



HAL
open science

ÉTUDE SÉDIMENTOLOGIQUE ET MINÉRALOGIQUE DES DÉPÔTS QUATERNAIRES DU PLATEAU CONTINENTAL ET DES RECHS DU ROUSSILLON

A. Monaco

► **To cite this version:**

A. Monaco. ÉTUDE SÉDIMENTOLOGIQUE ET MINÉRALOGIQUE DES DÉPÔTS QUATERNAIRES DU PLATEAU CONTINENTAL ET DES RECHS DU ROUSSILLON. Vie et Milieu , 1967, pp.33-62. hal-02951360

HAL Id: hal-02951360

<https://hal.sorbonne-universite.fr/hal-02951360v1>

Submitted on 28 Sep 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

ÉTUDE SÉDIMENTOLOGIQUE ET MINÉRALOGIQUE DES DÉPÔTS QUATERNAIRES DU PLATEAU CONTINENTAL ET DES RECHS DU ROUSSILLON

par A. MONACO
Centre de Sédimentologie Marine de Perpignan

SOMMAIRE

L'étude des carottes de sondage de la région située au large de la côte catalane, rendue complexe par suite de la présence de vallées sous-marines, permet toutefois de dégager l'influence des facteurs climatiques et morphologiques sur la sédimentation quaternaire.

INTRODUCTION

La campagne de carottages effectuée en mai 1965 par le navire océanographique « *Catherine-Laurence* » dans la région située au large de la côte catalane, fait partie d'un programme de recherche coopérative placée sous la direction du Professeur L. GLANGEAUD (R.C..P. n° 16 du C.N.R.S.).

Dans le cadre du travail d'ensemble, chaque laboratoire s'est vu attribuer la responsabilité d'un certain nombre d'opérations concernant des domaines particuliers. La répartition était la suivante :

- Mesures physiques : Laboratoire de Villefranche.
- Déterminations micropaléontologiques : Laboratoire de micropaléontologie de Paris (M. CUVILLIER).
- Sédimentologie classique : Centre de sédimentologie marine de Perpignan (Mme DUBOUL-RAZAVET).

Les résultats partiels de ces mesures ont fait l'objet d'une note préliminaire parue récemment (1). Ils mettent en évidence les corrélations qui ont pu être établies entre les données granulométriques, physicochimiques et les données fournies par l'analyse micropaléontologique.

La présente note a pour but de décrire les résultats sédimentologiques et minéralogiques détaillés obtenus par l'étude des différentes carottes.

I. — TECHNIQUES ET MÉTHODES D'ÉTUDE

— *Analyses granulométriques* effectuées sur les hauteurs disponibles des carottes dont les successions lithologiques sont ainsi définies par des indices caractéristiques (médiannes, quartiles et indices de classement de Trask) tirés des courbes cumulatives. La réduction de ces courbes aux formes canoniques permet également d'évaluer le degré d'évolution de ces sédiments (indice n de RIVIÈRE).

— *Analyse chimique de l'eau interstitielle* de quelques prélèvements : évaluation de la teneur en certains ions (Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} et Fe^{++}) et en réserves alcalines.

— *Analyses du sédiment* : teneur en carbonates et en matière organique.

Ces différentes analyses ont été effectuées au photomètre à flamme, titromatic et spectrophotomètre.

— *Etude minéralogique* de la fraction grossière : détermination et évaluation des espèces minérales présentes dans la fraction lourde; morphoscopie des grains de quartz.

— *Analyses cristallographiques des argiles* effectuées sur diffractobloc, modèle « Théta 60 », à anticathode de Cobalt, de la Compagnie Générale de Radiologie.

II. — MORPHOLOGIE ET SITUATION DES PRÉLÈVEMENTS

Les relevés au sondeur ultrasonique permettent de reconnaître la topographie de la région intéressée. Le plateau continental, large dans la zone septentrionale, s'amenuise considérablement au contact de la zone plus méridionale rocheuse à la hauteur du cap Creus. Il est entaillé de vallées sous-marines débutant à environ

— 100 m et connues depuis longtemps, puisque Georges PRUVOT levait le rech Lacaze-Duthiers dès 1893. Cette vallée, qui a fait l'objet de nombreuses études, notamment celles de BOURCART, débute par un cirque relativement étroit, s'élargissant ensuite suivant un axe de direction SE. Dans la portion amont, de petites vallées découpent le flanc est, puis vers — 750 m s'effectue la confluence d'une vallée plus importante, le rech Pruvot. En tête du canyon se situe un affleurement rocheux appelé Roche de Fountain-drau.

Le rech du Cap, dans lequel des carottages ont également été effectués, débute par un talus assez large menant à la vallée proprement dite d'orientation EW, également découpée sur son versant droit par de petites vallées affluentes. Des accidents rocheux ont été signalés, mais il semble qu'ils ne soient pas de même nature que ceux qui affectent le rech Lacaze-Duthiers.

Des plongées en soucoupe et des dragages, effectués notamment par le laboratoire de Banyuls-sur-Mer, ont permis de préciser la nature rocheuse des parois souvent façonnées en gradins et la dissymétrie des deux versants. Ainsi, dans le rech Lacaze-Duthiers, le versant ouest peu accidenté et en pente douce s'oppose morphologiquement au versant est à parois plus abruptes, parfois même verticales et découpées en marches d'escalier.

Le choix des points de carottage a été guidé par le souci d'effectuer une étude aussi variée que possible du remplissage sédimentaire en divers points de la morphologie sous-marine. Les prélèvements proviennent donc du plateau continental, du talus, des cirques, parois et thalwegs des rechs Pruvot, Lacaze-Duthiers et du cap Creus :

- La carotte BEL P 8 prélevée à — 78 m sur le plateau continental :

$$X = 42^{\circ} 36' 50'' \qquad Y = 3^{\circ} 11' 45''$$

- La carotte BEL P 9 recueillie à — 93 m, aux abords immédiats du cirque de tête du rech Lacaze-Duthiers :

$$X = 42^{\circ} 37' 20'' \qquad Y = 3^{\circ} 23' 10''$$

- La carotte BEL P 10 située à — 108 m, sur le talus continental qui amorce la descente vers le thalweg du rech Lacaze-Duthiers :

$$X = 42^{\circ} 32' 40'' \qquad Y = 3^{\circ} 22' 40''$$

- Les carottages BEL P 5 et BEL P 4 concernent respectivement les cirques de tête des rechs :

Lacaze-Duthiers :

$$\text{prof. — 325 m} \qquad X = 42^{\circ} 34' 20'' \qquad Y = 3^{\circ} 25' 00''$$

Pruvot :

prof. — 290 m X = 42° 34' 28" Y = 3° 31' 15"

— Enfin deux carottes proviennent de thalwegs relativement profonds :

BEL P 3 (rech Pruvot) :

prof. — 515 m X = 42° 31' 10" Y = 3° 33' 00"

BEL P 6 (rech du Cap) :

prof. — 534 m X = 42° 22' 00" Y = 3° 22' 35"

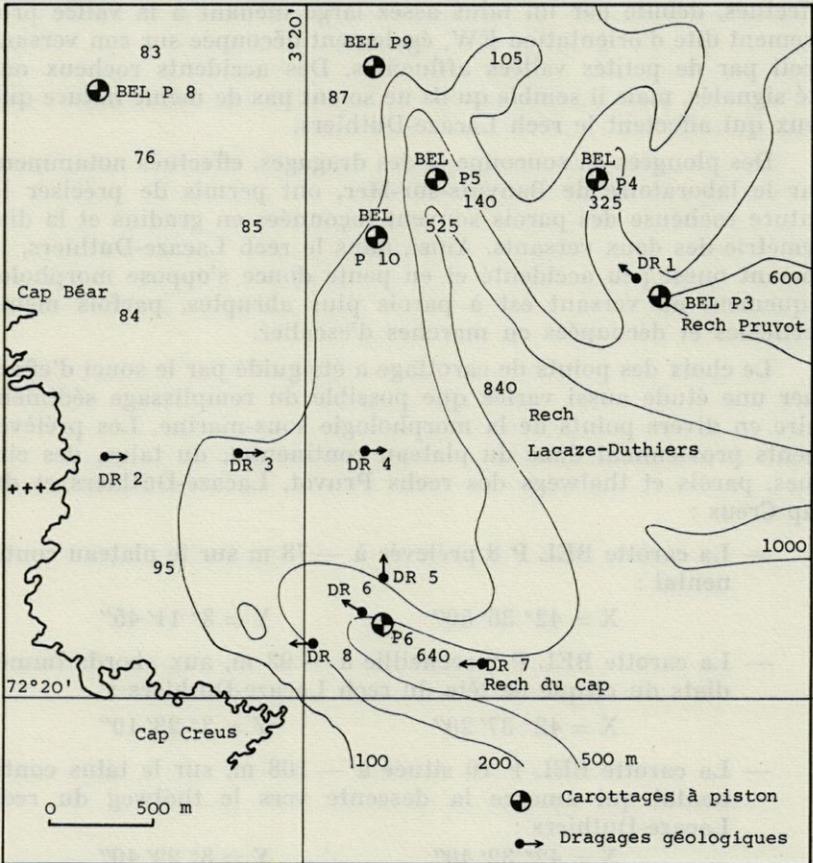


FIG. 1. — Situation des prélèvements.

D'autres carottes complètent cette répartition et sont en cours de dépouillement.

III. — DESCRIPTION LITHOLOGIQUE

La plus grande partie des fonds explorés est constituée de dépôts essentiellement vaseux ou argilo-sableux, surmontés parfois d'une vase fluide. Quelques horizons ou passées sableuses sont toutefois observables à certains niveaux des carottes. Seul BEL P 9 fait exception en traversant, sur plus de 700 cm, un sable organogène très uniforme.

— *La carotte BEL P 8* présente l'intérêt d'avoir recoupé sur une épaisseur relativement importante (401 cm), la sédimentation du plateau continental donc dans une zone de dépôt relativement stable, soustraite à l'influence de facteurs morphologiques.

La partie supérieure (40 cm) est occupée par une vase beige fluide, devenant plus plastique et passant vers 120 cm à une vase gris bleu qui devient elle-même plus sableuse vers 200 cm. Elle est suivie jusqu'à 300 cm d'un sablon vaseux gris foncé incluant des niveaux plus organogènes, riches en fragments de coquilles principalement des lumachelles. La partie inférieure du dépôt est constituée par une vase sablonneuse contenant souvent des fragments coquilliers.

— *La carotte BEL P 9* s'individualise par une grande monotonie de composition. Elle est en effet constituée d'un sable quartzeux et organogène. Des placages argileux sont présents à 413 - 431 cm.

Quelques débris de grès plus ou moins roulés s'observent à plusieurs niveaux de la carotte, ainsi que des agglomérats calcaires ou ferrugineux plus fréquents vers la surface. Quelques quartz bipyramidés se rencontrent vers 50 - 60 cm.

Il faut encore noter la présence de concrétions ferrugineuses sphériques dont la taille varie de 40 à 90 μ .

La phase organogène plus ou moins abondante, est représentée par des coquilles de lamellibranches, gastéropodes, polypiers et débris de crustacés. Quelques formes sont bien conservées, d'autres sont roulées et souvent recouvertes d'un encroûtement calcaire.

— *La carotte BEL P 10* a traversé sur une épaisseur de 165 cm, un dépôt homogène constitué par un sablon vaseux renfermant de nombreuses coquilles souvent intactes de lamellibranches et turritelles. La phase sableuse est fortement micacée.

— Le dépôt rencontré par *la carotte BEL P 5* se compose de deux niveaux assez distincts : la vase gris foncé sablonneuse et micacée qui occupe la partie inférieure (65 à 110 cm) est surmontée de deux séquences granoclassées surmontées à leur tour par un sable vaseux gris foncé contenant de nombreuses coquilles, tubes de serpuliers et fragments arrondis de roche.

— *La carotte BEL P 4* recueillie en tête du canyon Pruvot occupe donc une position morphologique équivalente à la carotte P 5. Cette identité se retrouve exactement dans leur constitution. La vase sablon-

neuse compacte et traversée de petits lits de sablon (40 à 195 cm) est également surmontée de deux séquences granoclassées de 7 à 10 cm. De plus un sable vaseux contenant des fragments de coquilles, des serpules et des ptéropodes occupe les vingt premiers centimètres du dépôt.

— La carotte BEL P 3 prélevée dans le thalweg du rech Pruvot, en aval de la précédente, traverse 105 cm d'un dépôt hétérogène. Il débute par une vase fluide de couleur beige devenant plus compacte et passant vers 35 cm à une vase sablonneuse beige foncé, puis à un sable vaseux gris, enfin à un sablon contenant des grumeaux d'argile grise, des fragments coquilliers et des granules.

— Dans le thalweg du rech du Cap Creus, la carotte BEL P 6 a traversé sur 192 cm un sédiment plus homogène. Les trente premiers centimètres sont occupés par une vase beige plastique passant progressivement à une vase gris bleu compacte et sablonneuse interrompue par des lits de sablons.

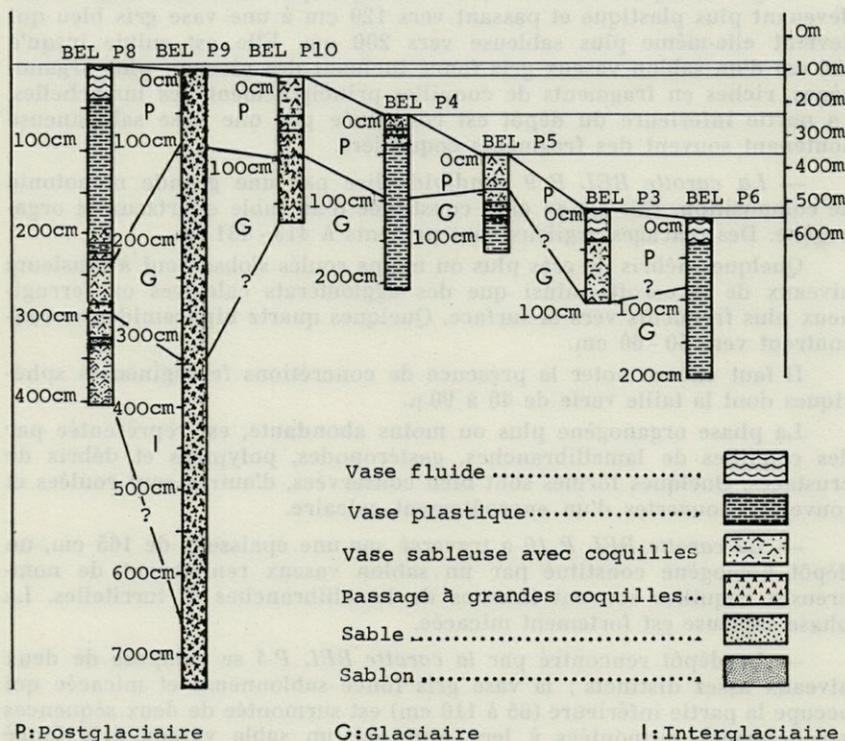


FIG. 2. — Coupes lithologiques des carottes.

Le dépouillement des carottes montre donc dans le détail une assez grande diversité de composition se manifestant surtout dans

la répartition verticale des diverses séquences. Ces variations peuvent être liées à la position topographique dans la morphologie sous-marine, à des facteurs climatologiques dont l'étude de la microfauve a défini les limites, ou à des phénomènes tectoniques. C'est en tenant compte de ces divers facteurs qu'a été entreprise l'étude granulométrique et chimique.

IV. — ÉTUDE CHIMIQUE ET SÉDIMENTOLOGIQUE

A) ÉTUDE CHIMIQUE

1° *Chimie du sédiment*

Quelques dosages chimiques classiques et des mesures de pH et rH ont été effectués sur le sédiment peu de temps après sa récolte.

— *pH - rH*

Malgré une assez grande variété de la composition des dépôts et des profondeurs où ils ont été prélevés, les valeurs du pH et du rH varient dans des limites assez restreintes (7 à 7,80). Elles semblent toutefois être légèrement plus élevées dans les sédiments fins qui constituent un milieu chimiquement plus actif où s'effectuent des échanges entre la phase solide et la phase liquide. Le rH suit en général les variations du pH, sauf en quelques points très limités des carottes, et oscille entre 20 et 30. La faible évolution de ces deux facteurs atteste un milieu oxydant relativement homogène.

— *Carbonates*

On a également procédé à l'évaluation de la teneur en carbonates sur le sédiment débarrassé de la phase organogène grossière. Les valeurs se situent autour de 27 % et sont généralement plus élevées dans les échantillons de surface où elles peuvent atteindre 38 %, notamment dans les prélèvements provenant du plateau continental (Tableau I). Les carbonates semblent se localiser principalement dans la fraction fine des sédiments, la fraction grossière étant surtout quartzreuse et micacée. Ils sont presque exclusivement d'origine biochimique.

— *Humates*

Les échantillons recueillis se sont révélés pauvres en matière organique. Dosée sous forme d'humate par traitement à la soude,

Hauteur de prélèvement (cm)	% en Humates de Soude								
	0	50	100	150	200	250	300	350	400
BEL P3	0,057	0,092	0,037						
BEL P5	0,040	0,022	0,017						
BEL P10	0	0,015	0,015	0,015					
BEL P4	0,030	0,016	0,017	0,015					
BEL P6	0,045	0,020	0,015	0,015					
BEL P8	0,060	0,045	1,35	0,080	0,077	0,020	0,042	0,022	0,037
% en Carbonates									
BEL P3	25	19,8	15,6						
BEL P5	36,8	20,8	24,6						
BEL P10	22,4	24,8	24,2	22,8					
BEL P4	33,2	24,6	26,2	28,4					
BEL P6	26,8	27,00	29,00	28,2					
BEL P8	38	24,20	28,8	27,2	30,20	31,20	24,00	25,40	23,3

TABLEAU I
*Pourcentages en humates de soude et en carbonates
en fonction de la hauteur des carottes.*

les pourcentages n'atteignent pas 0,1 %. Les plus fortes teneurs relatives ont été rencontrées dans la carotte BEL P 3 bien que située assez loin du littoral et dans la carotte BEL P 8, plus précisément au niveau 100 cm (1,35 %). Ce fait est matérialisé par un net changement de couleur à ce niveau, le sédiment prenant une teinte noirâtre caractéristique. A partir de cet horizon, les pourcentages décroissent régulièrement avec toutefois une brusque retombée au niveau 250 cm où ils atteignent 0,02 % (Tableau I). La matière organique aura donc un rôle négligeable dans une éventuelle évolution de la phase argileuse.

2° Chimie de l'eau interstitielle

En raison des difficultés de stockage immédiat des échantillons après leur prélèvement, l'étude de l'eau interstitielle n'est que partielle et porte sur les carottes ou tronçons les mieux conservés. Les teneurs en éléments dosés sont donc tributaires de ces conditions et n'ont qu'une valeur relative. L'évaluation des humidités, effectuée sur deux carottes de composition hétérogène montre l'évolution désormais classique qui consiste en la diminution de la teneur en eau vers les horizons inférieurs sous l'effet du tassement. Ainsi, après un sédiment extrêmement fluide en surface,

on rencontre un dépôt fortement imbibé où la proportion d'eau varie autour de 45 %, les pourcentages diminuant ensuite progressivement.

Cette distribution reste néanmoins sous l'influence d'un second facteur qui est la granulométrie. Un horizon argileux peut provoquer par son imperméabilité une accumulation d'eau dans l'horizon sableux qui le surmonte. L'ordre de succession des différentes phases granulométriques ne doit donc pas être négligé dans l'interprétation de la répartition de l'eau libre et les modifications chimiques qu'elle peut provoquer au sein du sédiment.

— Réserves alcalines

Les dosages en réserves alcalines effectués sur les carottes BEL P 8 et BEL P 3 montrent des teneurs très variables en bicarbonates et carbonates, ceux-ci pouvant faire totalement défaut. Ainsi dans la carotte BEL P 3 les teneurs sont de l'ordre de 0,4 à 0,7 cm³ (acide HCl N/litre) pour les carbonates et de 1,9 à 2,6 cm³ pour les bicarbonates. Ces variations se manifestent à des intervalles très courts sur la longueur de la carotte. L'eau interstitielle extraite de la carotte BEL P 8 montre des valeurs plus faibles qui sont respectivement de l'ordre de 0,3 à 0,5 pour les carbonates et de 1,7 à 2,3 pour les bicarbonates.

Ces teneurs sont à rapprocher des proportions en CO₃Ca qui sont d'autant plus faibles que les réserves alcalines sont plus élevées.

— Na⁺, K⁺, Mg²⁺ et Ca²⁺

Quelques dosages en Na, K, Ca et Mg ont été effectués sur les eaux interstitielles provenant des carottes BEL P 8 et BEL P 9. Les valeurs obtenues ne se répartissent pas régulièrement et semblent fonction de la granulométrie. Dans la carotte BEL P 9, très homogène et uniquement sableuse, les plus fortes teneurs principalement en Ca²⁺ et Mg²⁺ semblent coïncider avec une granulométrie relativement plus fine.

La carotte BEL P 8 montre une évolution plus complexe qui suit à la fois la granulométrie et partant, d'une certaine manière, la succession climatique reconnue par l'analyse micropaléontologique (Fig. 3). Ainsi, les plus fortes teneurs en Ca²⁺ et Mg²⁺ se localisent dans les niveaux relativement plus grossiers où apparaît une phase sableuse, ces niveaux pouvant constituer une zone d'accumulation lorsqu'ils ont à leur base un horizon plus fin et plus imperméable. C'est néanmoins en surface qu'ont été rencontrées les plus fortes teneurs en Mg²⁺ (1,5 g/l).

Enfin les teneurs plus basses en Ca^{2+} et surtout en Mg^{2+} caractérisent l'horizon 250 cm qui appartient à la période glaciaire.

Il est regrettable que ces analyses n'aient pu être plus nombreuses et que les échantillons n'aient pu être conservés dans des conditions rigoureuses. Aussi les résultats n'ont qu'une valeur indi-

BEL P3					
Niveau cm	Q ₁	Q ₂	Q ₃	n	$\sqrt{\frac{Q_3}{Q_1}}$
0-5	0,44	1,06	4,9	-1,28	3,3
10-20	0,33	2,2	20	-1	7,7
30-35	0,78	8	112	-0,92	11,9
40-45	15	128	285	0,65	4,3
90-100	140	174	250		1,3

BEL P4					
Niveau cm	Q ₁	Q ₂	Q ₃	n	$\sqrt{\frac{Q_3}{Q_1}}$
0-15	2,6	82	150	-0,75	7,5
20-25	1,7	11	31	-0,84	4,2
25-30	0,83	6,3	24	-0,92	5,3
90-100	1,6	10,2	26	-0,92	4
180-195	0,65	4,5	18	-1	5,2

BEL P 6					
Niveau cm	Q ₁	Q ₂	Q ₃	n	$\sqrt{\frac{Q_3}{Q_1}}$
0-10	0,29	2	10	-0,96	5,8
30-35	0,5	4	17,4	-0,91	5,8
50-60	0,67	4,7	20,5	-0,71	5,5
100-110	0,46	4,5	19	-0,71	6,4
180-190	0,31	2,6	19,4	-0,96	7,9

BEL P5					
Niveau cm	Q ₁	Q ₂	Q ₃	n	$\sqrt{\frac{Q_3}{Q_1}}$
0-10	61	67	120	-0,61	1,6
60-65	0,5	4,6	23	-0,81	6,7
100-110	0,5	3,6	17	-0,85	5,8

BEL P9				
Niveau cm	Q ₁	Q ₂	Q ₃	$\sqrt{\frac{Q_3}{Q_1}}$
0-10	210	290	380	1,3
40-50	205	285	390	1,3
100-110	205	280	380	1,3
200-210	210	280	365	1,3
300-310	158	210	290	1,3
400-410	215	310	450	1,4
450-460	225	330	680	1,7
500-550	200	275	380	1,3
600-610	298	450	730	1,5
650-660	205	280	380	1,3
700-710	230	320	520	1,5
720-730	205	275	380	1,3

BEL P8					
Niveau cm	Q ₁	Q ₂	Q ₃	n	$\sqrt{\frac{Q_3}{Q_1}}$
0-10	0,31	3,1	14	-0,87	6,7
50-60	0,28	2,9	11,6	-0,87	6,4
100-110	0,75	7,5	45	-0,81	7,7
150-160	0,55	6,5	21	-0,71	6,1
200-210	2,3	15,6	68	-0,71	5,4
250-260	2,1	12,5	41	-0,77	4,4
300-310	3,8	17,4	42,5	-0,61	3,3
350-360	3	16	37	-0,61	3,5
395-400	3,5	17	39	-0,61	3,3

BEL P10					
Niveau cm	Q ₁	Q ₂	Q ₃	n	$\sqrt{\frac{Q_3}{Q_4}}$
0-10	15,4	37	52	-0,05	1,8
50-60	3,4	22	35	-0,43	1,07
100-110	25	47	57	0,14	1,5
150-165	24	44,5	57	0,14	1,5

TABLEAU II
 Variations des différents indices granulométriques :
 Quartiles (Q₁ et Q₃), médiane (Q₂), indice d'évolution (n)
 et indice de classement $\left(\sqrt{\frac{Q_3}{Q_1}}\right)$

cative et il serait hasardeux de voir dans ces variations une évolution, au cours du quaternaire, de la composition de l'eau de mer dont l'eau interstitielle aurait gardé les caractères originels.

B) GRANULOMÉTRIE DES SONDAGES

— L'analyse granulométrique de la *carotte BEL P 8* recueillie sur le plateau continental, a porté sur des échantillons prélevés tous les 50 cm (Fig. 4). Les indices granulométriques ne subissent pas de variations continues. La valeur de la médiane et du premier quartile augmentant en général vers la base du dépôt avec quelques paliers voire même une diminution, notamment vers 250 cm. Le troisième quartile voit une évolution légèrement différente, avec une progression en dents de scie atteignant son maximum vers 200 cm (68μ) suivie d'une diminution plus régulière jusqu'à la base (39μ) (Tableau II).

Les faciès granulométriques subissent une lente évolution de la surface vers la profondeur où les indices atteignent des valeurs proches de $n = -0,6$ qui traduisent des faciès paraboliques caractéristiques d'une évolution incomplète du matériel issu du continent d'ailleurs proche.

De par sa position, la carotte BEL P 8 s'est révélée particulièrement intéressante dans les rapports qui peuvent s'établir entre la granulométrie et les facteurs climatologiques. Ces rapports ont fait l'objet d'une note collective préliminaire (1). Rappelons que la faune froide est associée à un sédiment relativement plus fin déposé sur une épaisseur réduite de 240 à 300 cm, auquel succède un sédiment plus grossier (maximum des valeurs du troisième quartile) (Fig. 3). Il résulte de la remise en circulation des eaux du réseau hydrographique subaérien entraînant le matériel de désagrégation issu de phénomènes de gélivation. A ce stade, il est mal trié, et le sorting Index de Trask prend des valeurs assez élevées (6, 1).

Le dépôt inférieur, effectué durant la période interglaciaire (Wurm-Riss), correspond à une sédimentation moins grossière en raison de conditions climatiques plus rigoureuses.

A signaler enfin la faible épaisseur de la sédimentation glaciaire qui s'explique par la faible compétence des eaux durant cette période. La microfaune et la macrofaune y sont également moins abondantes. L'étude morphoscopique de la fraction supérieure à 40μ montre un sable en général fin, formé de grains de quartz anguleux et de très nombreuses paillettes de micas. Dans les horizons inférieurs et à partir de 250 cm, de gros grains de quartz apparaissent.

La sédimentation marine du plateau continental traduit donc la succession sur le continent de périodes d'érosion *in situ* (glaciaire) et de transport actif (inter et post-glaciaire).

— La carotte BEL P 9 située à — 93 m, aux abords du cirque de tête du rech Lacaze-Duthiers, est, rappelons-le, entièrement constituée

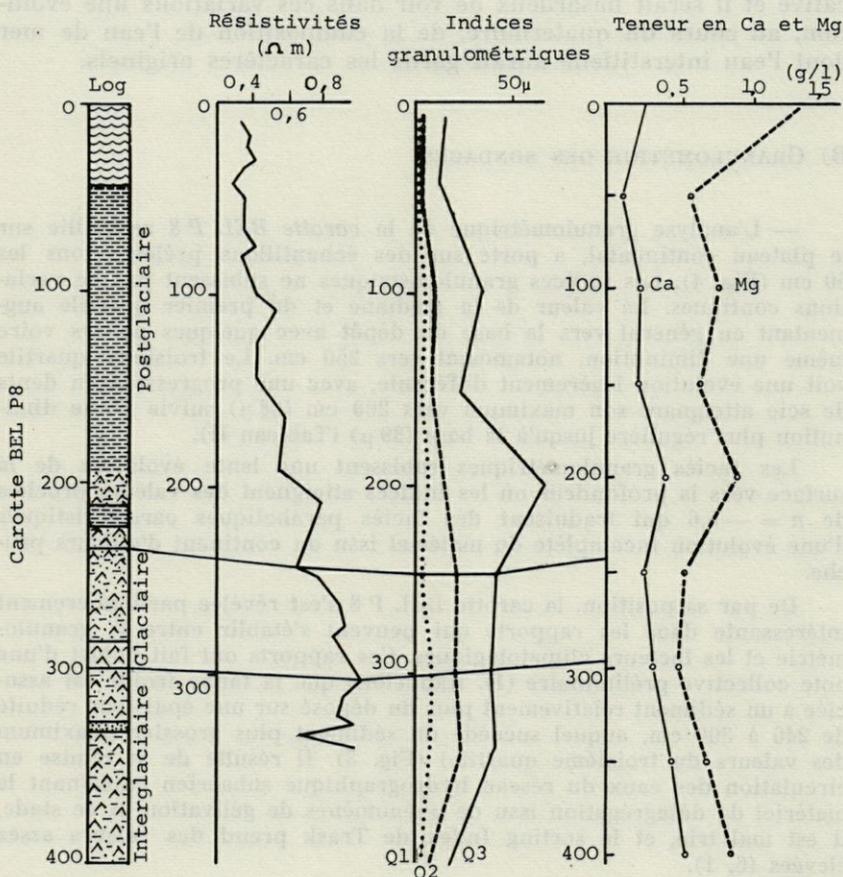


FIG. 3. — Corrélations entre les phases climatiques et les données granulométriques et chimiques (mesures de résistivité effectuées au laboratoire de Géologie dynamique de Villefranche par M. PAUTOT).

de sable quartzeux. L'analyse granulométrique de ces sables, fournit des courbes assez étalées (Fig. 4) dont la représentation canonique montre un faciès logarithmique voire hyperbolique indiquant un dépôt effectué par excès de charge, fréquemment rencontré dans les sables fluviaux ou estuariens. En outre une microfaune littorale y a été reconnue.

L'évolution des valeurs des quartiles (Tableau II) semble être corrélative des phases climatiques ayant présidé au dépôt et définies par l'analyse micropaléontologique. Aux périodes glaciaires correspond en général un matériel plus fin suivi aux périodes plus tempérées d'une brusque augmentation de la taille des particules; celles-ci diminuant ensuite ou subissant des variations indépendantes du facteur climatique

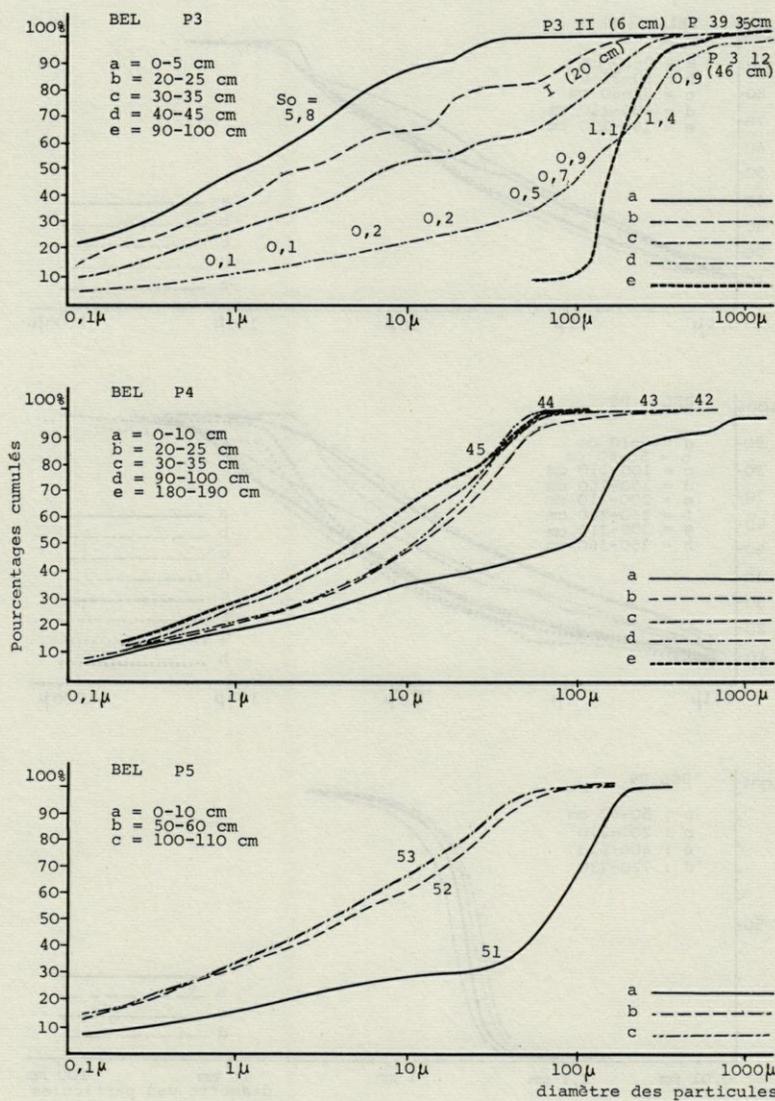


FIG. 4A. — Courbes granulométriques des prélèvements, sous forme cumulative semi-logarithmique : carottes BEL P 3 - P 4 - P 5.

dans la mesure où des phases secondaires n'ont pu être précisées par l'étude de la microfaune.

L'analyse morphoscopique de ces sables révèle une assez forte proportion de grains émoussés moirés (50 à 80 %), la forme émoussée étant

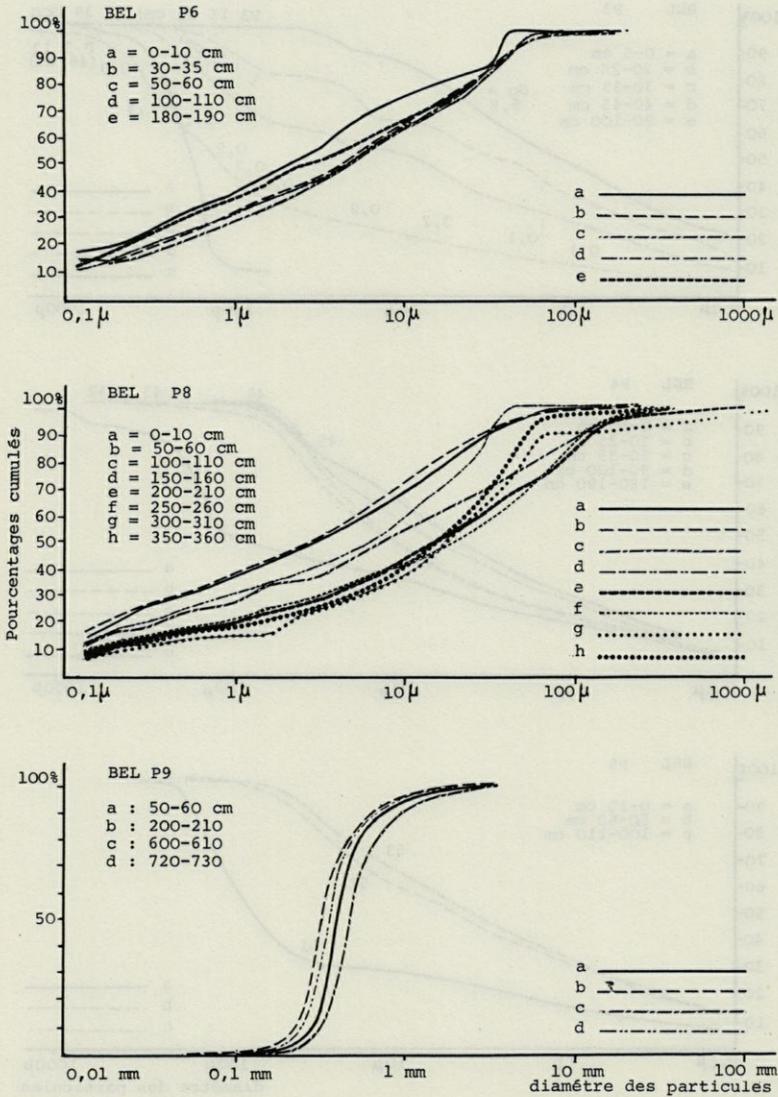


FIG. 4B. — Courbes granulométriques des prélèvements sous forme cumulative semi-logarithmique : carottes BEL P 6 - P 8 - P 9.

imparfaite. Les plus forts pourcentages sont atteints dans les trois premiers mètres. La proportion des grains émoussés luisants, faible dans les premiers mètres (5 à 6 %), subit une nette augmentation vers 3 m (20 à 30 %). Les autres grains appartiennent au type non utilisé luisant ou moiré.

Les différentes analyses tendent donc à reconnaître dans ce dépôt un sable fluviatile ou littoral mis en place par excès de charge. Sa position morphologique actuelle, sa composition sableuse dans un milieu de sédimentation fine, confère à ce matériau un caractère particulier. Il peut représenter le remplissage de la portion amont de la vallée sous-marine au cours du Quaternaire.

— L'analyse granulométrique de la carotte *BEL P 10*, effectuée à divers niveaux, traduit l'homogénéité du dépôt. Néanmoins, une très faible augmentation des indices (quartiles et médianes) se produit de la surface vers la profondeur, interrompue à 50 cm par des valeurs plus basses, en particulier du premier quartile ($3,4 \mu$) et de la médiane (22μ) (Tableau II).

On assiste, dans le même sens, à une régression évolutive parallèle où les indices n atteignent des valeurs positives (0,14) correspondant à des faciès de lévigation caractéristiques de dépôts de pente et de sédiments incomplètement évolués.

Les coefficients de triage ont des valeurs tout à fait comparables le long de la carotte et sont de l'ordre de 1,5.

Si ces résultats sont en parfaite correspondance avec la position morphologique qu'occupe ce dépôt, les corrélations avec les épisodes climatiques quaternaires sont plus difficiles à établir. Les conditions de mise en place, identiques tout au long du dépôt, ont prévalu sur les facteurs climatiques.

— L'analyse granulométrique des prélèvements *BEL P 5* et *BEL P 4*, provenant des cirques de tête des canyons Lacaze-Duthiers et Pruvot reflète la similitude de composition et de succession lithologique déjà signalée et partant des processus de sédimentation dans cette zone des rechs.

Les plus faibles valeurs des indices granulométriques se situent dans les horizons inférieurs des carottes occupés par la vase légèrement sablonneuse et micacée, où ils sont de l'ordre de 3,6 à 10μ . Le sédiment de surface plus grossier et qui surmonte les niveaux granoclassés possède une médiane nettement plus élevée de l'ordre de 67μ pour la carotte *P 5* et 82μ pour la carotte *P 4* (Tableau II).

L'allure des courbes canoniques montre une évolution régressive de la base vers la surface. Les niveaux inférieurs de faciès logarithmique ($n = -1$) attestent d'un sédiment assez évolué. Progressivement, et vers les horizons supérieurs la valeur de l'indice croît ($-0,92$, $-0,81$, $-0,61$) caractérisant des sédiments non évolués ou incomplètement évolués.

Le sédiment de surface, nettement plus grossier, constitue donc une interruption brusque dans ces dépôts. Sa base ne coïncide pas exactement avec la limite climatologique glaciaire-postglaciaire définie par l'analyse micropaléontologique.

Ici, les rapports sédimentologiques et climatiques, quoique existants, sont atténués par des phénomènes de dynamique sédimentaire inhérents à la morphologie sous-marine et qui seront précisés au chapitre suivant.

— La carotte *BEL P 6*, prélevée dans le thalweg du rech du Cap, traverse un dépôt assez homogène comme le montre la répartition des

fractions granulométriques. On peut néanmoins constater une légère diminution de la médiane et des quartiles de part et d'autre de l'horizon 50-60 cm.

L'indice d'évolution subit une variation parallèle : il débute en surface par des valeurs proches de -1 indiquant un faciès logarithmique bien évolué, passe aux niveaux 50 et 100 cm à des valeurs plus élevées s'apparentant à un faciès moins évolué de type parabolique ($-0,71$) et revient à la base au type évolutif logarithmique ($-0,96$) (Tableau II).

Le coefficient de triage ou Sorting Index de Trask appliqué à ces mêmes niveaux augmente assez régulièrement vers la profondeur.

Les variations de ces divers coefficients restent toutefois très faibles quoiqu'il soit intéressant de constater que l'horizon 50-60 cm autour duquel s'effectue l'évolution, correspond approximativement à la limite glaciaire-postglaciaire.

— La composition hétérogène de la *carotte BEL P 3*, appartenant à la sédimentation de fond de vallée (rech Pruvot), se reflète dans la forme des courbes granulométriques et dans la valeurs des indices. Leurs variations, totalement différentes de celles constatées dans la carotte précédente, consistent dans une augmentation très régulière des quartiles vers les niveaux inférieurs. L'allure parabolique des courbes cumulatives de ces horizons témoigne d'une proportion importante en éléments grossiers et d'une évolution incomplète ($n = 0,65$).

Vers la surface, l'indice d'évolution passe graduellement à -1 (faciès logarithmique des sédiments évolués), puis prend des valeurs inférieures à ce chiffre ($n = -1,28$) caractérisant le type de faciès hyperbolique des argiles de décantation (Tableau II).

Il s'agit d'une série évolutive complète où tous les termes sont représentés. C'est un phénomène tout à fait comparable à un granoclassement pouvant s'être effectué sous l'effet de courants turbides. Compte tenu de sa position morphologique dans le canyon, une telle hypothèse n'est pas à exclure. La présence de galets d'argile dans le sablon de base pour-

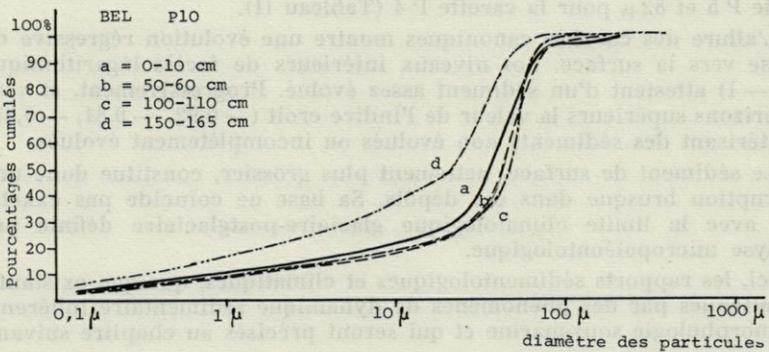


Fig. 4C. — Courbes granulométriques des prélèvements sous forme cumulative semi-logarithmique : carotte BEL P 10.

rait la confirmer. L'uniformité micropaléontologique de ce dépôt relativement épais indiquerait une mise en place assez rapide au cours de la période post-glaciaire.

La coordination des analyses physicochimiques, micropaléontologiques et sédimentologiques s'est avérée particulièrement intéressante dans l'étude des carottes de sondage. Elle a permis, quoique encore incomplète, une meilleure compréhension de la sédimentation marine quaternaire sur le plateau continental et la zone des rechs. Quelques notions importantes ont pu être dégagées dans les relations entre la sédimentation et les conditions climatiques d'une part, dans certains phénomènes de dynamique d'autre part.

Quoique ces relations fussent empiriquement perçues, elles n'en sont pas moins remarquables par leur constance en dépit de conditions particulières de dépôt liées à la topographie.

Ainsi aux époques glaciaires correspondent des dépôts relativement fins. Inversement aux époques interglaciaires et post-glaciaires s'effectue une sédimentation plus grossière. La sédimentation marine reflète donc davantage la compétence du réseau hydrographique subaérien que le matériel détritique mis à sa disposition. En d'autres termes, si la période glaciaire constitue une phase d'érosion active, c'est lors d'un réchauffement que le matériel détritique peut être mis en mouvement et amené jusqu'au bassin de sédimentation.

La carotte BEL P 8, la plus proche du littoral, traduit le mieux ce phénomène. Le dépôt glaciaire, peu important et relativement plus fin, est suivi d'une sédimentation nettement plus grossière passant ultérieurement à un matériel plus fin. Ce dernier stade correspond à une stabilisation des conditions climatiques, le réseau hydrographique n'amenant plus que les produits de lessivage en période de crue. La présence à 100 cm d'un horizon riche en matière organique peut être attribuable à un tel apport.

Les autres carottes traduisent le même effet atténué toutefois par d'autres facteurs tels que leur position particulière dans la morphologie des rechs. Ainsi certaines données de dynamique sédimentaire ont également pu être précisées.

Sur les parois des canyons s'effectue une sédimentation déritique dont le matériel reflète l'apport continental. Peu évolué et relativement grossier il traduit une zone de transport, voire de transit et subit des phénomènes de lévigation liés aux courants. Ces derniers entraînent vers le large les particules les plus fines qu'ils déposent dans le thalweg de la vallée, le reste formant des placages contre les parois les moins abruptes.

Les dépôts effectués dans les cirques de tête, ont été recoupés par les sondages P5 et P4. Ils appartiennent respectivement aux

rechs Lacaze-Duthiers et Pruvot. Malgré leur éloignement ils possèdent une grande similitude. A la sédimentation fine d'âge glaciaire succèdent des horizons granoclassés surmontés d'un matériel relativement grossier, peu évolué contrastant avec les dépôts argileux normalement rencontrés à ces profondeurs. Ces niveaux granoclassés ou grossiers sont attribuables à des courants de turbidité qui entraînent des produits arrachés aux parois ou aux têtes de canyons ou provenant directement du continent. La carotte P 3, dont la succession granulométrique constitue un véritable granoclassement, en est le terme extrême.

La compétence de ces courants et la nature du substratum détermine en partie la nature et la granulométrie des dépôts effectués le long du profil longitudinal des canyons.

Le maintien d'affleurements rocheux et d'une sédimentation sableuse en tête des canyons Lacaze-Duthiers et Pruvot témoigne de l'existence de courants probablement dirigés dans l'axe de la vallée et pouvant dériver de courants littoraux.

Dans le rech du Cap Creus, le sondage P 6 a traversé un dépôt uniquement vaseux à la profondeur de 530 mètres. Par ailleurs de nombreux essais de prélèvement ont été tentés dans le secteur septentrional du cap et dans son prolongement. Ils ont toujours atteint des dépôts sableux. L'absence de sédimentation fine sur cette portion du plateau continental est attribuable à une zone de turbulence provoquée par la réflexion de courants littoraux sur l'obstacle que constitue le cap rocheux. Ces courants prendraient ensuite une direction WE, donc parallèle au cap, empruntant l'axe de la vallée et entraînant les particules fines qu'ils déposeraient assez loin dans les secteurs plus calmes du thalweg.

Une campagne de prélèvements effectués en juin 1966 est destinée à compléter cette étude préliminaire où il a pu être mis en évidence l'interférence d'influence diverses sur la sédimentation, tels les courants, la topographie sous-marine et les conditions climatiques.

V. — MINÉRALOGIE DES SABLES

L'étude minéralogique des sables a porté sur des échantillons prélevés à diverses hauteurs de la carotte BEL P 9 et sur les fractions grossières des carottes P 8, P 4, P 5, P 6 et P 10. Les résultats sont consignés dans le tableau III. Les pourcentages ont été rapportés aux seuls minéraux transparents à l'exclusion toutefois des minéraux micacés, la séparation au bromoforme effectuant un

TABLEAU III
Compositions minéralogiques des sables.
Variations sur des hauteurs des carottes.

N° CAROTTE	BEL P9							BEL P3	BEL P8				BEL P4		BEL P5	BEL P6		BEL P10	
	50	100	200	400	500	600	700	80	100	250	350	0	180	100	0	180	0	100	
Hornblende	39	33	40	37	25	25	32	39	12	35	50	23	36	14	28	23	38	26	
Amphibole monoclinique	2	3	2	6	2	+	2	2		4	2	7	6		2	6	2	3	
Glaucofane								+		+		1	1		+	4	+	3	
Epidote	6	15	7	12	7	8	15	14	15	24	12	11	23	40	30	35	29	27	
Andalousite	16	17	18	21	28	24	20	20	5	2	2	2			8				
Mia. Fibreux	+		1	4	5	1	2	+		+	2								
Staurotide	4	2	2	4	2	3	2	1		3	2	1		4	+				
Disthène	+	+	1		1	1	+	1	5	1	2	10		14	2	4	+	2	
Augite			1							+		1	1						
Hypersthène	2	2	3					+	5	1		3	2					1	
Grenat	29	22	18	13	22	30	16	33	31	17	16	22	9	16	21	23	5	20	
Zircon	+	+	1	1			1	1	3	4	4	8	5	6	4	5	17	11	
Tourmaline	2	6	6	1	8	7	10	7	14	5	2	9	8	2	5		2	2	
Rutile			1					+		+							3	2	
Anatase								+		1			1				3		
Brookite											2	1							
Sphène		+	+			+	+	+	5	3		1	5				1	2	
Corindon		+	+																
Topaze				1		1		+	5	+	4		3	4					
Opaques	29	20	22	41	62	21	64	24		38	89	35	40	50	32	36	24	25	

trriage partiel de ces derniers qui est fonction de leur taille, leur densité et leur forme toujours variables.

Néanmoins, les sables provenant des prélèvements P 8, P 10 et P 6 sont très nettement plus micacés. Dans les autres prélèvements, les plus forts pourcentages se situent dans les niveaux les plus fins, l'apparition des niveaux grossiers amenant une très forte diminution de ces minéraux. Tel est le cas des horizons supérieurs des carottes P 4 et P 5 et de l'horizon sableux inférieur et grano-classé de P 3.

Deux hypothèses déjà évoquées précédemment peuvent expliquer ce phénomène. Tout d'abord une lévigation intense peut entraîner une élimination partielle des particules micacées dans les secteurs les plus exposés aux courants. Enfin la faible teneur en micas peut simplement tenir à la composition originelle des sables.

Les cortèges minéralogiques ne subissent que de légères variations. La hornblende est partout présente et peut atteindre d'assez forts pourcentages (37 à 38 % dans les carottes BEL P 9 et BEL P 3). L'épidote et le grenat sont également bien représentés et les variations quantitatives ne constituent pas un critère suffisant de différenciation. Les minéraux de métamorphisme, andalousite, staurotide, disthène, sillimanite et minéraux fibreux sont abondants sur toute la hauteur de la carotte BEL P 9 (jusqu'à 20 % d'andalousite). Par contre, leur présence est modeste et épisodique dans les autres dépôts, la teneur moyenne en andalousite étant de 3 %. Ces différences notables peuvent être liées à la granulométrie, l'andalousite se localisant préférentiellement dans les fractions les plus grossières.

Les minéraux ubiquistes en faibles pourcentages sont également répartis dans tous les dépôts étudiés.

Quelques pyroxènes, augite et hypersthène ont été reconnus à certains niveaux des prélèvements, ainsi que des amphiboles monocliniques (tremolite). Toujours très faiblement représentés, ils semblent être absents dans le rech du cap Creus.

La glaucophane est présente dans quelques dépôts, mais la carotte P 9 en est dépourvue.

Des minéraux accompagnateurs complètent le cortège minéralogique : anatase, brookite, sphène, corindon, topaze. En très faibles teneurs dans la carotte P 9, ils sont absents de la carotte P 6 appartenant au rech du Cap.

Les résultats de cette étude ne peuvent être significatifs pour un nombre relativement restreint de prélèvements. Néanmoins, l'association hornblende-andalousite confère à cette province minéralogique un caractère pyrénéen.

VI. — MINÉRALOGIE DES ARGILES

Les déterminations cristallographiques des argiles ont été effectuées sur diffractobloc, modèle « Théta 60 » à anticathode de cobalt, de la Compagnie Générale de Radiologie. Elles ont porté sur des échantillons prélevés à des niveaux régulièrement espacés (50 cm) le long des carottes.

Le but de cette étude est de définir une province minéralogique dont les limites seront précisées avec l'extension du domaine de recherche, et de suivre l'évolution horizontale et verticale du matériel détritique fin arrivant à la mer.

Les résultats obtenus attestent une grande monotonie de composition. Les variations restent liées aux proportions des divers composants et à leur degré de cristallinité. Les complexes argileux s'identifient tous à un diagramme type d'agrégats orientés tel qu'il s'établit après les divers traitements et à une association minéralogique résultante (fig. 5).

Les différentes raies apparaissent de la façon suivante :

— Les échantillons bruts montrent :

- un pic généralement court, élargi à la base à 14,3 - 14,4 Å,
- un pic fin et bien développé dominant largement le profil à 10,16 Å
- une raie étroite et assez haute à 7,15 Å.

Aux plus grands angles apparaissent les raies secondaires situées à 5; 4,76 - 4,27 - 3,56 - 3,33 - 2,86 Å.

— Le traitement au glycérol provoque l'apparition d'un pic étalé et de faible intensité dont le maximum se situe entre 17 et 18 Å. Il convient de l'attribuer au gonflement de l'écart 14 Å.

— La cuisson des échantillons à 530° pendant 1 h. 30 détermine l'augmentation de l'intensité de la raie à 10 Å et la diminution des raies à 7 et 14 Å, cette dernière acquérant une meilleure résolution.

— Après traitement à l'acide chlorydrique 2N, seules subsistent les raies à 10 et 7,20 Å (faible); les raies secondaires se placent respectivement à 5,02 - 4,28 - 3,57 Å.

La liste des minéraux présents dans l'ensemble des prélèvements s'établit donc comme suit et par ordre d'importance :

— *Illite* : elle domine largement le cortège pouvant atteindre plus de 75 %. Tous les écarts réticulaires sont représentés et nette-

ment définis. La haute cristallinité de ce minéral l'apparente au type mica. Le pic de premier ordre, fait souvent suite dans les diagrammes à une portion de courbe où le bruit de fond est plus important. A certains niveaux des carottes et vers les petits angles elle s'intègre presque à ce fond d'où émerge un pic trapu à 14 Å, attribuable à la superposition des raies de la chlorite et de la montmorillonite.

— *Chlorite* : relativement abondante, elle se caractérise par le pic à 14 Å qui se trouve ici superposé à celui de la montmorillonite, ce qui ne permet pas toujours d'en apprécier le pourcentage et la cristallinité propres.

— *Montmorillonite* : également présente mais en faible proportion, environ 10 %. Elle est en général mal définie, les écarts réticulaires pouvant prendre toutes les valeurs comprises entre 14 et 10 Å, selon la nature des ions interfoliaires. Le traitement au glycérol produit un fort gonflement, portant la raie de premier ordre à 17 - 18 Å. L'ébullition en milieu acide (HCl 2N) provoque la destruction de ce minéral.

— *Kaolinite* : en très faible proportion sa présence est attestée par les raies à 3,57 et 7,25 Å, cette dernière subsistant, quoique très affaiblie par suite de la destruction de la chlorite, après traitement à l'acide chlorydrique 2N.

L'étude minéralogique de la fraction fine des carottes de sondage montre la constance de l'association illite-chlorite-montmorillonite-kaolinite telle qu'elle a été définie ci-dessus. Néanmoins les analyses précises de tous les échantillons ont permis de déceler quelques particularités liées à l'évolution horizontale et verticale des phyllites.

— *La carotte P 4* de 195 cm de hauteur, prélevée à 230 mètres de profondeur, dans le cirque de tête du canyon Pruvot, a une composition minéralogique tout à fait comparable au schéma précédemment écrit. Le mica-illite y est abondant et ne subit pas de variations.

En comparant les divers horizons de la carotte, il est permis de constater une meilleure cristallinité de la chlorite et également un plus fort pourcentage relatif à partir de 50 cm et plus particulièrement à ce niveau.

L'évolution cristalline de la montmorillonite semble se faire dans un sens opposé à celui de la chlorite. Relativement bien définie en surface, elle semble se dégrader vers les horizons inférieurs.

La kaolinite y est très faiblement représentée.

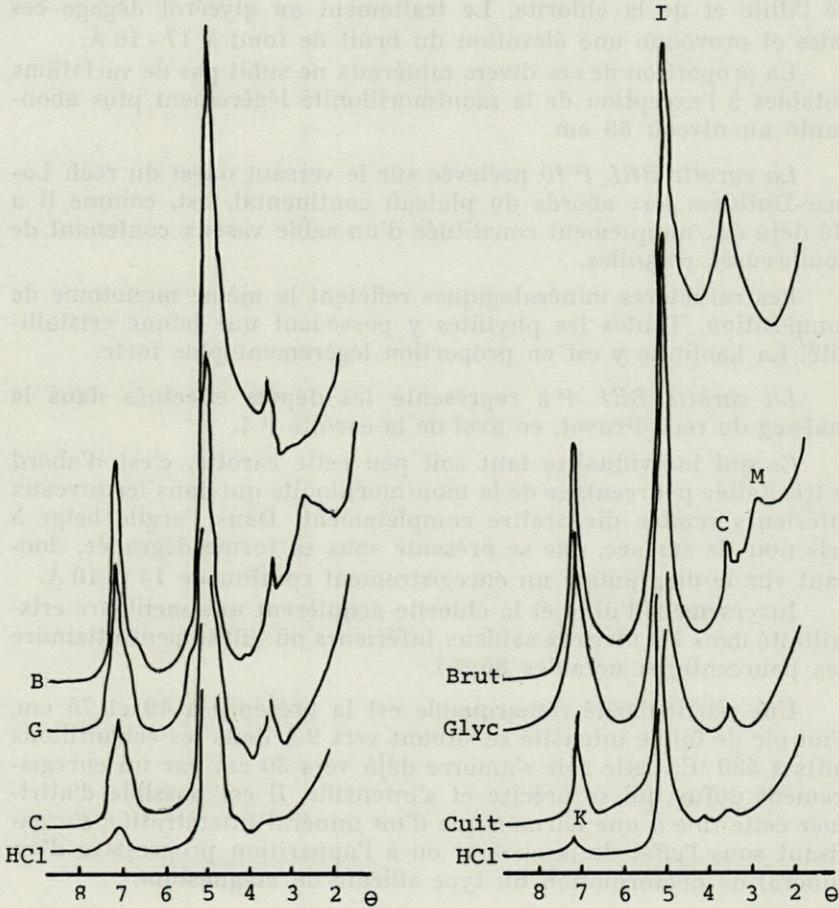


FIG. 5. — Diagrammes de diffractométrie RX aux petits angles de Bragg des deux types d'association minérale les plus fréquemment rencontrés dans les fractions fines des carottes.

La carotte BEL P 5 appartient au cirque de tête du rech Lacaze-Duthiers. Elle ne montre pas d'évolution verticale remarquable de ses minéraux argileux.

On peut néanmoins constater une assez bonne cristallinité des espèces dans les 50 premiers centimètres constitués d'un sable vaseux gris foncé organogène. A partir de la séquence granoclassée et vers la vase compacte et sablonneuse qui occupe le fond de la carotte, la montmorillonite, mal organisée se manifeste dans les diagrammes par un front continu joignant les pics caractéristiques

de l'illite et de la chlorite. Le traitement au glycérol dégage ces raies et provoque une élévation du bruit de fond à 17 - 18 Å.

La proportion de ces divers minéraux ne subit pas de variations notables à l'exception de la montmorillonite légèrement plus abondante au niveau 60 cm.

La carotte BEL P 10 prélevée sur le versant ouest du rech Lacaze-Duthiers aux abords du plateau continental, est, comme il a été déjà dit, uniquement constituée d'un sable vaseux contenant de nombreuses coquilles.

Les caractères minéralogiques reflètent la même monotonie de composition. Toutes les phyllites y possèdent une bonne cristallinité. La kaolinite y est en proportion légèrement plus forte.

La carotte BEL P 3 représente les dépôts effectués dans le thalweg du rech Pruvot, en aval de la carotte P 4.

Ce qui individualise tant soit peu cette carotte, c'est d'abord le très faible pourcentage de la montmorillonite qui dans les niveaux inférieurs semble disparaître complètement. Dans l'argile beige à gris noir de surface, elle se présente sous sa forme dégradée, donnant sur le diagramme un enregistrement continu de 14 à 10 Å.

Inversement l'illite et la chlorite acquièrent une meilleure cristallinité dans les niveaux sableux inférieurs où l'illite peut atteindre des pourcentages notables (80 %).

Une particularité remarquable est la présence à 40 et 75 cm, d'un pic de faible intensité se situant vers 9 Å dans les échantillons cuits à 530 °C. Cette raie s'amorce déjà vers 30 cm par un enregistrement diffus qui se précise et s'intensifie. Il est possible d'attribuer cette raie à une harmonique d'un minéral interstratifié s'organisant sous l'effet de la chaleur ou à l'apparition progressive d'un minéral de néoformation du type silicate de magnésium.

La carotte BEL P 6 a été recueillie dans le thalweg du rech du cap Creus à une profondeur de 550 mètres. Presque exclusivement argileuse, sa couleur passe du beige au gris et gris bleu en profondeur. Quelques traces de réduction sont observables vers 30 et 50 cm.

Les résultats des analyses des phyllites sont tout à fait comparables à ceux obtenus pour les carottes précédemment décrites.

La cristallinité des minéraux et en particulier celle de l'illite et de la chlorite augmente avec la profondeur du prélèvement. Sa proportion semble pourtant décroître au fond de la carotte.

En surface les diagrammes de diffractométrie tendent à montrer entre les raies 14 et 10 Å un front continu duquel se dégage le

dessin assez imprécis d'un pic à environ 12,55 Å attribuable à la montmorillonite cristallographiquement mal définie. Le glycérolage conduit à un gonflement qui se caractérise par un enregistrement continu allant de 14 à 17 Å. La cuisson à 530° entraîne l'écrasement du pic à 10 Å.

La carotte BEL P 8 prélevée à moins de 100 mètres de profondeur, a fait l'objet d'analyses très complètes en raison du double intérêt qu'elle pouvait présenter. Située sur le plateau continental, elle constitue une des premières étapes de l'évolution du matériel détritique amené à la mer; de plus, traversant une tranche assez importante du dépôt quaternaire (400 cm), elle devait permettre de saisir une éventuelle évolution verticale.

Essentiellement argileuse jusqu'à 200 cm, passant du beige au gris bleu, elle devient plus sableuse en profondeur et contient de nombreux fragments de coquilles.

L'association minéralogique comprend les mêmes minéraux de base. Les seuls critères de différenciation sont donc la proportion relative de ces minéraux et leur degré de cristallinité.

La montmorillonite se rencontre sous son faciès dégradé qui se manifeste par des pics très étalés. Cet aspect est plus particulièrement sensible dans les horizons supérieurs et à 150 cm où l'écart réticulaire prend toutes les valeurs comprises entre 14 et 10 Å. Relativement plus abondante en surface (moins de 10 %), elle est très faiblement représentée à 250 cm et disparaît au fond de la carotte.

Une coupure semble d'ailleurs se produire à ce niveau. Outre l'absence de montmorillonite, la chlorite et l'illite présentent un degré élevé de cristallinité. L'enregistrement, pratiquement dépourvu de bruit de fond, montre des pics d'une très grande résolution. Il s'agit d'un matériel détritique possédant encore tous les caractères minéralogiques et cristallographiques de la roche-mère et n'ayant subi aucun phénomène de dégradation.

CONCLUSION

L'analyse des phyllites contenues dans les carottes de sondage provenant de divers secteurs du précontinent catalan, se caractérise par une assez grande monotonie dans les espèces minérales reconnues. L'association illite-chlorite-montmorillonite-kaolinite, partout présente, confère à cette zone de la Méditerranée une certaine unité.

L'évolution horizontale est à peine décelable. En effet, la morphologie de ce précontinent découpé par de nombreuses vallées, entraîne une sédimentation particulière dont les modalités ont pu être mises en évidence par l'analyse granulométrique. C'est pourquoi les hauteurs disponibles des carottes offrent un champ d'investigation plus intéressant et permettent d'établir certaines corrélations d'ordre granulométrique et climatique.

Le fait le plus régulièrement observé est la présence en surface de minéraux ouverts. Tel est le cas de la montmorillonite dans les horizons supérieurs souvent constitués d'une vase fluide beige et oxydée. Quoique jamais bien cristallisée, l'écart réticulaire se maintient vers 14 Å, vers les niveaux plus profonds et plus compacts.

Ce schéma admet quelques exceptions et des minéraux ouverts (montmorillonite) apparaissent assez brusquement à certains niveaux. Dans le sondage P 8, à 150 cm, cette apparition est liée à la présence d'un horizon plus riche en matière organique et interprété comme un épisode plus chaud pendant la période interglaciaire. L'ouverture des feuillettes serait consécutive à une dégradation plus poussée de ce minéral dans sa phase continentale.

La proportion et l'état cristallin des phyllites semblent donc en relation avec la granulométrie et les épisodes climatiques.

Comme on l'a vu, la montmorillonite, quoique mal définie, est souvent plus abondante dans les horizons supérieurs de vase fluide. Dans les séquences plus grossières elle diminue en proportion (P 3).

En outre, au cours des diverses analyses sur le matériel fin des carottes de sondage, il a été constaté l'existence de deux stocks argileux différenciés par leur granulométrie et leur couleur : une partie relativement plus grossière de couleur beige et une portion ultra-fine gris bleu.

Le diagramme de rayons X fourni par cette fraction montre un bruit de fond important aux petits angles attribuables à la phase colloïdale. La raie de l'illite s'y trouve fortement réduite et d'intensité moindre que la raie de la montmorillonite.

Parallèlement, la chlorite et l'illite, généralement bien cristallisées sont en proportion plus élevées dans les séquences plus grossières. Leur haute cristallinité les apparente aux minéraux détritiques micacés, dont l'abondance a été signalée dans la fraction supérieure à 40 μ lors de l'étude des minéraux lourds. Aucune évolution cristallographique ne semble être intervenue. Le matériel terrigène n'ayant subi que des phénomènes de fragmentation et un triage dimensionnel. Les diagrammes de poudre également effectués montrent en outre la présence de quartz et de feldspath.

Ainsi, l'illite et la chlorite qui forment l'essentiel des phyllites de la fraction fine du dépôt traversé par le carottage P 10, reflètent

par leur degré de cristallinité le caractère résiduel mis en évidence par l'analyse granulométrique.

Le même fait est vérifié dans les niveaux sableux d'autres carottes et plus particulièrement BEL P 5 et P 3.

Enfin, certaines corrélations d'ordre climatologique ont pu être établies pour ces deux minéraux et principalement la chlorite. Cette dernière semble en effet plus abondante et surtout mieux cristallisée dans les dépôts effectués pendant la période glaciaire (BEL P 4 et P 6).

Comme nous l'avons signalé, le dernier horizon (400 cm) de la carotte P 8, dépourvu de montmorillonite et caractérisé par une très bonne cristallinité de la chlorite et du mica-illite, introduit une coupure qui est probablement de nature climatique. Il semble que nous ayons atteint, comme pour la carotte P 9, le sommet de la sédimentation essentiellement détritique effectuée au cours de l'avant-dernière glaciation Riss, dont la limite n'avait pu être déterminée avec certitude par l'analyse micropaléontologique mais se trouve soulignée par l'évolution cristalline des argiles.

L'étude minéralogique de la fraction fine est donc tout à fait concordante avec les données de l'analyse granulométrique et micropaléontologique.

Le secteur régional, relativement restreint, confère aux analyses minéralogiques une certaine monotonie. Néanmoins, quelques précisions ont pu être apportées en ce qui concerne les répartitions dimensionnelles des minéraux lourds et phylliteux. Ces derniers traduisent en outre la nature du matériel terrigène amené depuis le continent, et partant les conditions climatiques. Il peut être uniquement le produit de désagrégation, par le gel entre autres, de roches cristallines ou cristallophylliennes qui forment la bordure continentale, ou résulter d'un lessivage des sols installés au cours de périodes plus chaudes. La dégradation n'a ainsi atteint que la montmorillonite particulièrement fragile de ces sols.

La topographie de ce secteur de la Méditerranée, accidenté de nombreuses vallées sous-marines, a rendu l'étude sédimentologique intéressante pour la compréhension des phénomènes de dynamique sédimentaire. Des zones d'accumulation et des zones de transit s'y établissent et localement intervient l'action d'écoulements turbides qui empruntent les chenaux sous-marins.

En outre, malgré les perturbations que cause cette morphologie, des corrélations ont pu être établies entre la sédimentation et les phases climatiques quaternaires. Rappelons que le produit de l'érosion glaciaire est libéré et mis en circulation dès le retour à un climat plus tempéré et arrive dans le bassin de sédimentation où il donne lieu à un dépôt grossier faisant suite à un matériel rela-

tivement plus fin. Si les conditions de température se maintiennent, il y a stabilisation et entrainement des produits de lessivage des sols.

Cette étude a l'intérêt de montrer la possibilité de saisir, malgré un nombre assez restreint de prélèvements, à travers les divers aspects du sédiment, les phénomènes syngénétiques et diagénétiques qui régissent la sédimentation marine.

RÉSUMÉ

La sédimentation marine quaternaire du plateau continental et rechs du Roussillon reste soumise aux facteurs climatiques, mais traduit également l'influence de facteurs de dynamique sédimentaire liés le plus souvent à la morphologie particulière de ce secteur.

L'étude minéralogique des sables et des argiles permet de définir une province minéralogique ainsi que l'évolution des minéraux argileux sous l'effet de phénomènes prédiagénétiques.

SUMMARY

Marine quaternary sedimentation of continental shelf and canyons of Roussillon remains under the influence of climatic conditions, but also expresses the influence of sedimentary dynamics factors that are most often connected with the peculiar morphology of the area.

Mineralogical study of sands and clays enables to define a mineralogical province together with the evolution of argillaceous minerals under the influence of prediagenetical phenomena.

ZUSAMMENFASSUNG

Die quaternäre marine Ablagerung im Gebiet der "Rechs" und des kontinentalen Schelfes der Roussillonküste unterliegt den klimatischen Faktoren, steht aber auch mit der sedimentologischen Dynamik in Verbindung, deren Wirkung im Allgemeinen von den morfologischen Besonderheiten dieses Gebietes abhängt.

Die mineralogische Untersuchung des Sandes und des Tones erlaubt die Aufstellung einer mineralogischen Provinz und zeigt die Evolution der tonartigen Mineralien unter der Einwirkung von vordiaogenetischen Erscheinungen.

BIBLIOGRAPHIE

1. BARUSSEAU, J.P., G. BELLAICHE, A. LÉVY, A. MONACO et G. PAUTOT, 1966. Variations paléoclimatiques et sédimentologiques des dépôts quaternaires des rechs du Roussillon (golfe du Lion). *C.R. Acad. Sc., Paris*, 263 : 712-715.
2. BOURCART, J., 1956. Recherches sur le plateau continental de Banyuls. *Vie Milieu*, VI (4) : 435-522.
3. BOURCART, J., 1959. Morphologie du précontinent, des Pyrénées à la Sardaigne. Colloques. In. Cen. natn. Rech. Scient., LXXXIII, mai 1958 : 33-52.
4. BOURCART, J., 1961. Les canyons sous-marins de Banyuls et leur remplissage sédimentaire. *C.R. Acad. Sc., Paris*, 253 : 19-24.
5. BOURCART, J., M. GENNESSEUX et KLIMEK, 1961. Sur le remplissage des canyons sous-marins de la Méditerranée française. *C.R. Acad. Sc., Paris*, 252 : 3693-3698.
6. CHAMLEY, H., H. PAQUET et G. MILLOT, 1962. Minéraux argileux de vases méditerranéennes. *Bull. Serv. Carte géol. Als.-Lorr.*, 15 (4) : 161-169.
7. DUBOUL-RAZAVET, C. et A. MONACO, 1966. Etude minéralogique des sables du littoral catalan espagnol. *Vie Milieu*, XVII (1 B) : 217-241.
8. DUPLAIX, S., W.D. NESTEROFF, B.S. HEEZEN, 1965. Minéralogie comparée des sédiments du Tage (Portugal) et de quelques sables profonds de la plaine abyssale correspondante. *Deep Sea Res.*, 12 : 211-217.
9. GLANGEAUD, L., R. SCHLICH, G. PAUTOT, G. BELLAICHE, P. PATRIAT et M. RONFARD, 1966. Morphologie, tectonophysique et évolution géodynamique de la bordure sous-marine des Maures et de l'Esterel. Relations avec les régions voisines. *Bull. Soc. géol. Fr.*, VII(7) : 998-1009.
10. LUCAS, J., 1962. La transformation des minéraux argileux dans la sédimentation. Etudes sur les argiles du Trias. *Mém. Serv. Carte géol. Als.-Lorr.*, (3), Strasbourg, p. 202.
11. MONACO, A., 1965. Evolution de quelques sédiments argileux de la Méditerranée occidentale. *Bull. Soc. géol. Fr.*, VII (7) : 521-529.
12. NESTEROFF, W.D., 1962. Essai d'interprétation du mécanisme des courants de turbidité. *Bull. Soc. géol. Fr.*, IV (7) : 850-856.
13. NESTEROFF, W.D., 1965. Le problème des turbidités : les données océanographiques modernes. *Bull. Soc. géol. Fr.*, VII (7) : 587-592.
14. NESTEROFF, W.D., G. SABATIER et B.S. HEEZEN, 1963. Les minéraux argileux dans les sédiments du bassin occidental de la Méditerranée. *Rapp. P.-v. Réunion. Commn. int. Explor. scient. Méditerr.*, XVII (3) : 1005-7.
15. REYSS, D., 1964. Contribution à l'étude du rech Lacaze-Duthiers, vallée sous-marine des côtes du Roussillon. *Vie Milieu*, XV (1) : 1-46.

16. REYSS, D., 1964. Observations faites en soucoupe plongeante dans deux vallées sous-marines de la mer Catalane : le rech du Cap et le rech Lacaze-Duthiers. *Bull. Inst. Océan. Monaco*, 63 (1308) : 1-8.
17. RIVIÈRE, A. et S. VERNHET, 1960. Contribution à l'étude minéralogique des sédiments argileux. Discussion des résultats obtenus par la méthode des agrégats orientés. *C.R. Acad. Sc., Paris*, 251 : 2056-2058.
18. VATAN, A., 1949. Etude pétrographique des matériaux sableux côtiers du golfe du Lion entre le Cap Cerbère et l'embouchure du Rhône. *Sédimentation et Quaternaire*. Bordeaux, C.r. Congr. Char. Dord. : 147-156.

Reçu le 22 mars 1967