂ O	4,46		H ₂ O		7,49
H ₂ O à 105°	3,54				
H ₂ O à 800°	5,91	9,45			
					100,29
		100,21			

2° Section 2,945-2,960 m à partir du sommet de la carotte.

COMPOSITION CHIMIQUE			COMPOSITION MINÉRALOGIQUE		
<i>Fraction soluble dans HCl</i>					
SiO ₂	0,19		Giobertite	2,69	
Al ₂ O ₃	5,07		Calcite	9,30	
Fe ₂ O ₃	2,25		Goethite	2,62	22,58
CaO	5,20	19,48	Gibbsite	0,39	
MgO	1,25		Illite	7,58	
CO ₂	5,52				
<i>Fraction insoluble dans HCl</i>					
SiO ₂	60,75		Quartz	50,50	
Al ₂ O ₃	1,54		Orthose	2,78	
Fe ₂ O ₃	2,38		Albite	5,24	67,10
CaO	2,50	68,41	Wollastonite	5,22	
MgO	0,16		Enstatite	3,36	
K ₂ O + Na ₂ O	1,08		H ₂ O		10,00
H ₂ O à 105°	3,91				
H ₂ O à 800°	7,43	11,34			
		99,23			99,68

d) Etude chimique comparative.

Pour permettre une étude comparative, nous réunirons les deux parties des analyses fractionnées.

TABLEAU 14. — Golfe de Gascogne.

	Station 334	Station 335			Station 350	
		1 ^{re} section	2 ^e section	3 ^e section	1 ^{re} section	2 ^e section
SiO ₂	71,53	53,24	50,98	52,79	54,42	60,94
Al ₂ O ₃	3,62	13,12	10,72	9,72	15,49	6,61
Fe ₂ O ₃	1,98	3,84	4,48	4,34	5,11	4,63
CaO	5,34	10,17	10,20	9,92	5,27	7,70
MgO	0,90	2,05	1,88	1,45	1,28	1,41
K ₂ O + Na ₂ O	3,01	1,83	5,08	4,41	4,46	1,08
CO ₂	4,07	8,65	9,38	9,21	4,73	5,52
H ₂ O —	0,49	2,47	2,64	2,37	3,54	3,91
H ₂ O +	8,54	4,31	4,36	5,06	5,91	7,43
Totaux (%) .	99,48	99,68	99,72	99,27	100,21	99,23

Nous avons choisi un certain nombre d'analyses chimiques de roches sédimentaires par rapport auxquelles nous tenterons de mettre en évidence les caractères communs ou les disparités de nos sédiments.

Nous remarquerons tout d'abord que nos sédiments sont beaucoup moins siliceux que les sables quartzeux analysés par ROUKHINE (1, tabl. 15), mais nous noterons d'importantes analogies entre le sédiment de la station 334 et le sable fluviatile des alluvions anciennes d'Ivry (Seine) (2, tabl. 15). Les teneurs en SiO₂, Al₂O₃ et CaO qui sont les plus importantes sont du même ordre de grandeur dans les deux sédiments. Par contre, les teneurs en alcalis et en hydroxyde de fer sont plus élevées dans le sédiment de la station 334.

Nous pouvons encore noter de nombreuses analogies entre le sédiment de la station 350 (1^{re} section) et la grauwaque de Mougodjar U.R.S.S. (3, tabl. 15), les teneurs en SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, K₂O + Na₂O sont du même ordre dans les deux sédiments. La disparité la plus importante concerne le CaO, qui est deux fois plus abondant dans le sédiment du Golfe de Gascogne que dans la grauwaque.

TABLEAU 15
Analyses de comparaison.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO ₂	90,00-94,00	82,70	66,10	68,30	58,83-82,60	52,68-68,50	65,93	69,23	66,24
TiO ₂	0,24- 0,36	0,0	0,70	0,46	0,86- 1,48	0,75- 0,93	0,0	0,0	0,0
Al ₂ O ₃	2,56- 5,40	2,41	15,40	13,63	17,17-19,99	14,77-20,80	10,19	13,34	11,26
Fe ₂ O ₃	0,57- 1,60	0,64	6,80	4,08	5,58- 5,70	3,73-10,66	5,86	7,91	7,51
CaO	0,20- 0,92	7,10	2,30	3,93	2,60- 2,61	0,66- 2,86	0,58	0,46	0,53
K ₂ O	0,35- 0,60	1,05	2,20	1,54	0,21- 0,61	1,75- 3,26	4,88	3,52	2,73
Na ₂ O	0,05- 1,35	0,27	2,60	1,54	3,31- 3,77	0,35- 0,53	1,62	0,91	0,40
MgO		0,21	1,80	2,28	2,03- 2,58	1,28- 1,71	0,23	0,44	0,81
CO ₂		4,40					0,07	0,22	0,73
Mat. org.							2,36	0,0	1,20
H ₂ O — ou H ₂ O	0,72- 1,90	1,40	2,10	4,34	4,06- 6,19	6,51- 7,50	4,16	1,14	4,44
H ₂ O +							4,14	2,94	4,36
Totaux (%).		100,18	100,00	98,56			100,02	100,11	100,21

1. - Sables quartzeux. ROUKHINE, « Bases de la lithologie », tab. 6. Valeurs extrêmes obtenues dans plusieurs analyses.
2. - Sable fluviatile alluvions anciennes d'Ivry (Seine). L. CAVEUX, « Les roches siliceuses », p. 56.
3. - Grauwaque, Mougodjar U.R.S.S. ROUKHINE, tab. 6.
4. - Arkose, versant occidental de l'Oural. ROUKHINE, tab. 6.
5. - Aleurolites, Préoural occidental. ROUKHINE, tab. 6.
6. - Aleurolites, région de Leningrad. ROUKHINE, tab. 6.
7. - Limon, d'Aukora, Portugal. An. Berthois.
8. - Limon, tunnel de Gondarem, Portugal. An. Berthois.
9. - Forte da Arêosa, Portugal. An. Berthois.

La comparaison des sédiments carottés avec les aleurolites du Préoural occidental et de la région de Leningrad nous permet les remarques suivantes :

- a) Les teneurs en SiO₂ de nos sédiments sont incluses dans les limites des valeurs trouvées pour les aleurolites.
- b) Les teneurs en Al₂O₃ de nos analyses sont moins élevées que celles des aleurolites, il en est de même des teneurs en hydroxyde de fer, bien que dans ce dernier cas la disparité soit moins marquée.
- c) Les pourcentages d'alcalins sont assez voisins dans les deux cas.
- d) La proportion de carbonates est beaucoup plus forte dans nos sédiments que dans les aleurolites.

La comparaison des dépôts du Golfe de Gascogne avec les limons aréniques du nord du Portugal (L. BERTHOIS, 1949) met en évidence de nombreuses concordances dans la composition chimique des deux formations. Les teneurs en SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, K₂O + Na₂O, MgO sont du même ordre de grandeur dans les deux cas. Il existe cependant une différence très importante entre les deux formations. C'est la présence de 5 à 10 % de CaO dans les sédiments marins étudiés, tandis que dans les dépôts continentaux qui leur sont comparés, la teneur en CaO n'excède pas 0,5 %. Cet écart nous montre que les sédiments du Golfe de Gascogne ont une composition chimique de type silico-alumineux analogue à celle des limons. Leur teneur en CaO est seulement un peu plus élevée, tandis que la teneur en SiO₂ subit une diminution corrélative.

Sans tirer des conclusions définitives de ces constatations, nous retiendrons cependant, dès maintenant, que les organismes calcaires planctoniques ou benthiques incorporés à un tel sédiment l'enrichissent en CaO. Cependant, si nous admettons provisoirement cette hypothèse, elle implique qu'originellement le sédiment était très pauvre en chaux et, que la conservation des organismes calcaires incorporés au sédiment devait être très précaire dans un milieu aussi fortement siliceux.

6° ETUDE DES FORAMINIFÈRES POUR LES CAROTTAGES DES STATIONS 334, 335 ET 350.

Les résultats de l'étude micropaléontologique sont indiqués dans le tableau 16.

Les nombres portés dans chaque colonne représentent le nombre d'individus de chaque espèce par centimètre cube d'échantillon lavé.

a) Discussion des résultats.

Les trois carottes étudiées dans ce travail renferment des faunes de Foraminifères très différentes, qui ont été examinées tant au point de vue qualitatif qu'au point de vue quantitatif. En ce qui concerne le premier point on constate une variation spécifique importante en liaison étroite avec la profondeur marine au lieu du carottage. En ce qui concerne le second point on remarque que le nombre des individus varie à l'intérieur d'une même carotte avec la position verticale de la fraction du sédiment inventorié.

1° Carotte de la station 350.

Elle provient d'une profondeur sous-marine de 35 m, et contient de ce fait presque uniquement des Foraminifères benthiques à test calcaire, de zone littorale. Ceux-ci appartiennent à quelques espèces bien connues : (sauf *Quinqueloculina aquitaniensis* n. sp.), *Rotalia beccarii*, *Bulimina subulata* et *B. elongata*, *Cibicides advenum*, *Planorbulina mediterraneensis*, *Elphidium lidoense*, *Nonion depressulum*.

Toutefois, la répartition verticale des individus à l'intérieur de la carotte est assez irrégulière. Les échantillons compris entre 55 et 95 mm et entre 690 et 730 mm ne renferment aucune coquille, ceux provenant de 1 465 à 1 505 mm et de 2 035 à 2 075 mm contiennent une faune pauvre en espèces, mais riche en individus (notamment *Rotalia beccarii* et *Quinqueloculina aquitaniensis* n. sp.) et la portion de carotte 2 035-2 075 mm est de nouveau dépourvue de Foraminifères.

On peut penser qu'à cette station située près de l'embouchure de la Gironde, les variations du débit du fleuve qui provoquent, en période de crue, une dessalure des eaux marines et un apport important de sédiments, influent fortement sur les conditions de vie de la microfaune et sont sans doute responsables de l'absence de coquilles à certains niveaux ; toutefois, pour être affirmatif il faudrait entreprendre l'étude d'un plus grand nombre d'échantillons, ce que nous n'avons pu faire.

La nature du sédiment qui contient ces Foraminifères et qui constitue le substratum sur lequel ils vivaient, joue certainement un rôle très important dans leur écologie. La portion supérieure de la carotte est une vase fine riche en quartz et mica ; la portion inférieure, plus grossière, renferme encore une grande proportion de mica et de gros grains de quartz roulés ; l'une comme l'autre semblent impropres à la vie des Foraminifères, qui sont toujours extrêmement rares sinon inconnus dans de tels sédiments.

La partie moyenne de la carotte est beaucoup plus sableuse et aussi moins micacée ; assez riche en débris coquilliers, elle représente un milieu favorable à la pullulation de quelques formes (*Rotalia beccarii* par exemple) mais reste encore dans son ensemble peu propice au développement de la plupart des espèces.

2° Carotte de la station 335.

La profondeur de ce carottage (875 m) explique l'allure générale de la faune rhizopodique qu'il contient. Nous avons examiné six échantillons entre 30 mm et 2 672 mm et tous sont caractérisés par l'abondance des individus pélagiques et la rareté des individus benthiques. Les premiers n'ont aucune relation avec la nature du fond puisqu'il s'agit d'animaux appartenant au plancton, flottant

TABLEAU 16 (suite)

Numéro de la station et profondeur	335 (875 m)						334 (171 m)			350 (35 m)				
	0.03 à 0.07	0.300 à 0.340	0.54 à 0.59	0.81 à 0.85	1.58 à 1.62	2.632 à 2.672	0.14 à 0.18	0.41 à 0.45	0.725 à 0.765	0.055 à 0.095	0.69 à 0.73	1.465 à 1.505	2.035 à 2.075	2.960 à 3.060
<i>Bolivina robusta</i> BRADY							8							
<i>Bolivina spathulata</i> (WILLIAMSON)	12						5		6					
<i>Bolivina striatula</i> CUSHMAN	1						1							
<i>Bolivina subaenariensis</i> CUSHMAN	55													
<i>Uvigerina finsterrensis</i> COLOM	160	8				5	50	6	11					
<i>Uvigerina mediterranea</i> HOFKER	15					14								
<i>Uvigerina peregrina</i>	12						40	18	15					
<i>Uvigerina</i> sp.	1													
<i>Rectuvigerina phlegeri</i> Y. LE CALVEZ (n. sp.)													6	
<i>Angulogerina angulosa</i> (WILLIAMSON)	5						2		2					
<i>Angulogerina carinata</i> (CUSHMAN)							2		1					
<i>Angulogerina elongatastrata</i> COLOM						4								
<i>Angulogerina</i> sp.							1							
<i>Siphogasterina columellaris</i> (BRADY)	12													
<i>Discorbis globularis</i> D'ORBIGNY									2					
<i>Discorbis vitarobocaeus</i> D'ORBIGNY	1													
<i>Discorbis</i> sp.	1													
<i>Valculinaria cf. mexicana</i> PARKER					2				2					
<i>Gyrogonina orbicularis</i> (D'ORBIGNY)							6		4					
<i>Gyrogonina soldanii</i> D'ORBIGNY							2		1					
<i>Epanides frigidus</i> (CUSHMAN)								5	2					
<i>Rotulus bocourri</i> LENOË	1	2					15	24	24		120		1065	
<i>Epiostomina elegans</i> (D'ORBIGNY)	6					4								
<i>Cassidulina cassa</i> D'ORBIGNY						2	18	13	15					
<i>Cassidulina carinata</i> PLEBBER ET PARKER								2						
<i>Cassidulina islandica</i> NÖRVANG						4								
<i>Cassidulina levigata</i> D'ORBIGNY	112	160	20	25	64	88	1880	345	2225					
<i>Globigerina borealis</i> BRADY	8	105	210	300	330	560	12	196	20					
<i>Globigerina bolivoides</i> D'ORBIGNY	110	210	270	240	360	590	32	45	45		1		20	
<i>Globigerina dubia</i> BRADY	55	25	30	86	50	22	57	80	76					
<i>Globigerina inflata</i> D'ORBIGNY	40	8					46	6	50				2	
<i>Globigerinella siphonifera</i> (D'ORBIGNY)	2						2		6				2	
<i>Globihoricoides conglobatus</i> (BRADY)	12						2		16					
<i>Globihoricoides ruber</i> (D'ORBIGNY)	5					4	2	1	6		1			
<i>Orbulina universa</i> (D'ORBIGNY)	90						14		15				4	
<i>Cassidulinina variosa</i> BRADY ET CHKA	1						4	8	1					
<i>Globorotalia varicosus</i> (D'ORBIGNY)	12						5							
<i>Globorotalia truncatelloides</i> (D'ORBIGNY)	14						7		15					
<i>Anomalina balthica</i> (SCHROEDER)	52						112	40	135					
<i>Cibicides actosum</i> (D'ORBIGNY)					2				1		1		50	
<i>Cibicides barosonus</i> (D'ORBIGNY)							6		2					
<i>Cibicides pseudoungerianus</i> CUSHMAN	12						30	35	22					
<i>Cibicides refalgensis</i> (MOSYKOTER)									2					
<i>Cibicides</i> sp.	1													
<i>Planorbulina mediterraneis</i> D'ORBIGNY											12		50	

passivement, et transportés par les courants, les marées, les vagues. Ils sont en général très nombreux, mais répartis seulement dans quelques espèces. Leur distribution verticale dans la carotte est assez surprenante, surtout en ce qui concerne *Globigerina borealis* qui passe de 8 spécimens dans la section comprise entre 30 et 70 mm à 560 spécimens dans la section la plus inférieure.

Il semblerait donc que cette espèce, surtout connue dans les eaux froides, et rare actuellement dans le Golfe de Gascogne, ait présenté autrefois une certaine abondance dans cette même zone de l'océan Atlantique. Nos connaissances actuelles sur l'écologie de *G. borealis* sont encore très faibles, mais il est toutefois permis d'avancer l'hypothèse d'un réchauffement de la mer dans le Golfe de Gascogne au cours de la période pré-actuelle, réchauffement qui aurait reculé plus au nord la limite d'extension de cette espèce. Cette hypothèse semblerait encore confirmée par la localisation dans la fraction supérieure de la carotte, à l'exclusion de toute autre, de formes pélagiques considérées comme caractéristiques des eaux tempérées chaudes (*Globorotalia canariensis*, *G. truncatulinoides*).

Les individus benthiques récoltés dans ces mêmes échantillons sont assez rares et peuvent se subdiviser en deux catégories, les formes à test arénacé et les formes à test calcaire.

Les formes à test arénacé ne sont représentées que par des fragments et il a été impossible de les compter, elles appartiennent aux genres *Hyperammina* (il s'agit probablement de *H. friabilis*) et *Rhabdammina* (*R. inaequalis*, *R. linearis*) auxquels s'ajoutent quelques *Miliolidae* (*Sigmoilina schlumbergeri*).

Les formes calcaires sont surtout des *Cassidulinidae*, des *Buliminidae* (principalement les genres *Uvigerina* et *Bulimina*) quelques *Miliolidae* et *Anomalinidae*, chaque espèce ne comportant qu'un petit nombre d'individus.

3^e Carotte de la station 334.

Ce carottage effectué par 171 m de fond a donné des sédiments contenant une faune de Foraminifères benthiques relativement profonde, à laquelle se joignent quelques éléments pélagiques. On y reconnaît en effet un grand nombre de *Cassidulina*, des *Anomalina balthica*, des *Uvigerina*, qui vivent couramment dans cette zone et à côté de ces formes caractéristiques, des *Lagenidae*, *Nonionidae*, *Miliolidae*, *Buliminidae*, *Rotaliidae* et *Anomalinidae*, formes représentées par un certain nombre d'espèces ubiquistes plus ou moins riches en individus.

La répartition de ces coquilles dans les trois portions de la carotte est assez anarchique ; la plupart sont concentrées, dans les parties inférieures et supérieures, aux dépens de la zone moyenne moins peuplée ; quelques autres (en particulier *Nonionella*) sont absentes de la portion supérieure, fréquentes dans la portion moyenne, et deviennent très rares dans la portion inférieure.

Il est difficile d'expliquer cette distribution, sinon par une variation des conditions écologiques du milieu au cours de la sédimentation. Quant aux formes pélagiques, elles sont mieux représentées génériquement que spécifiquement.

Etude de la répartition des principales formes pélagiques et benthiques dans les carottes des stations 334 et 335.

Les deux stations ne sont distantes que d'environ 20 milles l'une de l'autre, mais la station 334 est située à l'extrême bord du plateau continental (profondeur 171 m) tandis que la station 335 est située sur le talus à 875 m de profondeur. Nous comparerons, dans le tableau 17, les fréquences relatives des principales formes pélagiques et benthiques.

Les deux stations sont situées, nous l'avons dit, à moins de 20 milles l'une de l'autre. En outre, la station 334 est à 40 milles de la côte et la station 335 à 50 milles. On peut donc considérer que les conditions de vie des Foraminifères planctoniques sont semblables dans les deux cas.

On constate, en effet, que jusqu'à 0,54-0,59 du sommet des deux carottes les proportions des formes planctoniques restent en bonne concordance, tant pour *Globigerina borealis* BRADY que pour l'ensemble des Globigerines.

Mais à 0,72-0,76 (station 334) le nombre des Foraminifères planctoniques diminue brusquement tandis que les Foraminifères benthiques (*Cassidulina laevigata* D'ORB.) tiennent une place considérable dans la microfaune. D'autre part, les Cassidulines sont toujours beaucoup moins abondantes à la station 335 qu'à la station 334.

Ce fait ne peut s'expliquer par la nature minéralogique ou chimique du fond, puisque les sédiments de la station 335 sont plutôt un peu plus calciques que ceux de la station 334.

L'existence de courants de turbidité provoquant une sédimentation plus rapide sur la pente ne peut être invoquée, parce que ces dépôts influeraient aussi sur le pourcentage des formes planctoniques tombées au fond, ce qui n'est pas le cas.

TABEAU 17

Distance au sommet de la carotte	Station 334 (171 m)			Station 335 (875 m)		
	1	2	3	1	2	3
0,03-0,07				8	213	112
0,14-0,18	12	147	1 880	105	348	160
0,30-0,34						
0,41-0,45	196	327	345			
0,54-0,59				210	810	20
0,72-0,76	20	191	2 225			
0,81-0,85				300	626	25
1,58-1,62				330	740	64
2,63-2,67				560	1 172	88

Colonne 1. - Répartition de *Globigerina borealis* BRADY.
 Colonne 2. - Nombre total des Foraminifères planctoniques.
 Colonne 3. - Fréquences de *Cassidulina laevigata* D'ORBIGNY.

L'existence d'une remontée des eaux froides de la profondeur affecterait aussi bien la station à 875 m que celle placée à l'extrême bord du plateau continental.

Il faut donc penser que sur des fonds de nature lithologique à peu près semblable *Cassidula laevigata* D'ORB. se développe moins facilement et moins rapidement à 875 m qu'à 171 m de profondeur, peut-être tout simplement par suite de la moins grande abondance de la nourriture à une profondeur importante (J. LE CALVEZ, 1953).

Cependant, l'abondance de cette espèce à 171 m de profondeur sur un sol fortement siliceux, donc assez peu propice à sa prolifération, nous paraît impliquer une sédimentation peu active dans la région de bordure du plateau.

b) Description systématique de quelques formes nouvelles.

Famille des Miliolidae

***Quinqueloculina aquitaniensis* n. sp.** Y. LE CALVEZ (pl. I, fig. 3, 4, 5)

Test quinqueloculin, généralement de petite taille, allongé, à section en forme de triangle arrondi. Loges séparées par des sutures peu marquées, la dernière toujours très embrassante. Paroi lisse, brillante, porcelanée. Bouche au ras du test, bordée d'une petite lèvre pourvue d'une courte dent aplatie.

Dimensions : longueur : 0,50 mm ; largeur : 0,30 mm.

Holotype : Golfe de Gascogne, station 350, profondeur 35 m.

Rencontrée dans les trois carottes étudiées, cette espèce n'est vraiment abondante qu'à la station 350 (35 m de profondeur), ce qui indique sa préférence pour les faciès littoraux.

C'est une forme que l'on peut placer parmi les Quinqueloculines à test lisse et brillant non caréné, à côté de *Q. seminulum*, avec laquelle elle offre une certaine ressemblance. Elle se rapproche également beaucoup de *Quinqueloculina sp. A* (BOLTOVSKOY, Foraminiferos del Golfo San Jorge. - Rev. Inst. Sc. Nat. Argentina, t. 3, n° 3, 1954, p. 126, pl. 1, fig. 11 a, b, c) avec toutefois un aspect moins anguleux et une dent différente, courte et aplatie. *Q. aquitaniensis* doit présenter une localisation géographique assez restreinte, car elle semble n'avoir été rencontrée par aucun auteur, pas plus en Océan atlantique et Mer celtique qu'en Méditerranée.

Famille des *Nonionidae*

Nonion parkeri n. sp. Y. LE CALVEZ (pl. I, fig. 13, 14)

Nonion barleeaanum, F. PHLEGER, F. L. PARKER et J. F. PEIRSON, non WILLIAMSON. (North Atlantic Foraminifera. - Rep. of the swedish Deep. sea Exp., 1953, vol. 7, n° 1, p. 30, pl. 6, fig. 4.)

La portion supérieure (30-70 mm) de la carotte provenant de la station 335 renferme sept individus qui semblent assez bien correspondre au dessin de *Nonion barleeaanum* donné par PHLEGER, PARKER et PEIRSON dans leur travail sur les Foraminifères de l'Atlantique nord. Toutefois, l'interprétation de ces auteurs ne concorde pas exactement avec celle de WILLIAMSON, qui décrit et figure une coquille de forme générale peut-être analogue, mais d'ornementation très différente.

En effet, l'espèce typique possède des sutures arquées, non limbées, alors que PHLEGER, PARKER et PEIRSON ont représenté de larges sutures fusionnant autour de l'ombilic en un anneau de calcaire vitreux.

Déjà LOEBLICH et TAPPAN (Studies of arctic Foraminifera. - Smith. Miscel. coll., vol. 121, n° 7, 1953) avaient constaté une grande confusion dans la détermination de *N. barleeaanum*, et BOLTOVSKOY, qui fait les mêmes remarques, semble avoir retrouvé (Foram. del. Golfo San Jorge. - Rev. Inst. nac. de Inv. Cien. Nat., Buenos Aires, t. 3, n° 3, 1954, p. 164, pl. VII, fig. 3, a, b), des coquilles s'apparentant de très près à l'espèce de WILLIAMSON.

Nous pensons donc qu'il est souhaitable de séparer nos individus de *N. barleeaanum* et nous proposons pour eux le nom de *Nonion parkeri* en hommage à F. L. PARKER, avec la diagnose suivante :

Test planispiral assez comprimé, à périphérie arrondie constitué par des loges (12 à 15 au dernier tour) augmentant très peu de taille. Sutures au ras du test, très fortement limbées, fusionnant en un anneau entourant un ombilic petit mais déprimé. Les sutures et la zone périombilicale, formées de calcaire brillant, tranchent sur le reste de la coquille finement perforé. L'ouverture en pente linéaire arquée, bordée d'une très petite lèvre, est placée à l'aisselle de la dernière loge et du tour précédent.

Dimensions : diam. 0,30 mm ; épaisseur : 0,12 mm.

Holotype : Golfe de Gascogne, station 335, profondeur 875 m. *N. parkeri*, assez voisine de *N. umbilicatum*, s'en distingue cependant par un test plus comprimé, un plus grand nombre de loges, des sutures très largement limbées et un ombilic plus étroit. Elle semble préférer les zones profondes : PHLEGER, PARKER et PEIRSON l'ont trouvée à plus de 2 000 m et dans nos échantillons nous ne la connaissons qu'à 875 m.

Famille des *Buliminidae*

Rectuvigerina phlegeri n. sp. Y. LE CALVEZ (pl. I, fig. 11)

Rectuvigerina sp., F. PHLEGER, F. L. PARKER et J. F. PEIRSON. (North Atlantic Foraminifera. - Rep. of the swedish Deep sea Exp., 1953, vol. 7, n° 1, p. 38, pl. 8, fig. 8.)

Test de petite taille allongé, à section transversale circulaire constitué par un stade initial trisérié suivi par un long stade bisérié terminé chez l'adulte par une ou deux loges unisériées. Paroi calcaire, ornée d'une très fine striation interrompue aux sutures. Ouverture terminale, ronde, portée par un léger col et entourée d'une lèvre. Cette ouverture montre le départ d'un tube interne reliant les différentes loges.

Dimensions : longueur : 0,5 mm ; largeur : 0,12 mm.

Holotype : Golfe de Gascogne, station 350, profondeur 35 m.

Cette espèce à laquelle nous donnerons le nom de *phlegeri* a été signalée par PHLEGER, PARKER et PEIRSON, sous le seul nom générique de *Rectuvigerina* sp. au large des côtes d'Afrique, à une profondeur de 4 280 m et dans un seul prélèvement. Les échantillons que nous lui rapportons proviennent de la station 350 à 35 m seulement de profondeur et dans la section 2 035-2 075 mm.

Il paraît difficile d'admettre qu'il puisse s'agir de la même espèce, et pourtant la similitude entre les deux formes est évidente. Peut-être cette différence de localisation est-elle due à une question de température. Les *Uvigerines* sont des animaux préférant les eaux froides, et qui suivant la température de la mer se rencontrent à des profondeurs variables. C'est ainsi qu'HÖGLUND a trouvé dans le Guelmar fjord, à 45 m de profondeur, des *Uvigerina* qui vivent dans la Mer celtique à 210 m et dans le Golfe de Gascogne à 875 m. En ce qui concerne *Rectuvigerina phlegeri*, on peut donc penser que les conditions biologiques qui lui sont nécessaires se sont trouvées réalisées dans des zones très profondes de la côte d'Afrique et dans une région plus superficielle de la côte française. On ne peut exclure naturellement l'hypothèse d'un transport des coquilles, il faut cependant noter que ces formes se rencontrent dans la partie inférieure de la carotte, et dans un seul gisement.

R. phlegeri présente des analogies fort lointaines avec *R. multicostata* chez qui le stade unisérié est très développé et l'ornementation plus grossière, et avec *Hopkinsina compressa* (CUSHMAN) au test comprimé de section ovale, et d'allure beaucoup plus irrégulière.

Uvigerina sp.

L'échantillon correspondant au secteur 0,03-0,07 mm de la carotte prélevée à la station 335 (profondeur 875 m) renferme un seul individu de cette très belle *Uvigerina*, qui, si elle montre quelques analogies avec *U. nodosa* D'ORBIGNY, s'en éloigne cependant par son aspect élancé et la forme de ses loges, très effilées à leur extrémité.

Angulogerina sp.

Ici encore nous ne disposons que de deux individus qui correspondent peut-être à l'*Angulogerina carinata* CUSHMAN var. *vana* TODD (Allan Hancock Pacif. Exp., 1948, vol. 6, n° 5, p. 287, pl. 35, fig. 10). La disposition des loges de nos coquilles correspond exactement à celle de la var. *vana*, mais la carène et l'ornementation sont beaucoup moins prononcées. Il se pourrait que si cette variété décrite de l'Océan pacifique se rencontre dans l'Océan atlantique, elle possède une ornementation plus légère.

Famille des *Rotaliidae*

Discorbis sp. (pl. I, fig. 1, 2)

Nous avons recueilli à la station 335 (profondeur 875 m) un Foraminifère correspondant très exactement au dessin donné par BRADY pour *Discorbis bertheloti* var. *baconica* HANTKEN. Ce dessin ne semble ni s'apparenter au *Discorbis bertheloti* de D'ORBIGNY, ni représenter la « *Discorbina baconica* » de HANTKEN, mais figurer une coquille de position systématique incertaine. En effet, si la face dorsale, avec son dernier tour de loges, rejoint les *Cibicides*, la face ventrale, avec ses chambres disposées comme chez certains *Discorbis*, s'éloigne des *Anomalinidæ*. L'ouverture qui paraît dorso-marginale sur la figure de BRADY n'est absolument pas visible sur l'échantillon unique que nous possédons. Il ne nous est donc pas possible de préciser la position systématique de cette espèce, et nous souhaitons que d'autres chercheurs, retrouvant des coquilles analogues, parviennent à une exacte détermination.

Famille des *Globigerinidae*

Globigerina borealis BRADY

Globigerina bulloides D'ORBIGNY « Arctic variety » BRADY (Ann. Mag. Nat. Hist., 1878, sér. 5, vol. 1, p. 435, pl. 21, fig. 10).

Globigerina bulloides D'ORBIGNY var. *borealis* BRADY (id., 1881, sér. 5, vol. 8, p. 412).

Globigerina bulloides borealis BRADY (J. KANE : Microp., 1953, vol. 7, n° 3, p. 32, pl. 2, fig. 26-27).

Globigerina pachyderma BRADY, non EHRENBERG (Challenger, 1884, vol. 9, p. 600, pl. 114, fig. 19-20).

Comme l'a bien souligné J. KANE, ce Foraminifère a été et est encore très souvent nommé *G. pachyderma* EHRENBERG, parce que BRADY l'a très bien représenté sous ce nom dans les « Challenger reports ». En effet, si on se reporte à la figure initiale d'EHRENBERG, on ne trouve aucune ressemblance entre un dessin très vague et la petite forme globuleuse que les auteurs appellent *pachyderma*. Il est impossible de savoir à quoi correspond l'espèce qu'EHRENBERG avait ainsi baptisée, alors que la variété *borealis* de *Globigerina bulloides* est fort bien décrite et figurée par BRADY. Mais en réalité il s'agit plus que d'une variété : *G. borealis* est une entité spécifique certaine, avec son test petit, globuleux, très compact, ses loges à peine séparées les unes des autres, tant les sutures sont peu visibles, son ouverture bordée d'une lèvre bien marquée, caractères qui l'éloignent considérablement de *G. bulloides*, chez qui on voit des chambres bien individualisées, séparées par des sutures déprimées et une large ouverture arquée dépourvue de lèvre. On la considère comme caractéristique des eaux froides, et elle a été signalée dans les zones arctiques. Dans nos échantillons, elle abonde dans les sections les plus inférieures de la carotte 335 et se montre très rare dans la section tout à fait supérieure de cette même carotte. Elle existe également, mais avec une fréquence plus faible, dans les sédiments de la carotte 350.

Globigerinella siphonifera (D'ORBIGNY) (pl. I, fig. 6, 7)

Globigerina siphonifera D'ORBIGNY (Foraminifères de Cuba, 1839, p. 83, pl. IV, fig. 15-18).

La préparation type de cette espèce, retrouvée au Muséum d'Histoire naturelle de Paris, contient un individu encore en très bon état qui appartient sans aucun doute aux *Globigerinella* et semble très voisine de la *G. equilateralis* de BRADY. Malheureusement le dessin de D'ORBIGNY n'est guère ressemblant et la parenté qui unit ces deux formes est passée totalement inaperçue. Un examen du type de BRADY permettrait même peut-être de les homologuer, mais dans l'état actuel de nos connaissances il est, semble-t-il, préférable de les maintenir toutes deux.

Nous en avons trouvé quelques exemplaires, tous conformes à l'individu de D'ORBIGNY, dans les carottes 334, 335 et 350.

7° ETUDE DES SEDIMENTS RECUEILLIS AUX STATIONS 356, 370, 371 ET 372.

Les sédiments qui ont été carottés à ces quatre stations sont constitués par des sables parfois grossiers, souvent peu agglomérés. Il est impossible d'extraire ces dépôts de la gaine intérieure du carottier sans provoquer une importante perte de l'eau interstitielle, c'est pourquoi nous avons renoncé aux dosages qui ont été faits sur les autres échantillons carottés.

L'étude de ces quatre carottages se limitera donc à la description des sédiments et à leur analyse granulométrique.

Station n° 356, profondeur 112 m.

1° *Section de 0 à 2,260 m.* Sédiment sableux sans plasticité paraissant identique sur toute la hauteur de la section. Fond de couleur homogène intermédiaire entre dark greenish gray 5 G Y 4/1 et grayish olive 10 Y 4/2. Les débris organogènes se détachent en clair sur ce fond.

Granulométrie.

Distance à la partie supérieure de la carotte (en m).	0,0 à 0,18	0,180 à 0,340	0,340 à 0,480	0,480 à 0,580	0,650 à 0,770	0,770 à 0,870	0,870 à 0,970	0,970 à 1,140	1,140 à 1,280
Type de courbe	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Distance à la partie supérieure de la carotte (en m).	1,240 à 1,420	1,420 à 1,530	1,530 à 1,640	1,640 à 1,740	1,740 à 1,900	1,900 à 1,950	1,950 à 2,140	2,140 à 2,260	
Type de courbe	7	7	7	7	7	6	6	6	

2° *Section de 2,260 à 2,550 m.* Sédiment sableux très légèrement plastique, avec lits de coquilles brisées. Couleur dark greenish gray 5 G Y 4/1 avec lits ou traînées à contour diffus, de couleur comprise entre light olive gray 5 Y 6/1 et greenish gray 5 G Y 6/1.

Granulométrie (fig. 12).

Distance à la partie supérieure de la carotte (en m)	2,260 à 2,450	2,450 à 2,550
Type de courbe	6	6

3° *Section de 2,550 à 3,939 m.* Sédiment sableux sans plasticité avec des lits de coquilles brisées d'importance variable. Couleur uniforme : greenish gray 5 G Y 6/1.

Granulométrie.

Distance à la partie supérieure de la carotte (en m)	2,550 à 2,627	2,627 à 2,857	2,857 à 2,977	2,977 à 3,087	3,087 à 3,227	3,227 à 3,417	3,417 à 3,567	3,567 à 3,697	3,697 à 3,817	3,817 à 3,939
Type de courbe	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

Entre 0,0 m et 1,90 m le sédiment est constamment de type 7. A partir de 1,90 m jusqu'à la base de la carotte, les courbes sont de type 6 ; cette modification n'est pas due à une variation granulométrique de la fraction minérale, mais à la présence de débris coquilliers assez volumineux.

En résumé, la sédimentation est très régulière et homogène sur une hauteur de près de 4 m.

Station 356

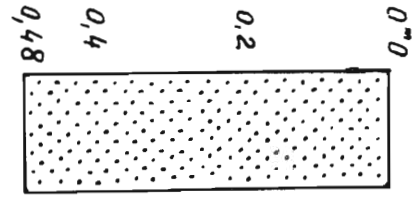
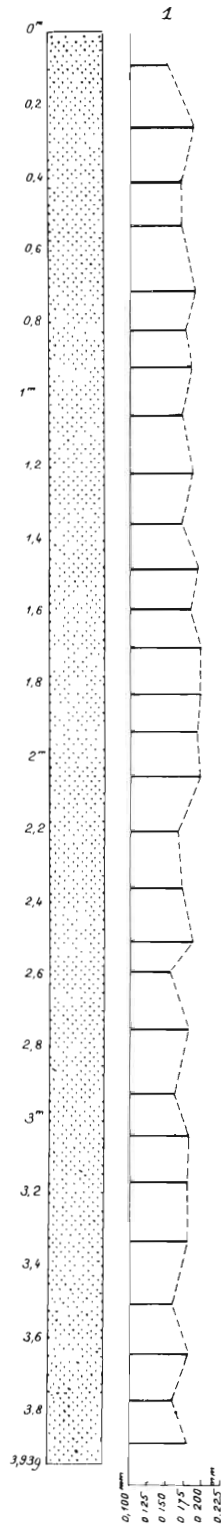


FIG. 13. — Station 370.
Diamètre du grain moyen du sable.

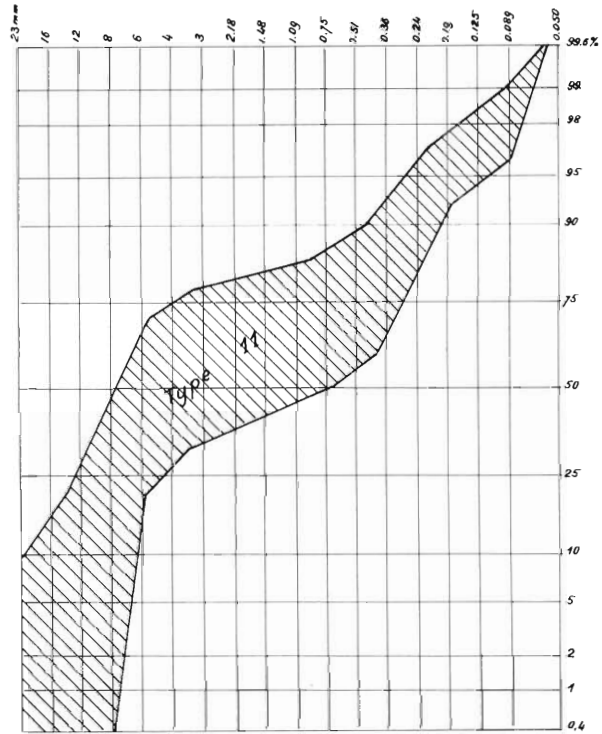


FIG. 14

FIG. 12. — 1. Diamètre du grain moyen du sable
(noter les faibles variations de cette valeur).

Station n° 370, profondeur 106 m.

Le carottier équipé d'un tube de 5 m avait été coiffé du cône lesté, mais un serrage insuffisant du cône a permis au carottier de se vider presque totalement à la remonté. Il n'a été recueilli qu'une fraction de carotte de 0,48 m de longueur.

Granulométrie : la courbe est du type sable de dune (fig. 13).

Station n° 371, profondeur 104 m.

Cette carotte a une texture complexe, elle présente la succession en « graded bedding » (LEITH, 1913) ; une bibliographie très complète de la question a été donnée récemment par M. J. GRAINDOR (1957).

Ces alternances granulométriques de sédiments fins et dépôts grossiers avec des transitions relativement brusques ou au contraire très nuancées sont extrêmement fréquentes dans les dépôts estuariens de la Loire, où je les ai déjà observées dans un grand nombre de carottages.

1° **Section de 0,0 à 0,64 m.** Le dépôt débute en surface par une zone très riche en Turritelles dans un sable fin, de 0,00 à 0,02 m.

Vient ensuite une zone sableuse à texture partiellement détruite au cours de l'extraction de la gaine interne du carottier ; on y remarque des débris de Turritelles plus ou moins abondants.

Granulométrie : courbe de type 6.

Couleur intermédiaire entre light olive gray 5 Y 5/2 et grayish olive 10 Y 4/2.

2° **Section de 0,64 à 1,00 m.** (1^{re} « graded bedding »). Sable devenant de plus en plus grossier et passant progressivement à une formation graveleuse. Couleur comme ci-dessus.

Granulométrie.

Distance à la partie supérieure de la carotte (en m).	0,64 à 0,68	0,68 à 0,72	0,72 à 0,76	0,76 à 0,80	0,80 à 0,84	0,84 à 0,88	0,88 à 0,92	0,92 à 0,96	0,96 à 1,00
Type de courbe	4	6	4	11	11	11	11	11	11

La courbe de type 11 sera décrite à la fin de la description.

3° **Section 1,00 à 1,09 m (sable fin à Nummulites remaniées).** Couleur pale greenish yellow 10 Y 3/2.

Distance à la partie supérieure de la carotte (en m)	1,00 à 1,04	1,04 à 1,07	1,07 à 1,09
Type de courbe	6	6	11

Dans la zone 1,07 à 1,09 débute un nouveau « graded bedding ».

4° **Section 1,09 à 2,60 m.** Entre 1,09 et 1,18 m on observe encore de nombreuses Nummulites éparses dans la masse du sédiment, ensuite leur abondance décroît très rapidement et il n'existe plus que quelques individus disséminés çà et là. Par contre les Turritelles existent dans toute la

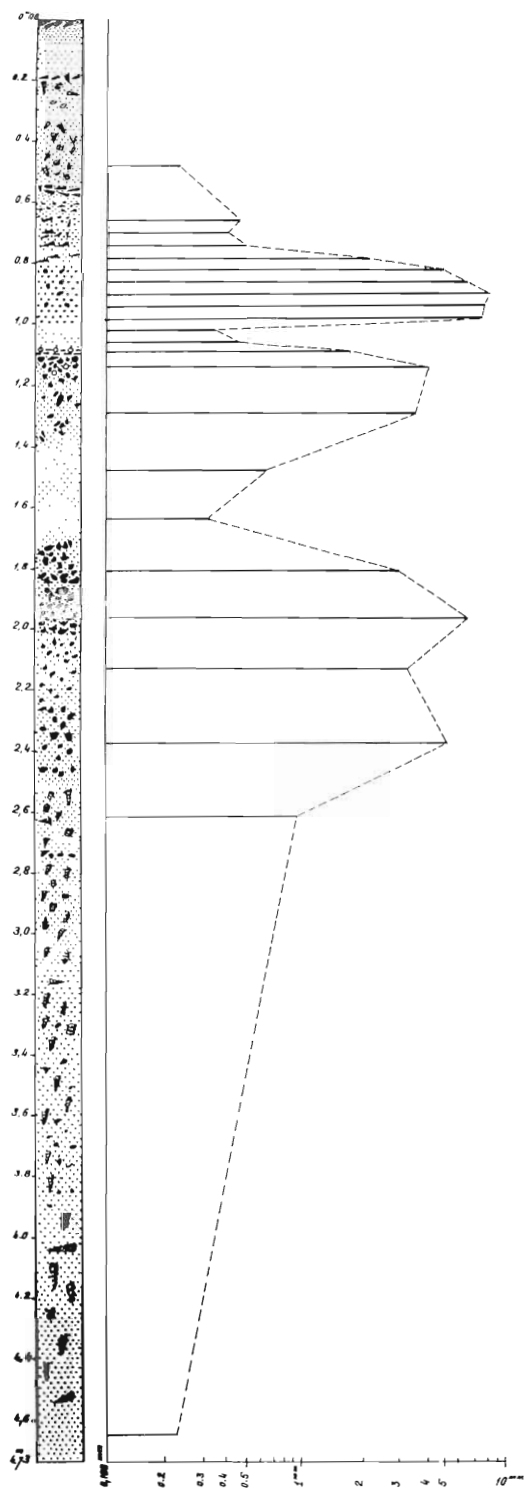


FIG. 15. — Station 371. 1. Diamètre du grain moyen du sable (échelle logarithmique).

Au Lutétien, la mer a déposé en Basse-Loire une série de couches marines qui sont surmontées par des couches lagunaires et lacustres. Les couches marines comprennent de bas en haut :

les grès calcarifères et les sables de la Bauche, du Four, contenant *Nummulites brongniarti* et de nombreux Echinides ;

le calcaire coquillier d'Arthon ;

le calcaire à Miliolites et *Orbitolites complanatus* d'Arthon ;

les sables coquilliers du Bois-Gouët extrêmement riches en fossiles parmi lesquels : *Orbitolites complanatus*, *Alveolina elongata*, *Ostrea subelongata*, *Plicatula elegans*, etc...

L'âge Lutétien des couches du Bois-Gouët a été définitivement fixé par R. ABRARD (1925) qui a entièrement repris la question en étudiant successivement les faunes de Foraminifères, de Polypiers et de Mollusques. Cet auteur a même indiqué qu'elles représentaient probablement la partie tout à fait supérieure de l'étage.

L. DANGEARD (1924) a signalé dans la région de Gâvre, près de Lorient (Morbihan), de très nombreux blocs de calcaires éocènes, rejetés par la mer. Il a montré qu'ils provenaient d'affleurements sous-marins et qu'ils présentaient des faciès variés ; il existe, en particulier, des calcaires gris à *Nummulites brongniarti*, *Alveolina elongata*, *Orbitolites complanatus*. L. DANGEARD concluait : « Le gisement de Grève est donc intéressant pour montrer l'extension de la mer lutétienne du bassin d'Aquitaine vers la région de la Manche ».

L'Eocène supérieur de la station 371 située à 35 milles à l'ouest-sud-ouest de Lorient forme donc un maillon intermédiaire entre le gisement de Gâvre et la station 2.017 de L. DANGEARD dans le surôit d'Ouessant (L. DANGEARD, 1928, carte 11, p. 147).

Station n° 372 profondeur 104 m.

Le sédiment carotté à la station 372 est un sable fin d'apparence homogène sur toute la profondeur. La couleur est uniforme et voisine de grayish olive 10 Y 4/2.

La carotte de la station 372 offre donc sur toute sa hauteur une remarquable homogénéité granulométrique dans le type sédimentaire ; on observe cependant une petite réduction du diamètre du grain moyen dans la station 1,65 à 2,05 m (fig. 16).

Granulométrie.

Distance à la partie supérieure de la carotte (en m)	0,0 à 0,40	0,73 à 0,90	0,96 à 1,10	1,10 à 1,32	1,32 à 1,49	1,49 à 1,84	1,84 à 2,21	2,21 à 2,59	2,59 à 2,89	2,89 à 3,19
Type de courbe	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7

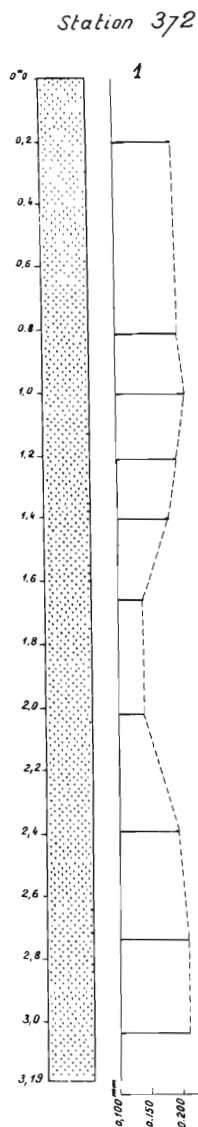


FIG. 16. — 1. Diamètre du grain moyen du sable.

8° ANALYSES THERMIQUES DIFFERENTIELLES.

Nous avons fait huit tentatives de carottages sur la « grande vasière » et avant chaque carottage nous avons fait un dragage de reconnaissance du fond.

Ces dragages ont ramené des sables plus ou moins riches en fraction fine. Ces « vases » ont été décrites par J. BOURCART (1947), qui en avait recueilli quelques échantillons à bord de l'escorteur « Grenadier ».

Nous avons soumis ces sédiments à l'analyse thermique différentielle. La séparation de la « fraction fine » à analyser est toujours fort laborieuse parce qu'elle est extrêmement réduite.

Nous avons réuni, dans la description suivante, des échantillons dragués hors de la « grande vasière ».

Les résultats des analyses thermiques différentielles sont indiqués dans le tableau 18 (courbes, fig. 17).

En résumé, tous les sédiments analysés sont essentiellement illitiques, sauf dans la carotte de la station 371, sur la composition de laquelle nous reviendrons ultérieurement, les minéraux autres que l'illite n'existant qu'à l'état de traces.

Nous noterons également que les analyses thermiques différentielles des sédiments carottés aux stations 334, 335 et 350 nous ont fourni des résultats semblables avec une dominance très marquée des minéraux illitiques.

Dans une précédente étude de l'un de nous (L. BERTHOIS, 1955) les argiles avaient été analysés aux rayons X par la méthode de G. W. BRINDLEY (1951). Mais il avait été noté à cette époque qu'il existait une importante proportion de minéraux mal cristallisés donnant de mauvaises réflexions des rayons X.

Ces analyses avaient cependant permis de distinguer deux minéraux principaux qui étaient dans l'ordre : Illite à 10 angströms et Kaolinite à 7,1 angströms.

Il semble donc bien établi que dans les sédiments actuels du golfe, la fraction argileuse soit principalement illitique.

Les sédiments de la station 371, formés de matériaux éocènes ramaniés, renferment une proportion importante de vermiculite qui n'a pas été observée ailleurs.

TABEAU 18

	Illite	Kaolinite	Sericite	Vermiculite	Montmorillonite	Hydrargillite	Goëthite
Station 324	+	traces					
— 347	+						traces
— 349	+	traces					
— 354	+	traces					
— 355	+						
— 357	+	traces					traces
— 361	+		traces		traces		traces
— 362	+	traces		traces			traces
— 371							
à 0,20 m de la partie supér. de la carotte	+	traces		abond.			traces
1,00 à 1,04 m de la partie supér. de la carotte	+	traces		assez abond.		traces	

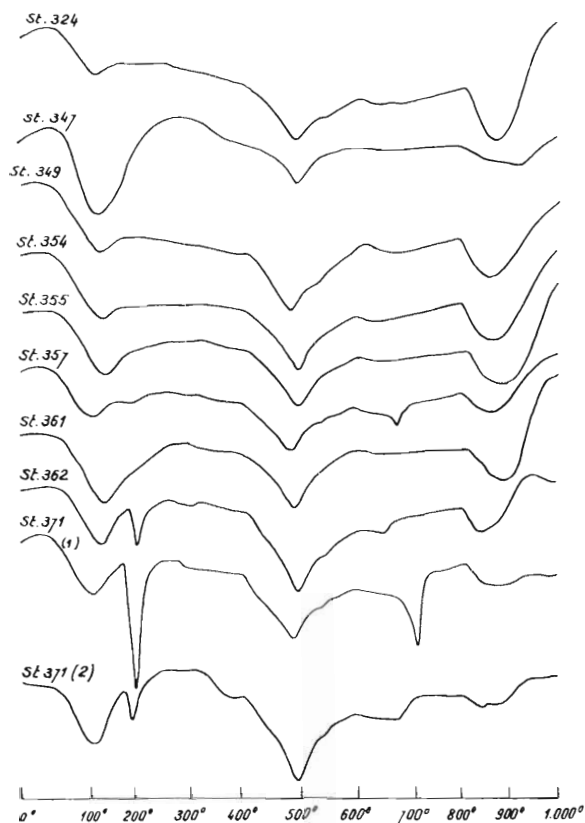


FIG. 17. — Le numéro de chaque courbe est le N° de la station.

9° ANALYSE MORPHOSCOPIQUE COMPAREE.

a) Méthode.

Les sables recueillis à terre le long de la côte des Landes sont composés de grains très petits, les difficultés d'examen et d'appréciation du degré d'usure en sont augmentées.

Pour réduire l'erreur résultante à une valeur acceptable, un grand nombre de grains ont été examinés : en général plus de 500 grains, parfois même plus de 1 000.

Après l'établissement de cette base de comparaison, l'analyse des échantillons dragués a pu être un peu simplifiée.

Il est illusoire, en effet, d'atteindre la même rigueur dans les déterminations portant sur des sédiments dragués où les mélanges sont inévitables, tandis que les prélèvements faits à terre peuvent être exécutés avec tout le soin et la rigueur désirés.

L'analyse morphoscopique a été faite suivant la méthode de A. CAILLEUX (1942), en distinguant seulement 4 types de grains. Notre but essentiel étant de comparer des sédiments marins dragués, donc forcément remaniés, avec des sédiments de plage et de dunes recueillis à terre nous avons

cherché à mettre en évidence les caractères essentiels. Nous avons donc éliminé les caractères plus subtils qui auraient dû être notés si nous avions utilisé des types intermédiaires.

b) Résultats.

TABLEAU 19

Côte des Landes		Pourcentages			
		non usés	émoussés luisants	ronds luisants	ronds mats
1024	Montalivet plage	4,4	81,3	12,6	1,7
1023	Montalivet dune	1,6	72,0	22,6	3,8
1002	Biarritz dune	0,9	70,0	11,8	17,3
1016	Cap Ferret plage	4,5	79,8	13,4	2,3
1019	Lacanau-océan	6,0	55,6	14,6	23,8
1013	Biscarosse plage	1,8	78,5	14,4	5,3
1014	Biscarosse dune	1,2	69,2	11,2	18,4
1009	Contis plage	3,2	76,7	15,5	4,6
1006	Mollets plage	3,4	73,5	19,9	3,2
1004	La Benne dune	4,5	85,0	7,7	2,8
1001	Biarritz plage	5,1	76,4	13,8	4,7
1002	Hourtin dune	1,2	67,3	13,1	18,5
Moyenne générale		3,1	73,6	14,4	8,9

Nous n'avons pas fait de distinction entre les sables de la haute plage où ont été recueillis les échantillons et les sables des dunes voisines. Nous pensons en effet qu'il se produit de nombreux échanges ; d'autre part, nous ne pouvons, dans le cas présent, que rechercher un ordre de grandeur de l'usure des grains sans prétendre à une précision qui serait absolument illusoire.

Nous précisons cependant que, dans son travail fondamental sur la morphoscopie, A. CAILLEUX (1942) a noté dans la région qui nous intéresse, entre la Gironde et Arcachon, des pourcentages de grains de sables ronds-mats propres allant de 20 à 60 % pour les formations dunaires. Ces chiffres sont donc en très bon accord avec nos observations.

TABLEAU 20

Golfe de Gascogne échantillons dragués.			Pourcentages			
			non usés	émoussés luisants	ronds luisants	ronds mats
Station 261	profondeur (en m)	69	5,5	63,0	16,1	15,4
— 263	—	32	2,8	76,9	15,1	5,2
— 327	—	34	12,8	79,9	4,6	2,7
— 330	—	37	13,0	83,6	2,4	1,0
— 340	—	200	9,7	80,0	4,8	5,5
— 339	—	150	0,5	51,5	14,0	34,0
— 344	—	116	0,8	76,2	13,0	10,0
— 346	—	82	1,3	51,0	29,8	17,9
— 358	—	74	13,0	74,1	5,3	7,6
— 368	—	127	9,9	75,9	4,3	9,9
Moyenne générale			6,9	71,2	10,9	10,9

L'analyse morphoscopique de la fraction sableuse des échantillons dragués a fourni les résultats consignés dans le tableau 20.

La comparaison des moyennes générales des tableaux 19 et 20 montre que les résultats sont très comparables.

La proportion de grains ronds est même un peu plus élevée dans les sédiments du Golfe de Gascogne ; ce qui permet de supposer une prédominance plus accentuée du faciès dunaire dans les sédiments dragués que dans la moyenne comparative établie.

RESUME ET CONCLUSIONS

Après avoir exposé en détail les caractères des sédiments dragués et carottés, nous allons résumer les données acquises puis nous tenterons d'en faire la synthèse dans les conclusions.

Les faits suivants ont été établis :

1° Les dragages sur les pentes du talus du plateau continental ont fourni des galets dont la lithologie est très monotone. Les principaux composants sont le quartz, les quartzites et plus rarement les roches cristallophylliennes. Les roches éruptives sont toujours très rares ou sont totalement absentes dans plusieurs stations.

Les dragages des stations 343 et 369 ont fourni des graviers en nombre important (quartz et quartzites).

Il est à noter que les terrasses de la Garonne présentent la même monotonie lithologique (HAUG, 1920).

Il existe donc, en dehors des formations à galets et graviers que l'on rencontre fréquemment au-dessus de l'isobathe de 50-60 m sur le plateau continental et jusqu'à ses contreforts, des aires de dépôts grossiers qui paraissent d'étendue restreinte.

Il est vraisemblable que ces aires jalonnent le tracé des cours d'eau qui se sont étendus sur le plateau à certaines époques et l'ont peut-être même traversé entièrement pour atteindre le talus continental (galets dragués aux stations 341 et 366).

2° Les dragages faits sur l'emplacement de la « grande vasière » ont fourni des sédiments renfermant une fraction fine d'importance variable, mais il en est de même en quelques autres points. La délimitation de la zone dite « grande vasière » n'a pas la rigueur que lui confère le tracé de la carte marine.

La fraction argileuse de ces sédiments est toujours extrêmement réduite. Le minéral argileux dominant est de l'illite, avec un peu de kaolinite.

3° Les carottages faits sur l'emplacement de la « grande vasière » nous ont montré de façon certaine qu'il n'existe à cet endroit qu'une mince couche de sédiments vaseux.

Dans les carottages, cette couverture superficielle n'apparaît pas parce que la chute du carottier sur le fond cause un petit entonnoir de quelques décimètres de profondeur. Or, ces quelques décimètres sont suffisants pour éliminer la vase de surface et le carottier s'enfonce directement dans les sables sous-jacents.

Nous avons essuyé plusieurs échecs en carottant ces sédiments parce que leur manque de plasticité fait qu'ils ont tendance à s'écouler pendant la remontée du carottier. Cependant nous avons réussi deux carottes intéressantes aux stations 356 (3,94 m) et 372 (3,19 m). Elles ont montré que le sédiment sous-jacent est exclusivement sableux sur plus de 3 m d'épaisseur.

4° Nous avons défini granulométriquement les principaux types sédimentaires et nous avons montré expérimentalement que les sédiments de type 7 étaient dus au remaniement des sables de type dunaire par un courant d'eau très lent.

5° La répartition des types sédimentaires du plateau continental est la suivante, à l'ouest de la côte des Landes puis à l'ouest d'une ligne passant par les stations 337-348-353-361-372 :

type granulométrique dunaire, aux stations : 348-357-362-370 :

type de remaniement de dune, aux stations 263-337-345-347-353-354-358-361-368 ;

type granulométrique de plage, aux stations : 261-263-324-325-326-327-328-329-330-331-333-336-338-353-354-355-356-361-372 ;

type 6, apparenté aux sables de plage, aux stations : 332-339-340-342-344-346-360-363-364-367.

C'est donc une sédimentation de type exclusivement littoral que nous trouvons actuellement à des profondeurs pouvant atteindre 200 m.

L'analyse morphoscopique a confirmé ces résultats en montrant qu'il existe, malgré les conditions actuelles de gisement, une proportion de grains « ronds mats » relativement très importante.

6° L'étude de la microfaune a mis en évidence :

a) L'influence du débit fluvial, sur la faune de la carotte de la station 350 située près de l'embouchure de la Gironde. Les variations de la teneur en eau interstitielle des sédiments et la salinité de cette eau intimement liées à la granulométrie dépendent également de l'équilibre fluvio-marin au large de l'estuaire.

b) La difficulté du développement de *Cassidulina laevigata* D'ORB. à 875 m de profondeur (station 335) et, au contraire, sa prolifération à 171 m (station 334). Cette étude a montré en même temps la faible importance des apports sédimentaires au bord du plateau continental, dans la zone située au large de la côte des Landes.

c) L'évolution de la fréquence de *Globigerina borealis* dans la hauteur de la carotte de la station 335 indique un réchauffement des eaux marines pendant la durée de ce dépôt de 2,67 m d'épaisseur et donne ainsi un ordre de grandeur de la vitesse de sédimentation sur le talus du plateau continental au cours de la période de réchauffement qui a succédé à la dernière glaciation.

ESSAI D'INTERPRETATION ET DE SYNTHESE

Nous avons établi une étroite parenté entre les dépôts littoraux (plages et dune) de la côte des Landes et les sédiments du plateau continental du Golfe de Gascogne au large de la côte des Landes et à l'ouest d'une ligne joignant sensiblement l'embouchure de la Gironde à la pointe de Penmarc'h.

La présence de faciès granulométriques de dune, de plage ou de remaniement de ces formations sur une aussi vaste étendue nous conduit à admettre une extension des formations sableuses des Landes vers la pointe de Bretagne.

Derrière cette zone littorale de plages et de dunes, les cours d'eau auraient divagué dans une vaste plaine alluviale présentant sans doute une analogie topographique avec les côtes actuelles de la région guinéenne.

A l'abri du cordon littoral, ont pu se déposer des sédiments fins, soit dans les bras des cours d'eau dont les embouchures étaient obstruées par des langues sableuses, comme le sont actuellement le Yafraya et le Konkouré en Guinée, soit encore dans des étangs ou des lacs analogues à ceux de l'actuelle côte des Landes.

Ces sédiments fins qui ont été plus ou moins remaniés et mélangés aux sables du cordon littoral lors de la submersion postérieure seraient à l'origine de la « grande vase » qui n'existe pas en tant que fosse de vase, mais sous forme de placages d'étendue variable. Ainsi s'expliquerait l'hétérogénéité granulométrique de ces dépôts dans lesquels la fraction grossière tient une place extrêmement variable (5 % à 80 %).

Toutefois, il ne faut pas exclure un apport actuel de sédiments fins, au moins dans certaines parties de la « grande vase », notamment près des côtes de Bretagne et de l'embouchure de la Gironde.

Cependant, le cordon littoral à faciès localement dunaire devait être franchi en certains endroits, principalement au cours des crues hivernales, par les cours d'eau se déversant dans l'Atlantique et atteignant peut-être le bord du plateau continental actuel. Cette interprétation est étayée par la présence de « graded bedding » avec éocène remanié à la station 371, des graviers à la station 369, des galets d'origine armoricaine à la station 366, des graviers à la station 343 et des galets à la station 341.

Une submersion lente des fonds du plateau continental par un processus que nous ne pouvons pas encore préciser actuellement (transgression subordonnée à un affaissement lent du sol ou eustatisme glaciaire) aurait délicatement étalé les sédiments meubles et comblé les vallées fluviales. Ainsi s'expliquerait la topographie très monotone du plateau continental où les isobathes de 20 m sont parfois espacées de plus de 15 milles, et l'absence totale de vallées sous-marines au large des cours d'eau importants comme la Loire et la Gironde.

La conservation des faciès granulométriques de plage, de dune ou de remaniement implique que, depuis l'envolement de la plaine littorale, les apports sédimentaires sur la zone de bordure de la plate-forme ont été quasi-inexistants.

Cette interprétation est confirmée par l'étude comparative de l'abondance de la microfaune dans les carottes des stations 334 et 335. En outre, elle s'accorde parfaitement avec les conclusions d'HOLTEDAHL (1955) et de l'un de nous (L. BERTHOIS, 1957) pour la Mer de Norvège. Nous rappellerons que les auteurs suivants sont arrivés à la même conclusion en des régions très différentes de la plate-forme océanique : KOLDEWIJN (1958) et NOTA (1958) pour la plate-forme Venezuela-Guyane, F. A. VAN BAREN et H. KIEL (1950) pour la plate-forme de la Sonde, F. SHEPARD (1956) pour les abords du delta du Mississipi.

Ainsi, la faible importance des apports sédimentaires dans la zone de bordure du talus du plateau continental dans le Golfe de Gascogne ne constitue pas un phénomène exceptionnel, mais semble, au contraire, se rattacher à un phénomène général de la sédimentation actuelle.

Il ne nous paraît pas possible, pour le moment, de fixer la chronologie des perturbations qui ont provoqué la submersion des anciens dépôts. L'étude des canyons sous-marins du talus du plateau continental, entreprise depuis plusieurs années, semble indiquer que la grande vallée sous-marine, connue sous le nom de « Gouf de Cap-Breton », dont l'origine est très rapprochée de la côte des Landes, a joué, dans l'évolution morphologique, un rôle sans doute important mais qui reste à préciser. L'examen des carottages profonds exécutés sur les pentes du talus nous apportera probablement des compléments d'informations.

Il apparaît toutefois que cette évolution ne peut être que récente. Elle pourrait être contemporaine des submersions qui sont connues sur la côte de la Manche et de la Mer du Nord, telles que les invasions marines des tourbières ou même des gisements de poterie dans l'estuaire de la Bresle.

Remerciements

Il nous est agréable de remercier ici ceux qui nous ont aidés dans notre travail : le Directeur et le personnel de l'Institut des Pêches, J. DEBYSER et A. VATAN qui nous ont confié des échantillons de sédiments des plages et dunes de la côte landaise, objets d'intéressantes comparaisons.

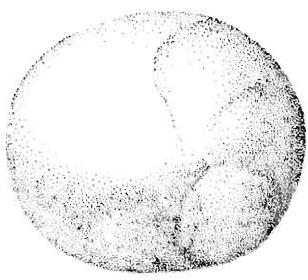
Nous tenons également à remercier M. GUILCHER, professeur en Sorbonne, pour ses précieuses et amicales critiques, ainsi que la Direction du Bureau de recherches géologiques, géophysiques et minières qui nous a donné toutes facilités pour mener à bien l'étude de la microfaune.

BIBLIOGRAPHIE

- ABRARD (R.), 1925. — Le Lutétien du Bassin de Paris. — Thèse, Fac. Sc. Paris-Angers.
- BERTHOIS (L.), 1949. — Contribution à l'étude des limons de la région nord du Portugal. — *Com. Serv. Géol. Portugal*, **29**, p. 1-55.
- 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), p. 501-579.
- 1957. — Recherches sur les sédiments de la Mer du Nord et de la Mer d'Islande. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **21** (4), p. 485-554.
- BOURCART (J.), 1947. — Sur les vases du plateau continental français. — *C.R. Ac. Sc.*, **225**, p. 137-139.
- BRINDLEY (G. W.), 1951. — X Ray. identification and crystal structures of clays mineral 1-3-6. — London.
- CAILLEUX (A.), 1942. — Les actions éoliennes périglaciaires en Europe. — Thèse, *Mém. Soc. Géol. de France*, **21** (1, 2).
- DANGEARD (L.), 1924. — Note sur les blocs de calcaire à Nummulites du Polygone de Gavic (Morbihan). — *Bull. S.G.M.B.*, **5** (2, 4), p. 222.
- 1924. — Sur la présence du Nummulitique inférieur dans la région de Gâvre (Morbihan). — *C.R. Ac. Sc.*, séance du 24 mars.
- 1928. — Observations de géologie sous-marine et d'océanographie relatives à la Manche. — Thèse, *An. Inst. océanogr.*, **6** (1), p. 134 et sq.
- DEBYSER (J.), VATAN (A.), BOYER (F.), 1955. — La sédimentation sableuse sur la côte atlantique entre la Loire et le Bassin d'Arcachon. — *Geotogischen Rundschau*, **43** (2), p. 406-425.
- DENAEYER, 1951. — Tableaux de pétrographie. — Ed. Lamarre, Paris.
- GRAINDOR (M. J.), 1957. — Le Briovérien dans le nord-est du Massif armoricain. — Thèse, *Mém. Serv. Carte géol. de la France*, 211 p.
- HAUG (E.), 1920. — Traité de Géologie. — **2** (3), p. 1824 et sq.
- HOLTEDAHL, 1955. — On the norwegian continental terrace, primarly outside Møre Romsdal, its geomorphology and sediments. — Univ. Bergen *Noturvit. rekke* n° 14, 209 p. 3 pl., 52 fig.
- KOLDEWIJN (B. W.), 1958. — Sediments of Paria-Trinidad shelf. — *Reports of the Orinoco Shelf Expedition*, vol. 3, thèse, Amsterdam, 109 p.
- KULLENBERG (B.), 1955. — Deep Sea Coring. — *Reports of the swedish deep Sea Expedition*, vol. 4, Bottom investigation n° 2, p. 37-96.
- LACROIX (A.), 1933. — Contribution à la connaissance chimique et minéralogique des roches éruptives de l'Indochine. — *Bull. Serv. Géol. Indochine*, **20** (3), Hanoï.
- LE CALVEZ (J.), 1953. — Ordre des Foraminifères. — Traité de zoologie de P. Grassé, **1**, p. 168.
- LE CALVEZ (J.) et (Y.), 1958. — Répartition des Foraminifères dans la baie de Villefranche. I. Miliolidæ. — *Ann. Inst. océanogr.*, **35** (3), p. 159-234, 16 pl.
- LE CALVEZ (Y.), 1958. — Les Foraminifères de la Mer celtique. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **22** (2), p. 147-204, 3 pl.
- LEITH (C. K.), 1913. — Structural Geology. — New York, Henry Holt, 169 p.
- NOTA (D. J. G.), 1958. — Sediments of the western Guiana Shelf. — *Reports of the Orinoco Shelf Expedition*, vol. 2, med. Landbouwhogeschool 58 (2) Wageningen, 98 p.
- ROUKHINE, 1956. — Base de la lithologie. — Trad. du Centre d'Et. et de Document. paléontologiques, Paris.
- SHEPARD (B. P.), 1956. — Marginal sediments of Mississipi delta. — *Bull. amer. Ass. Petrol. Geol.*, vol. **40**, p. 2537-2623.
- VAN BAREN (F. A.), et KIEL (H.), 1950. — Contribution to the Sedimentary petrology of the Sunda Shelf. — *Journ. of Sed. Petrol.*, vol. **20**, n° 4, p. 185-213.

PLANCHE I

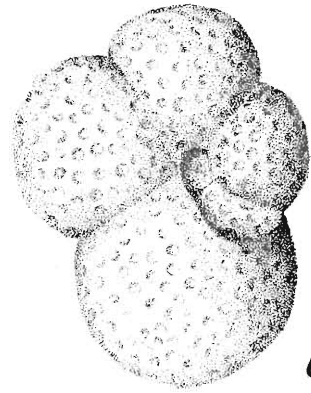
- FIG. 1, 2. — *Discorbis* sp. (× 80).
- FIG. 3, 4, 5. — *Quinqueloculina aquitaniensis* n. sp. Y. LE CALVEZ (× 100).
- FIG. 6, 7. — *Globigerinella siphonifera* (D'ORBIGNY). Dessin du type de D'ORBIGNY (× 100).
- FIG. 8, 9, 10. — *Triloculinella obliquinodus* RICCIO (× 45).
- FIG. 11. — *Rectuvigerina phlegeri* n. sp. Y. LE CALVEZ (× 100).
- FIG. 12. — *Uvigerina* sp. (× 50).
- FIG. 13, 14. — *Nonion parkeri* n. sp. Y. LE CALVEZ (× 100).



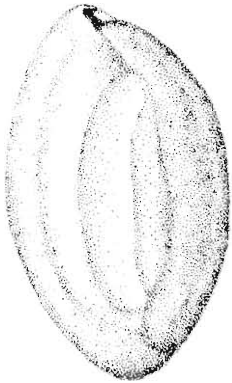
1



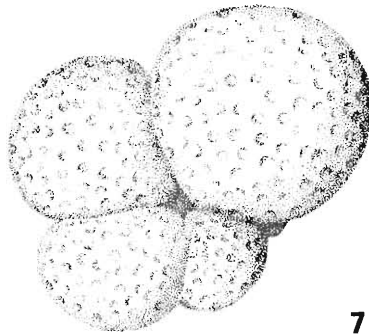
2



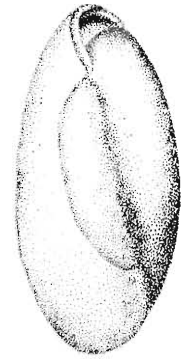
6



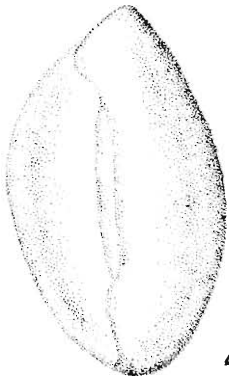
3



7



8



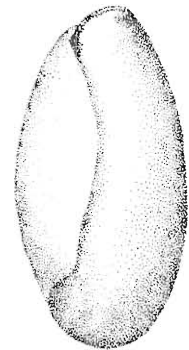
4



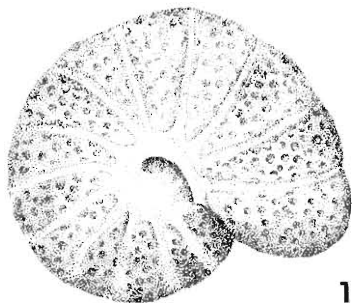
11



5



9



13



14



12



10

R. BROCARD del.