

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE - MER

---

Centre d'Adiopodoumé  
(Côte d'Ivoire)

Laboratoire de Géologie

---

CARTE SEDIMENTOLOGIQUE PROVISOIRE  
DU PLATEAU CONTINENTAL DE LA COTE D'IVOIRE

I - d'ASSINIE A FRESCO

par

F.R. DUGAS

Etude réalisée en collaboration avec  
LE CENTRE DE RECHERCHES OCEANOGRAPHIQUES D'ABIDJAN

mars 1968

CARTE SEDIMENTOLOGIQUE PROVISOIRE DU PLATEAU CONTINENTAL  
DE LA COTE D'IVOIRE D'ASSINIE A FRESCO

par F. R. DUGAS

R é s u m é

Le Plateau Continental de la Côte d'Ivoire a une superficie de 7.000 kilomètres carrés sous une profondeur d'eau de 0 à 120 - 130 mètres. Ce plateau (cf. la carte ci-jointe) est entaillé par un profond canyon sous-marin "le Trou sans fond" d'origine complexe dont l'étude n'est pas abordée ici.

La carte sédimentologique dressée, porte sur la moitié environ du Plateau Continental ivoirien soit d'Assinie à Fresco (longueur 135 milles nautiques, largeur 13 milles nautiques).

Outre la description de la forme et de la nature des fonds qui influence la répartition de certaines espèces benthiques (poissons et invertébrés), cette étude pose des problèmes intéressants. Entre autres celui des grains pseudo-oolithiques, considérés, ici, comme des pelotes fécales minéralisées.

PROVISIONAL SEDIMENTOLOGICAL MAP OF IVORY COAST CONTINENTAL

SHELF FROM ASSINIE TO FRESCO

By F. R. DUGAS

S u m m a r y

The Continental Shelf of Ivory Coast develops under the sea level an extension of the mainland ranging over an area of about 7,000 km<sup>2</sup> up to the depth of 120 - 130 meters. This shelf is slotted open by a deep submarine canyon the "Trou sans fond". Its intricate origin is not studied here.

The sedimental map set up, covers about a half of the Ivorian Continental Shelf from Assinie to Fresco (135 nautics milles length and 13 nautics milles width).

The description of form and nature of bottoms, influences the distribution of some benthic species (fishes and invertebrates.) This study puts forward some interesting problems. One of them is the pseudo-oolithic particles considered as mineralized faecal pellets.

S O M M A I R E

	Page
I. - INTRODUCTION .....	4
II. - HISTORIQUE .....	5
III. - HISTOIRE GEOLOGIQUE .....	6
IV. - BATHYMETRIE .....	9
V. - SEDIMENTATION .....	11
1. - Méthodes d'étude .....	11
2. - Légende de la carte sédimentologique .....	11
3. - Etude des paramètres physiques, minéralogiques et chimiques .....	13
4. - Le milieu climatique actuel .....	19
5. - Interprétation de la sédimentation .....	21
VI. - LE SEDIMENT : facteur écologique .....	24
VII. - CONCLUSION .....	25
VIII. - BIBLIOGRAPHIE .....	26

I. - INTRODUCTION

Les plateaux continentaux prolongent les continents sous l'océan jusqu'à une profondeur généralement voisine de 200 mètres. Ils présentent un intérêt du point de vue minier et pétrolier et semblent offrir les mêmes ressources que les continents. De même la connaissance de la forme des fonds est utile en hydrologie, et pour la pêche au chalut. De plus les sédiments marins intéressent les biologistes du benthos en tant que facteur écologique, l'ingénieur en tant que matériel littoral et surtout le sédimentologue.

Le Plateau Continental de la Côte d'Ivoire présente, sous une profondeur d'eau de 0 mètre à 120 - 130 mètres seulement, une longueur de 300 milles nautiques et une largeur de 9 à 18 milles nautiques (en moyenne 13 milles). Il est limité, au Nord par un littoral formé de falaises à l'Ouest de Fresco, et d'un cordon sableux à l'Est du même point, et par une forte rupture de pente au Sud. L'étude ci-après porte sur 135 milles nautiques de la frontière Est (Assinie) à Fresco.

## II. - HISTORIQUE DES TRAVAUX

La bathymétrie du Plateau Continental ivoirien connue depuis 1894 par le Service Hydrographique de Paris n'a, à l'exception de certaines zones, fait l'objet d'une étude précise mais partielle, par le même Service, qu'en 1963 - 1965.

L'histoire géologique de la Côte d'Ivoire est connue principalement par les travaux de A. de Spenger et J. Delteil (New Delhi 1964) et de B. Tagini (1965). Un schéma évolutif de la sédimentation au Quaternaire est donné par P. Le Bourdieu (1958) pour le littoral de la Côte d'Ivoire et par J. Allen (1965) pour le delta du Niger.

Quelques caractères minéralogiques de grains pseudo-oolithiques des sables et vases du Plateau Continental, ont été étudiés par N. Leneuf (1962) sur les plages et par L. Berthois et Y. Le Calvez (1966) sur quelques échantillons de sable vaseux. Des pseudo-oolithes semblables ont été analysées également sur les Plateaux Continentaux du Golfe de Guinée : au Niger par J. Allen (1965) et D. Porrenga (1966), au Gabon par P. Giresse (1965), S. Caillere et P. Giresse (1966), en Guinée par H. Von Gaertner et W. Schellman (1965).

### III. - HISTOIRE GEOLOGIQUE

III. 1. - Le Plateau Continental Ivoirien appartient comme la Côte d'Ivoire et ses pays voisins Guinée, Ghana, à la "vieille plateforme africaine" socle Birrimien datant de 2.000 millions d'années : orogénie éburnéenne (Tagini 1965). Le relief de la Côte d'Ivoire continentale est celui d'une pénéplaine excepté au N - O de Man où l'on trouve des sommets à 1.000 mètres. Sur ce socle, la couverture n'est plus représentée que par des lambeaux sédimentaires d'âge secondaire et tertiaire (soit donc une lacune stratigraphique de 1.900 millions d'années). Cette couverture forme des plateaux s'étendant en bordure du littoral, de la région de Sassandra jusqu'à la frontière du Ghana. (Fig. 1) : Elle s'étend E - W sur 350 kilomètres environ avec une largeur maximum N - S de 35 kilomètres. Elle n'est probablement que l'une des franges côtières d'un vaste bassin sédimentaire sous-marin bordant la côte Atlantique de la Mauritanie à l'Angola. Il serait intéressant de connaître la tectonique du plateau continental et de la pente continentale pour déterminer à quel type de structure appartient le plateau continental ivoirien.

La frange côtière d'une altitude faible (50 à 100 mètres) est limitée au Sud par des accidents tectoniques de direction générale W - E et d'âge inconnu (Cétacé inférieur ?). Ces accidents correspondent à la région lagunaire où se sont déposés des sédiments à facies flysh d'une épaisseur de 4 ou 5 milliers de mètres, probablement croissante vers le large. (Delteil et Spengler 1966).

Le cordon littoral qui isole de l'Océan, les lagunes, a une largeur de 1 à 6 kilomètres et, est constitué de sables quaternaires avec un niveau d'altos (grès humo-ferrique) à faible profondeur.

III. 2. - Le Bourdieu (1958) propose pour le modèle récent le schéma suivant :

Néogène : Climat aride. Dépôt d'une nappe d'épandage très grossière sur le Crétacé sup., l'Eocène. Permanence de la subsidence déjà observée au Crétacé, au Sud de la grande faille dite "des lagunes" qui dénivelle le socle en bordure du continent émergé. L'épaisseur de cette nappe est variable.

Quaternaire ancien : Climat saisonnier. Remaniement et légère entaille de la nappe précédente. Dépôt d'une nappe moins grossière.

Stade de cuirassement ferrugineux, creusement et enfoncement de la vallée du trou sans fond.

Quaternaire récent :

Pré-Ouljien : Climat saisonnier plus humide. Regression du Riss. Abaissement de 80 mètres par rapport au niveau actuel. Erosion mécanique intense. Réseau hydrographique organisé. Dépôts sur le Plateau Continental.  
Induration des dépôts riches en oxydes de fer lors des saisons sèches.

Ouljien : (Maroc) Interglaciaire Riss-Wurm. Climat humide et chaud. Transgression jusqu'à 6 mètres au-dessus du niveau actuel. Formation de crêtes sous-marines et remaniements des dépôts perpendiculairement à la plage et le long du littoral sous l'action des vagues. La plaine, en arrière de cette zone d'accumulation s'affaissant toujours se trouve alors sous le niveau de la mer et forme une lagune. Le cordon littoral présente ainsi une pente raide du côté de l'océan et une pente douce du côté de la lagune. Il est très large là où l'enfoncement est faible et étroit là où l'enfoncement est plus important.

Pré-Flandrien : Mankato Cary d'Amérique du Nord. Regression Würmienne de presque 60 mètres par rapport au niveau actuel. Ceci explique certains creusements de vallées débouchant en lagune. Le climat contrasté a permis le développement de ravins profonds et le maintien des versants abrupts dans le cordon littoral, étalement de matériel détritique relativement grossier.

Flandrien : (Europe) Post glaciaire. Cochrane d'Amérique du Nord. Le maximum de la transgression est le Dunkerquien (1,5 à 2 mètres au-dessus du niveau actuel). Elle a laissé de nombreuses traces :

- étoffement de cordon littoral
- édification de deltas. Les dépôts deltaïques sont plus grossiers ce qui implique que les rivières avaient une charge solide plus abondante qu'actuellement.
- colmatage partiel de certaines vallées
- actions éoliennes modérées déterminant des dunes sur le littoral.

Holocène : emersion des basses plaines marécageuses.

III. 3. - Une coupe du sondage de Treichville n° 2955 de la S. I. F. montre :

0 - 27 m : sables grossiers et fins blancs et ocres (Flandrien ?)

27 à 28,5 : Grès conglomératique (Préflandrien ?)

28,5 à 30,2 : Sables argileux ferrugineux. Dans des forages voisins le toit de cette formation constitue un grès ferrugineux. (On le trouve aussi sur le Plateau Continental à 20,45, et 80 mètres de profondeur).

30,2 à 32 : argile plastique bistre (lagunaire Ouljien ?)

32 à 35,2 : argiles ocres et grès sableux.

35,2 à 54,8 : argiles grises noires, blanches et brunes

54,8 à 56 : grès noir putride

56 à 83,5 : argiles et sables avec un niveau grossier vers 65 mètres (Quaternaire ancien ?)

83,5 à 84,5 : argiles versicolores que l'on rencontre souvent sur le continental terminal.

IV. - BATHYMETRIE DU PLATEAU CONTINENTAL

IV. 1. - La carte marine n° 4820 du Service Hydrographique de la Marine de Paris date de 1894, avec une mise à jour plus récente de certaines zones d'intérêt local. Des inexactitudes ont été souvent relevées pour les grandes sondes. Les formes du plateau ont pu être précisées grâce aux études suivantes :

- minutes de sondes levées en 1963 - 1965 par le Service Hydrographique de la Marine de Paris de 3°44 W à 4°27W
- profils levés en 1963 - 1965 par le même Service à l'ouest du Trou sans fond.
- profils effectués (1967) avec la Reine Pokou équipée d'un radar Decca et d'un sondeur Elac.

Les profondeurs reportées sur la carte ci-jointe sont le plus souvent repérées par rapport à la latitude, non par rapport au rivage. La précision des reports par quadrillage est de 1/10<sup>e</sup> de mille nautique mais les déformations du calque et du papier au tirage portent l'erreur maximale au 1/4 de mille nautique. Dans l'étude réalisée avec la Reine Pokou, l'imprécision du point a rendu inutile les corrections de marée (maximum prévu en 1968 : 1,2 mètre).

IV. 2. - On constate que le plateau est plus étroit à l'ouest du Trou sans fond et plus large à l'est que ne l'indiquait la carte n° 4820. Il n'atteint pas 10 milles nautiques de Vridi à Fresco. Par contre à Assinie sa largeur est de 18 milles nautiques. Des groupes de petites vallées sous-marines visibles sur le rebord du plateau ont été mises en évidence à Assinie, Grand-Bassam et Grand-Lahou. Elles sont probablement dues aux creusements de la Bia, de la Comoé et du Bandama à des époques antérieures ? La vallée la plus profonde au large de Grand-Bassam, à 120 mètres de profondeur, a une dénivellée de 165 mètres pour une largeur d'un mille nautique.

IV. 3. - Des coupes bathymétriques (Fig. 2 et 3) de même que des enregistrements à l'écho-sondeur montrent que le plateau est convexe dans les zones d'accumulation sédimentaire à Grand-Bassam et à Grand-Lahou et concave entre Vridi et Jacquville, ou, avec des parties concaves à Assinie et à Fresco. C'est sur ces profils concaves que l'on observe des pointements rocheux et plus rarement de petites dépressions, (Fig. 2). Le rebord du plateau y est presque toujours anguleux et marqué par des pointes rocheuses. Cette rupture de pente s'observe à l'est du "Trou sans fond" à

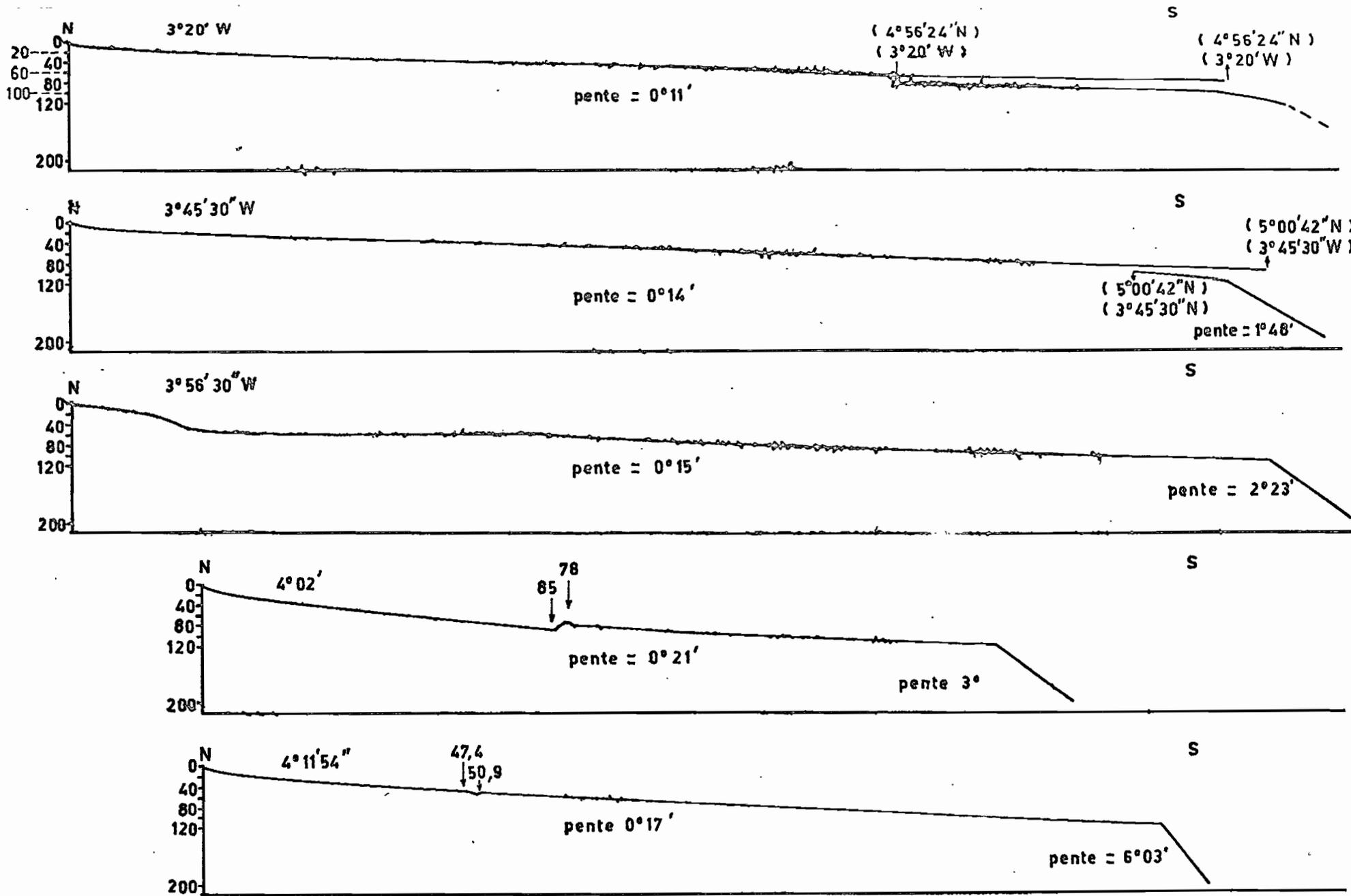


Fig. : 2 - Profils du plateau continental ivoirien d'après la carte ( 3°20 , 3°40 , 4°11'54,W ).  
 d'après les missions 1963 -1965 du S.H. de Paris ( 3°56'30'' , 4°02 , 4°11'54,W ).  
 Echelle des profondeurs en mètres = échelle horizontale × 10 = échelle de la carte × 3 .

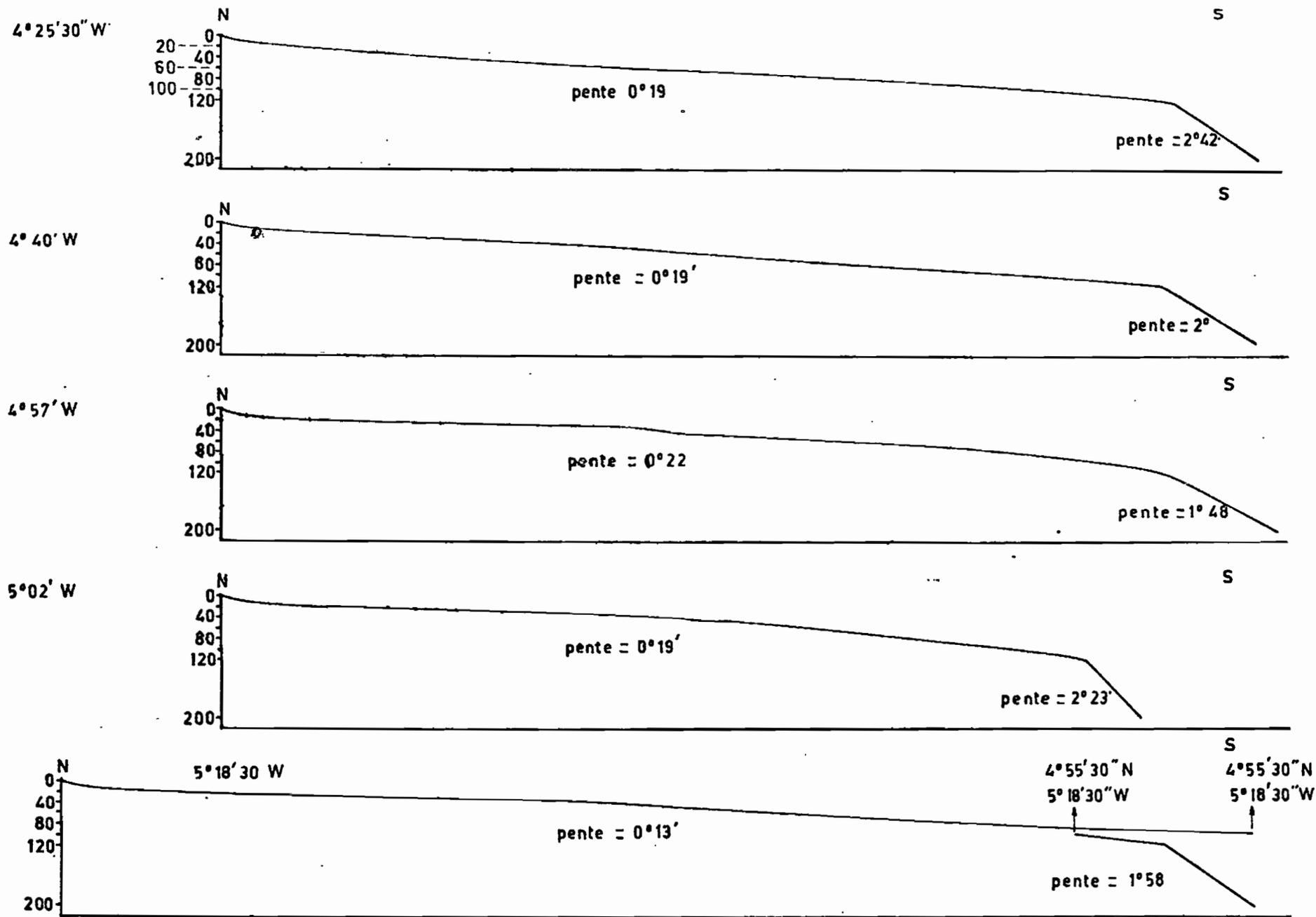


Fig. 3 - Profils du plateau continental ivoirien d'après la carte ( $4^{\circ}40'\text{W}$ ) et d'après les missions 1963-1965 du S.H. de Paris ( $4^{\circ}25'30''$ ,  $4^{\circ}57'$ ,  $5^{\circ}02'$ ,  $5^{\circ}18'30''\text{W}$ ). Echelle verticale en mètres = échelle horizontale x 10 = échelle de la carte x 3.

une profondeur voisine de 130 mètres et à l'ouest à une profondeur voisine de 120 mètres.

Des replats s'observent sur les profils concaves limitant des compartiments de profondeurs différentes.

Les pentes du plateau varient de 0,5 à 0,9 %.

La pente des plages est forte dans les zones érodées telle celle de Vridi à Grand-Bassam.

IV. 4. - Sur le littoral les ouvertures naturelles des débouchés de lagune se modifient d'une saison à l'autre. Certaines ouvertures, telles celles de Grand-Bassam et de Fresco se ferment en saison sèche. En effet le transit de sable n'est pas modifié par le trop faible courant de sortie de ces lagunes. Un passage vers la mer est généralement créé artificiellement en début de saison des pluies avant que le niveau d'eau de la lagune ne monte trop.

## V. - SEDIMENTATION

### V. 1. - Méthodes d'études :

La Cartographie sédimentologique des fonds sur le plateau continental ivoirien a été réalisée grâce au navire "Reine Pokou" équipé d'un écho-sondeur Elac et d'un radar Decca. Le "point" souvent estimé, recoupé ensuite en fonction de relèvements à la côte, peut être donné avec une précision d'un quart de mille.

Les prélèvements ont été effectués, sur 32 radiales N - S espacées généralement de 0°05 de longitude, et sur 5 radiales orientées SW, SSW, S, SSE, SE par rapport au débouché de la lagune de Grand-Lahou, avec un shipek. Il s'agit d'une benne prélevant, ponctuellement sur une surface de 20 x 20 cm un échantillon de 10 cm d'épaisseur. Sur chaque radiale des échantillons ont été recueillis aux profondeurs suivantes 10, 20, 30, 35, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110 et 120 mètres. Les résultats d'analyse des 511 échantillons obtenus ne sont en mars 1968 que partiellement connus. Les échantillons sont conservés dans des sacs plastiques. Il n'a pas été possible d'étudier la couche annuelle, observable uniquement au large des débouchés de lagune sous forme d'un film de quelques millimètres, d'une vase très fluide, plus jaunâtre, à très forte teneur en eau.

L'observation macroscopique et microscopique combinée avec quelques paramètres tels que la fraction fine de l'échantillon total, c'est-à-dire la fraction d'une dimension granulométrique inférieure à 0,062 millimètre a permis d'établir une carte provisoire qui sera définitive lorsque tous les résultats d'analyse seront connus.

### V. 2. - Légende de la carte sédimentologique :

V. 2. 1. - Sable moyen jaune - roux à quartz subémoussés picotés chimiquement d'oxydes de fer et de silice, ou luisants par suite des actions de l'eau. On le rencontre depuis les plages jusqu'à parfois 40 mètres de profondeur. Les carottages l'ont souvent mis en évidence sous les formations suivantes: (sables fins, vases quartzuses et pseudo-oolithiques).

V. 2. 2. - Sable fin micacé gris - noir à quartz anguleux ou subanguleux, luisants. Il peut avoir jusqu'à 10% de fraction fine. Il est particulièrement bien classé sans fraction fine entre Jacquville et Vridi. A Assinie il est parfois mélangé à du sable moyen jaune - roux. Ce sable fin se superpose au sable moyen. Ainsi en plongée on l'observe dans le creux

des rides de sable moyen. De grandes extensions de ce sable fin s'observent à proximité des débouchés de lagune. Ce décalage que l'on constate vers l'est, par rapport aux débouchés actuels, provient probablement de leurs anciennes embouchures. De Grand-Bassan à Assinie il forme avec un faible mélange de sable roux et sans fraction fine, un cordon littoral, très peu élevé au-dessus du niveau actuel de la mer.

- V. 2. 3. - Sable vaseux quartzeux. En limite des sables, on trouve un mélange de vase et de sable fin parfois associé à du sable moyen en particulier à proximité de Vridi et à l'ouest d'Assinie. La proportion de fraction fine est de 10 à 25%.
- V. 2. 4. - Vase sableuse quartzeuse coquillère. La proportion de fraction fine est de 25 à 60%. La fraction grossière est composée de petits quartz anguleux luisants, excepté dans la région d'Assinie où sont associés des quartz subémoussés picotés-luisants. La proportion de grains pseudo-oolithiques est faible.
- V. 2. 5. - Vase finement sableuse riche en pseudo-oolithes et débris coquillers. La proportion de vase est de 25 à 80% et la plus grande partie de la fraction grossière est composée de pseudo-oolithes. Le reste pourrait être des petits grains de quartz anguleux luisants et des coquilles. L'extension de cette vase semble limitée au débouché des lagunes en particulier de Grand-Lahou et de Grand-Bassam.
- V. 2. 6. - Vase très fine, généralement sans débris coquillers présentant une fraction finesupérieure à 80%, une médiane très faible, et une petite fraction grossière pseudo-oolithique.
- V. 2. 7. - Vase coralligène présentant une fraction fine d'environ 40%, et une fraction grossière composée d'algues calcaires et de coquilles, de débris de coraux, d'octocorallaires représentant une thanatocénose coralligène, enfin une fraction pseudo-oolithique.
- V. 2. 8. - Zone de pointements rocheux mis en évidence sur les enregistrements d'écho-sondeur le plus souvent à travers la vase coralligène, à proximité du rebord du plateau continental.

Des dragages effectués sur ces pointements ont ramené : un grès dur un peu argileux, ferrugineux, toujours caverneux, avec parfois un ciment calcaire. Les grains de quartz sont subémoussés, picotés et de granulométrie moyenne à grossière. Ce grès est de couleur gris - clair à roux suivant la proportion et l'oxydation des composés ferriques. C'est un sable induré. On le trouve aussi dans le sable moyen jaune - roux à la rupture de pente du cordon littoral. Il paraît constituer un platier ne faisant pas souvent saillie, sous les vases et sables. La faune coralligène, semblable à celle déterminée au Niger par Allen (1962), a vécu sur ce platier balayé par des courants. On trouve parfois encore des madréporaires, des octocorallaires, des lithotamniées, des bryozoaires, vivants, fixés, à faible profondeur, sur les plaques de roches draguées (en particulier dans la région d'Assinie).

Des crêtes de grès, parallèles à la côte et discontinues, paraissent être des cassures limitant des replats.

V. 3. - ETUDE SOMMAIRE DES PARAMETRES PHYSIQUES, MINERALOGIQUES ET CHIMIQUES.

V. 3. 1. - Les paramètres physiques étudiés : granulométrie (1), plasticité, teneur en eau varient parallèlement. Cependant la médiane granulométrique seule est insuffisante pour définir un échantillon; il est indispensable de donner la proportion de fraction fine et parfois le classement. L'indice de plasticité a été mesuré suivant la technique d'Atterberg soit sur la fraction inférieure à 0,4 millimètre. On peut en moyenne établir les groupes suivants :

Nature du Sédiment	Médiane Granulométrique en millimètres	Fraction fine en %	Classement Q d Y	Indice de Plasticité
Sable moyen	0,300 à 0,400	0	0,3 à 0,5	N. P.
Sable fin	0,095 à 0,140	inf. à 10 %	0,1 à 0,3	N. P.
Sable vaseux	0,080 à 0,125	10 à 25 %	0,5 à 1	10 à 20
Vase sableuse quartzeuse	0,040 à 0,100	25 à 60 %	1,4 à 3	20 à 50
Vase sableuse oolithique	0,025 à 0,050	25 à 80 %	1,1 à 3	35 à 50
Vase fine	inférieure à 0,020	Sup. à 80 %	2 à 3	Sup. à 50
Vase coralligène	0,080 à 0,200	30 à 50 %	1,7 à 3	20 à 50

(1) Les granulométries ont pour la majeure partie été effectuées par tamisage et densimétrie au laboratoire de sédimentologie de l'ORSTOM à Paris, sans décalcification.

V. 3. 2. - L'étude minéralogique comprend quatre types d'analyse :

- Loupe binoculaire : étude qualitative et quantitative des éléments de la fraction grossière (supérieure à 0,062 millimètres)
- microscope : étude des minéraux lourds et des roches
- analyse thermique différentielle
- diffraction aux rayons X.

V. 3. 2. A. - A la loupe binoculaire on observe principalement :

- des débris coquilliers rarement des coquilles entières, des radiales et des débris de test d'oursin, des bryozoaires, des lithotamniées, des madréporaires. Dans les vases coralligènes la plupart des coquilles et des fragments coquilliers sont usés, altérés.
- de petits foraminifères assez abondants. Dans les vases coralligènes la plupart sont usés altérés. De grands foraminifères que l'on rencontre dans tout le golfe de Guinée : Julienella foetida s'observent aux profondeurs voisines de 40 mètres dans les vases sableuses et sables vaseux composés de petits quartz. En effet, le test de ce foraminifère est arenacé c'est-à-dire constitué de petits grains de quartz cimentés par le calcaire et la silice livrée dans la fraction argileuse.

- des granules d'algues calcaires, des octocoralliaires, des débris de coraux, usés et altérés donc provenant d'organismes morts depuis longtemps, présents dans les vases coralligènes.
- des grains de quartz :
  - soit d'une taille généralement comprise entre 0,250 et 0,500 millimètre, subémoussés, picotés-luisants témoignant d'actions chimiques après un transport important ayant façonné leur usure;
  - soit d'une taille généralement comprise entre 0,060 et 0,125 millimètre, anguleux et subanguleux, luisants,
- des micas généralement de la muscovite, peu abondants, particulièrement présents dans les sables gris-noir .
- des pseudo-oolithes (1). Il s'agit de grains de forme ovoïde, de taille, le plus souvent comprise entre 0,125 et 0,500 millimètre. Ils sont chimiquement résistants à l'acide chlorhydrique (1/3) et à l'eau oxygénée (40 volumes). Ils présentent une croûte enveloppant une poudre argileuse molle. Ce cortex est poli, ou mat et craquelé. Les grains présentent les caractères suivants :
  1. - ovoïdes gris jaune ou gris vert clair, à surface rugueuse matte et craquelée, de faible dureté. L'intérieur est une poudre identique.
  2. - ovoïdes vert-foncé ou vert noir, brillants très polis, durs et cassants. L'intérieur est une poudre vert-foncé.
  3. - ovoïdes vert-foncé, tachetés de marron (oxydation) polis, non brillants et durs. L'intérieur est une poudre verte piquetée de jaune.

---

(1) le terme oolithique est souvent choisi mais il est contestable du point de vue pétrographique. La présence de ces pseudo-oolithes au large de Grand-Lahou nous avait été signalée par J. Ph. MANGIN.

4. - ovoïdes marrons ou bruns, lisses très polis, durs. L'intérieur est une poudre brun foncé à jaune brun.
5. - remplissages des pores de squelettes d'achinodermes, et de bryozoaires, de tests de foraminifères, de coquilles et agglomérats bruns ou vert-foncé.

La proportion de pseudo-oolithes dans la fraction grossière peut atteindre 95%. Cependant le pourcentage de cette fraction varie beaucoup dans l'échantillon total. On a généralement de 19 à 50% de l'échantillon total. La fréquence de ces pseudo-oolithes est plus forte au large de Grand-Lahou et de Grand-Bassam.

A quelques exceptions près, situées près des limites de sable vaseux et de vases, on constate que les oolithes de couleur brune se trouvent dans les sables et les sables vaseux et celles de couleur gris-vert-clair et vert-foncé dans les vases et vases sableuses.

V. 3. 2. B. - L'analyse thermique différentielle des échantillons de vase met en évidence des pics pouvant correspondre à des groupes de minéraux argileux. Les enregistrements de fractions fines et grossières semblent qualitativement assez semblables.

V. 3. 2. C. - L'analyse par diffraction aux rayons X (1) des échantillons montre un mélange de minéraux. Dans la fraction inférieure à 0,002 millimètre on observe de la kaolinite (40 à 60%); de la montmorillonite (20 à 40%), de l'illite (10 à 20%) ou des interstratifiés illite-montmorillonite (40 à 50%) et des traces de gibbsite. Dans la fraction grossière on retrouve les mêmes minéraux argileux auxquels s'ajoute souvent la goethite en proportions très variables suivant qu'il s'agit de pseudo-oolithes brunes ou tachetées. La kaolinite est généralement le minéral prédominant.

---

(1) La fraction inférieure à 0,002 millimètre de 40 échantillons a été analysée par le laboratoire de Géologie de l'Université de Strasbourg.

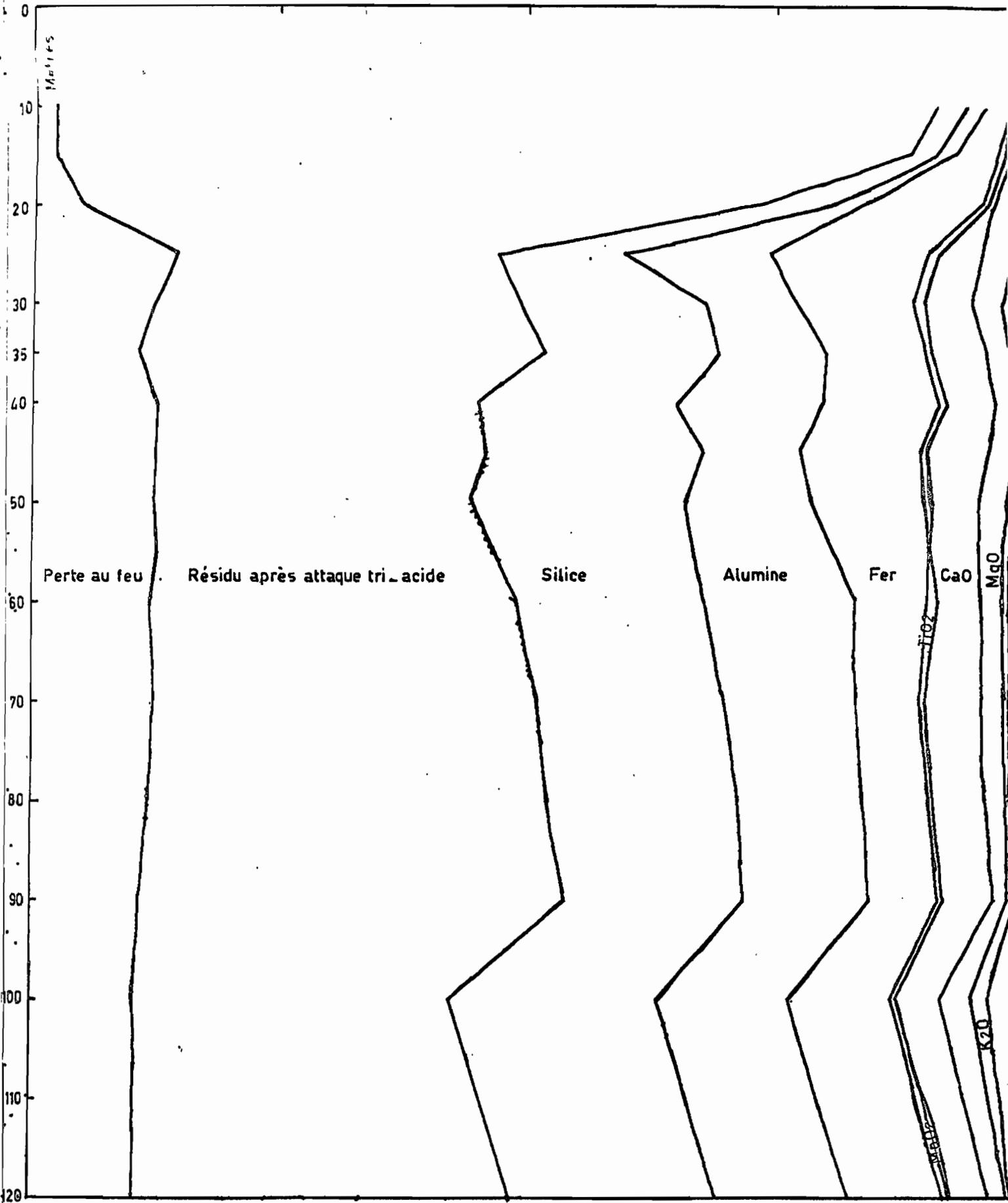
La fraction grossière a été analysée sur 3 échantillons par le laboratoire de l'Université de l'Illinois, sur 2 échantillons par l'intermédiaire du laboratoire de Géologie de l'Université d'Abidjan et sur 1 échantillon par le laboratoire de l'ORSTOM de Paris.

V. 3. 3. L'analyse chimique (1) des échantillons complète les précédentes analyses. En outre elle permet de préciser la nature minéralogique d'un groupe d'argiles par la variation relative de ses éléments. La détermination quantitative de la matière organique est basée sur le dosage du carbone organique. Cependant le rapport entre le carbone organique et la matière organique n'est pas constant. Ainsi en pédologie on multiplie la teneur en Carbone organique par 1,725, tandis que pour les sédiments marins Trask (1939) et Ottman (1965) conseillent 1,8. Aussi les valeurs seront, ici, exprimées en Carbone organique. On constate que les teneurs sont peu importantes. Ainsi elles sont de 2 à 2,7% dans les vases fines à Grand-Bassam et Grand-Lahou. A l'Ouest du Trou sans fond, les vases fines ne présentent que des valeurs voisines de 1,3%. Alors que les vases/pseudo-oolithiques de Grand-Bassam ont des teneurs de 1,5% environ, celles de Grand-Lahou comme les vases quartzieuses d'Assinie n'ont que 1,1% (excepté aux profondeurs 90 et 100 mètres à Assinie). De Vridi à Jacquerville les valeurs de Carbone organique sont très faibles 0,5%.

Les teneurs en éléments majeurs sont dosées sur les échantillons complets. Elles varient avec la nature du sédiment. Les vases coralligènes présentent une forte teneur en  $\text{CaO}$  (20% environ) et les vases pseudo-oolithiques de fortes teneurs en  $\text{SiO}_2$  (20% environ)  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (10 à 15%) et surtout  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (8 à 15%, mais parfois 31% de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  par exemple sur la radiale h de 20 à 30 mètres de profondeur) ainsi qu'en  $\text{K}_2\text{O}$  (1 à 5%). Ces pourcentages, combinés aux déterminations des groupes de minéraux argileux, permettent de préciser les espèces de minéraux argileux excepté dans le cas de mélange. La fig. 4 donne une idée de la variation des teneurs dans la zone de Grand-Bassam en fonction de la profondeur.

---

(1) Les analyses chimiques ont été effectuées par le laboratoire de chimie d'Adiopodoumé.



Analyse chimique des échantillons de sédiments prélevés à différentes profondeurs sur la radiale f . - Fig. 4 ( Grand Bassam. ).

V. 3. 4. - Ainsi on constate que les deux principaux types de pseudo-oolithes et de remplissages de test ont une composition différente.

L'un de couleur verte, est formé principalement de kaolinite, mais aussi de montmorillonite, d'illite peut-être ferrifère et quelquefois de goethite pour des teneurs en Fe 2 O<sub>3</sub> de 10% environ. Il est souvent désigné sans présumer de la constitution cristallographique sous le terme de glauconie (Berthois et le Calvez 1966). Il semble que le minéral principal, la kaolinite, soit en fait un hémotype alumino-ferrique de celle-ci : la berthierine (chamosite des auteurs Anglo-saxons). En effet ce minéral a été mis en évidence dans des grains identiques en plusieurs endroits du Golfe de Guinée (Porrenga 1961, 1967, Giresse 1965, Gaertner et Schelman 1965, Caillière et Giresse 1966). Il semble bien s'agir en Côte d'Ivoire du même minéral mais l'impossibilité d'isoler la berthierine de ces mélanges n'a pu permettre de la déceler avec certitude.

L'autre type de pseudo-oolithes, de couleur brune est formé principalement d'hydrates ferriques (Leneuf 1962), de goethite (Giresse 1965). On le trouve dans les faibles profondeurs. En Côte d'Ivoire il existe dans les sables et sables vaseux ou vases très sableuses. Ainsi des diffractogrammes aux rayons X sur les radiales g et h, entre 25 et 35 mètres de profondeur, ont mis en évidence la présence de goethite et de kaolinite dans la fraction grossière et l'absence de goethite dans la fraction inférieure à 0,002 millimètres, pour des teneurs en Fe 2 O<sub>3</sub> de 30 à 33% de l'échantillon total.

La goethite apparaîtrait par oxydation dans un stade postérieur ainsi que le signalent, Porrenga (1962), Gaertner (1965), Giresse (1965). Les observations de pseudo-oolithes vertes picotées de jaune-brun, révélant par diffraction aux rayons X de la goethite, semblent confirmer cette hypothèse.

A Sassandra le minerai de fer facies "boulettes" du continental terminal (Leneuf 1968) serait, d'après les analyses de Carozzi constitué d'une "arénite glauconieuse" complètement substituée par des oxydes de fer. Un rapprochement de ce matériel pourrait être fait avec les pseudo-oolithes des vases actuelles du plateau continental ivoirien.

V. 3. 5. - Les minéraux lourds (1) des sables représentent un faible pourcentage de l'échantillon total. Ainsi sur le littoral de 10 à 30 mètres de profondeur, les teneurs sont de 1 à 2%, excepté à Vridi, Jacquerville et Grand-Lahou (3 à 5%). Leur teneurs spécifiques sont dans la fraction lourde :

- epidote de 20 à 70% le plus fréquemment entre 30 et 40%
- hornblende : 20% en moyenne
- staurotide : 10 à 40%
- zircon et tourmaline : 10 à 20% excepté à Grand-Bassam (2 à 13%)
- sillimanite : inférieur à 7%
- hypersthène, pyroxènes monocliniques, andalousite, disthène, rutile, sphène, anatase et spinelle sont présents.

#### V. 4. - LE MILIEU CLIMATIQUE DE SEDIMENTATION

V. 4. 1. - L'Océan Atlantique présente dans le Golfe de Guinée un marnage faible. La marée semi-diurne dépasse rarement une hauteur d'eau de 1,3 mètre par rapport au 0 des cartes marines. Le niveau moyen est 0,69 mètre à Vridi.

La houle étudiée à Port-Bouët (Varlet 1958) présente les fréquences annuelles suivantes :

Amplitude :	0,8 à 1 m	1 m à 2 m	sup. à 2 m
Direction - S	13% de l'année	16%	9%
- SSW	14%	16%	9%
- SW	5%	16%	2%

Par suite de la pente faible du Plateau Continental et de la rugosité peu importante des fonds excepté à l'ouest de Sassandra, la houle déferle sur les plages et en mobilise les sables provoquant des déplacements transversaux fonction de l'énergie des vagues. A ce déplacement transversal se superpose un déplacement longitudinal fonction de l'obliquité des lignes de crête des vagues par rapport au rivage. Etant donné que 62% de l'année, la houle est oblique à la côte, elle crée des courants longitudinaux dirigés, le long du littoral de la Côte d'Ivoire, vers l'Est.

---

(1) Les déterminations ont été effectuées sur 39 échantillons par le laboratoire de sédimentologie de l'ORSTOM à Paris.

Ceux-ci obstruent les débouchés de lagune lorsque le débit de sortie des eaux fluviales est insuffisant.

Le transit sableux le long du littoral est interrompu depuis l'ouverture du canal de Vridi au niveau du Trou sans fond. C'est pourquoi on observe une érosion des plages de Vridi à Grand-Bassam car, en moyenne, les dépôts ne sont pas compensés par des apports.

Le courant de Guinée est permanent et dirigé en surface vers l'Est. Cependant le courantologie au-dessus du plateau continental commence seulement à être étudiée; et les connaissances concernant son influence sur les suspensions et le fond sont encore très réduites.

V. 4. 2. - On note à Abidjan (Donguy et Privé 1964) et d'après les données du laboratoire d'Océanographie Physique du C. R. O., la présence de deux masses d'eau différentes. L'une est chaude (température  $24^{\circ}$  -  $28^{\circ}$ ) et moins salée (salinité légèrement inférieure à  $35,5\%$ ); l'autre est froide (température  $15$  -  $19^{\circ}$ ) et plus salée (salinité légèrement supérieure à  $35,5\%$ ). La transition entre ces masses d'eaux est faite par une couche thermocline dont l'épaisseur varie de quelques mètres à une trentaine de mètres et où la température passe de  $24^{\circ}$  à  $19^{\circ}$ .

La répartition en profondeur de ces eaux sur le fond varie au cours de l'année. On constate :

- de novembre à janvier : une grande saison chaude où les eaux chaudes descendent jusqu'à environ 40 mètres de profondeur, alors que les eaux froides se rencontrent vers 60 mètres de profondeur.
- en janvier, ou février, ou en mars ou avril : une petite saison froide où les eaux froides remontent jusqu'aux très faibles profondeurs.
- de mars à juillet : une petite saison chaude où les répartitions en profondeur sont semblables à celles observées pendant la grande saison chaude.
- d'août à octobre : une grande saison froide où les eaux froides atteignent la surface.

Les pourcentages de saturation en oxygène dissous, dans l'eau de mer prélevée sur le fond, sont supérieurs à 80% dans les eaux chaudes et inférieurs à 50% environ dans les eaux froides avec à la fin de la grande saison froide un minima voisin de 20% aux profondeurs de 10 à 30 mètres.

V. 4. 3. - Les débits des fleuves de la Côte d'Ivoire en particulier dans la zone étudiée, le Bia, le Comoé et le Bandama ne sont importants que pendant la saison des pluies. Le plus important, le Bandama, a été particulièrement étudié (Mangin et al. 1961). Ainsi la station de Tiassalé où passe 97% des eaux du bassin du Bandama présente les caractères suivants : (communication personnelle de Mangin et al):

Débit liquide : à la pointe de crue (oct. 1964) : 1.375 mètres-cube/seconde ;  
à l'étiage (mars 1965) : 20 mètres-cube/seconde.

Débit solide : début de la crue (juin 1965) : 53.700 grammes/seconde  
correspondant à une charge solide de 155,6 gr/mètre-cube.

(avril 1965) : 2.100 grammes/seconde  
correspondant à une charge de 33,1 gr/mètre-cube.

#### V. 5. - INTERPRETATION DE LA SEDIMENTATION

V. 5. A. - Age des formations.

V. 5. A. 1. - Le terrain généralement recouvert par les autres formations est le grès ferrugineux. Il présente en certains endroits dans les sables jaunes (observations en plongée) et dans les vases coralligènes (observations avec un écho-sondeur) des affleurements de plusieurs mètres d'épaisseur. On le trouve à proximité du cordon littoral et à proximité du rebord du plateau. Il s'étend dans la zone étudiée sur une grande partie du Plateau Continental et présente des alignements (cassures ?) parallèles à la côte, formant à plusieurs profondeurs des bancs rocheux discontinus de quelques mètres de hauteur et de large (fig. 2). Les éléments qui composent ce grès sont des quartz identiques à ceux formant le sable roux. Souvent affleurant à travers les sables roux, ce grès pourrait être un niveau d'induration à la base de ces sables car leurs grains de quartz sont semblables. Il serait alors probablement de la regression pré-Flandrienne (fin du Quaternaire récent). La faune coralligène encroûtante fixée sur ces pointements aurait disparu lors de la transgression Flandrienne.

V. 5. A. 2. - Les sables moyens roux sont nettement recouverts par le sable fin et les vases. L'importance de ce dépôt et sa légère ferruginisation ne peut être due qu'à une regression importante du Quaternaire récent. Or la regression préflandrienne est marquée dans le monde entier par un abaissement du niveau de la mer d'environ 60 mètres. De plus Allen (1964) a daté une formation identique dans le delta du Niger "les olders sands" d'âge  $10.750 \text{ ans} + 250 \text{ ans B. P.}$  Cela correspond à la régression pré-Flandrienne de la fin du Quaternaire récent durant la dernière glaciation wurmienne. Ces dépôts trouvés sur quelques plateaux du Golfe de Guinée devraient être mis en évidence sur tout le pourtout du Golfe.

Le cordon littoral de la Côte d'Ivoire et les cordons sous-marins du Plateau Continental du Niger ont été édifiés par la transgression Flandrienne. Les creusements observés dans le cordon littoral ivoirien (10 à 30 mètres) sur le côté lagune ou dans les cordons sous-marins du delta du Niger (Allen 1964) ou du golfe de Californie (Emery 1958) sont dus à des oscillations de cette transgression. En Côte d'Ivoire, une tectonique de subsidence a affaibli le grès ferrugineux au minimum des profondeurs 60 à 120 mètres sous le niveau actuel de la mer et beaucoup plus dans certaines zones recouvertes de vases.

V. 5. A. 3. - De la fin du Quaternaire récent, pendant la transgression flandrienne, jusqu'à l'époque actuelle, les fleuves ont apporté sur le Plateau Continental des sables fins et des vases. Cependant leur pouvoir érosif n'a cessé de décroître et leur charge solide actuelle composée de quartz fins anguleux, et de vases n'est importante que pendant une courte période de l'année. De plus le charriage sur le fond est presque nul. Les sables se sont déposés, suivant la morphologie, et les courants. On les trouve à la base du cordon littoral, l'enrichissant, ou plus au large en bandes parallèles à la côte. Ils sont superposés aux sables roux avec lesquels ils se mélangent très légèrement. Les vases se déposent au large des débouchés de rivière avec un étalement vers l'Est en relation avec les courants, et dans toutes les zones subsidentes.

V. 5. A. 4. - Cette évolution de la sédimentation concorde avec le schéma d'Allen (1964) au Niger, mais diffère du schéma de la Bourdiec (1958) en Côte d'Ivoire. En effet celui-ci considère les creusements dans le cordon littoral comme une conséquence de la régression pré-Flandrienne. Il est donc amené à donner un âge plus vieux (Ouljien) aux sables roux.

Sur les enregistrements d'écho-sondeur, une couche dure (sable ou grès) apparaît souvent dans les vases en particulier dans les profils concaves. Cette couche suit la pente du fond avec parfois des ondulations ou des cassures déterminant des compartiments abaissés de pente différente.

V. 5. B. - Origine des pseudo-oolithes.

V. 5. B. 1. - Les pseudo-oolithes se constituent aux dépens de l'argile détritique. Celle-ci tire son origine du continent (Dietz 1942). Elle est donc principalement composée de kaolinite et illite (muscovite) (Leneuf 1959). Mais des processus diagenétiques suivant des conditions physico-chimiques peuvent se produire.

Les pseudo-oolithes que l'on trouve dans ces vases présentent une forme et une taille, différentes des particules et des grains environnants. Elles existent dans beaucoup de mers tropicales et sont considérées (Pratt 1963, Allen 1964, Giresse 1965) comme des productions fécales d'animaux limnivores, semblables en forme et en taille à des déjections (Allen 1964). Cependant certains auteurs (Berthois et Le Calvez 1965) considèrent ces grains comme des résidus faiblement remaniés de l'érosion des formations glauconieuses littorales (Crétacé supérieur - Eocène inférieur).

De plus il a été observé dans l'horizon de surface d'une carotte prélevée par L. Martin (ORSTOM) dans la vase pseudo-oolithique, des pseudo-oolithes non consolidées, très plastiques. Toutefois la faune limnivore actuelle n'est pas très abondante, à l'exception de vers Polychètes. Par ailleurs les pseudo-oolithes observées après tamisage ne sont que celles ayant une croûte résistante.

## VI. - LE SEDIMENT : FACTEUR ECOLOGIQUE

La nature sédimentologique des fonds peut influencer la composition systématique ou quantitative de certains peuplements d'animaux benthiques. Une étude de la répartition des sédiments est importante pour toute mise en place des unités écologiques que forment les communautés benthiques. (Picard 1965).

Par exemple des chaetopteridés (vers polychètes) se trouvent surtout dans les vases. Un grand foraminifère benthique de la famille des schizaminidés Julienella foetida : abonde dans les sables vaseux et vases quartzieuses. En effet son test arenacé a besoin de petits quartz qui sont cimentés par du calcaire et également de la silice provenant des décompositions argileuses.

La faune coralligène (bryozaires, lithotamniées, madréporaires) vit encore actuellement sur des affleurements de grès, vers 30 mètres de profondeur, à Assinie et à l'Ouest de Fresco). Au contraire des thalassocénoses de cette même faune s'observent à proximité du rebord du plateau continental. Cet ancien peuplement semble avoir disparu à l'exception de certains coraux profonds à la suite d'une transgression et d'un envasement.

De même les poissons chalutés sont d'espèces différentes suivant les fonds. Egalement certaines espèces de crevettes telle Paeneus duorarum, se pêchent sur des fonds très vaseux. Crosnier et de Bondy (1967) indiquent que les rendements sont importants, pour cette espèce, lorsque la proportion de fraction fine est supérieure à 90%.

## VII - CONCLUSION GENERALE

Le Plateau Continental ivoirien est étroit et présente une morphologie régulière à l'exception du Trou sans fond. Durant les régressions du quaternaire récent une masse importante de sables a été déposée par de grands fleuves. Des indurations périodiques ont formé, à la base un banc de grès ferrugineux observable sur une grande partie du plateau, et elles ont donné leur couleur rousse aux sables. Depuis la transgression Flandrienne, des sables fins et des vases apportés par les fleuves ont recouvert le plateau particulièrement dans les compartiments affaissés. Actuellement faibles, les apports fluviatiles ont dû être plus importants.

La disparition et l'altération de la faune coralligène flandrienne met en évidence non seulement des variations de profondeur mais surtout de sédimentation.

Les unités sédimentologiques sont nécessaires pour définir des zonations biologiques, des animaux vivants soit sur le fond ou à proximité de celui-ci, soit dans le sédiment.

C'est dans les vases que des animaux limnivores ont dû former des coprolithes qui, en fonction des conditions physicochimiques, se sont minéralisées. Celles-ci ont pu ensuite par les mouvements de la houle et les courants être mélangées aux sables jusque sur les plages, subissant probablement une oxydation. Il semble que ces processus se continuent actuellement.

Ainsi la sédimentation et la tectonique sont des facteurs écologiques qu'il est utile de connaître.

VIII - B I B L I O G R A P H I E

- ALLEN, J. and J. WELLS - 1962 - Holocene ceral banks and subsidence in the Niger delta. The Journ. of Geol. V 70 n° 4 Chicago, pp 381 - 397.
- ALLEN, J. - 1965 - Late Quaternary Niger delta and adjacent areas : sedimentary environnements and lithofacies. Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol. 49, pp 547 - 600.
- BERRIT, G. R. - GERARD, R. - VERCESI, L. - 1967 - Observations océanographiques exécutées en 1966. I. Stations hydrologiques C.R.O. n° 016. 118 p.
- BERTHOIS, L. et LE CALVEZ, Y - 1966 - Etude sédimentologique des dépôts à Juaniella foetida de la région d'Abidjan. B. R. G. M. n° 1, pp 45 - 55.
- BOULAINÉ, J. - 1961 - Essai sur la pédologie sous-marine. Bull A F E S n° 12, déc. pp. 530 - 536.
- BURST, J. F. - 1958 - Mineral heterogeneity in "glauconite" pellets. The American Mineralogist vol. 43 pp. 481 - 497.
- CAILLÈRE, S. et GIRESSE, P. - 1966 - Etude sédimentologique de diverses glauconies actuelles. Nouvelle contribution à la genèse des minerais de fer sédimentaires, C. R. Ac. Sc. Paris t 263, serie D n° 23 pp. 1804 - 1807.
- CAILLÈRE, S. et KRAUT, F. - 1948 - L'Analyse Thermique différentielle appliquée à l'étude des minerais de fer oolithiques. Bull. Techn. des mines de Fer de l'Est de la France. 4è trimestre n° 13 p. 1 - 7.
- GROSNIER, A. et de BONDY, E. - 1967 - Les crevettes commercialisables de la Côte ouest de l'Afrique inter-tropicale, ORSTOM - Océanographie 84 p.
- DIETZ, R. S. - 1942 - Clay minerals in recent marine sediments. Am. Miner. 27, pp. 219 - 220.
- DONGUY, J. R. et PRIVE, M. - 1964 - Les conditions de l'Atlantique entre Abidjan et l'Equateur. C.R.O. Abidjan 17 p. , 22 fig.
- Von GAERTNER, H. R. and SCHELLMAN, W. - 1965 - Rezente sedimente in Küstenbereich der Halbinsel Kaloum, Guinea. Min. Petr. Mitt. III, 10, pp. 349 - 367.

- GLANGEAUD, L. - 1942 - Une étude statistique de l'effet du bioclimat sur la composition chimique et minéralogique de sols de la Côte d'Ivoire. C. R. Ac. Sc. t. 215, pp. 360 - 362. Paris.
- GLANGEAUD, L. - 1939 - Rôle de la suspension tourbillonnaire et du roulement sur le fond dans la formation des sédiments actuels de l'estuaire de la Gironde entre Bordeaux et la Pointe de Grave. C. R. Ac. Sc. t 208, p. 1595 - 1605.
- GIRESSSE, P. - 1965 - a) - Oolites ferrugineuses en voie de formation au large du Cap Lopez (Gabon). C. R. Ac. Sc. Paris # 260, pp. 2550 - 2552.
- GIRESSSE, P. - 1965 - b) - Observations sur la présence de glauconie actuelle dans les sédiments ferrugineux peu profonds du bassin Gabonais. C. R. Ac. Sc. Paris, t 260 pp. 5597 - 5600.
- GUERIN-VILLEAUBREIL, G. - 1962 - Hydrogéologie en Côte d'Ivoire. Mémoires du B. R. G. M. n° 20, 43 p. 80 pl.
- LE BOURDIEC, P. - 1958 - Contribution à l'étude géomorphologique du Bassin sédimentaire et des régions littorales de Côte d'Ivoire. Rev. de Geom. Dyn. n° 3 - 4, pp. 33 - 42.
- LENEUF, N. - 1959 - L'altération des granites calco-alcalins et des granodiorites en Côte d'Ivoire Forestière et les sols qui en sont dérivés. ORSTOM 210 p.
- LENEUF, N. - 1962 - Les pseudo-oolites ferrugineuses des plages de Côte d'Ivoire. C. R. Som. S. G. F. n° 5, pp. 142 - 146
- LENEUF, N. - 1968 - Le Continental Terminal. Notice explicative de la carte Géologique de la Côte d'Ivoire (à paraître). Direction des Mines et de la Géologie. Abidjan.
- MANGIN, J. P., LECOLLE, J. - MATHIEU, P. - MONNET, C. - PINTA, S. - SIRCOULON, J. - 1966 - Géochimie des eaux naturelles : le transport en solution par un fleuve de Côte d'Ivoire C. R. Ac. Paris t. 262, pp. 2204 - 2206.
- MILLOT, G. - 1964 - Géologie des argiles 499 p. Masson et Cie - Paris.
- OTTMAN, F. - 1965 - Introduction à la géologie marine et littorale. Masson et Cie 259 p.

- PICARD, J. - 1965 - Recherches qualitatives sur les biocoenoses marines des substrats meubles dragables de la région marseillaise. Thèse Faculté des Sciences. Marseille. 160 p.
- PORRENGA, D. - 1965 - Chamosite in recent sediments of the Niger and Orinoco deltas Geologie en Mijnbouw 44è pp. 400 - 403.
- PORRENGA, D. - 1967 - a) - Clay mineralogy and geochemistry of recent marine sediments in tropical areas. 145 p. Ed. Drukkerij G. Stolk Voorstraat 197. Pays Bas.
- PORRENGA, D. - 1967 - b) - Glauconite and Chamosite as depth indicators in the marine environment pp. 495 - 502. Marine Geology v. 5 n° 5/6.
- PRATT, W. L. - 1963 - Glauconite from the sea floor of Southern California Essays in Marine Geology in honor of K. O. Emery Los Angeles. p. 97 - 119.
- De SPENGLER, A. et DELTEIL, J. - 1966 - Le bassin secondaire-tertiaire de Côte d'Ivoire pp. 99 - 113. Congrès New Delhi 1964. Bassins sédimentaires du littoral Africain. Assoc. des Serv. Geol. Africains. Paris.
- TAGINI, B. , - 1965 - Esquisse géotectonique de la Côte d'Ivoire. Rapport n° 107 SODEMI (Abidjan) 94 p.
- TRASK, P. - 1939 - Organic content of recent marine sediments. Bull. Am. Ass. Petrol-Geol. pp. 428 - 453.
- TRIPPLEHORN D. - 1966 - Morphology, internal structure and origin of glauconite pellets. Sedimentology 6 pp. 247 - 266.
- VARLET, F. - 1958 - Le Régime de l'Atlantique près d'Abidjan (Côte d'Ivoire). Etudes Eburnéennes VII, IFAN Abidjan.
- Carte n° 4820 du Service Hydrographique de Paris (1894 ed. 1905 mise à jour 1955)
- Carte n° 5853 du Service Hydrographique de Paris (1957)
- Minutes de sondes au 1/100.000è du Trou sans fond. Inédit. Service Hydrographique de Paris (missions 1963 - 1965)
- Minutes de sondes au 1/25.000 de 3° 44 W à 4° 27 W. (missions 1963 - 1965) Inédit. Service Hydrographique de Paris.