

**TRAVAUX
ET DOCUMENTS
DE L'O.R.S.T.O.M.**

MORPHOLOGIE, SÉDIMENTOLOGIE
ET PALÉOGÉOGRAPHIE
AU QUATERNAIRE RÉCENT
DU PLATEAU CONTINENTAL IVOIRIEN

Louis MARTIN





**ÉDITIONS DE L'OFFICE
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER**

RENSEIGNEMENTS, CONDITIONS DE VENTE

Pour tout renseignement, abonnement aux revues périodiques, achat d'ouvrages et de cartes, ou demande de catalogue, s'adresser au :

SERVICE CENTRAL DE DOCUMENTATION DE L'ORSTOM
70-74, route d'Aulnay, 93140 BONDY (France)

- Tout paiement sera effectué par chèque bancaire barré au nom de RÉGIE ORSTOM BONDY, ou par chèque postal (compte n° 9.152-54, Paris, RÉGIE ORSTOM BONDY).
- Achat au comptant possible à la bibliothèque de l'ORSTOM, 24, rue Bayard, 75008 PARIS.

I - CAHIERS ORSTOM

BILOGIE
ENTOMOLOGIE MÉDICALE ET PARASITOLOGIE
HYDROBIOLOGIE
HYDROLOGIE

OCEANOGRAPHIE
PEDOLOGIE
SCIENCES HUMAINES

<i>séries trimestrielles</i>	Abonnement :	France 120 F.	36,30 US dollars
		Etranger 156 F.	
GEOLOGIE - <i>série semestrielle</i>	Abonnement :	France 96 F.	28,00 US dollars
		Etranger 120 F.	

II - BULLETIN ANALYTIQUE D'ENTOMOLOGIE MÉDICALE ET VÉTÉRIINAIRE

12 numéros par an (15 fascicules)	Abonnement :	France 115 F.	30,25 US dollars
		Etranger 130 F.	

Parus récemment :

Dans la collection des Travaux et Documents :

- N° 59** — **Géologie et géochimie des sources thermonérales du Cameroun.**
A. LE MARECHAL
ORSTOM, Paris, 1977.

Dans la collection des Mémoires de l'ORSTOM :

- N° 82** — **Aplanissements cuirassés et enrichissement des gisements de manganèse dans quelques régions d'Afrique de l'Ouest.**
G. GRANDIN
ORSTOM, Paris, 1976.
275 p., 12 pl. photogr., 1 carte h.t.

TRAVAUX ET DOCUMENTS DE L'O.R.S.T.O.M.

N° 61

MORPHOLOGIE, SÉDIMENTOLOGIE ET
PALÉOGÉOGRAPHIE AU QUATERNAIRE RÉCENT DU
PLATEAU CONTINENTAL IVOIRIEN

Louis MARTIN

Docteur ès Sciences Naturelles
Géologue de L'O.R.S.T.O.M.

O.R.S.T.O.M.

PARIS

1977

Cet ouvrage a fait l'objet d'une thèse de doctorat d'état soutenue le 19 Juin 1973 à l'université de Paris VI.

Numéro d'enregistrement au CNRS AO 8494.

« La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41,
« d'une part, que les «copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copis-
« te et non destinées à une utilisation collective» et, d'autre part, que les analyses et les
« courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, «toute représentation ou repro-
« duction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou des ses ayants
« droit ou ayants cause, est illicite» (alinéa 1er de l'article 40).

« Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait
« donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code Pénal».

© O.R.S.T.O.M. 1977

I.S.B.N. 2-7099-0442-X

AVANT - PROPOS

Ce travail a été réalisé au cours de trois séjours, de Juin 1 967 à Mars 1 973, au Centre de Recherches Océanographiques d'Abidjan dans le cadre de l'ORSTOM. Les deux premiers séjours furent consacrés aux travaux à la mer et à l'étude des échantillons prélevés. Le troisième séjour fut plus particulièrement consacré à la mise au clair des résultats et à la rédaction de ce mémoire.

Monsieur le Professeur L. Glangeaud, membre de l'Institut, en tant que directeur scientifique, fut à l'origine de mon affectation à Abidjan, qu'il reçoive ici le témoignage de ma profonde gratitude pour l'aide et les conseils qu'il m'a toujours généreusement accordés.

Monsieur le Professeur H. Faure, président du comité technique de géologie de l'ORSTOM, a toujours montré de l'intérêt pour le développement de mon travail et m'a toujours apporté son soutien efficace. Qu'il soit assuré de ma très grande reconnaissance.

Que Monsieur J. Debyser, responsable des programmes de géologie au CNEXO et membre du comité technique de géologie de l'ORSTOM me permette de le remercier ici pour les nombreux conseils qu'il m'a toujours prodigués.

Je tiens à remercier Monsieur M. Gennesseaux qui, en tant que parrain scientifique, m'a toujours apporté son aide.

Mes remerciements vont aussi à Messieurs les professeurs et assistants du laboratoire de géologie de la Faculté des Sciences de l'Université d'Abidjan et plus particulièrement à Monsieur J.P. Tastet avec qui j'ai collaboré dès les premiers instants pour l'étude du Quaternaire.

Je ne saurais oublier Madame G. Delibrias du laboratoire des faibles radioactivités de GIF-SUR-YVETTE qui a bien voulu dater au ^{14}C mes échantillons.

Je tiens également à remercier Madame M. Delaune, responsable du laboratoire de sédimentologie de l'ORSTOM à Bondy qui a effectué un certain nombre de granulométries et de détermination de minéraux lourds sur des échantillons du plateau continental de Côte d'Ivoire.

Que Messieurs H. Blanchard, commandant, et J. Campion, chef mécanicien du N.O. REINE POKOU, trouvent ici l'expression de ma reconnaissance pour leur dévouement et leur conscience professionnelle.

Je ne saurais oublier mon aide technique J. Bosset, qui a toujours effectué avec beaucoup de conscience des travaux souvent fastidieux.

Enfin il m'est agréable d'exprimer ma reconnaissance à l'ensemble du personnel du Centre de Recherches Océanographiques d'Abidjan et à mes collègues géologues du Centre d'Adiopodoumé que j'ai souvent mis à contribution.

TABLE DES MATIERES

	Page
<i>AVANT PROPOS</i>	3
<i>INTRODUCTION</i>	14
Chapitre premier - GENERALITES	17
1 - CADRE GEOGRAPHIQUE	17
2 - GEOLOGIE DE LA COTE D'IVOIRE	19
<i>2.1 - Le socle</i>	19
<i>2.2 - Le bassin sédimentaire</i>	21
2.2.1 - GENERALITES	21
2.2.2 - STRATIGRAPHIE DU BASSIN SEDIMENTAIRE	21
2.2.3 - TECTONIQUE	26
3 - LE LITTORAL IVOIRIEN	27
4 - LA MARGE CONTINENTALE DE LA COTE D'IVOIRE ET DU GHANA	28
<i>4.1 - Cadre structural de la région</i>	28
<i>4.2 - Morphologie de la marge continentale</i>	28
<i>4.3 - Structure de la marge continentale</i>	35
<i>4.4 - Le bassin sédimentaire marin ivoirien</i>	35
<i>4.5 - Histoire géologique de la marge continentale</i>	36
4.5.1 - HISTOIRE ANTEALBIENNE	36
4.5.2 - HISTOIRE A PARTIR DE L'ALBIEN	37

	Page
5 - FACTEURS DE LA SEDIMENTATION ACTUELLE	38
<i>5.1 - Facteurs continentaux</i>	38
5.1.1 - GENERALITES SUR LE CLIMAT	38
5.1.2 - LA VEGETATION	39
5.1.3 - LE RELIEF	41
5.1.4 - DESTINEE DES EAUX DE PLUIE	41
5.1.5 - CONSEQUENCES DE CES FACTEURS CONTINENTAUX SUR LA SEDIMENTATION EN MER	43
<i>5.2 - Facteurs océaniques</i>	43
5.2.1 - L'ETAT DE LA MER	44
5.2.2 - HYDROLOGIE DU PLATEAU CONTINENTAL IVOIRIEN	44
5.2.3 - LES COURANTS MARINS SUR LE PLATEAU CONTINENTAL DE LA COTE D'IVOIRE	47
5.2.4 - COURANT DE DERIVE LITTORALE	49
<i>5.3 - Conséquences de ces facteurs océaniques</i>	50
Chapitre deux - MORPHOLOGIE DE LA MARGE CONTINENTALE IVOIRIENNE ETUDE DU TROU-SANS-FOND	 51
A - LA MARGE CONTINENTALE	51
1 - LE LITTORAL	51
1.1 - Morphologie	51
1.2 - Processus morphodynamiques	55
2 - LE PLATEAU CONTINENTAL DE COTE D'IVOIRE	56
2.1 - Généralités	56
2.2 - Profil du plateau continental ivoirien	57
2.3 - Bancs rocheux parallèles à la côte	68
2.4 - Origine des bancs de grès	77

	Page
3 - MORPHOLOGIE DE LA PENTE CONTINENTALE AU LARGE DE LA COTE D'IVOIRE	78
B - LE TROU-SANS-FOND	80
1 - HISTORIQUE	80
2 - DESCRIPTION DU TROU-SANS-FOND	81
3 - GENERALITES SUR LES CANYONS	84
4 - HYPOTHESES SUR L'ORIGINE DES CANYONS SOUS-MARINS	84
5 - ORIGINE DU TROU-SANS-FOND	85
5.1 - <i>Hypothèse de Prunet</i>	85
5.2 - <i>Le Trou-sans-fond peut-il être expliqué par un - creusement subaérien ?</i>	86
5.3 - <i>Le creusement du Trou-sans-fond peut-il s'expliquer par des courants de turbidité ?</i>	87
5.4 - <i>Le creusement du Trou-sans-fond peut-il être expliqué par des écoulements en masse, des éboulements, des avalanches et des flots de sable ?</i>	88
5.5 - <i>Le creusement du Trou-sans-fond peut-il être expliqué par des courants ordinaires ?</i>	89
5.6 - <i>Le Trou-sans-fond peut-il avoir une origine tectonique ?</i>	89
5.7 - <i>Age du Trou-sans-fond</i>	89
Chapitre trois - ETUDE DES SEDIMENTS DU PLATEAU CONTINENTAL DE COTE D'IVOIRE	90
1 - ETUDE DES SEDIMENTS SUPERFICIELS	93
1.1 - <i>Densité et localisation des points de prélèvement</i>	93
1.2 - <i>Sédiments essentiellement formés de quartz</i>	93

	Page
1.2.1 - LES SABLES	93
1.2.2 - LES SABLES VASEUX	97
1.2.3 - LES VASES SABLEUSES	97
1.3 - Sédiments dans lesquels les débris organogènes constituent l'élément dominant	101
1.3.1 - SABLES ORGANOGENES	101
1.3.2 - SABLES VASEUX ORGANOGENES	101
1.3.3 - VASES SABLEUSES ORGANOGENES	105
1.4 - Sédiments dans lesquels les « faecal-pellets » minéralisés constituent l'élément dominant de la fraction grossière	105
1.4.1 - LA FRACTION GROSSIERE EST ESSENTIELLEMENT FORMEE DE « FAECAL-PELLETS » VERTS	105
1.4.2 - LA FRACTION GROSSIERE EST ESSENTIELLEMENT FORMEE DE « FAECAL-PELLETS » MARRON, POLIS ET LUISANTS	107
1.4.3 - LA FRACTION GROSSIERE EST FORMEE D'UN MELANGE DE « FAECAL-PELLETS », DE GRAINS DE QUARTZ ET DE DEBRIS DE COQUILLES	107
1.5 - Les vases	110
1.6 - Composition minéralogique de la fraction inférieure à 2 microns	111
2 - CARTE SEDIMENTOLOGIQUE	113
2.1 - Principe	113
2.2 - Précision de la carte sédimentologique	113
3 - ETUDE DES SEDIMENTS PRELEVES PAR CAROTTAGE	117
3.1 - Carottes prélevées dans les zones de sables quartzeux	117

	Page
3.2 - <i>Carottes prélevées dans les zones de sables vaseux et de vases sableuses</i>	117
3.3 - <i>Carottes prélevées dans les zones vaseuses</i>	124
3.4 - <i>Carottes prélevées dans les zones organogènes reliques</i>	130
3.5 - <i>Carottes prélevées dans les zones à « faecal-pellets » minéralisés</i>	130
4 - MECANISMES DE LA SEDIMENTATION ACTUELLE	132
4.1 - <i>Zones vaseuses actuelles</i>	134
4.1.1 - ZONE VASEUSE EN RELATION AVEC LA COMOE	134
4.1.2 - ZONE VASEUSE EN RELATION AVEC LE BANDAMA	134
4.1.3 - ZONE VASEUSE EN RELATION AVEC LE SASSANDRA	138
4.2 - <i>Epaisseur de la formation de recouvrement</i>	138
4.2.1 - ZONE DE VASE DE LA COMOE	142
4.2.2 - ZONE VASEUSE DU BANDAMA	150
4.2.3 - ZONE DE VASE DU SASSANDRA	150
4.3 - <i>Vitesse de sédimentation</i>	150
5 - REPARTITION EN SURFACE DES PRINCIPAUX ELEMENTS	152
5.1 - <i>Silice</i>	152
5.1.1 - LE QUARTZ	152
5.1.2 - SILICE TOTALE	152
5.2 - <i>Alumine</i>	152
5.3 - <i>Carbonates</i>	152
5.4 - <i>Fer</i>	153
5.5 - <i>Potassium</i>	153
5.6 - <i>Azote</i>	153
5.7 - <i>Titane</i>	153

	Page
Chapitre quatre - ANALYSE MINÉRALOGIQUE ET SEDIMENTOLOGIQUE PARTICU- LIÈRE : CAS DES «FAECAL-PELLETS» MINÉRALISÉS	170
1 - INTRODUCTION	170
1.1 - <i>Généralités sur les glauconies</i>	171
1.2 - <i>Généralités sur la berthiérine</i>	175
1.3 - <i>Etude des «faecal-pellets» du Nigéria</i>	177
1.3.1 - CARACTERISTIQUES DES «FAECAL-PELLETS» PRELEVÉS AU-DESSOUS DE 60 MÈTRES DE PROFONDEUR	179
1.3.2 - CARACTERISTIQUES DES «PELLETS» VERTS PRELEVÉS AU-DESSUS DE 60 MÈTRES	179
1.3.3 - CARACTERISTIQUES DES «PELLETS» DE GOETHITE DU DELTA DU NIGER	181
2 - ÉTUDE DES «FAECAL-PELLETS» MINÉRALISÉS DU PLATEAU CONTINENTAL IVOIRIEN	183
2.1 - <i>Modes de gisement</i>	183
2.1.1 - REPARTITION EN SURFACE	183
2.1.2 - REPARTITION EN PROFONDEUR	183
2.2 - <i>Méthodes d'étude</i>	183
2.2.1 - DÉTERMINATION QUALITATIVE DES ESPÈCES MINÉRALES AUX RX	185
2.2.2 - COMPORTEMENT THERMIQUE DES MINÉRAUX ARGILEUX	188
2.3 - <i>Résultats de l'étude</i>	189
2.3.1 - COMPOSITION CHIMIQUE	189
2.3.2 - COMPOSITION MINÉRALOGIQUE	192

	Page
2.4 - Interprétation de ces résultats	196
2.4.1 - GOETHITE	196
2.4.2 - PHYLLITE A 7 Å	209
2.4.3 - MINERAL 10-14 Å	212
2.4.4 - PHYLLITE A 10 Å	213
2.4.5 - QUARTZ	213
2.4.6 - CALCITE	213
2.4.7 - GIBBSITE	213
2.5 - Variations latérales	213
3 - COMPARAISON AVEC LES RESULTATS OBTENUS PAR PORRENGA AU NIGERIA	213
3.1 - <i>Goethite</i>	213
3.2 - <i>Berthiérine</i>	214
3.3 - <i>Interstratifié</i>	214
4 - CONCLUSION	215
Chapitre cinq - PALEO GEOGRAPHIE ET PALEOCLIMATOLOGIE DU PLATEAU CONTINENTAL DE COTE D'IVOIRE AU QUATERNAIRE RECENT - ESQUISSE D'UNE COURBE DE VARIATION DU NIVEAU DE LA MER DEPUIS 25 000 ANS	216
1 - CONTEXTE GEOLOGIQUE	216
2 - LE QUATERNAIRE DU LITTORAL	216
2.1 - <i>Description</i>	216
2.2 - <i>Influence de la tectonique sur la morphologie littorale</i>	218

	Page
3 - LE QUATERNAIRE DU PLATEAU CONTINENTAL	221
3.1 - <i>Echantillonnage</i>	221
3.2 - <i>Description des carottes</i>	223
3.2.1 - CAROTTES CONTENANT LES TOURBES	223
3.2.2 - CAROTTES CONTENANT LES NODULES	224
3.3 - <i>Résultats des datations</i>	226
3.4 - <i>Critique de ces datations</i>	226
3.4.1 - CAS DES TOURBES	226
3.4.2 - CAS DE NODULES D'ALGUES CALCAIRES	227
3.5 - <i>Stratigraphie du Quaternaire du plateau continental</i>	227
3.6 - <i>Esquisse d'une courbe de variation du niveau de la mer pour la Côte d'Ivoire</i>	229
3.6.1 - COURBE DE DESCENTE	229
3.6.2 - MAXIMUM DE REGRESSION	231
3.6.3 - COURBE DE REMONTEE	231
4 - ROLE DE LA TECTONIQUE DANS LES VARIATIONS APPARENTES DU NIVEAU DE LA MER EN COTE D'IVOIRE	232
5 - DONNEES DE L'ETUDE PALYNOLOGIQUE DES TOURBES SUR LA PALEOCLIMATOLOGIE	233
6 - DONNEES DE LA MICROPALÉONTOLOGIE SUR LA PALEOGEOGRAPHIE ET LA PALEOCLIMATOLOGIE	234
6.1 - <i>Caractères de la microfaune</i>	234
6.1.1 - MICROFAUNE IDENTIQUE A LA POPULATION ACTUELLE	234
6.1.2 - MICROFAUNE LITTORALE	234
6.1.3 - FAIBLE FREQUENCE GENERALE DES TEXTULARIA ET MILIOLES	235
6.1.4 - ESPECES EURYTHERMALES ET STENOTHERMALES	235

	Page
<i>6.2 - Etude globale de la microfaune</i>	236
6.2.1 - CARACTERES COMMUNS A TOUTES LES CAROTTES DE VASE	237
6.2.2 - CARACTERES COMMUNS A TOUTES LES CAROTTES DE SABLE	238
<i>6.3 - Essai de Paléocéologie</i>	238
<i>6.4 - Contribution de la micropaléontologie à la connaissance du plateau continental de Côte d'Ivoire</i>	239
7 - INTERPRETATION DU QUATERNAIRE RECENT	240
<i>7.1 - Sur le littoral</i>	240
<i>7.2 - Sur le plateau continental</i>	240
CONCLUSION	241
BIBLIOGRAPHIE	244

INTRODUCTION

Avant Juin 1 967, date de mon arrivée au Centre de Recherches océanographiques d'Abidjan, peu de travaux concernant le plateau continental de Côte d'Ivoire avaient été publiés.

La couverture bathymétrique de la région était assez sommaire et les cartes existantes, souvent anciennes, ne fournissaient que peu de renseignements passé les fonds de 30 mètres. De plus, ces cartes étaient souvent erronées, surtout en ce qui concerne le tracé de la côte. Cependant j'ai pu disposer des minutes de sonde des missions de l'Atlantique sud du Service Hydrographique de la Marine française (missions 1 962 et 1 964-1 965). Ces minutes couvrent le plateau continental et la partie supérieure de la pente continentale jusqu'à une profondeur de 2 000 mètres, entre Grand-Bassam et Jacqueville.

Bien qu'il fût connu depuis longtemps, seule la partie supérieure du Trou-sans-fond (vaste canyon sous-marin situé en face d'Abidjan) avait été étudiée lors du projet d'implantation de l'usine de Georges Claude utilisant l'énergie thermique des mers (1 948-1 949).

Au point de vue sédimentologie, seuls de petits travaux locaux avaient été effectués avant 1 966. A cette époque, Dugas commença la rédaction de la carte sédimentologique de la partie Est du plateau continental, mais ce travail fut abandonné à l'état d'ébauche. De plus, pour appliquer les normes recommandées par le BRGM pour la cartographie géologique du plateau continental français, j'ai dû reprendre l'étude des échantillons prélevés par Dugas.

Mon but initial était d'étudier la répartition des sédiments sur le plateau continental, afin d'en dresser la carte sédimentologique. Au cours de ce travail, j'ai été amené à m'intéresser à :

- La morphologie du plateau continental, et par extension à celle du Trou-sans-fond, ce qui m'a entraîné à rechercher son origine possible,
- Aux mécanismes de la sédimentation actuelle,
- A la composition chimique et minéralogique des sédiments et notamment des « faecal-pellets » minéralisés, très abondants dans cette région,
- A la paléogéographie et à la paléoclimatologie au cours du Quaternaire récent.

Les travaux à la mer ont été menés en grande partie, de 1 967 à 1 971, à bord du N.O. REINE POKOU (ancien chalutier de 25 mètres) du Centre de Recherches Océanographiques d'Abidjan. De plus, j'ai pu effectuer une sortie sur le N.O. CAPRICORNE. Enfin, en 1 968 et 1 971, j'ai participé à une partie des croisières GUINEE I et WALDA du N.O. Jean Charcot sur la marge continentale du golfe de Guinée.

A partir du N.O. REINE POKOU, trois sortes de prélèvements ont été effectués :

- Environ 1 600 dragages à l'aide d'une benne «shipeck» permettant un prélèvement ponctuel de 20 x 20 x 10 centimètres,
- 160 carottages à l'aide d'un carottier à piston Kullenberg, la longueur maximum des carottes a été de 8 mètres,
- Quelques dragages à la drague à roches sur les affleurements rocheux et notamment sur les bancs de grès parallèles à la côte.

Le relèvement de chaque point de prélèvement a été effectué afin de compléter les données de la bathymétrie.

A bord du N.O. CAPRICORNE, 600 milles de profils «mud-penetrator» ont été couverts afin de déterminer l'épaisseur des couches de vases récentes.

Sur tous les échantillons, il a été effectué :

- Une granulométrie partielle pour déterminer le pourcentage des fractions inférieure et supérieure à 50 microns et la classe granulométrique de la fraction supérieure à 50 microns,
- Une calcimétrie à l'aide d'un calcimètre DIETRICH-FRUHLING,
- Une étude de la fraction grossière à la loupe binoculaire pour déterminer la nature de ses principaux constituants.

Les éléments majeurs ont été dosés par le laboratoire d'analyses des sols de l'ORSTOM à Abidjan-Adiopodoumé, sur environ la moitié des échantillons. La détermination de la nature des minéraux argileux a été faite à l'aide du diffractomètre du laboratoire de géologie de l'ORSTOM à Abidjan-Adiopodoumé. Les «faecal-pellets» minéralisés ont fait l'objet d'une étude spéciale (analyse chimique, analyse minéralogique aux rayons X et analyses thermiques différentielle et pondérale).

Une étude granulométrique totale a également été effectuée sur environ la moitié des échantillons par le laboratoire de sédimentologie de l'ORSTOM à Bondy, ainsi que quelques déterminations de minéraux lourds.

Au moment de leur ouverture, il a été effectué sur toutes les carottes des prélèvements systématiques sur lesquels on a mesuré la teneur en eau et le pourcentage des fractions supérieure et inférieure à 50 microns. En fonction du «log»

et des données précédentes un certain nombre d'échantillons ont fait l'objet d'analyses chimiques, granulométriques et minéralogiques.

Des tourbes et des nodules d'algues calcaires prélevés dans certaines carottes ont été datés au ^{14}C par Madame Delibrias au laboratoire des faibles radioactivités de GIF-SUR-YVETTE, et l'étude micropaléontologique de 10 carottes a été effectuée par Madame Cariou-Ogoundare.

GENERALITES

1 - CADRE GEOGRAPHIQUE

La Côte d'Ivoire, dont la forme s'inscrit approximativement dans un carré situé en bordure du golfe de Guinée, fait partie de l'Afrique occidentale (Fig.1).

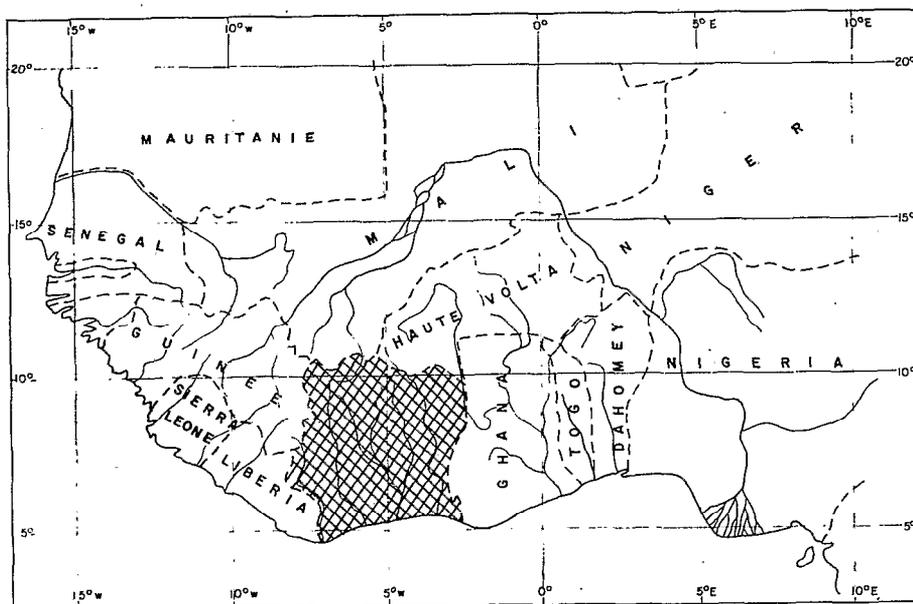
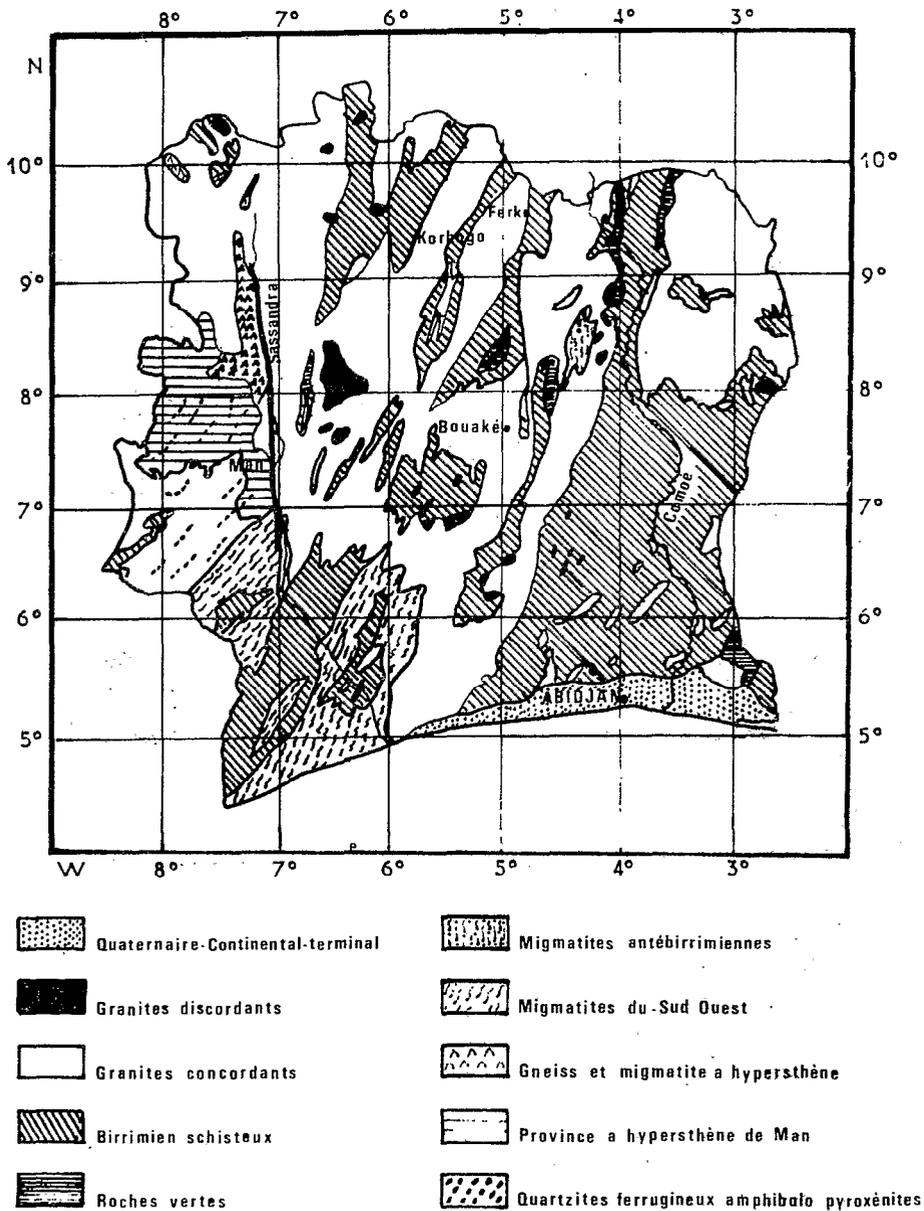


Figure 1 - La Côte d'Ivoire dans l'Afrique occidentale.

Sa façade maritime forme une courbe au niveau du 5ème degré de latitude Nord, limitée à l'Est par le 3ème, et à l'Ouest par le 8ème degré de longitude Ouest. Elle est bordée à l'Ouest par le Libéria et la Guinée, au Nord par le Mali et la



0 150 300 km

Figure 2 - Esquisse géologique de la Côte d'Ivoire. D'après la carte géologique à 1/1 000 000.

Haute Volta et à l'Est par le Ghana. Sa situation géographique en fait un pays de la zone inter-tropicale, c'est-à-dire de la zone chaude et humide. Appartenant pour sa majeure partie à la vieille plate-forme africaine, la Côte d'Ivoire possède un relief de pénéplaine dont l'altitude varie de 400 mètres environ au Nord, à moins de 50 mètres au Sud, pénéplaine vallonnée de collines orientées SSO - NNE. Seule la région de Man, avec des sommets dépassant 1 000 mètres, mérite le qualificatif de montagneuse. Sur les 322 000 km² du territoire ivoirien la forêt couvre le Sud du pays (110 000 km²) alors que la savane s'étend au Nord (212 000 km²).

La chaleur, l'humidité, la végétation et la planitude du relief sont les facteurs qui régissent les apports sédimentaires à la mer.

2 - GEOLOGIE DE LA COTE D'IVOIRE

La Côte d'Ivoire est formée de deux unités géologiques du surface très inégales : un socle ancien couvrant 97,5% du pays et un bassin sédimentaire secondaire et tertiaire formant une mince frange littorale (Fig.2).

2.1 - Le socle (Tastet, 1 972, d'après Tagini, 1 972)

Le socle appartient au vieux bouclier précambrien de l'Afrique de l'Ouest. Les études géochronologiques ont permis de distinguer un Archéen daté de 3 000 à 2 300 M.A. correspondant au cycle orogénique dit Libérien et un Protérozoïque inférieur et moyen ou Birrimien s.1 daté de 2 300 à 1 500 M.A. et correspondant au cycle orogénique dit éburnéen. Les formations libériennes affleurent dans la région de Man à l'Ouest du grand accident du fleuve Sassandra ; ce sont des roches métamorphiques (migmatites, gneiss, amphibio-pyroxénites et quartzites à magnétite - itabirites) et des roches plutoniques d'origine simatique (anorthosites, norites et charnokites). Dans le reste du pays, elles se présentent sous forme de reliques migmatiques dans la chaîne éburnéenne.

Le Birrimien occupe la presque totalité du pays. Outre les migmatites libériennes «rajeunies» par l'orogénèse éburnéenne, il présente la stratigraphie suivante :

— Un complexe volcano-sédimentaire de base, composé de laves, conglomérats et schistes, auxquels sont associées des intrusions granitoïdes de type granodioritique du pluton abronien (supérieur à 2 000 M.A.).

— Ce complexe est recouvert en discordance (phase tectonique abronienne) par d'épais dépôts détritiques flyschoides ; conglomératiques à leur base et conglomératiques et mollassiques au sommet (ancien Tarkwaïen).

— Le tout plissé et métamorphisé par la phase paroxysmale de l'orogénèse éburnéenne (phase baoulée) à laquelle il faut rapporter la mise en place d'un complexe plutonique granitique de grande extension (2 000 à 1 800 M.A.) et le rajeunissement des formations libériennes.

Les formations libériennes et birrimiennes sont fortement plissées et apparaissent toujours redressées, leur direction de plissement est généralement NNE - SSO. Le métamorphisme régional libérien est catazonal, le birrimien étant épizonal et parfois mésozonal dans le Sud-Ouest.

La dernière orogénie ayant affecté la Côte d'Ivoire est l'orogénie éburnéenne. Tagini - 1 972 - a donné à l'entité cratonique née sur cette zone orogénique le nom de «plate-forme épi-éburnéenne». Celle-ci comprend deux éléments structuraux majeurs :

— Un socle plissé et métamorphisé,

— Une couverture essentiellement représentée par ce que l'on appelait autrefois les «grès horizontaux» (Hubert, 1 919). Actuellement cette plate-forme est limitée :

— au Sud, par la Côte du golfe de Guinée,

— à l'Ouest, par une zone orogénique plus récente allant du Libéria au Maroc en passant par la Guinée Portugaise, le Sénégal, la Mauritanie et le Sahara Espagnol,

— à l'Est, par la zone orogénique d'âge protérozoïque supérieur à paléozoïque inférieur (680 - 450 M.A.) embrassant le Cameroun, le Nigéria, le Dahomey, le Togo, le Niger et le Hoggar (Black, 1 966 - 1 967 ; Grant, 1 967),

— au Nord, probablement par le grand accident Sud-atlasique du Maghreb contre lequel elle bute,

En territoire ivoirien, la plate-forme épi-éburnéenne est restée indemne de toute régénération depuis sa formation à la fin du Protérozoïque inférieur. Elle a été recouverte, en partie au moins, par la grande transgression des grès protérozoïques supérieurs, mais il n'en subsiste pas trace en Côte d'Ivoire. Les seuls témoins de cette période sont des filons de roches basiques (dolérites et kimberlites) dont l'âge s'échelonne du Protérozoïque inférieur au Carbonifère (1 700 à 280 M.A.).

A la fin du Jurassique début du Crétacé (135 M.A.) commence la subsidence du bassin sédimentaire côtier qui se poursuit jusqu'à nos jours.

2.2 - *Le bassin sédimentaire* (Fig.3)

2.2.1 - GENERALITES

Les considérations qui suivent ont été empruntées au travail de Spengler et Delteil (1 966) «Le bassin secondaire-tertiaire de Côte d'Ivoire».

D'une surface de 8 000 km², il ne représente que 2,5% du territoire. Tout le long de leur bordure septentrionale, les formations sédimentaires transgressives sur le socle sont d'âge néogène. La discordance de base du néogène, trait caractéristique de la Côte d'Ivoire, est une discordance majeure azimutale et angulaire : le socle est orienté NE-SO et plissé verticalement alors que la couverture est sub-horizontale et orientée E-O.

Le bassin secondaire-tertiaire de Côte d'Ivoire est le plus occidental des bassins côtiers du golfe de Guinée. Il se présente sous la forme d'un croissant allongé qui épouse un rentrant du golfe de Guinée, de part et d'autre d'Abidjan. Recouvrant une zone de schistes et de granites éburnéens, il est traversé d'Ouest en Est par une faille extrêmement importante qui a reçu le nom «d'accident majeur de Côte d'Ivoire. Cette faille sépare deux zones bien distinctes : au nord, une zone où la couverture très faible atteint rarement 300 mètres d'épaisseur ; au Sud, un bassin profond dont le socle, à la verticale de la côte, atteint 4 à 5 000 mètres de profondeur. Au nord du «grand accident», les sédiments, très peu épais, appartiennent au Mio-pliocène continental ; cependant quelques affleurements de terrains marins sont connus à Fresco (Paléocène), à Anwiafutu au Ghana et à N'Zida (Cénomanién). Dans les affleurements de la bordure Nord du bassin, on observe aucun témoin de séries marines inséré entre le socle et le Pliocène continental. Si la mer crétacée s'est étendue à certaines époques, elle n'a formé que des golfes très peu profonds. Au Sud de «l'accident majeur», les parties profondes ne sont connues que par les forages.

2.2.2 - STRATIGRAPHIE DU BASSIN SEDIMENTAIRE

Elle est connue grâce aux sondages de la Société Africaine des Pétroles. Les séries de Côte d'Ivoire ne sont pas très riches en macrofaune, aussi les limites d'étages adoptées sont-elles essentiellement basées sur l'étude des foraminifères et des ostracodes et sur celle des spores et des pollens.

L'histoire géologique débute par le dépôt, sur le socle précambrien, d'une série continentale d'épaisseur variable, représentant vraisemblablement la base du Crétacé et peut-être le sommet du Jurassique. La première transgression marine eut lieu à l'Albien ou même à l'Aptien, elle fût suivie par une période de régression au Crétacé supérieur. Au début de l'ère tertiaire, seuls des golfes relativement limités subsistaient en Côte d'Ivoire, tels le bassin paléocène-éocène occidental et le petit golfe marin qui s'installe au Miocène, près d'Abidjan.

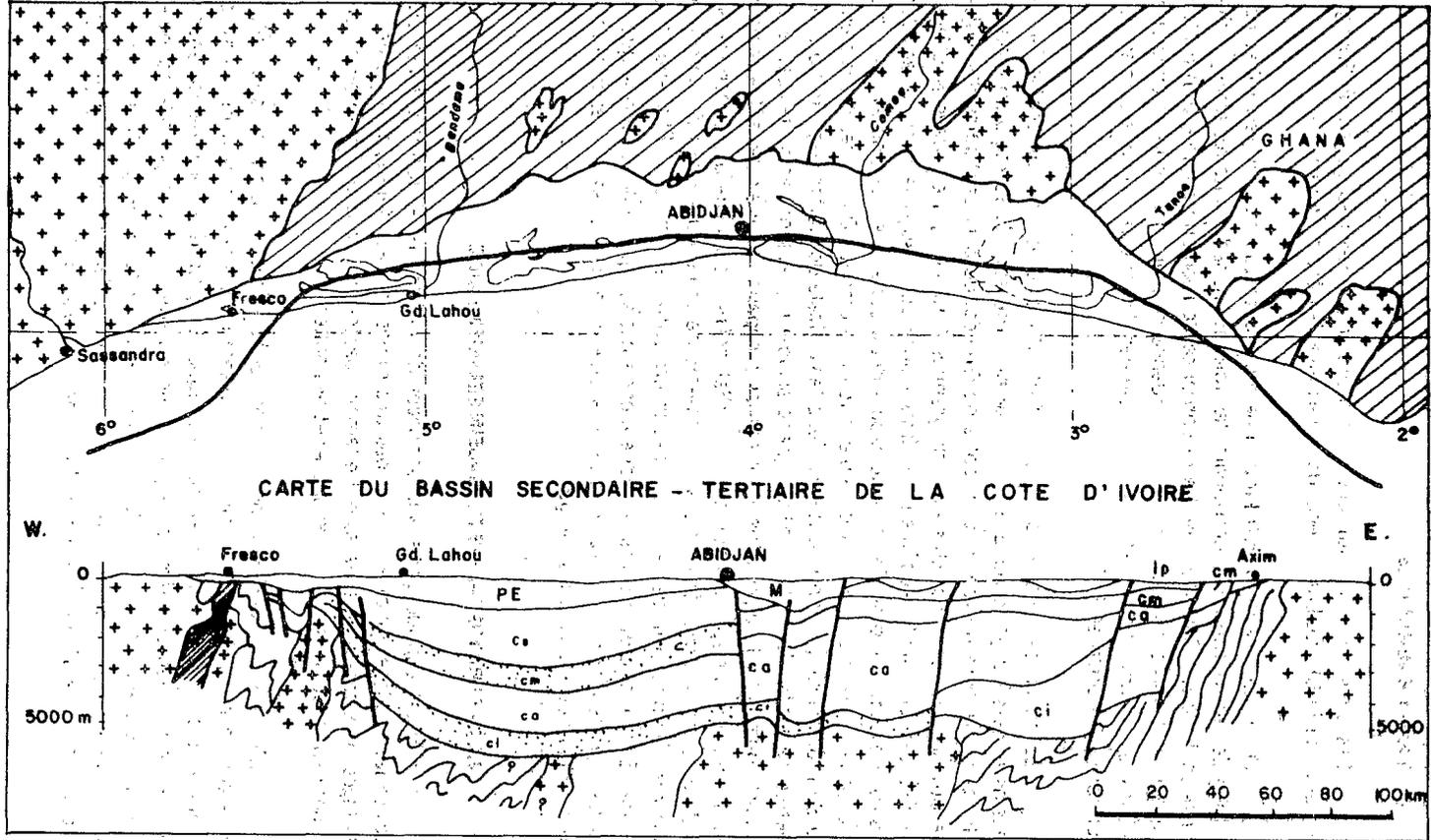


Figure 3 - Coupe longitudinale schématique du bassin suivant le littoral - D'après Delteil et de Spengler

LEGENDE DE LA CARTE



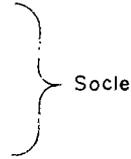
Sédimentaire



Schistes métamorphiques



Granites et gneiss



Socle



Accident majeur de Côte d'Ivoire

LEGENDE DE LA COUPE

— Sédimentaire —

M Miocène

PE Paléocène et Eocène

Cs Crétacé

Cm Crétacé moyen

Ca Albo aptien

Ci Série continentale de base

— Socle —



Schistes birrimiens



Roches basiques



Granites et gneiss

— *SERIE CONTINENTALE DE BASE*

La série mésozoïque de Côte d'Ivoire débute par une formation continentale essentiellement constituée de sables, grès, conglomérats et argiles versicolores, avec quelques intercalations d'argiles noires. A l'Ouest, cette série repose sur le socle antécambrien. On n'en a jamais touché la base à l'Est, l'on peut supposer qu'elle y recouvre également le cristallin. Son épaisseur dépasse 2 000 mètres au Ghana mais diminue vers l'Ouest, se réduisant à 470 mètres environ à l'Ouest de Grand-Lahou. L'âge de cette série n'est pas connu avec certitude. L'analyse palynologique a permis d'en faire l'équivalent continental des séries marines de l'Albo-Aptien du centre du bassin. L'équivalence de la base de la série est plus difficile à établir ; cependant, la présence de faunes abondantes de mollusques (et surtout d'ostracodes d'origine lacustres, à affinité Crétacé basal-Jurassique supérieur) semblerait indiquer un âge plus ancien que l'Albo-Aptien.

— *ALBO - APTIEN*

Il repose, en transgression et probablement en discordance, sur la série continentale. Dans la zone médiane du bassin, son épaisseur dépasse 2 600 mètres ; elle diminue vers l'Est et vers l'Ouest. La partie supérieure, dont le faciès évolue latéralement, comprend, au centre du bassin, surtout des grès, des marnes et des argiles feuilletées. Des ammonites trouvées dans deux carottes de sondage ont permis de dater ces niveaux de l'Albien moyen à supérieur. La partie supérieure de l'Albo-Aptien comprend également des faciès très grossiers : conglomérats à éléments de socle séparés par des argiles ou encore argiles à blocs et galets isolés de roches métamorphiques ou ignées. Les faunes récoltées ne permettent pas d'affirmer la présence d'Aptien à la base de la série et en conséquence de déterminer une limite entre l'Aptien et l'Albien. L'albo-Aptien de la partie médiane passe latéralement vers l'Est et vers l'Ouest à la série continentale de base.

— *CENOMANIEN*

Le cénomanien, mal daté, pourrait correspondre à une série plus ou moins grossière de caractère nettement régressif, série située entre l'Albien et le Crétacé supérieur (Datés par leur micro-faune. Elle est constituée en majeure partie de conglomérats, de grès, de sables d'origine souvent fluviale et d'argiles sableuses, avec des calcaires gréseux plus ou moins dolomitiques dans la partie centrale du bassin. Son épaisseur, très régulière, de l'ordre de 600 à 700 mètres, traduit un ralentissement de la subsidence par rapport à l'Albien.

— *SENONIEN - TURONIEN*

Il est transgressif par rapport aux couches sous-jacentes, sans que la subsidence y prenne le rythme qu'elle avait à l'Albo-Aptien. Le Crétacé supérieur est essentiellement argileux dans l'Ouest et devient plus grossièrement détritique

au centre ; il reprend, à l'extrémité orientale du bassin, un faciès de type épicontinental : calcaires zoogènes, lumachelles, calcaires gréseux et sables. Une émerision générale se produit à la fin du Maestrichien. Le Crétacé supérieur déborde également parfois au Nord de «l'accident majeur» ; on l'observe notamment dans les sondages de N'Zida, Locodjo, Ebocco et, en affleurement, à Elboinda. Aucun critère paléontologique n'a jamais confirmé la présence du Turonien dans le bassin de Côte d'Ivoire.

— PALEOCENE

Le Paléocène est connu sous le faciès marin transgressif caractérisé par de nombreux foraminifères. Il est bien développé dans la partie Ouest du bassin où il dessine une sorte de golfe dans lequel il s'épaissit rapidement et dépasse 500 mètres au droit de Grand-Lahou, sous un faciès argileux et glauconieux. Des glauconies paléocènes sont visibles dans la falaise de Fresco. A l'Est d'Abidjan, le Paléocène n'existe plus que sous la forme de témoins très peu épais de sables, argiles glauconieuses et de calcaires coquilliers ; ceux-ci affleurent à Ebocco.

— EOCENE

L'Eocène n'est connu que dans la moitié Ouest du bassin, sous une épaisseur de 490 mètres au maximum. On y distingue un Eocène inférieur formé d'argiles sableuses à petits bancs calcaires et un Eocène moyen et supérieur constitué d'argiles glauconieuses plus ou moins sableuses.

— OLIGOCENE

Son absence dans le bassin conduit à supposer à cette période, non seulement un arrêt de la subsidence, mais encore un mouvement probable de surélévation générale accompagné d'une érosion susceptible d'atteindre les couches du Crétacé moyen.

— MIOCENE

Il est cantonné aux environs d'Abidjan dans un petit bassin réduit dont la dimension Est-Ouest excède à peine 35 kilomètres. Il a été traversé sur 600 mètres au forage de Port-Bouet. La base du Miocène repose en discordance sur le Cénomanién. On peut supposer que la transgression miocène a emprunté une zone érodée de l'Oligocène ou du début du Miocène. Il est probable que cette zone, encadrée par des failles, ait été plus particulièrement soumise à l'érosion par la tectonique.

— **CONTINENTAL TERMINAL**

Il est essentiellement formé de dépôts détritiques sablo-argileux (Berton, 1961). On ne peut reconnaître aucune stratigraphie ; les formations sont lenticulaires et il n'y a aucune corrélation entre les couches rencontrées lors de divers sondages, même rapprochés. Les faciès les plus courants sont :

— **CONGLOMERATS FERRUGINEUX.** Ils sont constitués de galets de quartz cimentés par des grains de quartz et des oxydes de fer,

— **LITS DE GRAVIERS NON CIMENTES.** On les observe dans le sillon séparant le socle du tertiaire,

— **GRES FERRUGINEUX.** Ils sont formés de grains de quartz enrobés dans une pâte mangano-ferrugineuse. Ce faciès est typique des carrières de Bingerville,

— **SABLES.** Les sables non argileux sont rares ; on rencontre des lentilles près d'Abidjan,

— **SABLES ARGILEUX.** Ils forment la plus grande masse des formations. La couleur vire du brun jaune à l'ocre ou même au brun rougeâtre suivant la concentration et la forme des oxydes de fer et aussi généralement suivant le relief,

— **ARGILES.** On les trouve sous forme de lentilles de couleur plus ou moins bariolée ou blanche. Berton signale de nombreux affleurements en bordure Sud de la lagune à l'Ouest d'Abidjan.

— **FORMATIONS FERRUGINEUSES.** Elles sont formées de cuirasses de nappe ou de masses gravillonnaires plus ou moins remaniées et transportées sur de courtes distances avant d'être ressoudées en dalles cuirassées grâce au ciment ferrugineux et argileux.

— **QUATERNAIRE**

Il comprend les sables grossiers formant les cordons littoraux anciens ou actuels, épais d'environ 50 mètres, ainsi que les vases et les sables du fond des lagunes. Nous l'étudierons plus en détail dans le chapitre V.

2.2.3 - TECTONIQUE DU BASSIN SEDIMENTAIRE

Au Nord du bassin, le Birrimien, est parcouru par des intrusions Nord-Est Sud-Ouest de roches. Le prolongement de ces axes vers le Sud, dans le bassin sédimentaire, coïncide avec des axes positifs transversaux.

Nous avons vu que le bassin sédimentaire de Côte d'Ivoire est divisé en deux par un accident Est-Ouest. Il s'agit d'une faille extrêmement importante, d'un rejet de plusieurs milliers de mètres et de pendage Sud, coupant obliquement les axes tectoniques du socle.

Sous le sédimentaire de la partie septentrionale du bassin, la surface pénéplanée du socle présente un très faible pendage Sud. La photogéologie a permis de mettre en évidence, dans le miocène continental, une tectonique de failles certainement liée à celle du socle. La direction principale des fractures est N - NO, S - SE, mais on note, en bordure du bassin, des failles très récentes, de direction NE - SO.

La structure du bassin profond dépend entièrement de la combinaison de failles et d'axes positifs transversaux. Ces axes qui n'affectent guère les sédiments de la zone Nord du bassin, sont liés à la constitution du socle et sont dus en particulier à des massifs de granite et de gneiss. Il ne faut pas y voir l'effet de véritables mouvements dirigés de bas en haut mais plutôt les considérer comme des zones ayant localement résisté à la subsidence générale du bassin.

Les failles du bassin profond (Est-Ouest), plus ou moins satellites de «l'accident majeur», ou obliques (Nord-Est, Sud-Ouest et Nord-Ouest, Sud-Est), sont vraisemblablement liées au socle. Néanmoins, l'existence de failles dues au tassement des sédiments est très probable, ainsi que la présence d'accidents dus à des glissements tangentiels sous l'effet de la gravité.

La structure de la moitié est du bassin est beaucoup plus complexe que celle de la partie Ouest, ce qui s'expliquerait par la présence, au Nord de cette partie Est, d'abondantes intrusions de roches éruptives dans le socle, entraînant une prédisposition à une tectonique plus cassante.

3 - LE LITTORAL IVOIRIEN

Selon la nature des formations au contact avec la mer, on peut le diviser en trois parties.

Le socle précambrien n'est au contact avec la mer que dans l'Ouest du pays (du Cap des Palmes à Sassandra environ). Du point de vue géomorphologique, le socle forme le long de la côte une pénéplaine, parfois cuirassée, dont l'altitude varie de 20 à 50 mètres entre le Cap des Palmes et San Pedro et de 50 à 100 mètres entre San Pedro et Sassandra. Le socle proprement dit n'atteint la mer que rarement. Il en est fréquemment séparé par une petite plaine littorale quaternaire.

Si le bassin sédimentaire n'occupe que 2,5 % de la surface de la Côte d'Ivoire, par contre il forme les 3/5 de la façade maritime du pays. Entre Sassandra et la lagune de Grand-Lahou, la bordure sédimentaire atlantique est constituée,

mis à part les affleurements paléocènes de Fresco, par le Continental terminal. Celui-ci forme des plateaux de 20 à 50 mètres d'altitude, parfois cuirassés (Fresco et Kosso), séparés de la mer par des cordons sableux. Seules les formations paléocènes de Fresco forment des falaises vives.

De l'extrémité Ouest de la lagune de Grand-Lahou jusqu'au Ghana, la bordure sédimentaire est constituée par les formations quaternaires récentes. La côte est basse et bordée de lagunes.

4 - LA MARGE CONTINENTALE DE LA COTE D'IVOIRE ET DU GHANA

Les considérations qui suivent sont tirées des résultats de la croisière GUINEE I du navire océanographique «Jean Charcot» (Arens et al, 1 971).

4.1 - Cadre structural de la région (Fig.4)

La partie de l'Afrique qui borde le golfe de Guinée est caractérisée par un certain nombre de traits structuraux particulièrement importants :

— L'alignement volcanique du Cameroun, d'orientation NNE - SSO et qui se prolonge en mer par les îles Fernando Po, Sao-Tomé, Principe et Annobon,

— Le fossé de la Bénoué, d'orientation ENE - OSO, qui se prolonge sous le delta du Niger et qui correspondrait à une zone de distension ayant commencé à jouer à l'Albien. Notons que le canyon de Mahin est situé dans l'axe du flanc du Bénin de cet effondrement.

— Le grand accident NNE - SSO, passant par Accra et séparant à l'Ouest un socle birrimien daté d'environ 2 000 M.A. d'un socle dahomeyen, à l'Est, âgé de 500 à 700 M.A.

— «L'accident majeur» du bassin sédimentaire de Côte d'Ivoire, en relation probable, vers l'Ouest, avec un des décrochements de la ride médio-atlantique.

— Vers l'Ouest, dans la plaine abyssale, la prolongation des grandes fractures équatoriales de la chaîne médio-atlantique.

4.2 - Morphologie de la marge continentale (Fig.5)

Les caractéristiques essentielles de cette marge continentale sont :

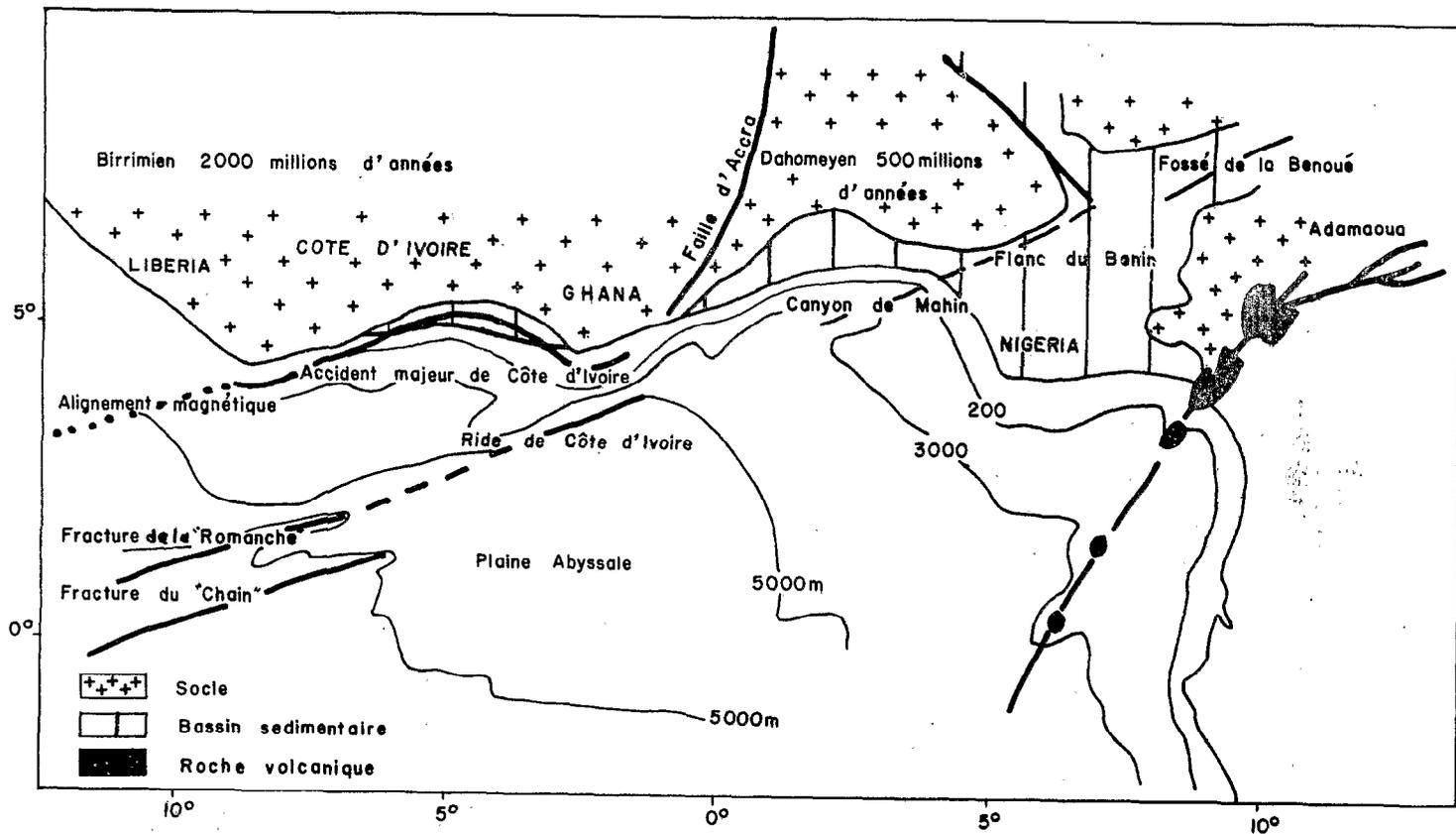


Figure 4 - Cadre structural. D'après J.P. Fail et Alf.

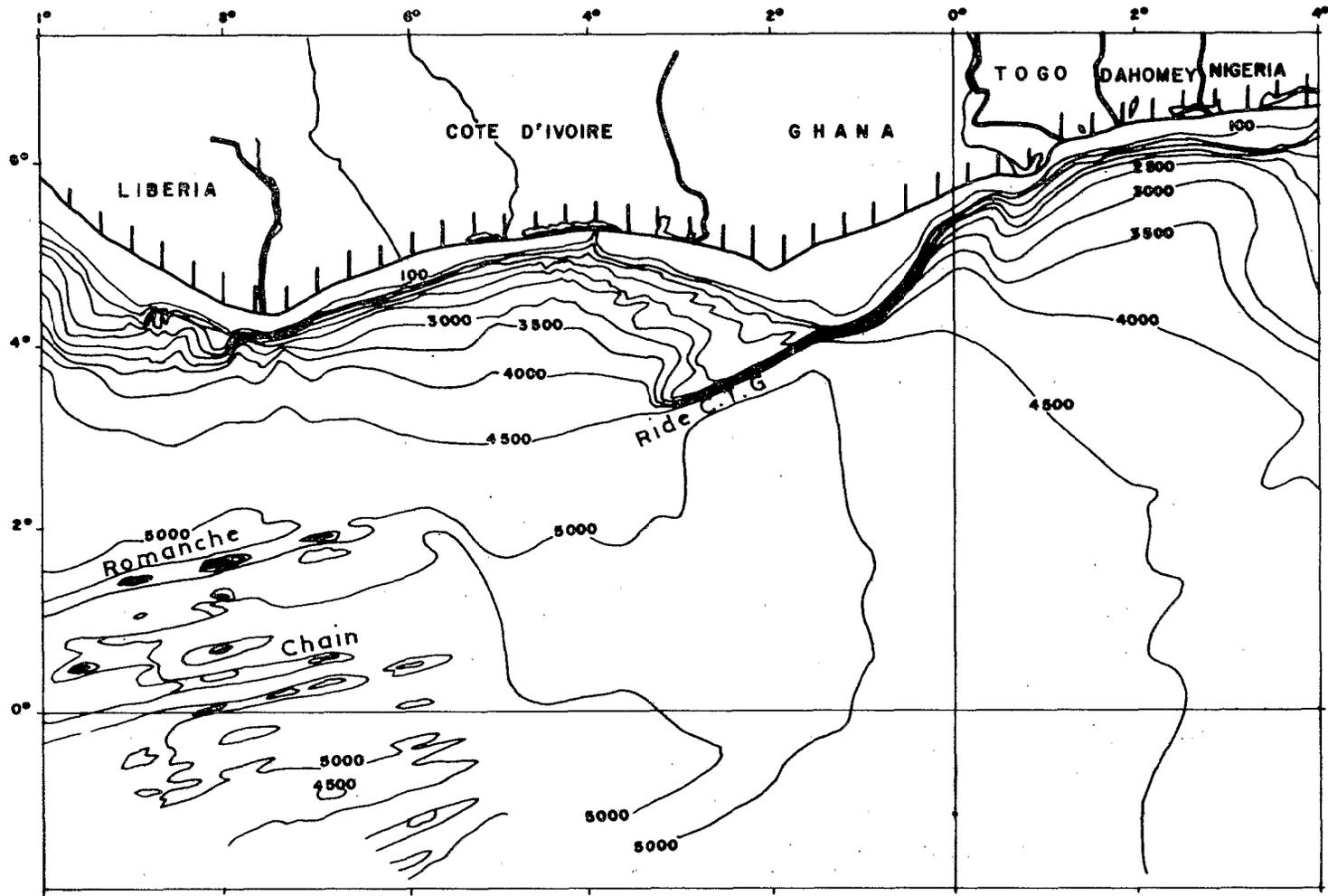


Figure 5 - Carte bathymétrique de la partie Nord du golfe de Guinée. D'après campagne 1 968 «Charcot»

— D'abord la présence des zones de fractures importantes de la «Romanche» et du «Chain». La première apparaît comme un grand accident topographique ayant une pente de 8 à 18° et une direction ESE-OSO. Ce relief de près de 2 000 mètres s'enfonce progressivement vers l'Est sous la plaine abyssale de Guinée, pour disparaître pratiquement vers 6° Ouest. De 6° Ouest à 4° Ouest, il y a passage progressif, du Nord au Sud, du glacis continental de Côte d'Ivoire à la plaine Abyssale de Guinée, dont la profondeur est d'environ 5 000 mètres. La seconde, encore bien marquée jusqu'à 11° Ouest, se suit moins facilement plus à l'Est.

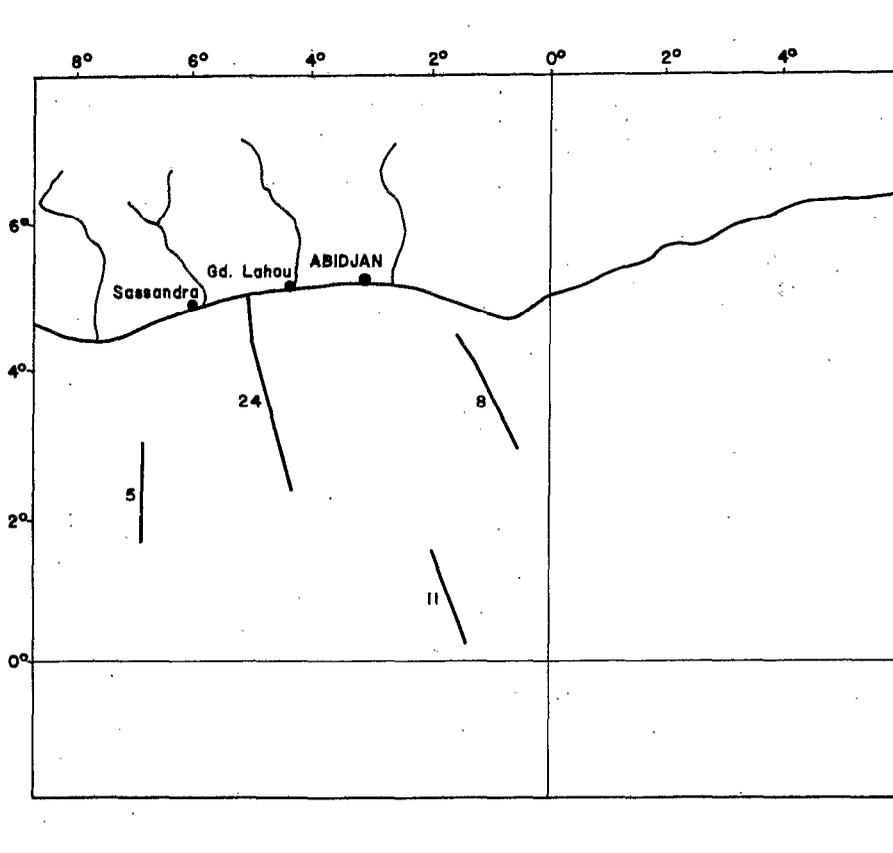


Figure 6 - Plan de position des profils sismiques. Campagne 1 968 du N-O Jean Charcot. Arens et al, 1 971.

— Ensuite la présence d'un grand plateau marginal dont la profondeur moyenne est de 2 000 mètres et qui forme une sorte d'appendice au plateau continental du Ghana. Il est faiblement incliné vers l'Ouest dans la direction du glacis continental de Côte d'Ivoire et il est limité au Sud par un escarpement abrupt orienté dans le 65 auquel on a donné le nom de «Ride de Côte d'Ivoire-Ghana».

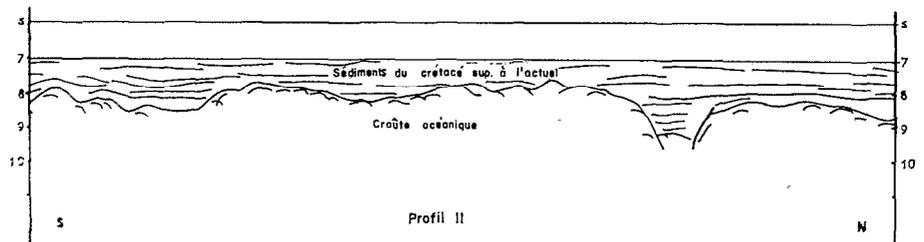
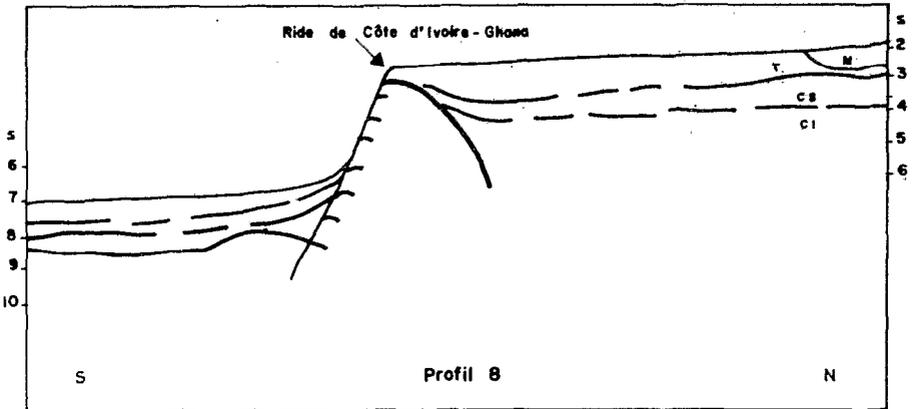
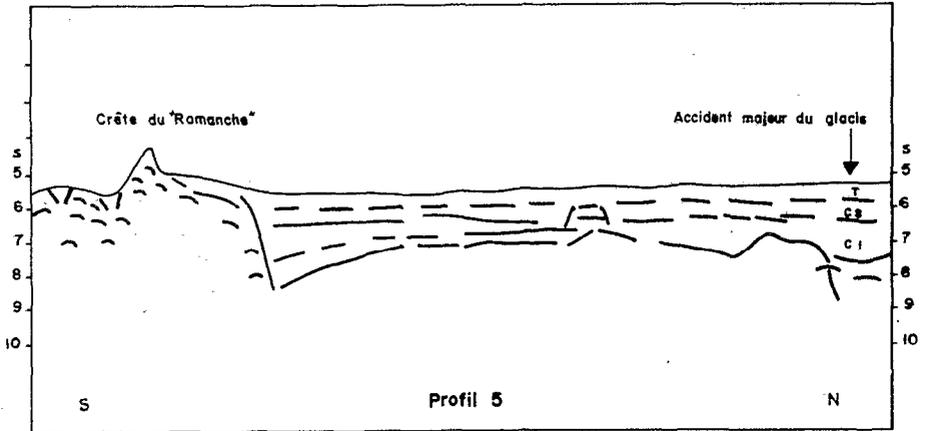
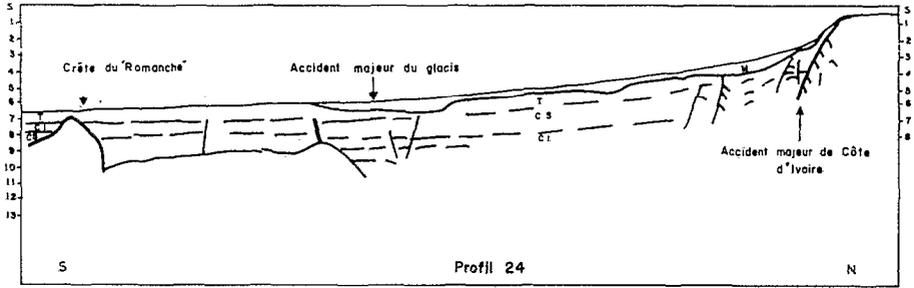


Figure 7 - Ce profil donne une bonne idée de la structure de la marge continentale au large de la Côte d'Ivoire. Les traits structuraux essentiels sont l'accident majeur de Côte d'Ivoire au Nord et la zone de fracture enfouie de la Romanche au Sud. Les roches cristallines de la région côtière affleurent sur la pente et le plateau continental. On peut noter l'érosion des séries du Crétacé supérieur par le Miocène probablement deltaïque. Les sédiments du Crétacé inférieur et supérieur (CS, CI) sont moins épais vers le Sud dans la région de la zone de fracture de la Romanche.

Figure 8 - Sur la gauche, on voit la zone de fracture de la Romanche ; sur la droite, une structure du soubassement semble séparer une région Nord caractérisée par une grande épaisseur de sédiments et la présence de réflecteurs profonds, d'une région Sud où les séries sédimentaires sont moins épaisses au-dessus d'une croûte océanique. L'épaisseur des sédiments est estimée à 5 000 mètres immédiatement au Nord de la crête de la Romanche.

Figure 9 - La ride de Côte d'Ivoire Ghana est bien marquée par un soulèvement du socle faillé vers le Sud. Ce trait structural ferme le plateau marginal de Côte d'Ivoire qui s'étend vers le Nord et qui est rempli de sédiments récents allant du Crétacé inférieur au Miocène (M). Dans cette région la position du socle est indéterminée. Dans la plaine abyssale, les sédiments du Crétacé, sous des turbidites allant du Tertiaire à l'actuel, deviennent moins épais et semblent disparaître vers le Sud. CI : Crétacé inférieur ; CS : Crétacé supérieur ; T : Tertiaire.

Figure 10- La couverture sédimentaire est représentée par des réflecteurs subhorizontaux probablement d'âge récent (du Crétacé supérieur à l'actuel). Les sédiments d'une épaisseur variable reposent sur une croûte océanique caractérisée par une surface rugueuse.

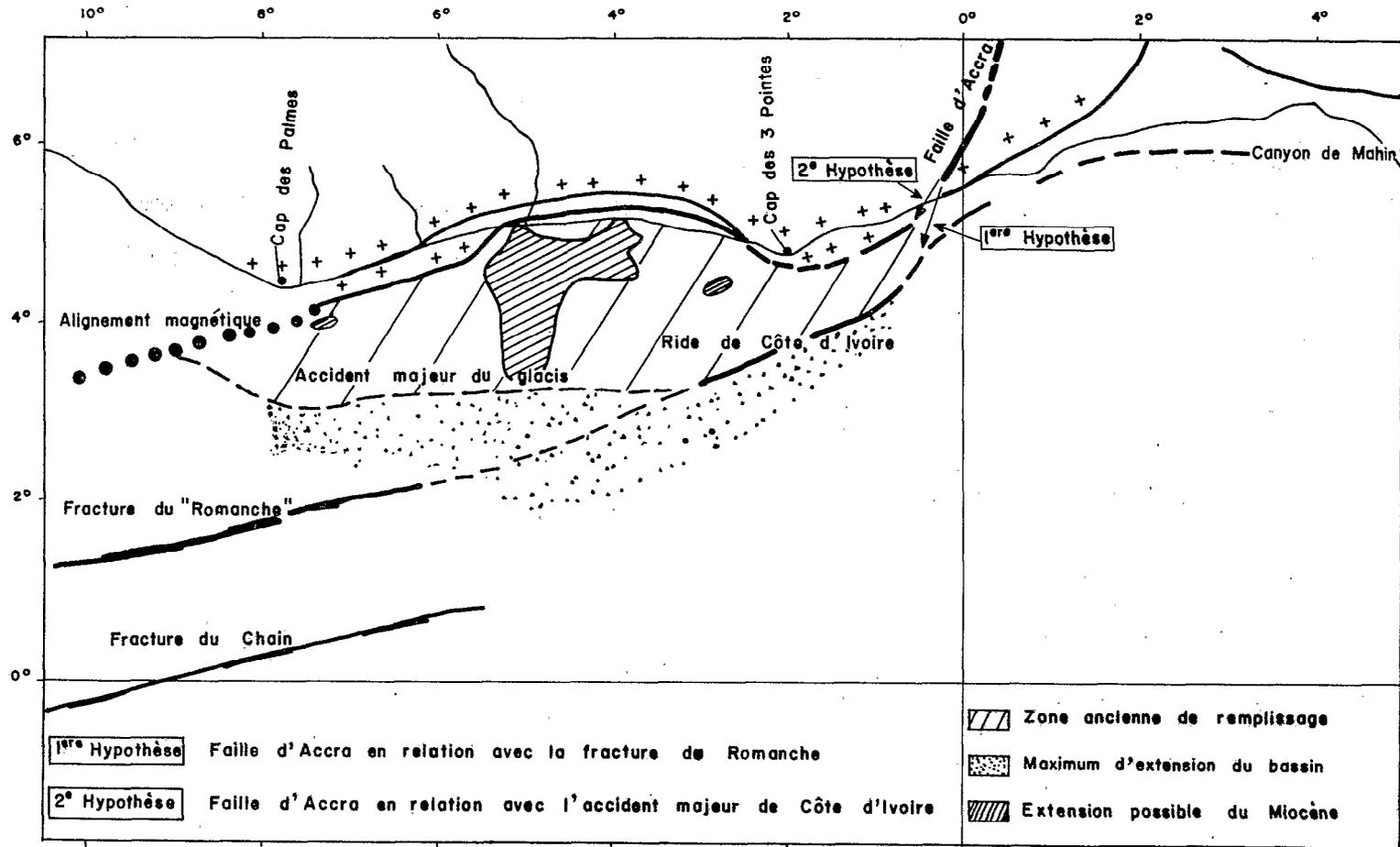


Figure 11 - Paléogéographie du bassin. D'après campagne 1968 «Charcot»

Sa pente, dont la moyenne est de 14° mais qui peut dépasser 20° , relie rapidement le plateau à la plaine abyssale. La « Ride de Côte d'Ivoire-Ghana » se poursuit sur 200 kilomètres et se fond avec la pente continentale du Ghana. La limite Sud de cet important accident morphologique se trouve dans le prolongement de la zone de fracture de la « Romanche » et présente à peu près la même orientation.

4.3 - Structure de la marge continentale (Fig. 6, 7, 8, 9, 10, 11)

Les profils de sismique réflexion montrent : d'une part que la topographie de la fracture de la « Romanche » est ensevelie à partir de 6° Ouest sous les sédiments de la plaine abyssale et du glacis continental ; d'autre part que la ride de Côte d'Ivoire est le prolongement de la fracture de la « Romanche » (profil 24, Fig. 7). On peut suivre celle-ci depuis la ridé médio-atlantique jusqu'au plateau continental ghanéen. Son extension plus à l'Est est plus incertaine, mais on peut avancer deux hypothèses pour se terminer :

a - La fracture de la « Romanche » se poursuit dans le golfe du Bénin et est en rapport avec le flanc du Bénin qui limite le bassin sédimentaire du Nigeria. Cette hypothèse pose le problème des relations entre une tectonique océanique assimilée à une « faille transformante » et une tectonique continentale (Fig.11).

b - La fracture de la « Romanche » tournant légèrement vers le Nord s'arrêterait dans la région d'Accra (Fig.11). Francheteau et Le Pichon (1972), à la suite de considérations théoriques, sont arrivés à cette même conclusion.

Sur le glacis continental, on rencontre une série de failles (profils 5, Fig.8 et 24, Fig.7) qui soit font partie d'un unique « accident majeur du glacis » parallèle à la côte, soit sont les traces de différentes zones de fractures parallèles à la côte. S'il existe une faille unique, il est vraisemblable qu'elle se termine au Sud du Cap des Palmes, dans la zone où une forte anomalie magnétique a été mise en évidence. Cette anomalie s'observe suivant la direction NNE-OSO des grandes fractures océaniques. Cet alignement magnétique se confond avec la pente continentale à l'Ouest du bassin de Côte d'Ivoire. Cet « accident majeur du glacis » doit correspondre à une première frontière paléogéographique entre le Crétacé inférieur et supérieur.

4.4 - Le bassin sédimentaire marin ivoirien (Fig.11)

Il s'étend du Cap des Palmes et du Cap des Trois Pointes, au Nord de l'alignement de la « Romanche ». Il représente l'extension vers le large du bassin sédimentaire côtier. Nous avons vu que la partie terrestre du bassin était parcourue par un grand accident parallèle à la côte. A l'Ouest de Grand-Lahou (5° Ouest), cette faille traverse le plateau continental et suit ensuite son rebord jusqu'à l'Ouest du Cap des Palmes (Profil 24, Fig.7). Sa continuation plus à l'Ouest n'est pas connue mais il est probable qu'elle se prolonge par l'anomalie magnétique du

Cap des Palmes qui est elle-même probablement en relation avec une des fractures médio-atlantiques (fracture de Saint-Paul). Cela indique qu'à l'Ouest du 5ème degré de longitude Ouest, le plateau continental et une partie de la pente sont formés d'un socle cristallin. A l'Est l'accident majeur traverse le plateau continental au large du Cap des Trois Pointes ; mais sa prolongation est mal connue. Il peut toutefois exister une corrélation avec la faille d'Accra (Fig.11). Dans ce cas, le socle de 500 millions d'années formerait en partie le substratum du bassin sédimentaire marin de Côte d'Ivoire.

Les corrélations avec les données terrestres montrent que l'épaisseur des sédiments excéderait 5 000 mètres aux alentours du 4ème degré de longitude Ouest. Vers l'Est elle n'a pas été estimée, mais il semble vraisemblable qu'une épaisse couverture sédimentaire existe sur le plateau continental du Ghana. Il ne paraît pas exister de discordances notables, excepté la discordance des formations miocènes sur les couches du tertiaire inférieur et même du Crétacé supérieur (Profil 24, Fig.7). En effet les formations miocènes ont rempli des dépressions et des chenaux d'érosion à la partie inférieure du glaciais.

4.5 - Histoire géologique de la marge continentale (Arens et al 1971)

Elle est interprétée dans le cadre de l'hypothèse de la dérive des continents.

4.5.1 - HISTOIRE ANTEALBIENNE

L'établissement d'un « rift » intracratonique semble être un trait tectonique ancien, probablement contemporain du rajeunissement panafricain, dans le bouclier continental comprenant l'Afrique et l'Amérique du Sud. Il est vraisemblable que les lignes de faiblesses du socle ont délimité un graben dans le craton préexistant qui allait recevoir, peut-être pendant le Paléozoïque mais principalement durant le Mésozoïque, une quantité appréciable de sédiments continentaux et lacustres. L'existence de ce fossé pré-crétacé dans lequel se sont déposés les produits de l'érosion continentale est certaine. On a décelé à l'Ouest du Cap des Trois Pointes une épaisse couche de conglomérats et de dépôts détritiques grossiers, dont l'épaisseur dépasse 2 000 mètres au forage de Gulf Koneswaso et encore 472 mètres au forage d'Adiaddon à la limite Ouest du bassin côtier. Nous avons constaté qu'elle était formée de dépôts continentaux dont la microfaune a des affinités jurassiques. On peut envisager l'existence d'une zone de sédimentation beaucoup plus ancienne, d'âge permo-triasique ou paléozoïque. Il est vraisemblable que ces couches se poursuivent sur la marge continentale, jusqu'à « l'accident majeur du glaciais ».

4.5.2 - HISTOIRE A PARTIR DE L'ALBIEN

C'est l'époque de l'ouverture de l'océan et de la formation de la marge continentale. La zone de sédimentation s'élargit et s'étend, même au-dessus de la zone de fracture de la «Romanche» et de la ride de Côte d'Ivoire-Ghana. Une subsidence du substratum démarre. Des mouvements verticaux sont particulièrement évidents au Nord de la fracture de la «Romanche» (Profils 8, Fig.24 et 24, Fig.7). A ce moment, l'influence de la fracture de la «Romanche» et de la ride de Côte d'Ivoire sur la sédimentation est très importante à cause de l'effet de barrière que ces accidents provoquent. On peut noter que la partie Est du bassin côtier possède des sédiments détritiques grossiers du Crétacé inférieur au Crétacé supérieur. Elle apparait donc comme une région résistante à la subsidence, en opposition avec la partie Ouest du bassin. La subsidence se poursuit durant le Tertiaire et la morphologie finale de la marge continentale ne semble pas s'être établie avant le Miocène, après la phase épirogénique Eocène supérieur - Oligocène qui a affecté l'ensemble du bâti africain et qui est responsable des grandes déformations observées sur le plateau continental ivoirien.

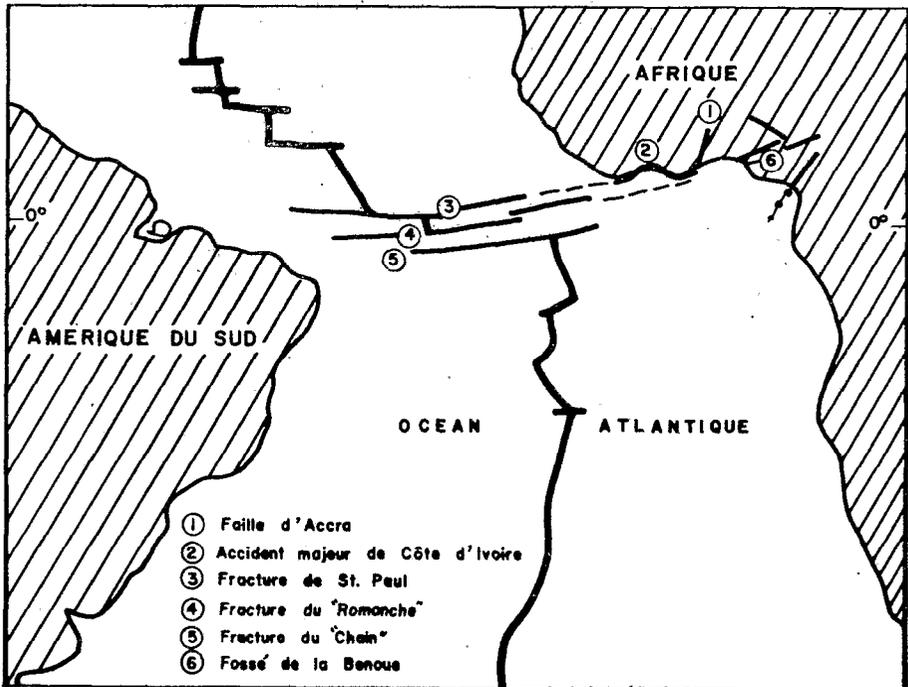


Figure 12 - Relations possibles entre les accidents de la ride médio-atlantique et les accidents en bordure du golfe de Guinée

En conclusion, nous pouvons dire que le bassin marin de Côte d'Ivoire-Ghana correspond à une unité limitée au Nord par la zone de fracture de Saint-Paul, au Sud par celle de la «Romanche», relayée par la ride de Côte d'Ivoire-Ghana. Cette dernière apparaît comme la limite probable entre les zones océaniques et continentales. La structure de la marge continentale dans la partie Nord du golfe de Guinée est donc en relation avec la zone des grandes fractures équatoriales de la ride médio-atlantique (Fig.12).

5 - FACTEURS DE LA SEDIMENTATION ACTUELLE

5.1 - Facteurs continentaux

Les considérations qui suivent sont en partie empruntées à l'ouvrage d'Avenard et al. (1971) «Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire» et à celui de Rougerie (1960) «le façonnement actuel des modelés en Côte d'Ivoire forestière».

5.1.1 - GÉNÉRALITES SUR LE CLIMAT (Eidin, 1971)

Située entre le 4ème et le 11ème degré de latitude Nord, la Côte d'Ivoire se trouve dans la zone balayée par le Front Intertropical (F.I.T.) qui sépare les masses d'air d'origine atlantiques (mousson), de l'air sec d'origine désertique (harmattan). Les déplacements du F.I.T. en latitude, liés au balancement apparent du soleil de part et d'autre de l'équateur, entraînent au sol l'alternance des saisons sèches (en fait il s'agit de saisons peu pluvieuses) et pluvieuses. Pendant la plus grande partie de l'année, d'Avril à Octobre généralement, la mousson refoule le F.I.T. au delà de la frontière septentrionale de la Côte d'Ivoire et noie l'ensemble du pays d'un air chaud et humide, ne permettant qu'un très faible refroidissement nocturne (amplitude journalière moyenne inférieure à 8 °C). Ce n'est que pendant la période de Novembre à Mars, que les oscillations du F.I.T. pénètrent assez profondément dans le Sud, n'atteignant toutefois le littoral qu'un très petit nombre de jours chaque année (fin Décembre début Janvier). Ces périodes d'harmattan sont caractérisées par un air toujours chaud dans la journée, chargé de poussière, mais susceptible, du fait de sa faible humidité, d'un refroidissement nocturne important (amplitude thermique journalière de l'ordre de 10 °C dans le Sud de la Côte d'Ivoire et de 15 à 20 °C dans le Nord). A cette époque, les masses d'air d'origine océanique ne couvrent que le Sud du pays et sont peu épaissies : elles n'alimentent alors que les quelques pluies de la grande saison sèche. L'harmattan provoque un abaissement sensible du degré hygrométrique de l'air, surtout dans la moitié Nord du pays où il se fait sentir au sol en permanence. Par contre, la petite saison sèche, qui se situe généralement au mois d'Août en basse Côte d'Ivoire, a un tout autre caractère. Le F.I.T. se trouve alors en position très septentrionale, ainsi que la zone pluvieuse qui l'accompagne et qui recouvre le

Nord du pays. La basse Côte d'Ivoire, qui se trouve en retrait de cette zone, est très peu arrosée mais continue à subir l'influence des masses d'air humide, ce qui confère à cette petite saison sèche un caractère d'aridité très peu marqué.

— LES PRECIPITATIONS (Fig.13)

Suivant l'abondance des précipitations annuelles et surtout leur répartition saisonnière, on peut distinguer plusieurs régimes pluviométriques :

— *Régime tropical de transition.* C'est le régime de la région Nord et Nord-Ouest de la Côte d'Ivoire. Il est caractérisé par une saison pluvieuse en Juillet, Août et Septembre et une saison sèche absolue, de Novembre à Mars-Avril.

— *Régime équatorial de transition atténué.* C'est le régime de la région centrale. Il est caractérisé par :

- Une saison pluvieuse de Mars à Juin,
- Un ralentissement en Juillet-Août,
- Une seconde saison pluvieuse en Septembre-Octobre,
- Une saison sèche très marquée, de Novembre à Février.

— *Régime équatorial de transition.* C'est le régime de la partie méridionale de la Côte d'Ivoire. Il est caractérisé par :

- Une grande saison pluvieuse d'Avril à Juillet,
- Une petite saison sèche de Juillet à Septembre,
- Une seconde saison pluvieuse de Septembre à Novembre,
- Une grande saison sèche de Décembre à Avril.

5.1.2 - LA VEGETATION (Fig.13)

D'après les études de Mangenot et Miegé (1955), la végétation de la Côte d'Ivoire se divise en trois grandes unités, d'importance inégale.

— *Les formations littorales.* Elles constituent une mince bande composée d'espèces plus ou moins halophiles.

— *Les formations forestières.* Elles occupent la partie Sud de la Côte d'Ivoire (environ 110 000 km²).

— *Les savanes et forêts claires.* Elles occupent toute la partie Nord du pays (environ 212 000 km²). On y distingue : les forêts-galeries qui suivent les cours d'eau, les forêts-parcs et les savanes proprement dites.

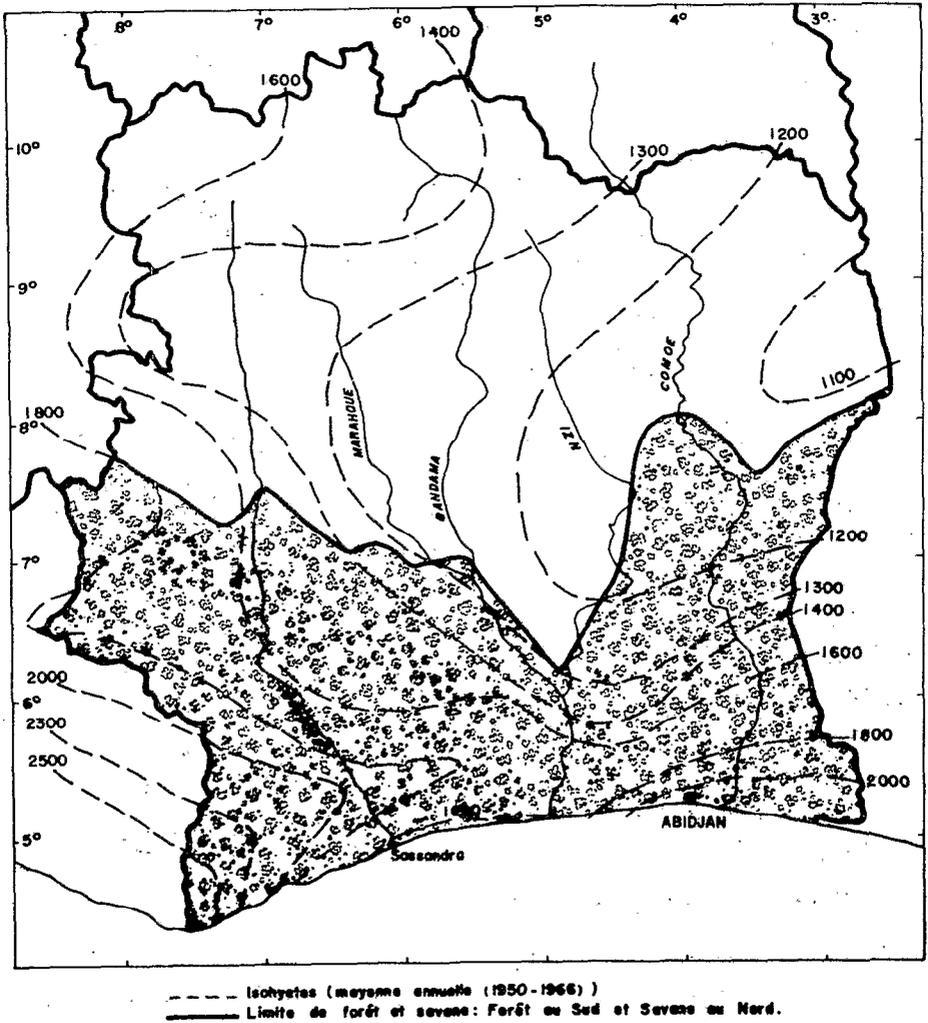


Figure 13 - Carte de situation - d'après les travaux de l'ORSTOM.
Avenard et al, 1 971.

5.1.3 - LE RELIEF

Le relief du pays est comparable à celui d'une ancienne pénélaine inclinée en pente douce vers le Sud, culminant à la frontière Nord vers 350-400 mètres et descendant à une cinquantaine de mètres au contact des sablés tertiaires au Sud. Le tiers inférieur de la Côte d'Ivoire - une bande de 100 à 200 kilomètres - a un relief peu accentué, largement ondulé et dont les sommets ne dépassent pas 200 mètres. Ces parties basses s'allongent assez loin vers le Nord en remontant les vallées des quatre grands fleuves qui traversent le pays dans le sens Nord-Sud. Le relief du reste du pays s'étage entre 200 et 400 mètres, avec quelques sommets culminant entre 500 et 700 mètres, disséminés un peu partout. La seule région qui mérite le qualificatif de montagneuse est celle de Man, située à l'Ouest du pays, où une chaîne de montagne dépassant légèrement 1 000 mètres s'étend au Nord de Man et de Danané et se poursuit, continuant de s'élever, vers l'Ouest en Guinée. La plupart des hauts reliefs de la Côte d'Ivoire sont constitués, soit d'inselbergs granitiques ou noritiques, soit de massifs de roches basiques, généralement cuirassés, ayant résisté à l'érosion.

5.1.4 - DESTINÉE DES EAUX DE PLUIE

La forêt joue le rôle de régulateur en atténuant les conséquences immédiates des chutes de pluie. Ainsi la lame d'eau déversée est l'objet de diverses soustractions : évaporation sur l'écran des frondaisons, évaporation légère au niveau du sol et transpiration plus importante aux dépens de l'eau plus profondément infiltrée. Relativement à la masse d'eau déversée par les pluies, on est frappé, sous couvert forestier, par la précarité des eaux vives. En dehors de moments strictement localisés dans le temps, et de lieux non moins localisés dans l'espace, on voit peu d'eaux courantes. Par contre, les eaux mortes permanentes ou non prennent une importance inhabituelle. Tout semble orienté par les rapports de la pluie et de la formation spongieuse qui recouvre le sol. Il pleut sur de puissants manteaux d'altération, l'eau s'y infiltre assurant la poursuite de l'altération de la roche et l'accroissement du manteau. Dans tous les cas, il s'agit d'eaux dormantes dont l'essentiel des mouvements est à composante verticale ; presque partout et presque toujours, les mouvements latéraux du drainage superficiel passent au second plan, inhibés par la présence de ces formations spongieuses. Un sous-bois de forêt tropicale humide n'est pas un sous-bois de forêt tempérée ; le sol est libre et plus la forêt est dense plus il est dégagé, aussi un ruissellement (le plus souvent en nappe) peut s'y produire.

- LES COURS D'EAU ORGANISÉS

La Côte d'Ivoire est drainée par deux sortes de fleuves. De grands appareils allochtones et complexes, nés en pays de savane sur les confins soudanais, la traversent du Nord au Sud, tandis que des artères locales, parfois tributaires de ces grands collecteurs mais parfois autonomes, étendent leurs ramifications exclusivement en forêt. Les premiers sont constitués par quatre grands fleuves

de longueur comprise entre 650 et 1 160 kilomètres et ayant des bassins versants de 30 000, 75 000, 97 000 et 78 000 km². D'Ouest en Est se sont Le Cavally, Le Sassandra, Le Bandama et La Comoé. Les artères locales n'excèdent pas 300 kilomètres et leurs bassins versants sont compris entre 4 000 et 9 000 km². Les plus importants sont d'Ouest en Est : le Tabou, la Néro, le San Pedro, le Niounourou, le Bombo, l'Agnéby, la Mé et la Bia.

Nous avons vu que le relief du pays était insignifiant. Il va de soi que ces conditions influent sur la vie des cours d'eau. L'écoulement lent qui s'en suivra tendra à régulariser les régimes mais favorisera du même coup l'infiltration et l'évaporation ; les débits s'en trouveront affaiblis. De plus, dénué de vraies nappes, ce pays n'offrira aucune réserve pour relayer l'alimentation des cours d'eau dans la période comprise entre les chutes de pluie. Les rivières sont à l'image du pays : riches en eau lorsqu'il pleut, pauvres entre deux pluies. Ce sont des rivières à peu près exclusivement alimentées par le ruissellement et une part d'égouttage des sols et non par des sources liées à des nappes stables. Leur caractère dominant sera donc une remarquable irrégularité de régime.

En ce qui concerne les grands fleuves, les débits moyens s'établissent à 300 m³/s pour la Comoé, 400 m³/s pour le Bandama, 575 m³/s pour le Sassandra et 600 m³/s pour le Cavally. Les rivières forestières évacuent de 50 m³/s pour l'Agnéby, la Mé et la Davo à 83 m³/s pour la Bia. Pour des pluies deux à trois fois moindres et à étendue de bassins grossièrement comparables à ceux des grands fleuves éburnéens, la Seine, la Garonne, la Loire et le Rhône ont des débits moyens de 500, 700, 850 et 1 700 m³/s. La Comoé passe de 42 à 1 814 m³/s, le Bandama de 25 à 1 645 m³/s et le Sassandra de 50 à 980 m³/s. Les rivières forestières sont marquées du même signe : la Bia oscille entre 4 et 280 m³/s, l'Agnéby entre 2 et 206 m³/s, la Mé entre 1 et 172 m³/s et le Davo entre 13 et 143 m³/s. Modicité des débits, grandes amplitudes des régimes entre deux étiages extraordinairement rigoureux et crues appréciables, voilà les caractères qui frappent à la vue des hydrogrammes. L'allure des hydrogrammes des rivières forestières de style équatorial se moule strictement sur celle des courbes pluviométriques. Les hydrogrammes des grands fleuves sont sans rapport avec les courbes pluviométriques de la Côte d'Ivoire forestière. Ils ne comportent qu'un maximum situé à cheval sur la petite saison sèche d'Août et sur la saison des pluies d'Octobre. Cette indifférence traduit bien qu'il s'agit d'organes étrangers au domaine forestier et qu'ils ne font que le traverser.

Le volume d'eau charrié par les grands fleuves et les rivières forestières est caractérisé par sa faible proportion en égard à la masse des pluies. D'une façon générale, il s'écoule chaque année dans les cours d'eau forestiers de 12 à 18 % de l'eau tombée soit deux à quatre fois moins que dans les bassins des plaines françaises.

L'exportation des éléments solides se fait pour la plus grande partie en suspension. Celle-ci représente 90% de l'exportation totale. Sous forêt, l'érosion mécanique est d'environ 50 kg/ha/an, tandis que sur savane, à pluviométrie et pente égales, le coefficient de ruissellement est double et l'érosion mécanique.

atteint 250 kg/ha/an. Le bilan de l'érosion chimique met en évidence la faiblesse des exportations. Sous forêt, celles-ci atteignent 20/kg/ha/an et sur savane, 8 kg/ha/an. L'horizon superficiel semble subir un important lessivage en silice, celle-ci représentant 40 à 50 % des exportations (Boulanger, 1 971). Le Bandama, dont les valeurs des principales caractéristiques sont :

- Un module interannuel de $400 \text{ m}^3/\text{s}$,
- Un débit spécifique de 45 l/s/km^2 ,
- Un coefficient d'écoulement de 10 %.

présente des turbidités spécifiques annuelles de l'ordre de 100 g/m^3 et des dégradations spécifiques allant de 7 à 16 t/km^2 selon les années.

5.1.5 - CONSEQUENCE DE CES FACTEURS CONTINENTAUX

- SUR LA SEDIMENTATION EN MER

« La Côte d'Ivoire, dans sa majeure partie, est un pays de socle. Elle est donc formée d'un matériel résistant dans son ensemble à la dissolution pure et simple. La forêt dense qui recouvre toute sa façade maritime est un milieu de choix pour l'altération des roches puisque les conditions les plus favorables à l'élaboration d'un sol s'y trouvent réunies à un degré souvent exacerbé ; et puisque même, outre leur efficacité propre, ces facteurs le plus souvent se suractivent mutuellement. L'eau est donnée, la température élevée renforce son action, la permanence à la fois de l'humidité et de la chaleur maintient cette action constamment appliquée au matériel attaqué, la forêt égalise la pérennité de l'eau et de la température, la nature fine et latéritique des sols contribue à assurer la présence de l'eau et la planité des surfaces est la condition optimum de son action pédogénétique. De plus, la masse particulièrement importante des précipitations ne donne lieu qu'à un écoulement assez faible. La Côte d'Ivoire forestière est plus un pays d'eaux mortes, absorbées par la formation éponge qui la recouvre, qu'un pays d'eaux vives. Ces eaux transportent des matières dissoutes, des suspensions fines et quelques produits de fond. Ces derniers ne sont que peu de chose en comparaison des grosses quantités de sables plus anciens que l'on rencontre dans les cordons littoraux » (Rougerie, 1 960).

La majeure partie des apports des cours d'eau à la mer est constituée par des particules fines et par des matières dissoutes.

5.2 - Facteurs océaniques

Les considérations qui suivent sont en majeure partie tirées des travaux du Centre de Recherches Océanographiques d'Abidjan (1 958 - 1 972).

5.2.1 - L'ETAT DE LA MER

Cette région du golfe de Guinée, située dans la zone des calmes équatoriaux, n'est pratiquement jamais parcourue par des dépressions importantes. Les grains orageux qu'on y observe souvent n'ont qu'une action négligeable sur le niveau de la mer.

Sur la Côte d'Afrique, le mot «barre» désigne les rouleaux de houle au moment du déferlement. Ce que les observations anciennes appelaient «raz de marée» n'est souvent qu'une très forte «barre» coïncidant éventuellement avec des vents assez forts pour provoquer une avancée de la mer sur la côte. Varlet (1 958) a distingué à Port-Bouet trois sortes de houle :

- Houle faible : hauteur de crête à creux inférieure à (0,8 - 1 mètre),
- Houle moyenne : hauteur de crête à creux comprise entre (0,8 - 1 mètre) et (1,8 - 2 mètres),
- Houle forte : hauteur de crête à creux supérieure à (1,8 - 2 mètres).

On a pu observer, à plusieurs reprises sur les wharfs de Port-Bouet et de Grand-Bassam des houles pouvant atteindre 7 mètres de hauteur:

Tableau donnant la fréquence annuelle des différentes houles

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Faible	45	28	18	24	12	6	17	36	45	34	51	58
Moyenne	45	62	59	53	42	53	55	48	41	53	44	37
Forte	10	10	23	23	46	41	28	16	14	13	5	5

La variation des fréquences de la houle forte est bien marquée avec un maximum en Mai-Juin et un minimum en Novembre-Décembre. C'est exactement l'inverse pour les houles faibles. La fréquence de la houle moyenne reste approximativement constante pendant toute l'année. La houle est forte pendant l'hiver austral (mousson) et faible pendant l'été austral.

5.2.2 - HYDROLOGIE DU PLATEAU CONTINENTAL IVOIRIEN

Contrairement aux autres mers tropicales qui ont de faibles variations thermiques, les eaux néritiques de Côte d'Ivoire présentent des différences de l'ordre de 10 °C au cours de l'année. Salinité et teneur en oxygène sont aussi très variables. Ces écarts sont l'indice de variations saisonnières notables liées à des mouvements importants des masses d'eau.

- LES MASSES D'EAU

Dans les régions tropicales de l'Atlantique, existe en permanence en surface une couche d'eau tropicale dont la température est élevée (supérieure à 25°C) et la salinité variable ; cette couche recouvre une zone de discontinuité de densité au-dessous de laquelle se trouve l'eau centrale atlantique.

Le littoral ivoirien, bien que situé par 5° Nord, est soumis aux influences australes et en particulier aux alizés austraux. Pendant l'été austral, entre Abidjan et l'équateur, la température de la couche de surface reste supérieure à 28 °C et la salinité inférieure à 35 ‰. Le refroidissement lié à l'hiver austral entraîne un abaissement de la température (T inférieure à 25 °C) et une augmentation de la salinité. Dans le golfe de Guinée existent en permanence des masses d'eaux chaudes et peu salées (Berrit - 1 966) résultant des fortes précipitations et des apports fluviaux. Les deux principales zones de formation de ces eaux chaudes, les côtes du Libéria et la baie du Biafra, sont situées de part et d'autre de la Côte d'Ivoire.

- LES MOUVEMENTS

Au printemps, par suite de l'extension vers le Nord des hautes pressions de l'Atlantique Sud, les alizés austraux du Sud - Est franchissent l'équateur. Déviés par la force de Coriolis, ils atteignent la Côte d'Ivoire avec une direction Sud - Ouest à Ouest Sud - Ouest et créent un climat de mousson. Celle-ci provoque entre la mi-mai et la mi-juillet d'abondantes précipitations sur le littoral ivoirien, ce qui entraîne un dessalement superficiel important au voisinage de la côte. Ces vents réguliers, du fait de l'orientation favorable d'une grande partie de la côte, sont générateurs d'upwelling.

Le littoral ivoirien peut se décomposer en trois secteurs de direction à peu près constante. Comparant l'orientation de la côte avec les zones de formation d'upwelling, nous constatons les faits suivants :

- *Dans la région de Tabou-Sassandra*, orientée dans le 70, dominant des vents du Sud - Ouest (orientés dans le 225) extrêmement réguliers en direction. Le vent idéal devant souffler du 250, les conditions optimales de formation d'un upwelling sont presque réalisées. Celui-ci est fréquent au cours de l'année ; son intensité dépendant de la force et de la régularité du vent.

- *Dans le secteur Sassandra-Canal de Vridi*, orienté dans le 85, en moyenne le vent souffle d'une direction variant du 225 au 250. L'angle entre le vent idéal et le vent réel varie de 40 à 5 °. L'upwelling est donc plus ou moins marqué suivant la période de l'année et la régularité du vent.

- *Dans le secteur Canal de Vridi-Axim au Ghana*, orienté dans le 101, l'angle entre le vent idéal et le vent réel est de 55 °. L'upwelling est faible en général sauf cas de vents d'Ouest prolongés.

En Juillet, la mousson remonte vers le Nord du pays : les pluies cessent, les vents se stabilisent ainsi que l'upwelling : c'est le début de la période froide. En Octobre,, le front de mousson recule, ce qui provoque la deuxième période de pluie et l'arrêt des remontées d'eau.

Pendant la période d'upwelling, on a une masse d'eau froide le long du littoral ivoirien. Les eaux les plus froides (18°C et $35,5\text{‰}$) se trouvent à l'Ouest. La température augmente vers l'Est et vers le large, alors que la salinité décroît. Il existe, au niveau du Cap des Palmes, une zone frontale très bien marquée (16°C . et $35,5\text{‰}$ et 26°C et 34‰ à 23 milles de part et d'autre du Cap des Palmes en Juillet 1 969). Les eaux les plus froides, observées dans la région de développement maximum de l'upwelling, sont entraînées vers l'Est par le courant de Guinée si bien que les régions situées plus à l'Est - où l'orientation de la côte est moins favorable à l'upwelling - subissent un refroidissement supplémentaire lié à ces transports vers l'Est (Berrit - 1 962). A l'issue de cette période, quand cessent les remontées d'eau, les eaux guinéennes se répandent le long de la Côte d'Ivoire qui se trouve alors baignée d'eaux chaudes et peu salées (28°C et 34‰ à 10 mètres de profondeur). Les pluies d'Octobre, ainsi que la crue des fleuves, provoquent un dessalement superficiel supplémentaire ; les gradients de salinité dans les eaux de surface restent cependant beaucoup plus faibles qu'en Juin, du fait de la présence des eaux guinéennes dont l'épaisseur atteint 30 m. En Janvier, un faible upwelling se développe dans la région Ouest, ce qui a pour effet de remplacer les eaux guinéennes par des eaux «océaniques» plus salées et plus froides (35‰ et température inférieure à 25°C). Cet upwelling faible semble se maintenir pendant les cinq premiers mois de l'année avec des variations importantes dont les conséquences dans la région située plus à l'Est, sont des fluctuations de la température et de la salinité dont l'amplitude, le nombre et la position dans l'année varient d'une année à l'autre.

On distingue sur le plateau continental ivoirien quatre saisons marines (Morliere - 1 971).

- PETITE SAISON FROIDE (Janvier)

Dès la fin Décembre, des eaux froides (Température inférieure à 22°C) et salées (Salinité supérieure à 35‰), font leur apparition à 20 mètres de profondeur. Il s'agit de remontées d'eaux froides liées à l'upwelling. Cette saison débute fin Décembre pour se terminer dans la deuxième quinzaine de Janvier : la durée moyenne observée est de deux semaines. Elle peut être très brève mais très marquée. Durant cette saison, les eaux sont caractérisées, à 10 mètres, par une température comprise entre 20 et 24°C . et une salinité comprise entre 35 et $35,5\text{‰}$.

— *GRANDE SAISON CHAUDE (Février à Juin)*

A l'issue de la petite saison froide, le réchauffement de l'eau est très rapide. La température s'élève au-dessus de 26 °C mais la salinité reste voisine de 35 ‰. C'est la grande saison chaude aux eaux océaniques chaudes et salées qui dure de Février jusqu'au début de la grande saison des pluies, fin Mai début Juin. Elle est caractérisée par une température, à 10 mètres, comprise entre 25 et 30 °C, la salinité variant inversement entre 35,5 et 34,7 ‰.

— *GRANDE SAISON FROIDE (Juillet à Septembre)*

A cette époque les alizés austraux atteignent le littoral ivoirien et y créent des conditions d'upwelling. A ce phénomène est liée une remontée en même temps qu'une dégradation de la thermocline qui arrive le plus souvent en surface, si bien que les eaux (18 °C et 35 ‰) situées à 10 mètres sont des eaux qui, pendant la saison chaude, se trouvent au bas de la thermocline. La saison est considérée comme établie lorsque la température est inférieure à 22 °C ; la salinité est alors supérieure à 35 ‰.

— *PETITE SAISON CHAUDE (Octobre à Décembre)*

Le recul de la mousson, en Octobre, a pour conséquences une nouvelle saison de pluie et l'arrêt des remontées d'eau à la côte, ce qui permet aux eaux guinéennes, accumulées du côté libérien du Cap des Palmes, de s'écouler vers l'Est, le long de la côte, au lieu d'être repoussées au large par les eaux d'upwelling. Ces eaux chaudes et peu salées sont caractérisées par une température comprise entre 26 et 29 °C. et une salinité inférieure à 34,8 ‰. Cette petite saison chaude se termine dans la deuxième quinzaine de Décembre. Sa durée moyenne est de deux mois.

5.2.3 - LES COURANTS MARINS SUR LE PLATEAU CONTINENTAL DE LA COTE D'IVOIRE (Lemasson et Rebert - 1 969, 1 972)

Le régime des courants devant la Côte d'Ivoire est généralement représenté par une circulation simple allant d'Ouest en Est et connue sous le nom de «Courant de Guinée». Ce courant est le prolongement du contre-courant équatorial renforcé par les vents de Sud à Sud-Ouest qui caractérisent cette région. Il disparaît dans le fond du golfe de Guinée. On l'observe entre la côte et la convergence Nord équatoriale qui le sépare du courant Sud-équatorial, convergence dont la latitude varie de 2 ° à 4 ° Nord suivant les saisons (Donguy et Prive - 1 964). Le courant est considéré comme quasi permanent mais subit des variations saisonnières.

Ces dernières années, les travaux de Sexton et Mazeika (1 965) de Le Floch (1 970) et de Lemasson et Rebert (1 969 et 1 972) ont montré que sous le courant de Guinée existait un sous-courant de direction Ouest.

— INFLUENCE DE LA MAREE

La marée, au large d'Abidjan, est de type semi-diurne à inégalité diurne, avec un coefficient de Van der Stock de 0,26. On observe donc deux pleines mers et deux basses mers par jour ; mais les hauteurs présentent de fortes irrégularités dues à la présence de l'onde diurne. Le marnage dépasse rarement 1,5 mètre en vive eau et peut descendre jusqu'à 0,4 mètre en morte eau. L'étude complète des courants induits par ce type de marée est délicat, car l'hydrographe de ces courants est représenté par une courbe à deux boucles qui ne ressemblent que vaguement à des ellipses et se déforment fortement au cours d'une quinzaine de jours. D'autre part la vitesse et le direction du courant d'un point à un autre varient, non seulement en fonction de la profondeur et de la distance à la côte, mais également de la stratification des couches d'eau, donc de l'hydrologie. On admet en général que le coefficient de vitesse du courant est le même que le coefficient de hauteur de la marée ; en fait, la force des courants de marée augmente avec l'amplitude de la marée, mais elle n'est pas proportionnelle à celui-ci. Il n'existe pas de relation simple entre les deux données.

Il ressort des études de Lemasson et Rebert que :

— Les variations de la composante zonale sont à peu près sinusoidales et en phase avec les variations de la hauteur de la marée à Abidjan. Elle est maximum vers l'Ouest à marée haute et maximum vers l'Est à marée basse, ce qui correspond bien au sens de propagation de l'onde M 2 dans le golfe de Guinée. Le maximum de vitesse de courant a lieu environ une heure avant la marée pour le courant Ouest ; pour le courant Est, plus profond, le déphasage semble plus variable,

— Les variations diminuent d'intensité avec la profondeur : 45 cm/s (+ ou - 22 cm/s) pour la couche supérieure vers 30 mètres (portant à l'Ouest) 25 cm/s (+ ou - 13 cm/s) pour la couche inférieure vers 60 mètres (portant à l'Est).

— Au cours du cycle diurne, les vitesses ne sont pas proportionnelles aux hauteurs des deux alternances.

— DISTRIBUTION VERTICALE DES COMPOSANTES ZONALES SUR LE PLATEAU CONTINENTAL IVOIRIEN

a - Composante axiale. On trouve en général en surface et dans les couches sub-superficielles une composante vers l'Est, qui correspond au courant de Guinée. Le courant est très variable en intensité et en épaisseur. On remarque cependant que ces deux grandeurs sont reliées assez étroitement et qu'aux forts courants correspondent en général une grande épaisseur de cette couche. Les vitesses les plus grandes sont atteintes en saison chaude (Avril à Juin) et plus précisément à la fin de cette saison, au début de l'upwelling induit par les vents de mousson ; la plus forte valeur relevée est de 140 cm/s observée généralement en surface.

L'épaisseur du courant de surface au niveau du talus dépasse rarement 40 mètres, mais il arrive qu'on l'observe jusqu'au fond. Au-dessous de 50 mètres les vitesses sont très faibles et peu significatives. Le courant s'inverse parfois en surface où apparait alors une composante Ouest. Ce phénomène se produit en général à deux époques de l'année, au cours de la période de Janvier à Mars et surtout au cours du mois d'Octobre. Le courant atteint à cette époque des vitesses très importantes (73 cm/s vers l'Ouest en Octobre 1 968).

Sous le courant superficiel existe en général un contre-courant dirigé vers l'Ouest et dont l'épaisseur peut parfois être très grande (supérieure à 200 mètres). La profondeur maximum de courant ne dépasse pas 60 mètres et avoisine en moyenne 40 mètres. La veine centrale peut atteindre la surface aux moments où le courant de Guinée est absent ; sa vitesse est de l'ordre de 30 à 40 cm/s, mais on peut noter un renforcement de la composante pendant la période d'upwelling (Juin-Juillet) où on relève des vitesses supérieures à 60 cm/s, ainsi qu'en Janvier où les vitesses dépassent 40 cm/s. Quant aux périodes où aucune composante vers l'Ouest n'est observée sur le plateau continental, elles correspondent à un éloignement vers le large de la veine du contre-courant.

b - Composante méridienne. La composante méridienne des courants, c'est-à-dire perpendiculaire à la côte, est beaucoup plus faible que la composante axiale (environ 5 à 10 fois moindre). Cette composante est donc en général faible (inférieur à 10 cm/s) sauf en Juin où l'on observe des vitesses supérieures à 30 cm/s vers le Sud. Ce phénomène coïncide très logiquement avec l'époque où l'upwelling est à son maximum de développement.

— DEBITS SUR LE PLATEAU CONTINENTAL

Le débit moyen est de 100 000 m³/s pour le courant de Guinée, et de 200 000 m³/s pour le sous-courant. Cela représente donc un transport résultant moyen de 100 000 m³/s vers l'Ouest.

Le débit moyen du contre-courant atteint un maximum en Juin-Juillet, présente un minimum en Octobre et atteint un second maximum de Janvier à Mars. Le débit du courant de Guinée a un seul maximum en Avril-Mai, entre les deux pics du contre-courant. Le contre-courant a son débit minimum en Septembre. Au cours de ce mois, d'ailleurs, les courants vers l'Est et vers l'Ouest sont très faibles.

5.2.4 - COURANT DE DERIVE LITTORALE

Il est fonction de l'angle que fait le front de houle avec la côte et également de la morphologie de détail du littoral. Approximativement le littoral ivoirien peut se décomposer en trois secteurs de direction sensiblement constante :

- Tabou-Sassandra, orienté dans le 70,
- Sassandra-Canal de Vridi, orienté dans le 85,
- Canal de Vridi-frontière du Ghan, orienté dans le 101.

Sur le littoral ivoirien, la direction de la houle est assez constante, variant dans un secteur allant du Sud au Sud-Ouest. Varlet (1 958) a donné les fréquences suivantes :

Direction	Houle faible	Houle moyenne	Houle forte
Sud	13	16	9
Sud Sud-Ouest	14	16	9
Sud-Ouest	5	16	2

La direction de la houle varie donc du 180 au 225. Dans le secteur Tabou-Sassandra, le front de houle fait avec la côte un angle variant de 20 à 65 ° avec une valeur moyenne de 42 °. Dans le secteur Sassandra-Canal de Vridi, cet angle varie de 5 à 50 ° avec une valeur moyenne de 27 °. Enfin, dans le secteur Canal de Vridi-frontière du Ghana, il varie de moins 11 à 34 ° avec une valeur moyenne de 11 °.

L'expérience montre que sur une côte rectiligne, le transport littoral augmente quand l'angle que fait le front de houle avec la côte croît et passe par un maximum quand cet angle atteint environ 65 °. Théoriquement, le transport d'Ouest en Est devrait être maximum dans le secteur Tabou-Sassandra, fort dans le secteur Sassandra-Canal de Vridi, et plus faible, nul ou même de sens contraire, dans le secteur Canal de Vridi-frontière du Ghana. Mais il est évident que la nature lithologique et la morphologie de détail du littoral jouent un rôle important dans l'intensité de ce transport.

5.3 - Conséquences de ces facteurs océaniques

Les variations saisonnières des conditions hydrologiques régnant sur le plateau continental ivoirien entraînent des variations des conditions physico-chimiques qui règnent sur le fond. Celles-ci peuvent être très différentes de celles que l'on rencontre par exemple sur le plateau continental du Nigeria où les conditions hydrologiques sont beaucoup plus stables.

Les courants, par leur direction, ont une grande influence sur la localisation des zones de sédimentation actuelle. En effet, les particules apportées par les fleuves, d'abord entraînées vers l'Est par le courant de Guinée, sont, au fur et à mesure qu'elles s'enfoncent, reprises par le sous-courant et entraînées vers l'Ouest.

MORPHOLOGIE DE LA MARGE CONTINENTALE IVOIRIENNE. ETUDE DU TROU-SANS-FOND

A / LA MARGE CONTINENTALE

1 - LE LITTORAL

1.1 - Morphologie

Selon la nature lithologique des roches en contact avec la mer, nous pouvons distinguer d'Est en Ouest trois types de côtes (Fig.14) :

a - De la frontière du Ghana à l'extrémité Ouest de la lagune de Grand-Lahou, le littoral, formé de sables quaternaires, est bas et bordé de lagunes. Toute cette partie de la côte est située sur le bassin sédimentaire subsident.

b - De l'extrémité Ouest de la lagune de Grand-Lahou à Sassandra, les formations du Continental terminal qui constituent des plateaux parfois cuirassés comme à Fresco et Kosso arrivent près du littoral. Elles sont toutefois séparées de la mer par un cordon sableux quaternaire. Les seules falaises vives existant dans cette région sont celles de Fresco où le Paléocène formé de marnes glauconieuses est à l'affleurement. Cette partie du littoral est située sur le bassin sédimentaire non subsident. On y rencontre quelques lagunes, comme par exemple les lagunes Ngni et Katibo, mais elles sont beaucoup moins étendues que dans la partie orientale. Ces lagunes sont d'anciennes vallées ennoyées lors de la dernière transgression et dont la communication avec la mer est plus ou moins colmatée par la dérive littorale.

c - De Sassandra au Cavalley, le littoral, formé par les séries métamorphiques du socle précambrien, est élevé. L'intérieur du pays est un plateau disséqué en collines qui dérivent du démantèlement plioquaternaire d'une surface d'érosion jalonnée par des lambeaux de cuirasse ferrugineuse. Les collines du socle sont séparées la plupart du temps de la mer par une petite plaine littorale dont la largeur excède rarement quelques centaines de mètres. Celle-ci est constituée par deux cordons littoraux : le plus ancien est situé 5 à 6 mètres et le plus récent 0,5 à 2 mètres au-dessus des hautes mers (Tricart - 1 957). Les rivières qui

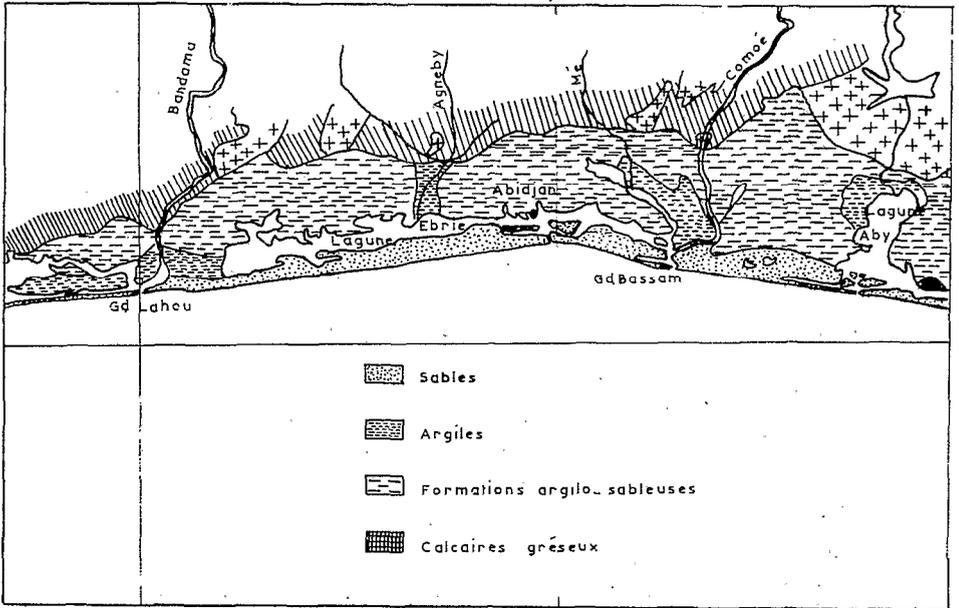


Figure 14 a - Schéma lithologique du littoral Est.
D'après la carte géologique à 1/1 000 000

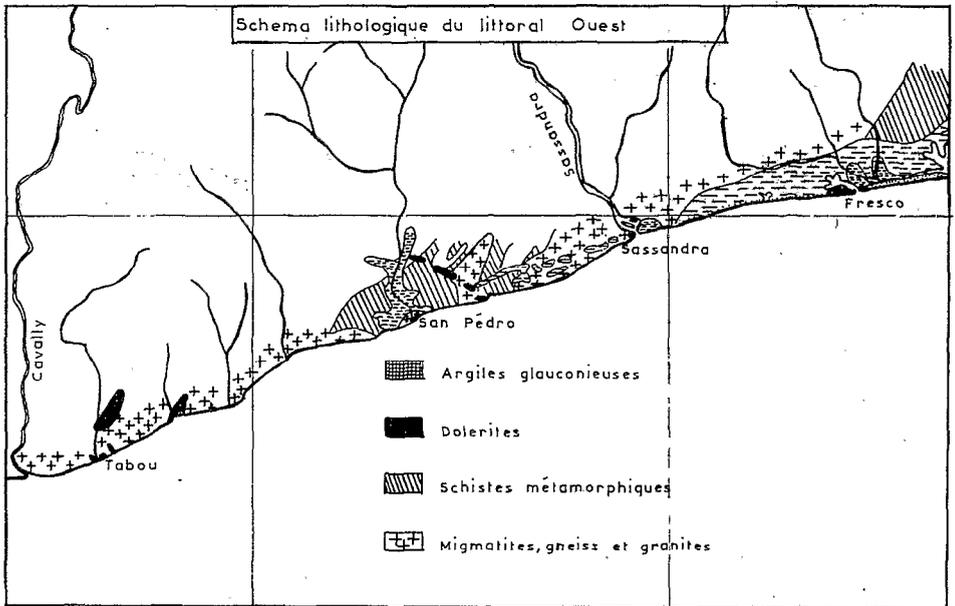


Figure 14 b - Schéma lithologique du littoral Ouest.
D'après la carte géologique à 1/1 000 000

débouchent sur cette côte sont caractérisées par des rapides à faible distance du littoral, conséquence de la tendance tectonique positive de la région au plioquaternaire. Dans les régions soulevées, les vallées, relativement étroites, sont creusées légèrement en-dessous du niveau actuel du fait de la dernière régression. Elles sont ennoyées en limans dont la profondeur est de l'ordre de 10 à 15 mètres. Ceux-ci sont fermés vers la mer par un cordon sableux qui a rejeté les cours d'eau vers l'Ouest contre une colline rocheuse atteignant le littoral. Ces limans sont obstrués en période d'étiage par un bouchon sableux qui crève plus ou moins lors des crues. Sauf à San Pedro et Grand Berreby, la plage n'est donc pas interrompue. Dans les régions affaissées, les collines sont séparées par d'amples bas-fonds occupés en partie par des limans passant à des mangroves et des marécages. Ces dépressions amphibies sont également fermées du côté de la mer par des cordons littoraux pleistocènes et par des bouchons vaseux d'étiage (Tricart - 1957).

Le littoral proprement dit présente un dessin en échelons avec une succession de tronçons rectilignes orientés OSO-ENE, séparés par des caps en «décrochement» vers le Sud. A chaque «décrochement» la côte est décalée de 1 ou 2 kilomètres. Chaque cap détermine une anse vaguement protégée des houles du Sud-Ouest mais ouverte au large du côté du Sud et surtout de l'Est et du Sud-Est. Les caps sont le plus souvent abrupts et dominant le rivage d'une cinquantaine de mètres. Généralement, la côte qui borde les segments orientés OSO-ENE est moins escarpée.

On peut expliquer ce dispositif en échelon de trois façons :

a - Les caps sont «sous-tendus» par des filons de roches basiques (dolérites et gabbros) ou de pegmatites ayant mieux résisté à l'érosion. C'est le cas des caps de la région de Tabou et de la pointe Ombloqué qui sont dûs à des filons de dolérites perpendiculaires à l'orientation des gneiss. De même la pointe Taki correspond à un filon de gabbros doléritisés et à des filons de pegmatites dans les micaschistes (Fig.15) (Tastet - 1972, b).

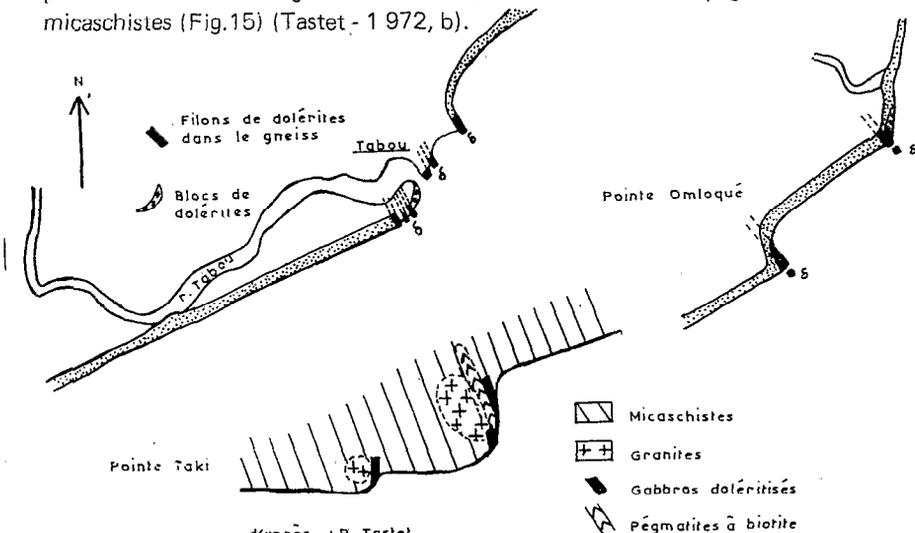


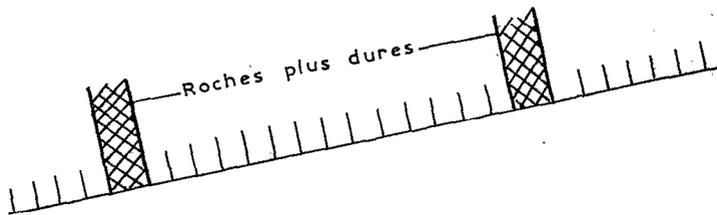
Figure 15 - «Décrochements» du littoral Ouest

D'après J.P. Tastet

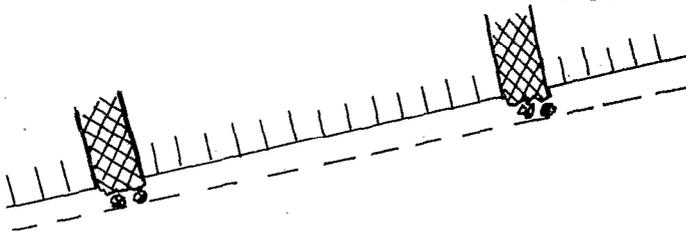
b - Les caps sont dûs à des passées plus homogènes (granitiques) et plus sombres dans les roches migmatiques. Les pointes Oulidié et Dahoua dans la région de Grand-Berreby sont dûes à des enclaves amphibolitiques concordantes dans ces mêmes roches. Il en est de même de la pointe située à l'Est de San Pedro (Tastet - 1972).

Dans ces deux cas le mécanisme de décrochement peut s'expliquer par une érosion différentielle. S'il n'existait pas de dérive littorale, la côte aurait tendance à reculer et les parties les plus dures seraient mises en relief. Or cette côte étant caractérisée par une dérive littorale d'Ouest en Est, les zones mises en relief jouent le rôle d'épis et la partie de la plage située au courant ne recule pas, tandis que celle sous le courant se creuse (Fig.16).

Stade initial



Erosion différentielle sans dérive littorale



Erosion différentielle avec dérive littorale

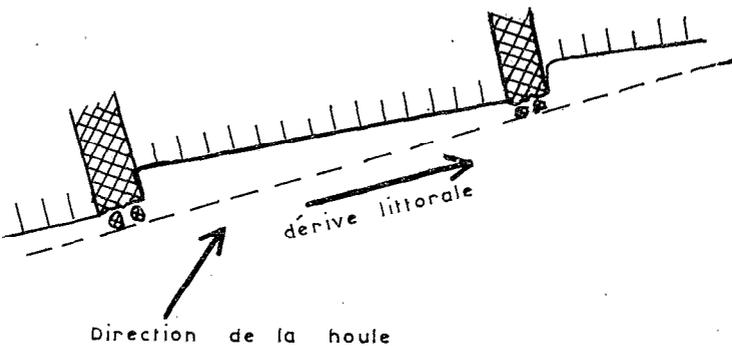


Figure 16 - Explication des décrochements par une érosion différentielle :
les roches dures jouent le rôle d'épis

c - Les échelons peuvent être liés à des failles ou des fractures (Tricart - 1 957), mais ce cas semble assez rare. Ainsi Tricart explique l'anse de Grand-Berreby par un compartiment affaissé : il a remarqué que la cuirasse qui couronne le bord du plateau est située à 100 mètres d'altitude à 15 kilomètres à l'intérieur alors qu'elle se trouve en place au niveau de la plage à l'Ouest du wharf.

1.2 - *Processus morphodynamiques*

Tout le littoral de Côte d'Ivoire est soumis à des actions morphodynamiques intenses. Nous avons vu qu'il pouvait être divisé en trois secteurs d'orientation à peu près constante, soumis à une houle de direction variant du Sud au Sud-Ouest (Varlet - 1 958), c'est-à-dire du 180 au 225.

Dans le premier secteur, Tabou-Sassandra, le front de houle fait avec la côte un angle variant de 20 à 65 °, avec une valeur moyenne de 42 °. Dans le deuxième secteur, Sassandra-Canal de Vridi, cet angle varie de 5 à 50 ° avec une valeur moyenne de 27 °. Dans le troisième secteur, Canal de Vridi-frontière du Ghana, cet angle varie de moins 11 à 34 ° avec une valeur moyenne de 11 °.

Dans les secteurs 2 et 3, ce potentiel morphodynamique élevé s'exerce sur les grosses masses de sable provenant du Continental terminal et des apports considérables des fleuves lors des périodes sèches quaternaires. Ces apports ont été stockés dans des cordons sableux qui peuvent être très développés. Dans le secteur N° 1, les masses de sable disponibles sont relativement faibles du fait de ses caractéristiques géomorphologiques et de son évolution paléoclimatique. Les falaises, formées par le socle qui atteint les plages en de nombreux endroits, ne libèrent que peu de matériaux. En effet elles sont recouvertes jusqu'à leur pied par la végétation qui protège fort bien le sol. Les cordons anciens qui séparent souvent le pied des falaises de la mer peuvent fournir davantage de sable. La houle dispose donc d'un matériel sableux beaucoup moins important que dans les deux autres secteurs. De plus, dans le détail, le secteur N° 1 n'est pas rectiligne mais au contraire formé de tronçons rectilignes séparés par des caps en décrochements qui vont s'opposer en partie au transit littoral. De plus, les plages de cette région présentent une forte cambrure. Tricart (1 962) pense que celle-ci est d'ordre biologique. En effet ces plages sont caractérisées par une extraordinaire abondance d'animaux fouisseurs qui ameublissent le sable en y créant d'innombrables terriers et galeries. Lorsque se produit le jet de rive, une grande partie de l'eau s'infiltré, le débit du jet de rive diminue donc vers le haut de plage, ce qui provoque l'abandon des grains de sable en suspension mécanique. Le retour de vague, très affaibli par cette intense infiltration est incapable d'en ramener une bonne partie. Ce profil particulier tend à gêner la migration des sables.

Le volume du transport a pu être estimé expérimentalement dans chaque secteur. Dans le secteur N° 1, il a été évalué à 200 000 m³/an par estimation du volume de sable arrêté par l'épi de protection du port de San Pedro (communication du directeur du port de San Pedro). Tricart (1 962) avait conclu que le

transport était pratiquement nul dans tout ce secteur. Dans les secteurs 2 et 3, le transport a pu être mesuré lors de la construction du Canal de Vridi situé juste au point de changement de direction de la côte entre les secteurs 2 et 3. A l'Ouest du Canal de Vridi (fin du secteur 2), le transport serait de 800 000 m³/an et à l'Est (début du secteur 3) de seulement 400 000 m³/an (Varlet - 1 958).

Le secteur 2 qui ne reçoit que 200 000 m³/an et qui en perd 800 000 est donc déficitaire. Ce déficit important ne peut être compensé que par une érosion littorale car les apports actuels des fleuves en sable sont pratiquement nuls. Cela est confirmé par les faits. En effet sur toute la partie Est du secteur 2, le littoral est caractérisé par l'existence d'une falaise d'érosion de 1 à 2 mètres de hauteur qui entaille les cordons anciens. Son recul est attesté par les nombreux cocotiers qui sont déracinés. De même certains villages situés en bordure de la mer ont dû être déplacés car ils étaient menacés.

En ce qui concerne le secteur 3, la situation a été modifiée depuis l'ouverture du Canal de Vridi, en 1 950. Avant l'ouverture, le secteur 3 recevait 800 000 m³/an et n'en perdait que 400 000. Il se produisait donc dans cette zone du littoral un dépôt important de sable. Une partie de ce sable devait s'écouler dans le Trou-sans-fond. Le fait que cette section du littoral soit une zone de dépôt est confirmé par la disparition de la falaise d'érosion, par la configuration de la plage et par la très grande largeur des cordons marins quaternaires. Depuis l'ouverture du Canal de Vridi, tout le transit a été arrêté et la totalité du sable s'écoule dans le Trou-sans-fond. Il y a donc actuellement, au début du secteur 3, un déficit d'apport qui se traduit par une forte érosion du littoral entre Vridi et Port-Bouet. Le transit vers l'Est ne doit plus se produire au-delà de Grand-Bassam car la plage est alors formée de sables tout à fait différents et possédant un cortège de minéraux lourds autre que celui du secteur 2.

2 - LE PLATEAU CONTINENTAL DE COTE D'IVOIRE

2.1 - Généralités

Sur la majorité du plateau continentale ivoirien, la rupture de pente entre plateau et pente continentale se situe entre 115 et 120 mètres. Cependant dans certaines parties de la région Ouest elle peut se produire vers 85 mètres. Par commodité, nous considèrerons l'isobathe de 120 mètres comme étant la limite du plateau continental de Côte d'Ivoire.

A la frontière du Ghana, celui-ci a une largeur d'environ 19 milles. En allant vers l'Ouest, celle-ci décroît et n'est plus que de 12 milles à la hauteur de Port-Bouet, légèrement à l'Est d'Abidjan. Là, le plateau est traversé dans son entier par un très vaste canyon sous-marin, le Trou-sans-fond. Ensuite, le plateau continental conserve jusqu'à Grand-Lahou une largeur variant de 10 à 12 milles,

puis il s'élargit progressivement pour atteindre une largeur maximum de 19 milles légèrement à l'Est de Sassandra. Enfin celle-ci décroît lentement et elle n'est plus que de 11,5 milles à la hauteur de la frontière du Libéria.

Excepté, la profonde coupure du Trou-sans-fond, le plateau continental de Côte d'Ivoire est très peu accidenté. Nous devons toutefois noter l'existence de bancs rocheux parallèles à la côte et pouvant se poursuivre sur de grandes distances. Ces bancs rocheux formés de grès plus ou moins coquilliers sont situés entre l'isobathe de 50 mètres et le rebord du plateau continental. Dans la partie Ouest de celui-ci, entre 0 et 40 mètres de profondeur, s'observent de nombreux pointements rocheux formés par des affleurements du socle.

2.2 - Profil du plateau continental ivoirien (Fig. 17 à 21)

De la frontière du Ghana à Grand-Bassam, le profil du plateau est assez régulier. La pente moyenne varie de 0,34 à 0,45 %. Dans les 15 premiers mètres, elle est d'environ 2 %, puis elle reste à peu près égale à 0,25 % jusqu'à 90 mètres. Là, elle passe à 0,80 % jusqu'au rebord du plateau continental (profils 1 et 2, Fig. 18). A partir de Grand-Bassam et jusqu'au Trou-sans-fond, les profils sont légèrement convexes (Profil 3, Fig. 18). Cela traduit le fait que nous sommes dans une zone de sédimentation actuelle. En allant vers le Trou-sans-fond, la pente de la partie supérieure du plateau continental s'accroît. Elle atteint 2,25 % entre 0 et 45 mètres de profondeur sur le profil 4 (Fig. 18). Ensuite la pente est très faible jusqu'à 60 mètres, puis elle augmente et reste à peu près égale à 0,75% jusqu'au rebord du plateau. En allant vers l'Ouest, les profils redeviennent progressivement rectilignes (Profil 7, Fig. 18). Dans la zone vaseuse de Grand-Lahou, les profils sont de nouveau convexes. La pente est de 0,86 % de 0 à 25 mètres de profondeur, de 0,16 % de 25 à 45 mètres et ensuite de 0,86 % jusqu'au rebord du plateau continental (profils 8,9 et 10, Fig. 19). Plus à l'Ouest, le plateau continental est assez régulier, la pente moyenne diminue au fur et à mesure que le plateau s'élargit. Elle est de 0,34 % au large de Sassandra. Elle augmente ensuite régulièrement et atteint 0,57 % au large du Cap des Palmes. Certains profils peuvent présenter des secteurs légèrement convexes (Fig. 20 et 21).

— REBORD DU PLATEAU CONTINENTAL

Les différentes formes de rebords du plateau continental de Côte d'Ivoire sont illustrées par les figures 22 et 23.

Dans certaines régions, on note l'existence, entre 100 et 110 mètres, d'une terrasse d'érosion probablement en relation avec le maximum de la dernière régression (Fig. 24 et 25). Dans les zones vaseuses de Grand-Bassam et Grand-Lahou ces entailles peuvent être plus ou moins masquées par un recouvrement vaseux récent (Fig. 26).

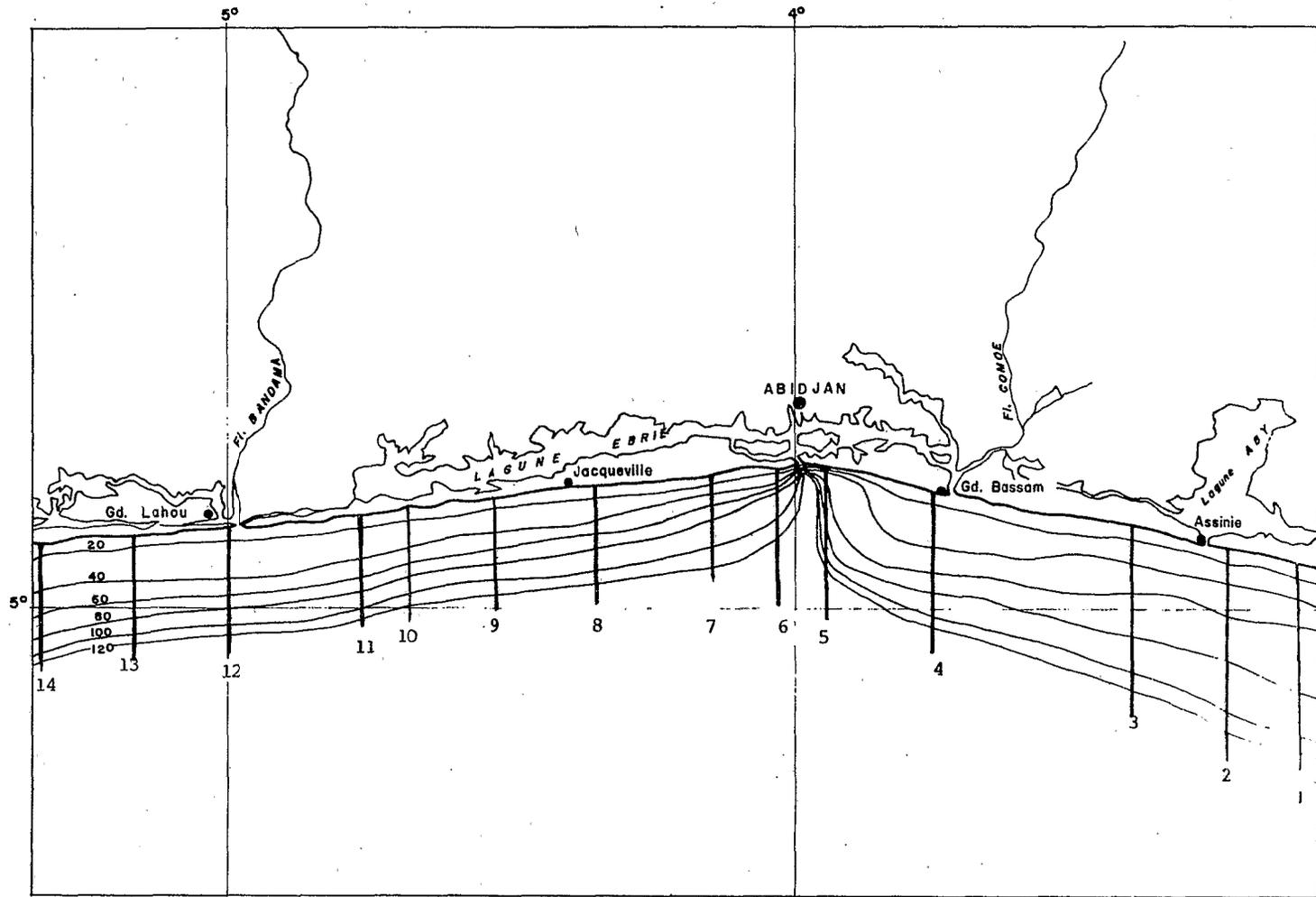


Figure 17 a

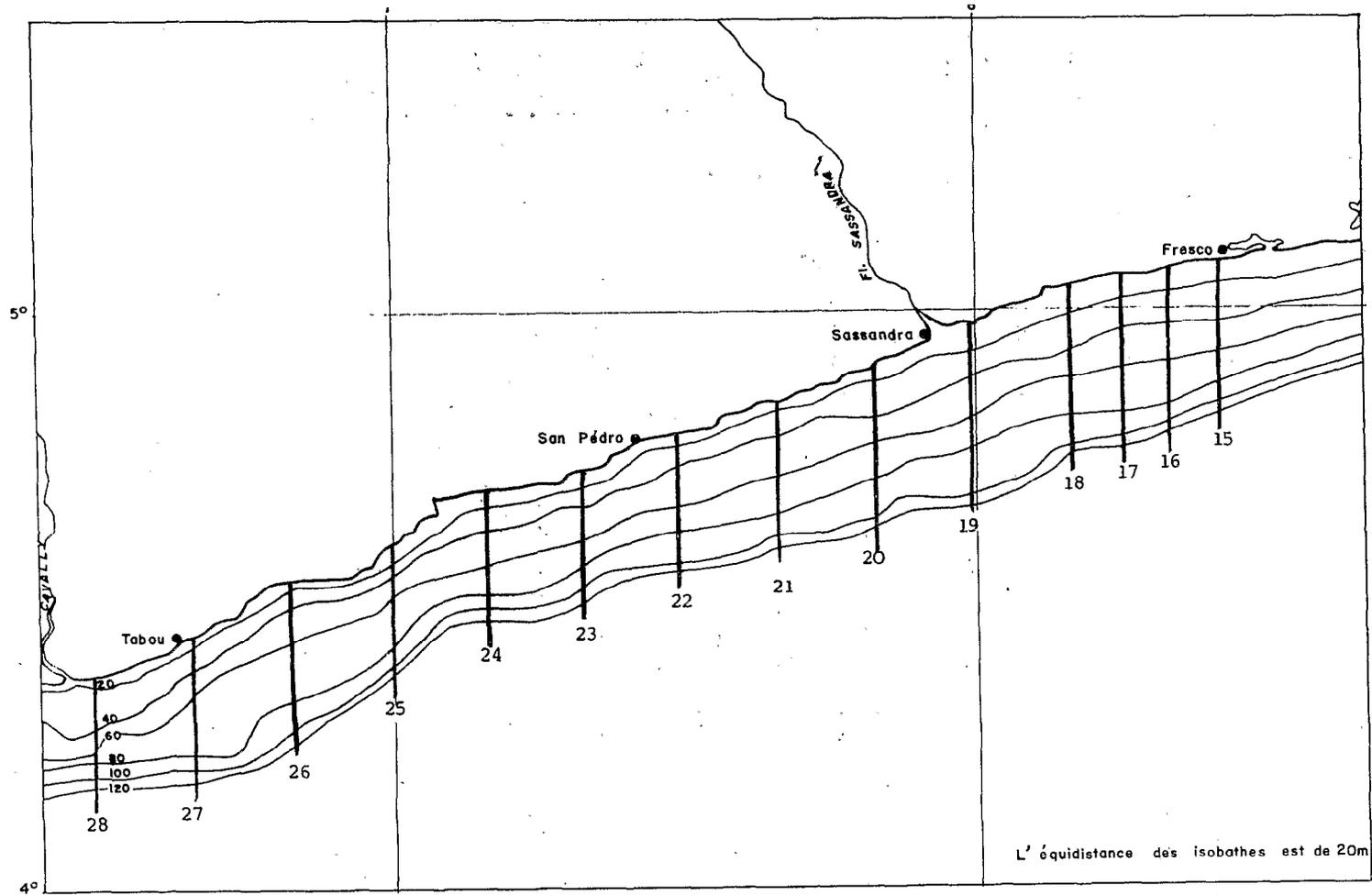


Figure 17 a et b - Carte du plateau continental de Côte d'Ivoire. Position des profils des figures 18 à 21

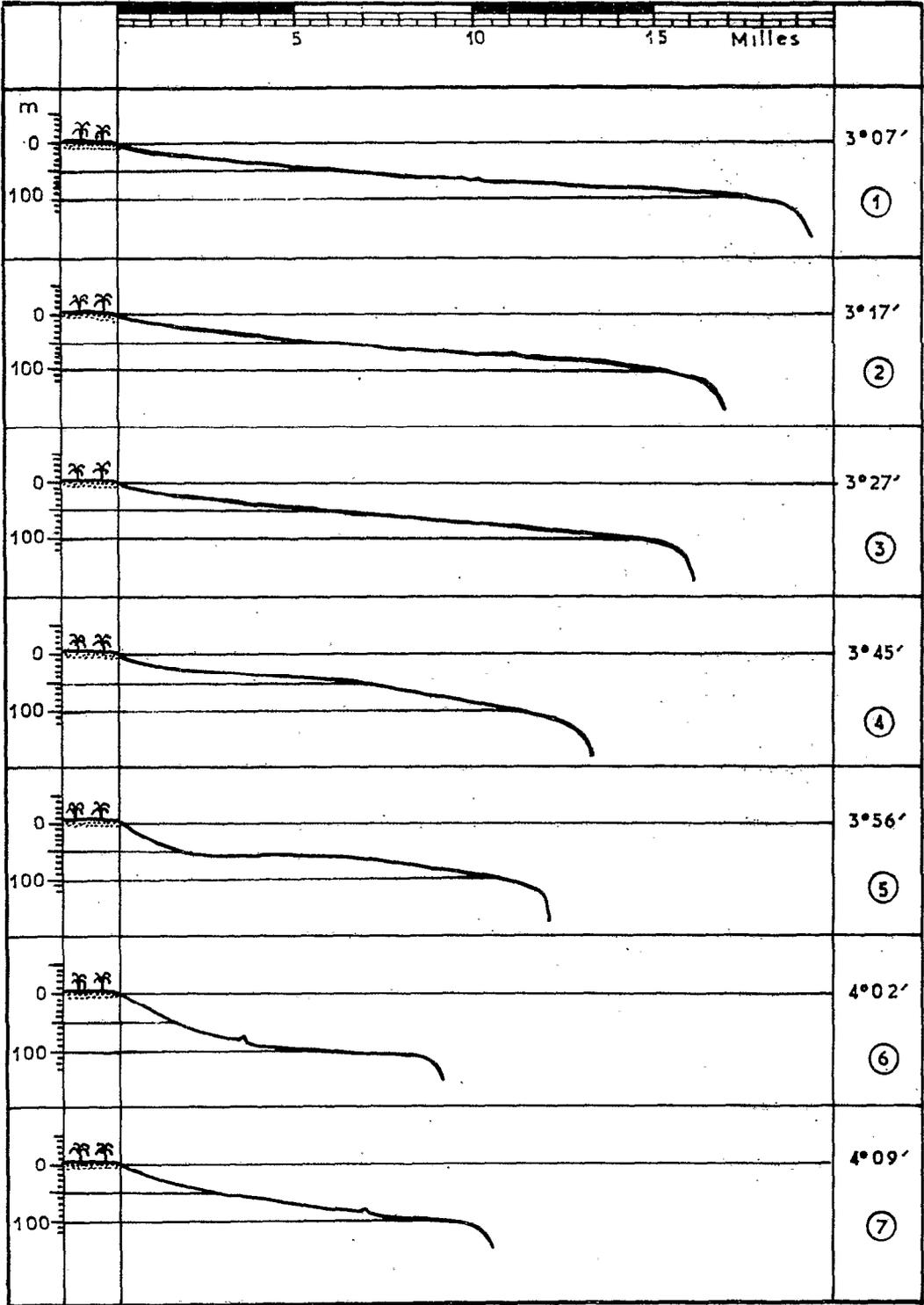


Figure 18 - Profils du plateau continental

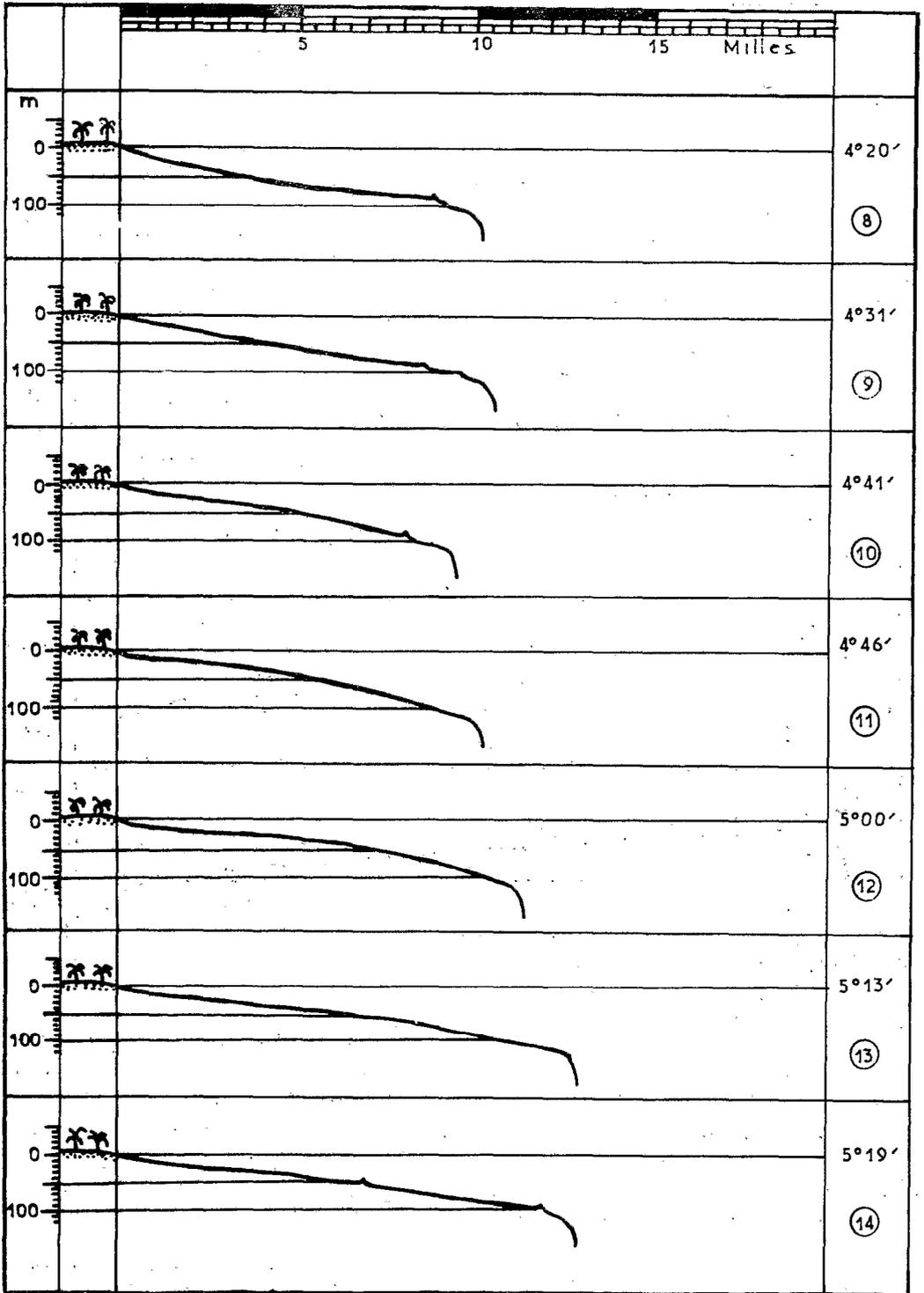


Figure 19 - Profils du plateau continental

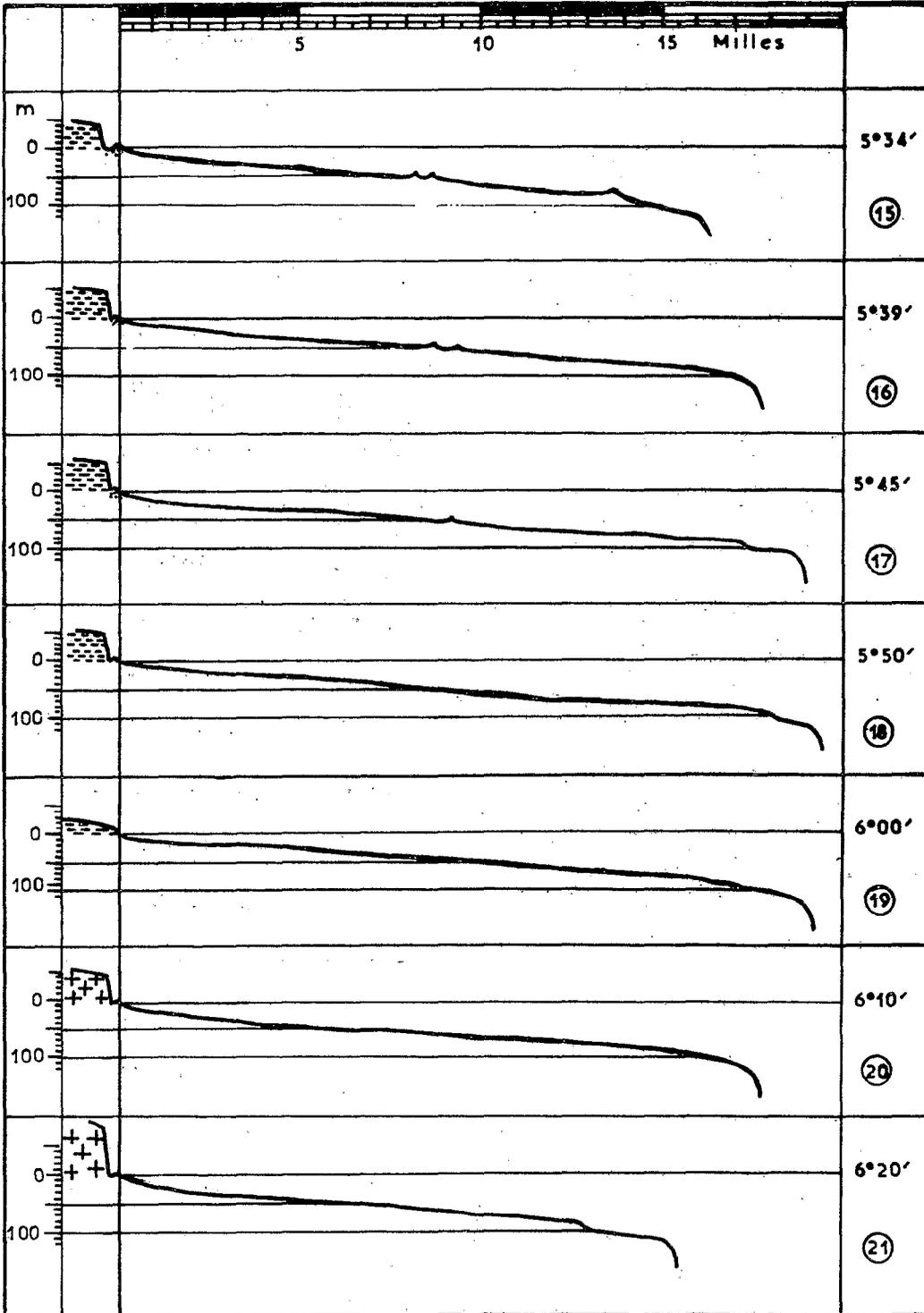


Figure 20 - Profils du plateau continental

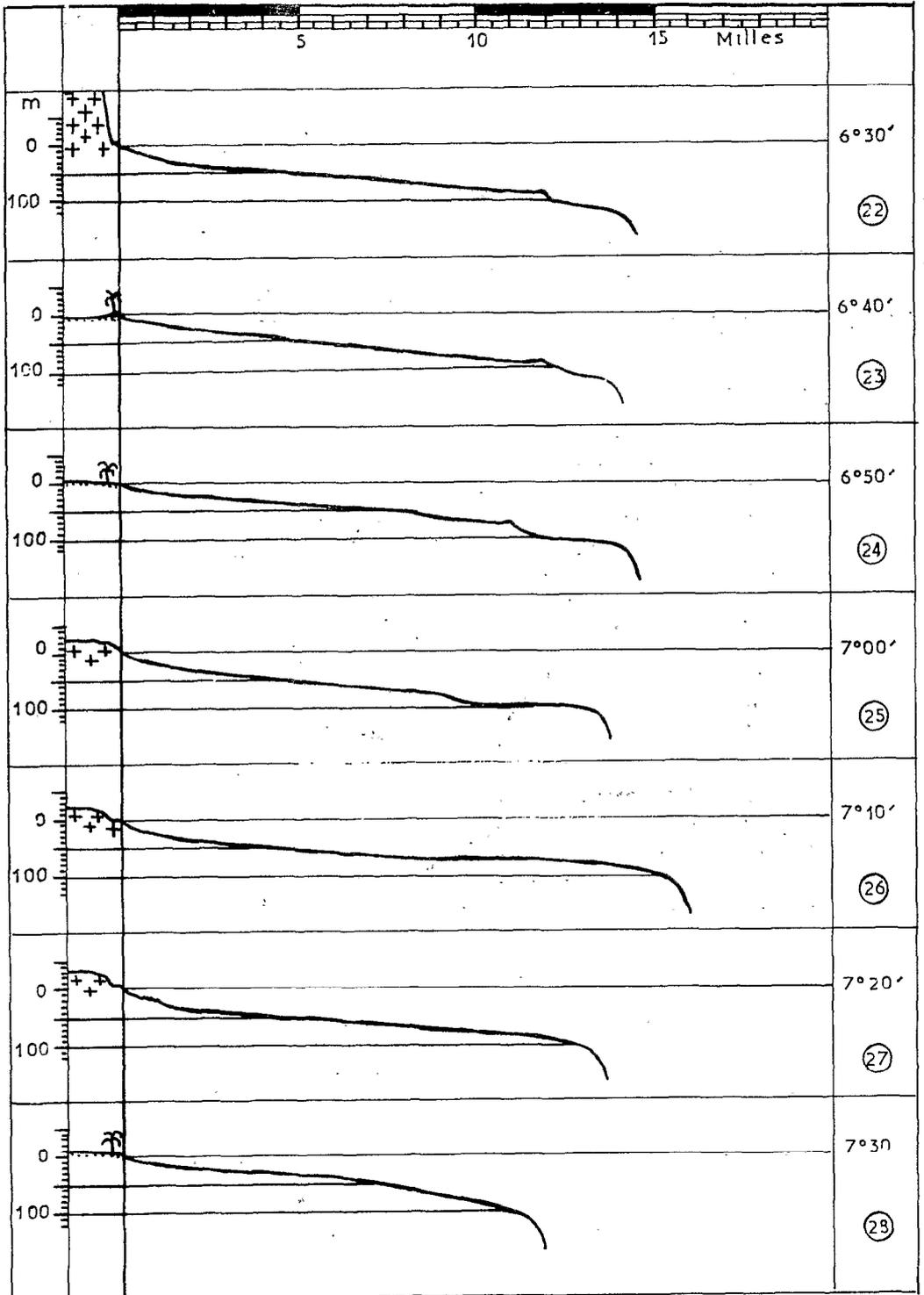


Figure 21 - Profils du plateau continental

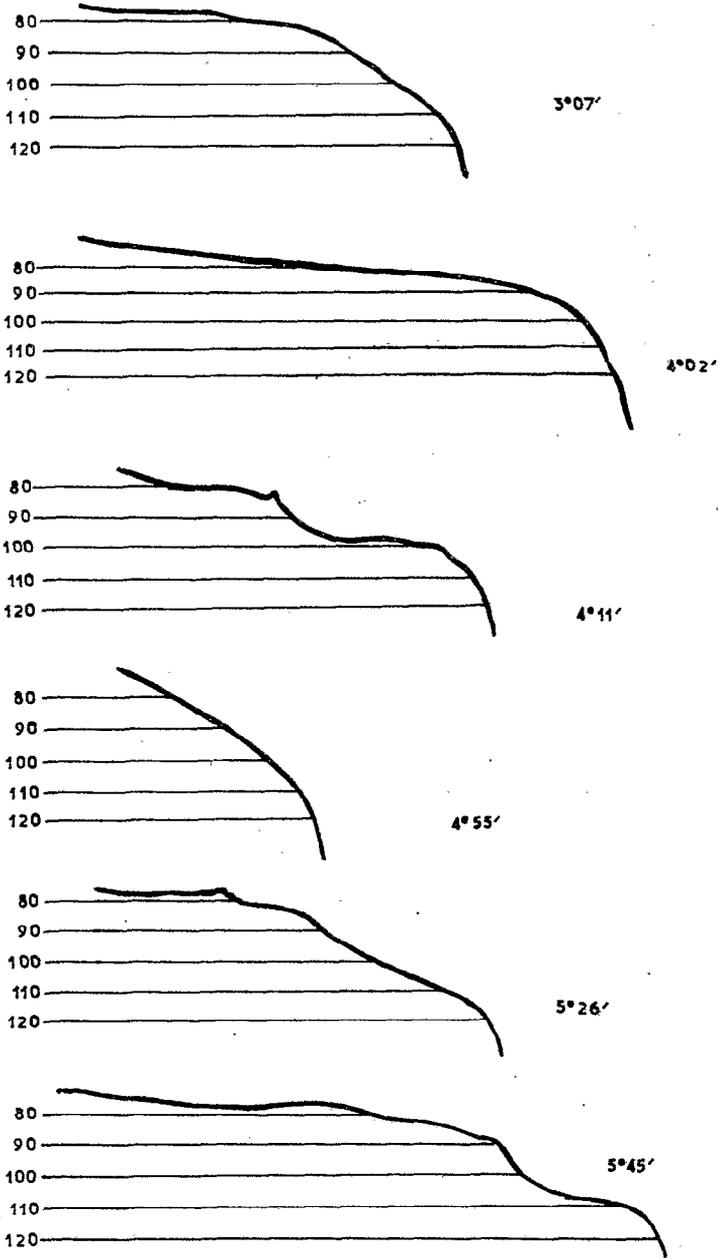


Figure 22 - Rebords du plateau continental

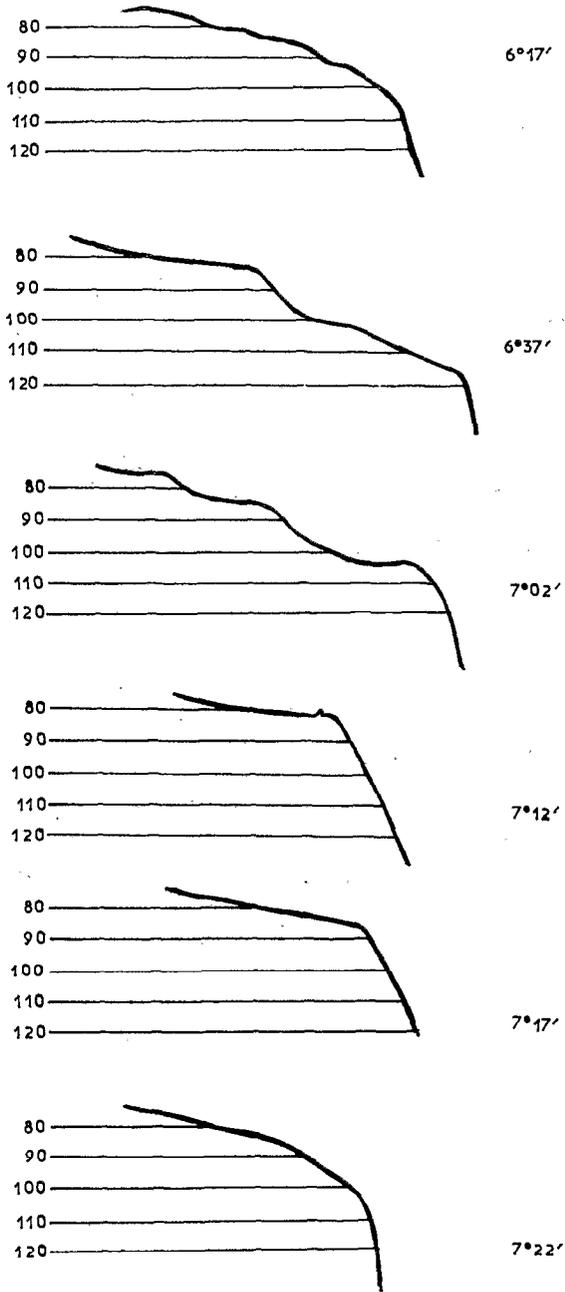


Figure 23 - Rebords du plateau continental

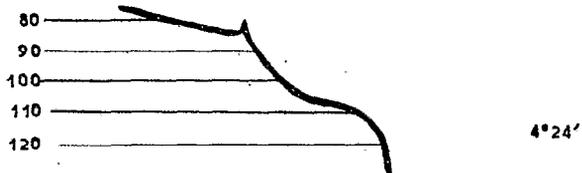
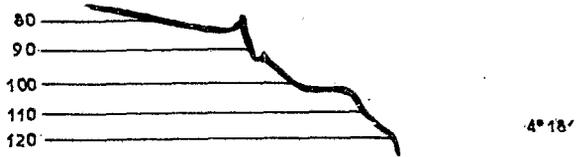
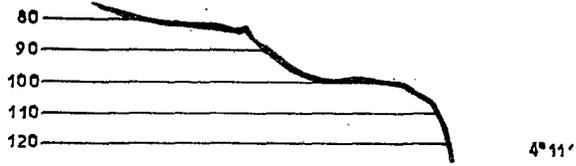
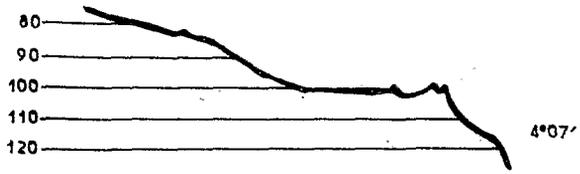


Figure 24 - Terrasses témoins d'un bas niveau marin Quaternaire

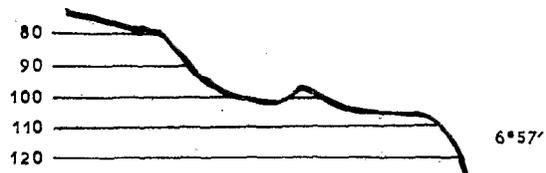
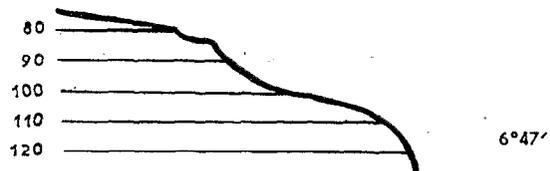
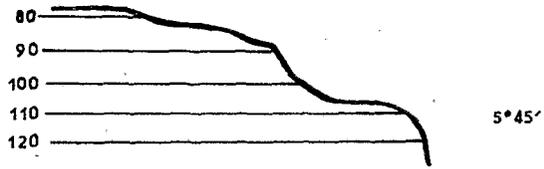
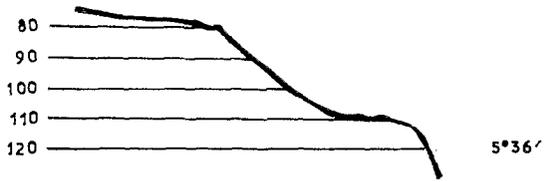


Figure 25 - Terrasses témoins d'un bas niveau marin Quaternaire

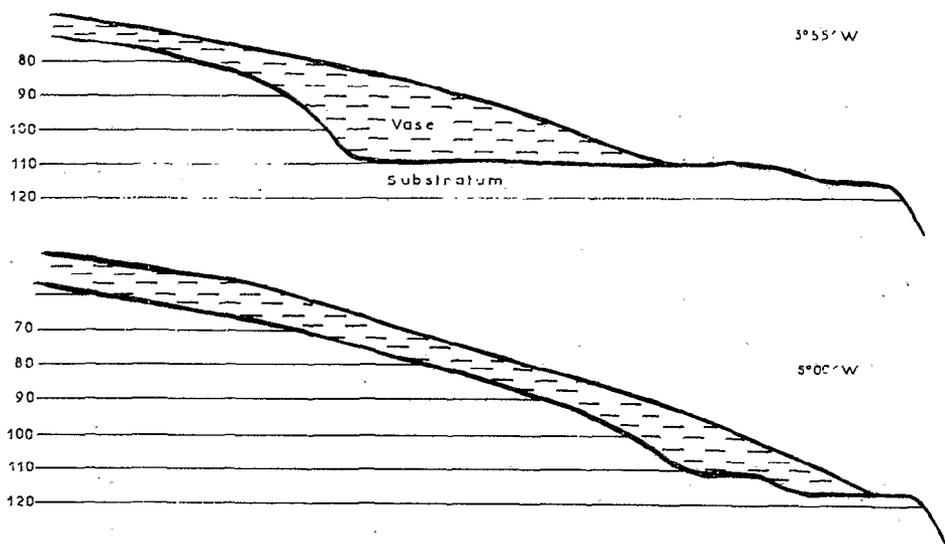


Figure 26 - Terrasses témoins d'un bas niveau marin Quaternaire en partie masquées par des vases actuelles.

2.3 - Bancs rocheux parallèles à la côte

Ces bancs rocheux sont formés de grès plus ou moins coquilliers, ayant les mêmes éléments que les sables que l'on trouve sur le plateau continental ; ils sont toutefois plus riches en débris organogènes.

Leur position a été portée sur les figures 27a et b ; ils sont également cartographiés sur les cartes sédimentologiques en annexe.

- BANC N° 1 (Fig.28)

Il est situé dans la partie Est du plateau continental, entre 70 et 75 mètres. A partir de la frontière du Ghana on le suit sur une vingtaine de milles. Il a une hauteur maximum de 2 à 3 mètres et une largeur d'environ 0,5 milles. Il est plus ou moins recouvert de sédiments.

- BANC N° 2 (Fig.30)

Il débute à l'Ouest du Trou-sans-fond et se poursuit jusqu'à l'Est de Grand-Lahou où il disparaît sous les sédiments vaseux récents. Sa base est située à environ 85 mètres de profondeur. Il atteint une hauteur maximum de 7 à 8 mètres mais sa largeur ne dépasse pas 0,2 mille.

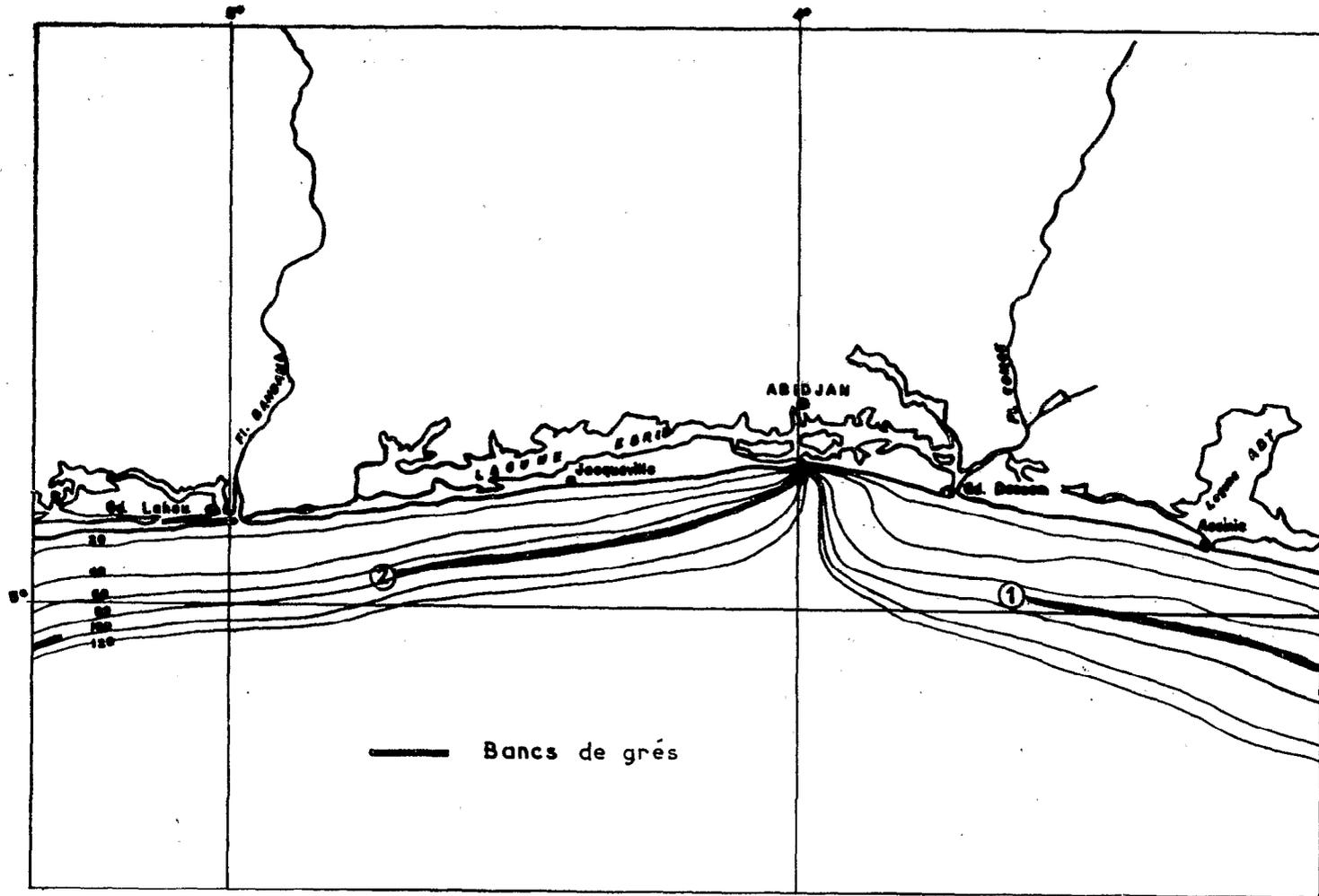


Figure 27 a - Carte de position des bancs de grès parallèles à la côte

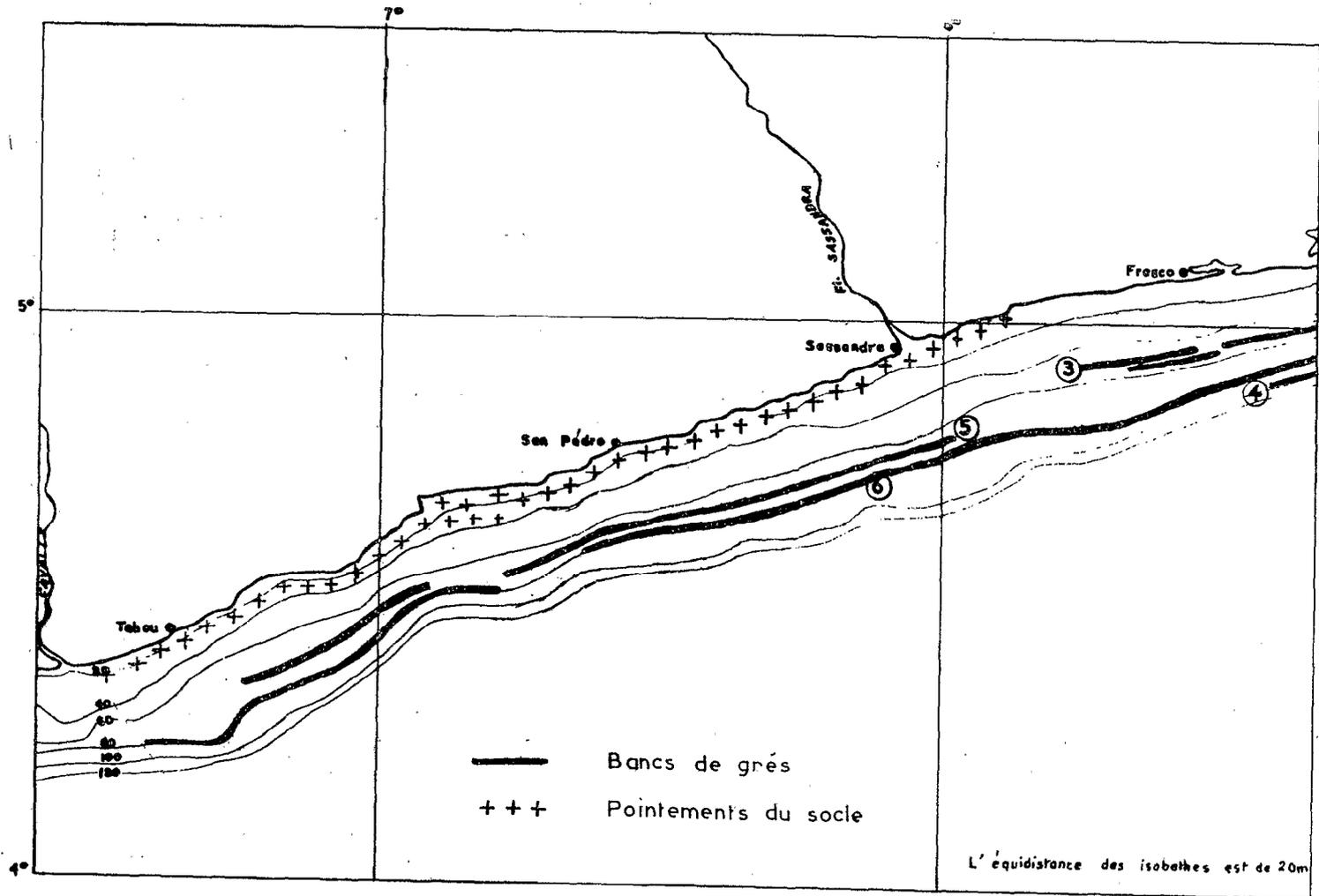


Figure 27 b - Carte de position des bancs de grès parallèles à la côte

①

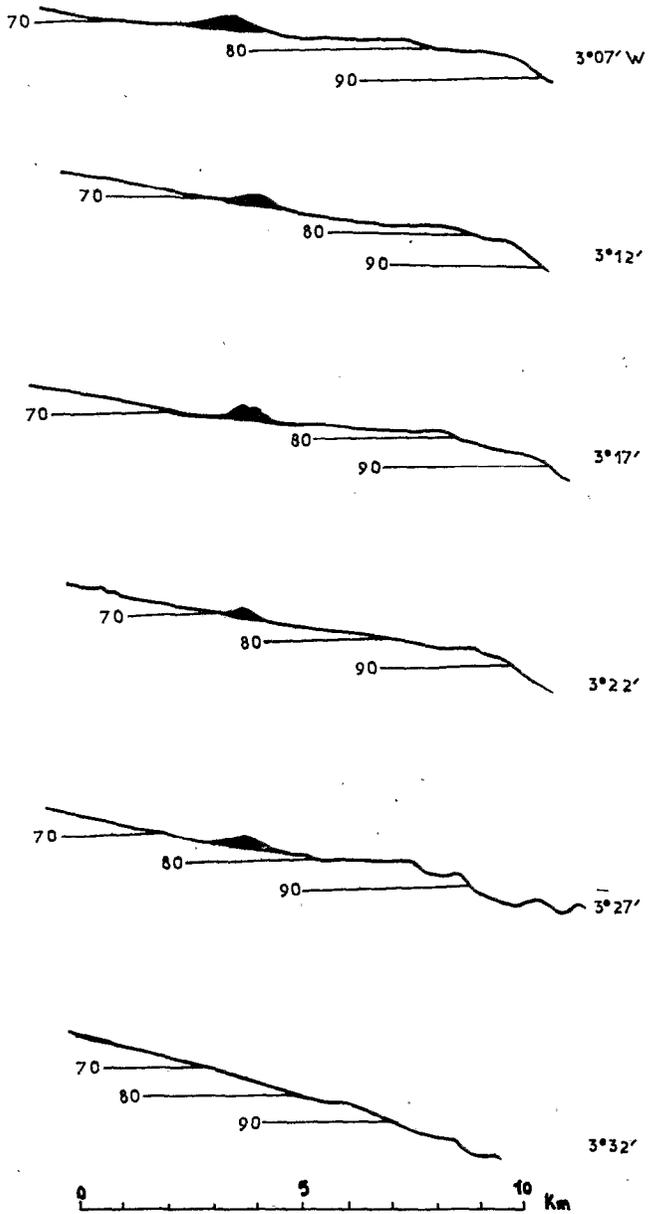


Figure 28 - Détail du banc de grès n° 1

(2)

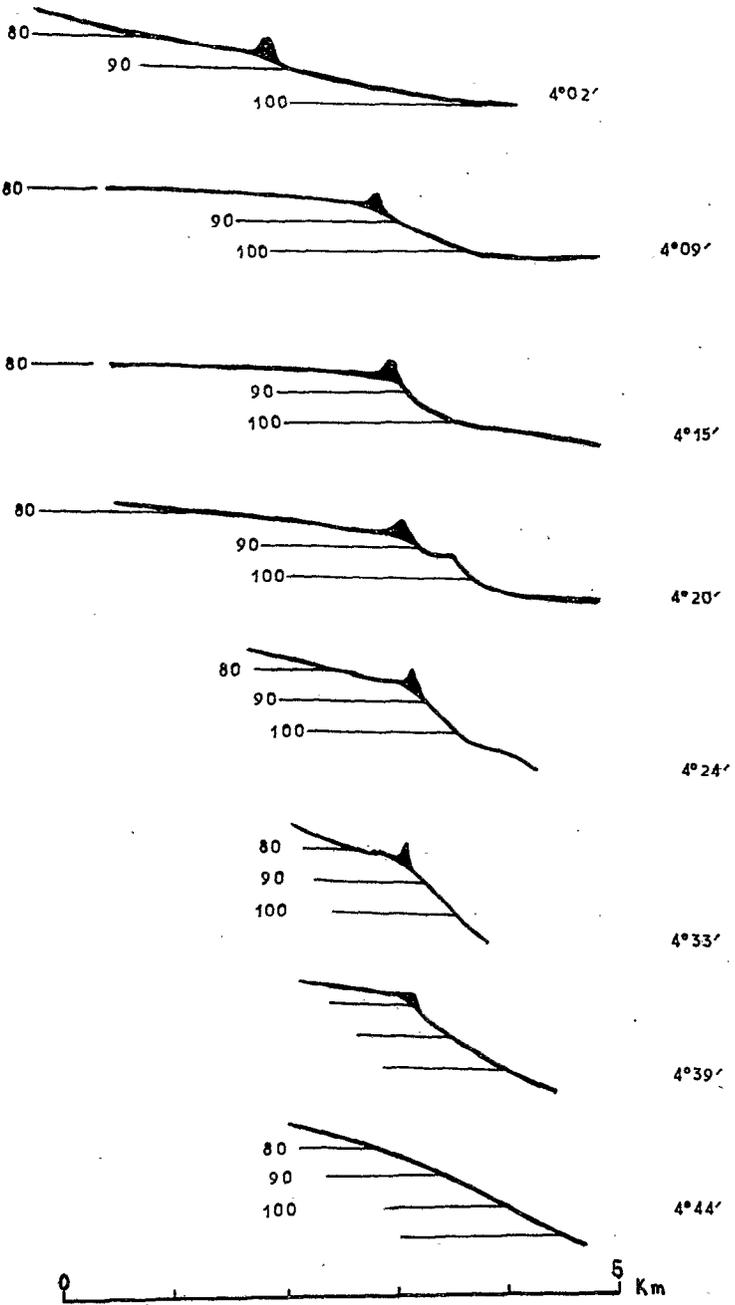


Figure 29 - Détail du banc de grès n° 2

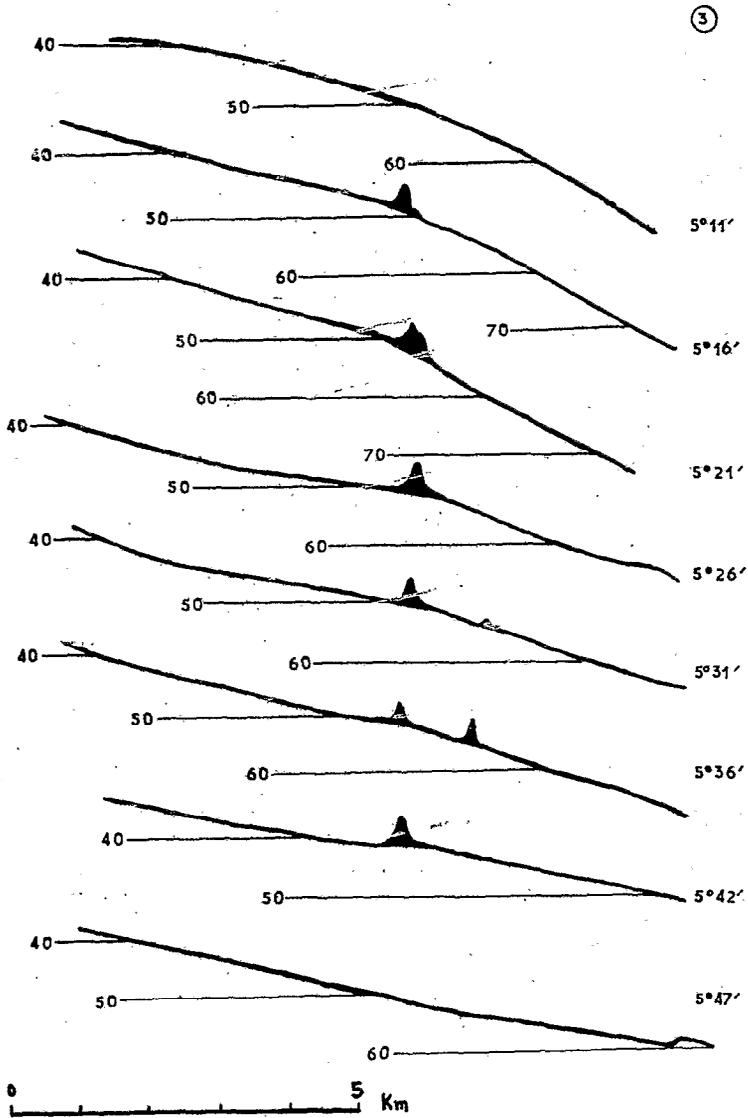


Figure 30 - Détail du banc de grès n° 3

④

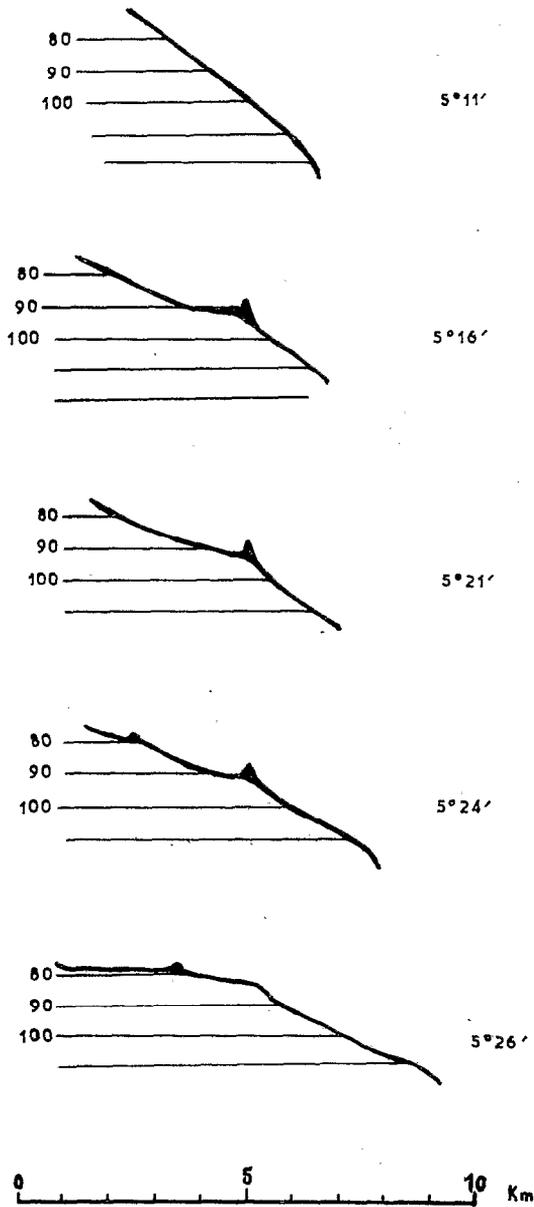


Figure 31 - Détail du banc de grès n° 4

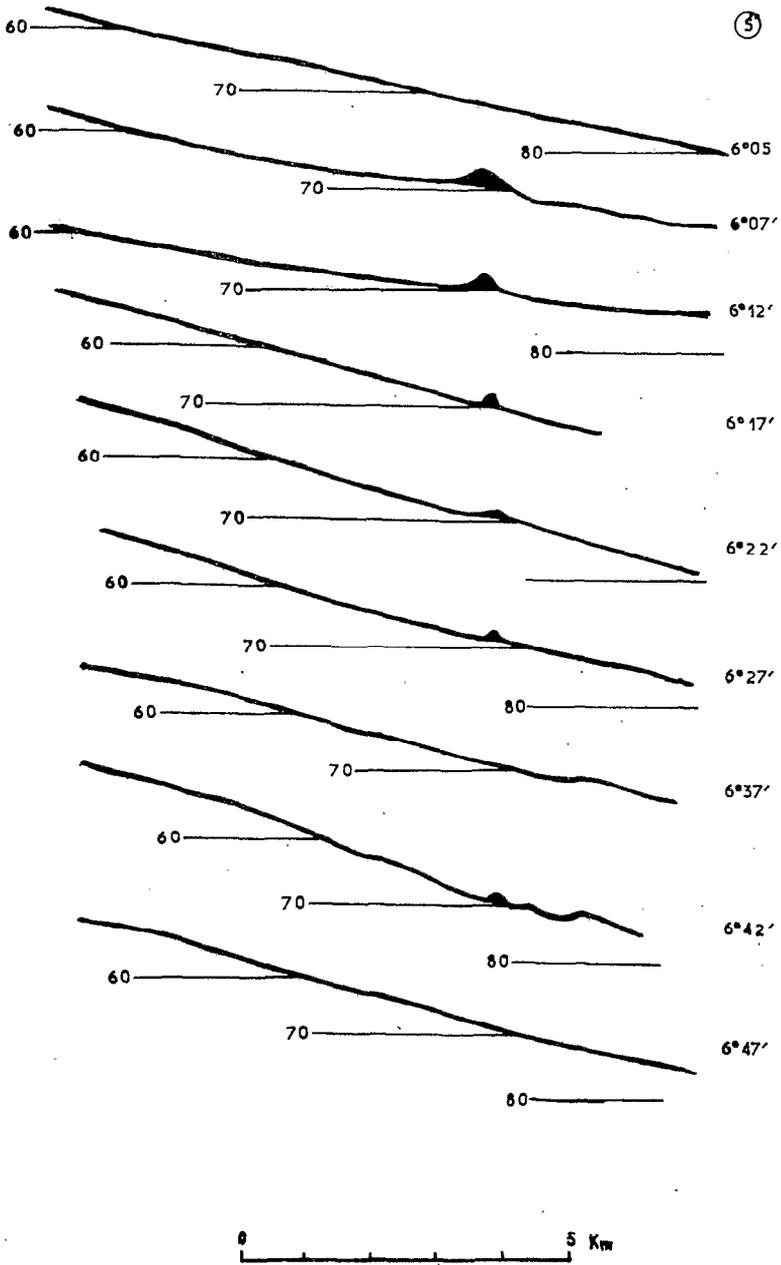


Figure 32 - Détail du banc de grès n° 5

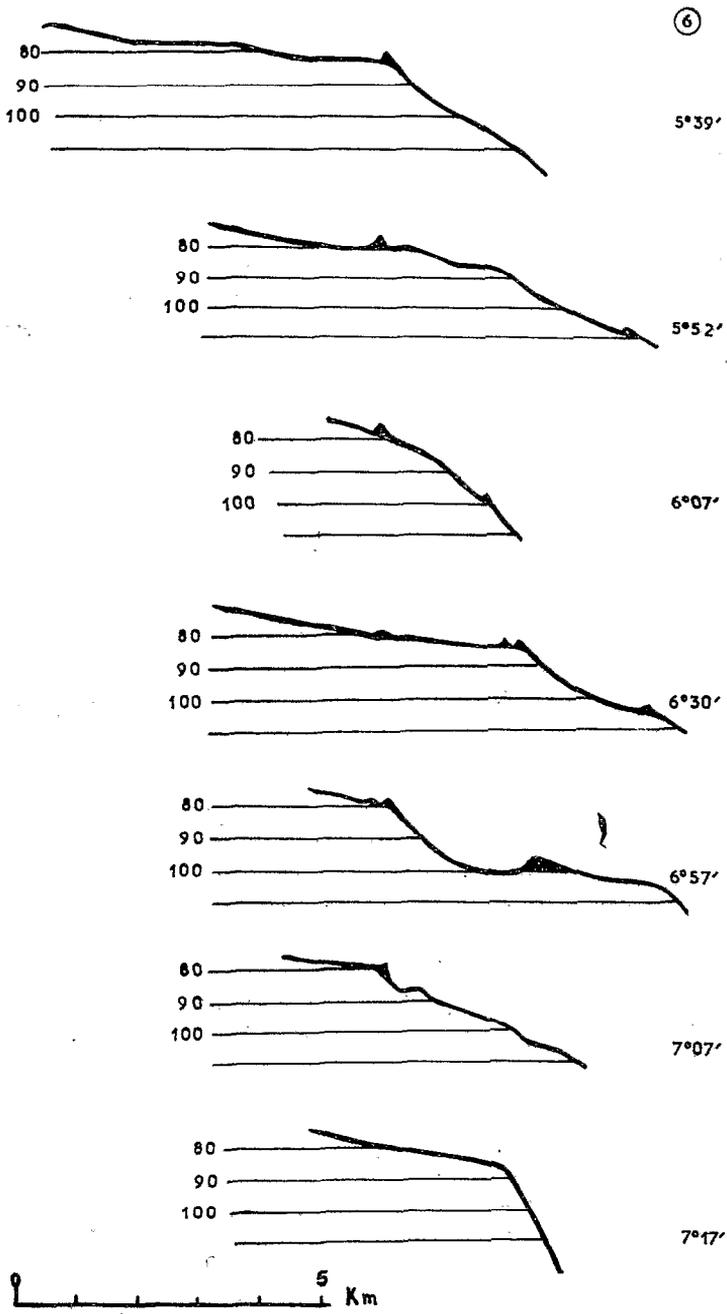


Figure 33 - Détail du banc de grès n° 6

– *BANC N^o 3 (Fig.30)*

On le suit de Petit-Lahou (5^o 16') à Dacieko (5^o 45'). Son extrémité Est disparaît sous les vases de la région de Grand-Lahou. On peut le voir sous la couche de vase sur les enregistrements de «mud-penetrator». Sa base est située sur les fonds de 50 mètres. A la hauteur de Fresco, il est interrompu sur une courte distance, puis il est doublé par un second banc légèrement plus profond. Il atteint une hauteur maximum de 6 à 7 mètres et sa largeur est comparable à celle du Banc N^o 2.

– *BANC N^o 4 (Fig.31)*

On le rencontre sur les fonds de 95 mètres, entre 5^o 11' et 5^o 25'. Son extrémité Est disparaît sous les vases de la région de Grand-Lahou. Il a une hauteur maximum de trois à quatre mètres. Sa largeur est comparable à celle des bancs N^o 2 et 3.

Dans la partie Est du plateau continental ivoirien, nous trouvons une série de bancs moins bien individualisés que les précédents.

– *BANC N^o 5 (Fig.32)*

On le trouve sur les fonds de 70 mètres, entre 6^o 05' et 6^o 45' Ouest ; il est plus ou moins continu.

– *BANC N^o 6 (Fig.33)*

Il est situé sur les fonds de 80 mètres, entre 5^o 39' et 7^o 10' ; il est peu élevé et assez mal défini.

2-4 - Origine des bancs de grès

Ottmann (1960) a décrit dans le «Nordeste» brésilien des lignes de grès parallèles à la côte sous le nom d'«arrecifes». Il a conservé le nom d'«arrecife» de préférence à la traduction française de récif, pour montrer qu'il ne s'agit pas de récifs coralliens. Ce sont des bancs de grès coquilliers montrant une stratigraphie horizontale, ou parfois un peu entrecroisée, alignés en gros parallèlement au rivage actuel, et séparés par des zones de sable ou de vase. Leur nombre est très variable : généralement on voit deux ou trois lignes sur la plage, ou découvrant à marée basse, et il en existe souvent plus d'une dizaine, au large.

Leur nature pétrographique est très simple : ce sont des grès de plage, avec un pourcentage de sable quartzueux variant de 10 à 50 %, le reste étant constitué de calcaire, soit biologique, soit sous forme de ciment de calcite recris-

tallisée secondairement et qui provient initialement de la dissolution des fragments de coquilles.

En étudiant l'évolution d'un profil de plage actuelle, Ottmann a constaté que la répartition des teneurs en calcaire était la suivante :

— Dans la zone de la plage sous-marine toujours immergée sous 1 à 2 mètres d'eau environ, il existe une grande accumulation de coquilles et surtout d'algues calcaires qui forment de 40 à 80 % du sédiment, ce qui est assez analogue à la composition des grès,

— Dans la zone de l'Estran, le calcaire diminue beaucoup pour ne former que 15 % du sédiment dans la haute plage,

— Dans les dunes, la teneur en calcaire, de plus en plus faible, est de 10 % environ dans la première, immédiatement au-dessus de la haute plage et à peine quelques pour-cents dans les autres. Cela est dû à la sélection, par le vent, du sable fin et à la dissolution ultérieure des particules calcaires par les eaux de pluie.

A la lumière de ces répartitions Ottmann a décrit le processus de litification sélective des sédiments marins au cours d'une régression du Quaternaire :

— Le retrait de la mer ne fut sûrement ni continu, ni régulier. Ainsi à chacun des stades d'arrêt momentané de la régression il a pu se déposer une succession de sédiments avec des teneurs en calcaire analogues à celles qu'on observe actuellement.

— Pendant la phase de retrait suivant, la zone riche en calcaire s'est consolidée, formant des bancs de grès, tandis que la zone de dunes restait meuble, puisque dépourvue du calcaire nécessaire à la litification. La répétition de ce phénomène expliquerait la succession de ces cordons parallèles.

— Lors du retour transgressif de la mer jusqu'à son niveau actuel, celle-ci a déblayé les zones meubles (relief de dunes), tandis que les zones basses grésifiées et dures apparaissaient en relief (par une sorte d'inversion de relief).

En 1971, Battistini a décrit, dans le Sud de Madagascar, des lignes d'« arrecifes » semblables à celles du Brésil et auxquelles il attribue la même origine.

3 - MORPHOLOGIE DE LA PENTE CONTINENTALE AU LARGE DE LA COTE D'IVOIRE

Elle est assez bien connue entre Grand-Bassam et Sassandra jusqu'aux fonds de 2 000-mètres grâce aux minutes de sonde du Service Hydrographique de la Marine française (missions de l'Atlantique Sud 1964-1965) et grâce à la campagne effectuée par le N.O. REINE POKOU en 1968 pour le compte de l'ERAP (Valéry - 1969, Martin - 1971) (Fig.34). On peut y distinguer deux zones.

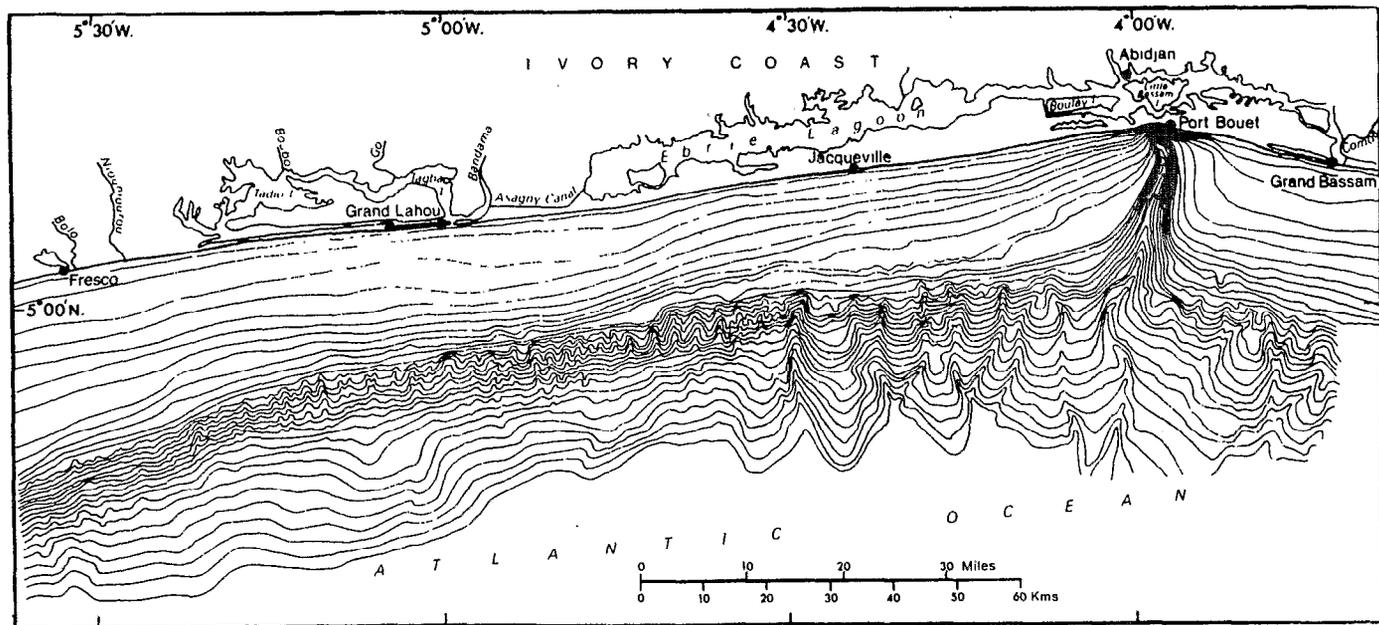


Figure 34 - Morphologie de la pente continentale au large d'Abidjan (Martin - 1971). L'équidistance des isobathes est de 10 mètres sur le plateau continental (10 à 120 mètres) et de 100 mètres sur la pente continentale (200 à 2 000 mètres)

La première s'étend de 03⁰40' Ouest à 04⁰35' Ouest. Elle est caractérisée par l'existence du Trou-sans-fond que nous étudierons en détail plus loin. Il existe dans cette zone plusieurs ravins («gullies») qui débutent sur le rebord du plateau continental et se poursuivent au delà de 2 000 mètres de profondeur.

La seconde zone s'étend de 05⁰40' à 06⁰00' Ouest. On n'y rencontre pas de canyons comparables au Trou-sans-fond. La partie supérieure de la pente est très irrégulière et les profils transverses recoupent de très nombreux ravins. La déclivité varie de 02⁰30' à 14⁰30'. Les profils radiaux montrent qu'il existe une rupture de pente vers 1 400-1 600 mètres dans la partie Est et vers 1 200 mètres dans la partie Ouest. Dans la zone inférieure, la déclivité est de 2 à 3⁰. Là, les profils transverses ne recoupent pas de canyons. La déclivité de la pente continentale est plus forte dans la partie occidentale que dans la partie centrale et orientale. La largeur de la pente continentale (entre les isobathes 100 et 1 500 mètres) varie de 9 à 20-23 kilomètres. La pente continentale est la plus étroite là où le plateau est le plus large.

B LE TROU-SANS-FOND

1 - HISTORIQUE

Le Trou-sans-fond est connu depuis longtemps ; il est signalé pour la première fois dans la carte dressée en 1 756 par Bellin, ingénieur de la marine. Il figure ensuite dans de nombreuses cartes françaises, anglaises et espagnoles.

En 1 941-1 942, l'ingénieur hydrographe principal Bremond a effectué une reconnaissance acoustique de la partie Nord de la vallée sous-marine.

Une étude de reconnaissance en vue de l'installation d'une usine utilisant l'énergie thermique des mers (procédé G.Claude) a été menée en 1 948 et 1 949. Au cours de celle-ci, 720 sondages au fil ont été effectués ainsi que des sondages ultra sonores. Une carte faisant la synthèse de ces documents a été dressée mais elle ne concerne que la partie supérieure du canyon. Au cours de la même campagne, 20 carottages ont été effectués dans la partie supérieure de la vallée. Ceux-ci ont prouvé, contrairement à ce que l'on pouvait croire, que les flancs du canyon n'étaient pas rocheux mais au contraire formés d'une argile très compacte.

En 1 962-1 964-1 966, le Service Hydrographique de la Marine a effectué des levées dans la région d'Abidjan et notamment au-dessus du Trou-sans-fond. A partir des minutes de sonde, nous avons pu dresser une carte à 1/100 000 jusqu'à l'isobathe de 2 000 mètres (Martin, 1 969). A partir de cette carte et des données fournies par des carottages, nous avons émis quelques hypothèses sur l'origine du canyon (Martin, 1 969 et 1 970).

En 1 968, le N.O. américain Discoverer a effectué une reconnaissance de la partie inférieure du canyon (Dietz et Knebel, 1 971)

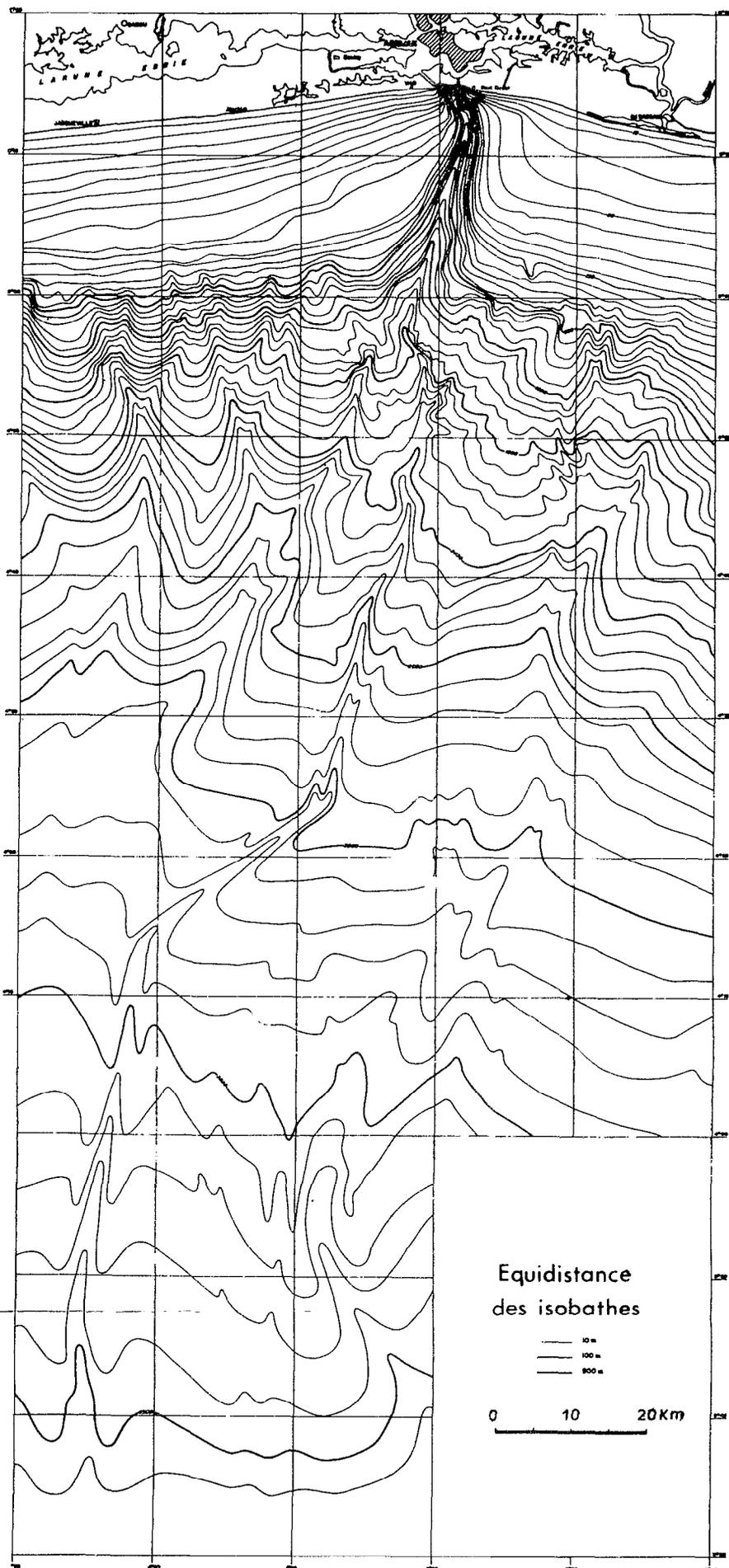
2 - DESCRIPTION DU TROU-SANS-FOND

Le Trou-sans-fond est situé en face d'un changement de direction de la côte, à peu près au milieu d'une large concavité dans la marge continentale africaine s'étendant du Cap des Palmes au Cap des Trois Pointes. Cette indentation qui appartient à la pente continentale aussi bien qu'à la ligne de rivage est un des traits morphologiques fondamentaux de cette région.

Le canyon débute au ras de la côte et entaille profondément le plateau continental, large à cet endroit d'environ 12 milles. Il se poursuit sur environ 120 milles pour se terminer dans la plaine abyssale de Guinée, à environ 5 000 mètres de profondeur. Le Trou-sans-fond se trouve actuellement dans le prolongement d'aucune rivière terrestre. Il possède une tête double mais rapidement il ne forme qu'une seule vallée qui entaille profondément le plateau continental. Celle-ci atteint sa dénivellation maximum (plus de 800 mètres sur le rebord du plateau continental). Sa tête est formée d'une branche principale, de direction NNE-SSO et d'une branche plus petite de direction NO-SE. Notons que le Canal de Vridi qui relie depuis 1 950 la lagune Ebrié à la mer débouche dans l'axe de cette petite branche et que les sables entraînés par la dérive littorale s'y écoulent, ce qui évite l'obstruction de l'entrée du canal. Après 2,5 kilomètres vers le NNE-SSO, l'axe du canyon prend une direction NO-SE qu'il conserve également sur 2,5 kilomètres. Il retrouve alors une direction NNE-SSO sur environ 30 kilomètres puis il prend une direction NNO-SSO sur environ 7 kilomètres pour reprendre de nouveau une direction NNE-SSO sur environ 40 kilomètres. Là, il s'infléchit vers l'ouest en prenant une direction NE-SO sur environ 20 kilomètres. Enfin il retrouve jusqu'à la plaine abyssale une direction NNE-SSO.

Le canyon est creusé normalement à la pente de la région et son profil est concave. En tête de canyon, la pente du talweg atteint en moyenne 12,5 % dans la branche principale. Ensuite la déclivité décroît rapidement et elle est d'environ 3 % pour la partie du canyon creusée sur le plateau continental. A l'emplacement de la rupture de pente entre plateau et pente continentale, la déclivité du talweg passe à environ 8 % ce qui est la valeur moyenne de la déclivité de la pente continentale. Ensuite elle tombe à environ 3 % dans la partie supérieure de la pente continentale. Enfin elle décroît lentement pour atteindre environ 1 % dans les parties basses du golfe continental.

Dans sa partie supérieure, le canyon est assez étroit (environ 1 kilomètre de large) mais il s'élargit rapidement et au niveau du rebord du plateau continental, sa largeur est d'environ 12 kilomètres. Les flancs Est et Ouest sont assez symétriques ; le flanc Est étant toutefois plus haut d'une quarantaine de mètres. Sur une douzaine de kilomètres leur pente varie de 30 à 35 %. Au fur et à mesure que la vallée s'élargit, la déclivité des flancs décroît. Nulle part on ne rencontre de parois verticales.



Bien que le Trou-sans-fond résulte indubitablement de phénomènes érosifs dans sa partie située sur le plateau continental et le haut de la pente continentale, il semble par contre résulter de phénomènes alluvionnaires sur le glacis où se développent des levées.

— STRATIGRAPHIE DU TROU-SANS-FOND

La stratigraphie de la partie supérieure du canyon peut être déduite de celle du forage profond effectué en 1 958 par la Société Africaine des Pétroles à Port-Bouet sur le littoral légèrement à l'Est de la tête du canyon. Ce forage qui atteint 3 938 mètres de profondeur a traversé la série suivante :

- De 0 à 71 mètres le *Quaternaire* formé de sables grossiers,
 - De 71 à 123 mètres le *MioplIOCène* formé de sables fins à niveaux ligniteux,
 - De 123 à 706 mètres le *Miocène* marin, formé d'argiles plastiques grises à verdâtres, peu sableuses,
 - De 706 à 757 mètres le *Séronien* formé d'argiles peu sableuses, à nombreux débris coquilliers,
 - De 757 à 1 037 mètres le *Turonien* qui comprend plusieurs horizons :
 - de 757 à 835 mètres une alternance de bancs calcaires gréseux et de niveaux d'argiles grises,
 - de 835 à 876 mètres des argiles grises avec de nombreuses intercalations de sables,
 - de 876 à 1 037 mètres des sables à grès fins peu consolidés avec de très rares niveaux argileux,
 - De 1 037 à 1 408 mètres le *Cénomaniën* qui est formé :
 - de 1 037 à 1 248 mètres, par un conglomérat de sables fins à moyens, à galets de quartz, peu cimenté,
 - de 1 248 à 1 408 mètres, par des sables à grès calcaires peu consolidés et par des argiles sableuses passant localement à des argiles gypseuses,
 - De 1 408 à 3 938 mètres l'*Albo-Aptien* qui est formé :
 - de 1 408 à 1 500 mètres, par des argiles silteuses feuilletées,
 - de 1 500 à 1 666 mètres, par des argiles silteuses à intercalations calcaires,
 - de 1 666 à 1 945 mètres, par une alternance de grès calcaires, d'argiles feuilletées silteuses grises et de sables consolidés,
 - de 1 945 à 2 080 mètres, par des marnes et argiles noires et des intercalations de grès à ciment calcaire ou de calcaires gréseux,
 - de 2 080 à 2 380 mètres, par des sables consolidés et des grès souvent ligniteux.
- De 2 186 à 2 196, nous observons une intercalation à galets de socle,

- de 2 380 à 2 690 mètres, par des argiles silteuses grises à noires plus ou moins indurées avec de nombreuses intercalations de grès feldspathiques,
- de 2 690 à 3 000 mètres, par des calcaires avec de rares niveaux d'argiles grises puis des silts argileux avec des intercalations de bancs de grès fins à moyens peu calcaires,
- de 3 000 à 3 938 mètres, par des argiles silteuses feuilletées grises à noires, passant localement à des silts argileux avec intercalations rythmiques de bancs de grès fins feldspathiques passant parfois à des arkoses.

On peut conclure au vu du «log» de ce forage que la tête du canyon est creusée dans les sables grossiers à moyens quaternaires et dans les argiles silteuses du Miopliocène et que la majeure partie du canyon située sur le plateau continental est creusée dans le Miocène argileux. Cela a été confirmé par les dragages et les carottages effectués dans la partie supérieure du canyon. En effet, dans la tête du canyon, nous avons prélevé des sables et sur les parois une argile silteuse très compacte perforée par des trous de pholades.

3 - GENERALITES SUR LES CANYONS

Fréquemment les articles scientifiques anciens ont traité de l'origine des vallées sous-marines comme si celles-ci appartenaient à un seul et même type. Au fur et à mesure que les investigations se sont développées, il est devenu évident qu'il existait autant de types de vallées sous-marines qu'il existe de vallées terrestres.

Dans leur ouvrage «Submarine canyons and others sea valleys» Shepard et Dill (1 966) distinguent huit catégories de vallées sous-marines. Bien que ces huit types de vallées sous-marines semblent relativement distincts les uns des autres, rien ne prouve qu'ils ont été formés par des processus différents. De même rien ne prouve que les vallées de même type aient la même origine.

4 - HYPOTHESES SUR L'ORIGINE DES CANYONS SOUS-MARINS

De très nombreuses hypothèses ont été formulées pour expliquer l'origine des canyons sous-marins. Il fut un temps où chaque géologue célèbre avait sa propre théorie. Cependant, il semble raisonnable d'abandonner celles qui furent les plus critiquées. Par exemple la théorie de Johnson (1 939) d'un creusement par des sources sous-marines n'a jamais été basée sur des faits concrets. Celle d'un creusement par des tsounamis, émise par Blucher (1 940), n'était basée ni sur une étude sérieuse des canyons ni sur celle des tsounamis. L'explication des canyons par des failles Lawson (1 893) et Wagner (1 924) semble plus intéressante, mais le système arborescent des affluents, les axes sinueux et la difficulté de faire correspondre tous les canyons avec des axes structuraux du continent, font que cette hypothèse ne peut constituer une explication générale.

Les principales théories généralement admises sont les suivantes :

- Les canyons sous-marins sont des rivières submergées,
- *Les canyons sous-marins ont été creusés par des courants de turbidité,*
- Les canyons sous-marins ont été creusés par des courants de fond autres que les courants de turbidité,
- Les canyons sous-marins ont été creusés par des écoulements en masse, des éboulements, des avalanches, des flots de sable,
- Les canyons sous-marins ont une origine mixte (tectonique plus agents de creusement subaquatiques).

Cependant aucune de ces hypothèses ne peut expliquer, à elle seule, l'origine de tous les canyons sous-marins. Un agent de creusement pourra expliquer un certain type de vallée mais ne sera pas valable pour un autre. Il est vraisemblable que plusieurs agents agissent simultanément ou alternativement. C'est justement la rencontre de ces diverses conditions en un même lieu qui entraînera le creusement d'un canyon à un endroit plutôt qu'à un autre.

5 - ORIGINE DU TROU-SANS-FOND

5.1 - *Hypothèse de Prunet*

Jusqu'en 1969, la seule hypothèse émise sur l'origine du Trou-sans-fond fut celle de Prunet (1938). Celui-ci supposa que les calcaires trouvés sous les sables lors des forages aquifères d'Abidjan se prolongeaient sous le plateau continental. Le Trou-sans-fond aurait été creusé dans ces calcaires, les eaux souterraines mises en charge sous le plateau d'Abobo et drainées par les failles du calcaire déboucheraient latéralement dans la vallée et empêcheraient le comblement de celle-ci par les vases. Prunet expliqua le creusement du Trou-sans-fond suivant le schéma suivant :

- Dépôt des calcaires sur le socle,
- A la suite d'un relèvement du sol, les fleuves Comoé, Agnéby et Mé se réunissent dans la vallée qui occupe actuellement le Trou-sans-fond,

- *Transgression.* En même temps, des pluies extrêmement violentes charrient des sables qui se déposent en cordons littoraux devant Abobo. L'agnéby, la Mé et la Comoé deviennent indépendantes. La Comoé ainsi que la Bété et la Mé sont déviées vers l'Est par le transit littoral. Les anciennes vallées sont comblées par les vases qui sont ensuite recouvertes de sable.

- *Emersion.* Les eaux infiltrées sur le plateau d'Abobo se jettent partout en mer. La fosse du Trou-sans-fond qui contient des sables au niveau de la mer est nettoyée de ces sables et d'une partie des vases vers l'embouchure. Le Banco se forme, entame le plateau d'Abobo et forme l'amorce de la vallée actuelle.

— *Transgression.* Le cordon lagunaire se forme et retient la lagune. Celle-ci se comble en partie de vase. Le Trou-sans-fond est comblé par les sables au passage du cordon littoral. Plus loin, les sorties d'eau douce en charge dans les calcaires empêchent le dépôt des vases.

Quand Prunet a émis son hypothèse, il ignorait l'existence de l'accident majeur et du bassin subsident. Il avait conclu à l'existence des calcaires à partir de la raideur des parois du canyon. Sur le plateau continental, les calcaires rencontrés dans les forages de Locodjo ne se trouvent plus sous les sables. Le «log» du forage de Port-Bouet nous a montré qu'il existait en fait 123 mètres de sables du Quaternaire et du Miopliocène puis 583 mètres d'argiles du Miocène marin. Si malgré tout on peut admettre qu'il y ait sur les argiles miocènes une nappe en charge qui débouché en tête de canyon, il est difficile de comprendre comment de l'eau douce de densité plus faible que celle de l'eau de mer, puisse cheminer sur le fond du canyon.

5.2 - Le Trou-sans-fond peut-il être expliqué par un creusement subaérien ?

Bien que le Trou-sans-fond ne se trouve pas actuellement au débouché d'un cours d'eau, nous avons vu (théorie de Prunet) qu'il était possible de le rattacher à un ancien cours de la Comoé qui aurait eu comme affluents l'Agnéby et la Mé. Les études bathymétriques de la lagune (Tastet - étude en cours) montrent qu'il y existe un réseau hydrographique ennoyé. Ce réseau hydrographique s'est formé au cours de la dernière régression, alors que le niveau de la mer se trouvait environ 110 mètres plus bas que le niveau actuel (voir chapitre V). Durant la transgression, la mer a pénétré dans ce réseau et créé un vaste système de rias. Lors du maximum de la transgression, la dérive littorale, probablement identique à la dérive actuelle, a fermé ce système de rias et déplacé progressivement l'embouchure de la Comoé vers l'Est. Il est donc très vraisemblable que lors d'un bas niveau de la mer, la partie supérieure du Trou-sans-fond ait constitué le cours inférieur d'une rivière. Cependant, la profondeur du canyon à l'aplomb du rebord du plateau continental (1 000 mètres) impliquerait une régression beaucoup trop importante pour admettre un seul creusement subaérien. Un enfoncement de la marge continentale du type «flexure continentale» pourrait expliquer l'ennoisement d'un ancien réseau hydrographique. Des mécanismes subaquatiques pourraient, en empêchant le dépôt de sédiments maintenir la vallée ouverte. Cependant, nous avons vu que la subsidence de la marge continentale n'était pas due à un phénomène du type «flexure continentale» mais à l'existence d'une grande faille d'un rejet de plusieurs milliers de mètres qui a entraîné un enfoncement général de toute la marge. Dans ce cas, on ne voit pas comment on pourrait expliquer la différence de profondeur qu'il existe entre la tête et la partie du canyon située à l'aplomb du rebord du plateau continental. Il est donc évident que le canyon ne peut s'expliquer par un seul creusement subaérien.

De plus il existe des preuves d'érosion actuelle dans la partie du canyon creusée sur le plateau continentale. En effet à l'époque du dernier bas niveau

marin quaternaire qui a dû atteindre moins 110 mètres, la mer a dû entailler les parois du Trou-sans-fond et développer un système de terrasses analogues à la banquettes d'érosion que nous rencontrons sur le rebord du plateau continental. Or actuellement les coupes bathymétriques effectuées à travers le Trou-sans-fond ne montrent nulle trace de ces terrasses. On peut penser qu'elles ont été érodées depuis et donc que le canyon a été remodelé depuis la remontée du niveau de la mer. De plus, les vastes levées et le delta que l'on observe au bas du canyon représentent un volume de sédiments beaucoup plus important que celui fourni par l'érosion de la partie supérieure du canyon (Dietz et Knebel - 1971). Il est évident qu'il existe un apport extérieur de sédiments dans le canyon. Ces sédiments transportés le long du canyon vers la plaine abyssale ont pu servir d'agents de creusement.

Bien que le canyon ne se trouve pas actuellement au débouché d'un cours d'eau, il n'est pas impossible qu'il y ait eu à l'origine du Trou-sans-fond une ancienne vallée terrestre. De plus, étant donné le tracé en «baïonnette» de l'axe du canyon, il est probable que celui-ci a été influencé par des failles. Cependant il est nécessaire de faire intervenir de puissants agents subaquatiques pour expliquer le creusement complet du canyon. Dans ce cas, la vallée terrestre n'aurait servi que d'amorce et de guide au creusement subaquatique.

5.3 - Le creusement du Trou-sans-fond peut-il s'expliquer par des courants de turbidité ?

Le tracé assez régulier du canyon ne s'oppose pas à un creusement par des courants de turbidité. De plus, nous avons vu que le littoral était un littoral à forte énergie possédant un transit important d'Ouest en Est. Rappelons que le Trou-sans-fond est situé juste en face d'un changement de direction de la côte ; l'angle moyen que fait le front de houle avec celle-ci diminue de $18^{\circ}5'$ d'Ouest en Est. Lors de la construction de la digue du Canal de Vridi, on a pu estimer le transit à l'Ouest du canyon à $800\ 000\ m^3/an$ et à $400\ 000\ m^3/an$ à l'Est. Il résulte donc un dépôt d'environ $400\ 000\ m^3/an$ près de la tête du canyon (Varlet 1958). Le Trou-sans-fond, situé là fortuitement ou non, n'intervient que pour absorber une partie de ces dépôts. Ce n'est pas lui qui est la cause de la variation du volume du cheminement mais par contre, les dépôts de sable en tête de canyon peuvent être une cause du creusement du canyon. Actuellement, depuis l'ouverture du Canal de Vridi, la totalité du transit littoral est entraînée dans la branche Ouest du canyon par le courant de chasse du canal.

On peut supposer que ces masses de sables s'accumulent en tête de canyon jusqu'au moment où elles deviennent instables et s'écoulent dans le canyon, ce qui pourrait donner naissance à un courant de turbidité.

Si les courants de turbidité sont les seuls agents de creusement, il est difficile d'expliquer comment ils ont pu creuser la partie du canyon située sur le plateau continental où la pente est de l'ordre de 0,4 %. Cependant, on peut

supposer que le creusement du canyon a débuté sur le rebord du plateau continental, à une époque où le niveau de la mer était plus bas qu'actuellement. Le rebord du plateau continental, qui est parallèle à la côte, change également de direction à l'emplacement du canyon, il a donc pu s'y produire des dépôts de sédiments favorables à la création de courants de turbidité. On peut supposer que des sédiments se sont accumulés sur la haut de la pente continentale et que lorsque la masse est devenue instable, sa mise en mouvement ait créé un courant de turbidité. Au fur et à mesure que le niveau de la mer remontait, la tête du canyon aurait reculé jusqu'à traverser le plateau continental, ce recul pouvant être guidé par des failles. Cependant, nous avons vu que si on déclenchait un courant de turbidité sur une pente unie, il s'estompait très rapidement. Par contre si on le déclenchait dans une vallée préexistante, il dévalait toute la pente (Buffington - 1 961). Il est donc difficile d'admettre que les courants de turbidité aient pu à eux seuls creuser le canyon. Le plus vraisemblable est que les courants de turbidité (s'il existent et s'ils sont capables d'éroder) n'interviennent que dans le surcreusement d'une vallée déjà existante.

5.4 - Le creusement du Trou-sans-fond peut-il être expliqué par des écoulements en masse, des éboulements, des avalanches et des flots de sable ?

Etant donné l'élargissement du canyon qui passe de 1 à 12 kilomètres dans sa partie creusée sur le plateau continental, il est probable qu'il se produit des éboulements sur les flancs du canyon. Du reste nous avons des preuves d'éboulements qui ont intéressé le rivage lui-même : le premier Octobre 1 905 et le premier Mai 1 908. Ces dates ont été préservées de l'oubli car elles virent l'engloutissement de deux wharfs construits à des emplacements différents mais toujours devant le Trou-sans-fond. L'éboulement de 1 905 dura 35 minutes : un wharf de 70 mètres de long fut emporté, la ligne de rivage recula de 70 mètres, une petite baie de 280 mètres de large se forma et une zone initialement profonde de 5 mètres passa à 25 mètres. Assez rapidement le transport littoral redonna sa configuration à la plage (Varlet - 1 958). Il est probable que le sable apporté en tête de canyon, s'il ne sert pas au déclenchement des courants de turbidité, s'écoule lentement le long de l'axe du canyon causant l'érosion de celui-ci.

On peut imaginer qu'un premier glissement provoqué par un rejeu de faille ou par l'accumulation d'une masse de sédiments se soit produit sur le rebord du plateau continental. Par recul successif de sa tête, le canyon traversera le plateau continental. Au fur et à mesure de ce recul des écoulements et des éboulements se produisent sur les flancs du canyon et s'écoulent le long de la pente continentale en empruntant un trajet qui a pu être influencé par des failles. Au fur et à mesure de l'agrandissement du canyon, les écoulements et les éboulements se feront plus importants. Ainsi le canyon se creusera dans deux directions à la fois et s'enfoncera sur place.

Un profil effectué par le N.O. Discoverer (Dietz - 1 971), dans le bas du canyon montre que le chenal possède une largeur de 6 kilomètres et une profon-

deur de 100 mètres ce qui donne une section de 600 000 m². Celle-ci est soixante fois supérieure à la section du Missisipi dans la région de son delta où il a édifié des levées naturelles. Des volumes d'eau énormes sont nécessaires pour déborder de tels chenaux et créer des levées naturelles. De pareils écoulements ne se produiraient qu'à des intervalles peu fréquents. Il se peut que des courants de turbidité très denses se déclenchent dans un premier temps en tête de canyon et qu'à la suite d'un mélange turbulent ils se transforment en flots légèrement plus denses que l'eau environnante, mais d'un volume suffisant pour déborder le chenal et favoriser le développement des levées.

5.5 - Le creusement du Trou-sans-fond peut-il être expliqué par des courants ordinaires ?

Nous ne possédons aucune preuve de l'existence de tels courants dans le Trou-sans-fond. Cependant, il semble que les conditions de déferlement en tête du canyon soient favorables à de tels courants.

Si des courants ordinaires peuvent transporter vers le bas d'un canyon des sédiments et par là contribuer à son creusement ou tout au moins à éviter son comblement, on ne voit pas comment ils auraient pu seuls creuser le canyon : il est difficile de comprendre pourquoi ils agiraient à cet endroit plutôt qu'à un autre.

5.6 - Le Trou-sans-fond peut-il avoir une origine tectonique ?

Nous avons vu que dans sa partie supérieure, le Trou-sans-fond avait un trajet en «bajonnette» très net. De plus les études de la morphologie littorale laissent supposer que le canyon se trouve situé sur une des zones de fractures perpendiculaires à l'accident majeur et qui divisent le bassin sédimentaire en compartiments ayant joué différemment au cours du temps. Aussi nous pouvons penser que le tracé du canyon a été influencé par des failles. De plus, le canyon se trouvant situé sur une zone instable, des éboulements, des avalanches et des courants de turbidité auront pu être engendrés assez facilement.

5.7 - Age du Trou-sans-fond

On ne peut rien dire de certain sur l'âge du Trou-sans-fond. Toutefois la partie supérieure du canyon creusée dans le Miocène est forcément postérieure à celui-ci. Il est cependant intéressant de noter que le canyon actuel se trouve sur l'emplacement d'un petit bassin miocène très étroit mais tout de même beaucoup plus large que le Trou-sans-fond. Il est donc possible qu'il ait existé avant le Miocène un canyon beaucoup plus vaste que le canyon actuel. Nous avons pu observer un phénomène analogue en effectuant un profil de sismique continue à travers le canyon de Cayar, lors de la 25ème croisière du N.O. Météor. En effet, on voit très nettement sur l'enregistrement que le canyon actuel de Cayar est

situé sur l'emplacement d'un canyon beaucoup plus vaste préalablement rempli de sédiments. De plus, la très grande taille du Trou-sans-fond laisse supposer que le canyon est très ancien. Dietz (1 971) pense que le creusement du Trou-sans-fond a débuté en même temps que se créait l'Atlantique, au milieu du secondaire. Indubitablement l'histoire du canyon est ancienne et comprend des changements de chenaux, le remplissage d'anciennes têtes et le creusement de nouvelles têtes.

CONCLUSION

Le Trou-sans-fond est un très vaste canyon qui débute au ras de la côte et se termine 120 milles plus loin, à 5 000 mètres de profondeur, dans la plaine abyssale de Guinée. C'est probablement le seul canyon qui, entre le canyon de Cayar au Sénégal et le canyon du Congo, traverse le plateau continental dans son entier. Il joue donc un rôle très important dans la sédimentation de la plaine abyssale en y déposant une grande masse de sédiments littoraux.

Il ne semble pas que l'on puisse expliquer son origine par un seul mécanisme de creusement. Un ancien cours de rivière subaérienne ne semble pouvoir expliquer que la phase initiale du creusement, ensuite il est nécessaire de faire intervenir des agents de creusement subaquatiques. Il est de plus probable que son tracé actuel, quel que soit le mécanisme de creusement, ait été influencé par des failles.

Chapitre trois

ETUDE DES SEDIMENTS DU PLATEAU CONTINENTAL DE COTE D'IVOIRE

Les sédiments du plateau continental de Côte d'Ivoire sont caractérisés par l'existence de granules ovoïdes allant du gris et mou au vert et marron et dur.

Leur ressemblance en grandeur et en forme avec des déjections fraîches de polychètes, échiuriens et gastéropodes, permet de penser que ces granules sont des déjections anciennes d'organismes fouisseurs et limnivores, d'où leur nom de «faecal-pellets». Au début, le matériel pratiquement inaltéré est probablement représenté par les granules gris et mous. Les granules verts et marrons résultent de la minéralisation des premiers. Cette minéralisation se traduit par une très forte augmentation de la teneur en fer et une modification de la nature des minéraux argileux, ce qui provoque un changement de couleur et une augmentation de la dureté.

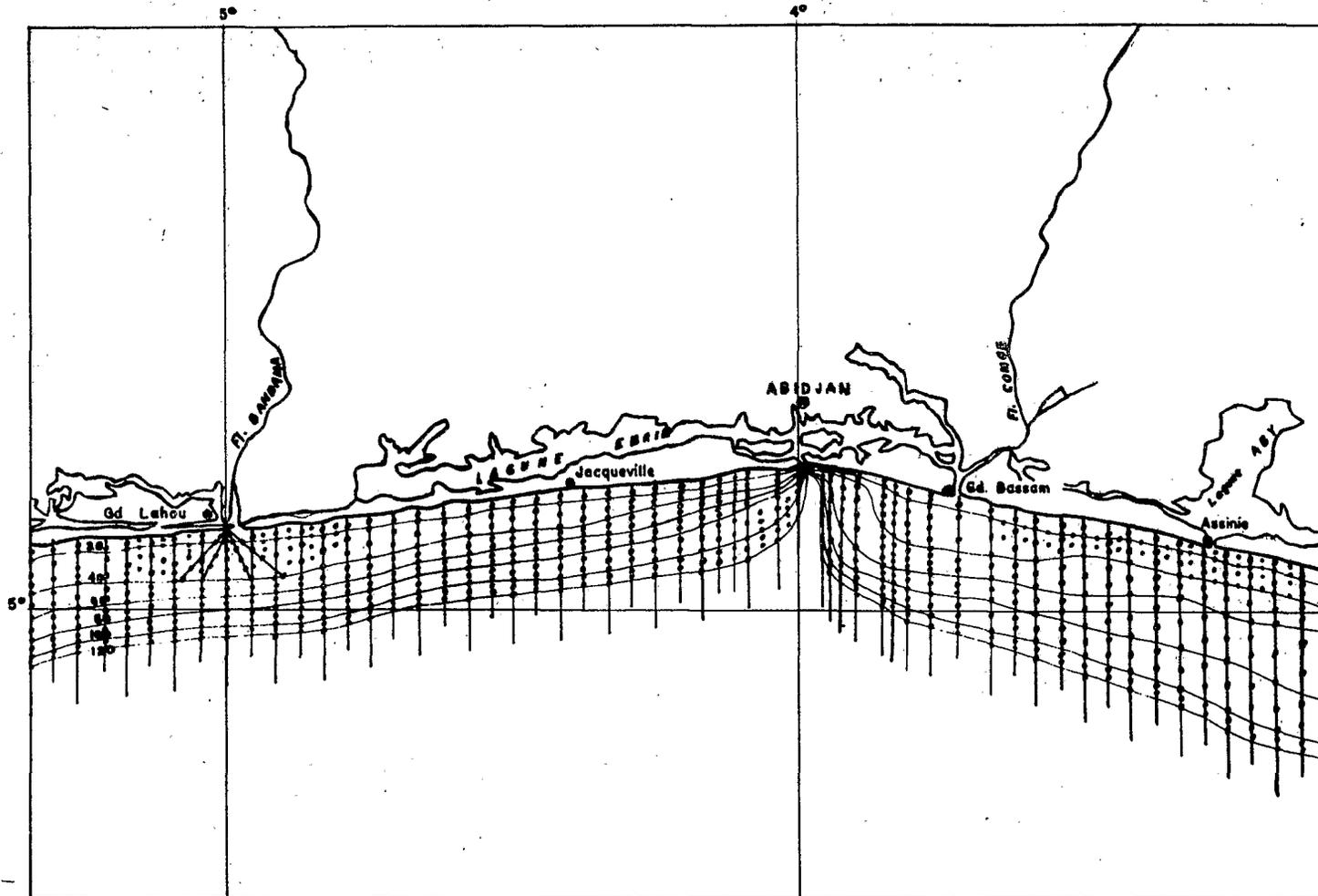


Figure 35 a - Carte de position des prélèvements

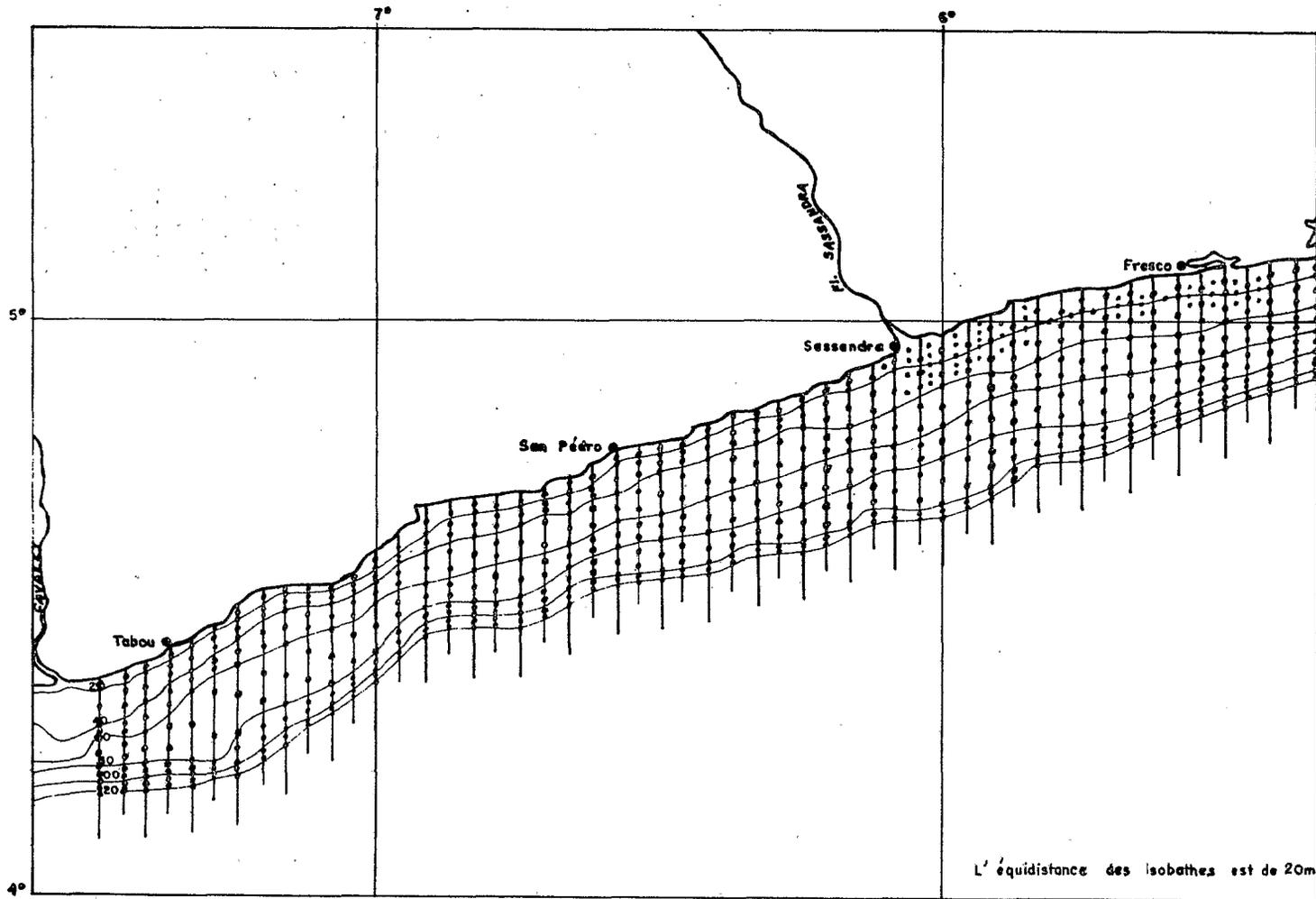


Figure 35 b - Carte de position des prélèvements

1 - ETUDE DES SEDIMENTS SUPERFICIELS

1.1 - Densité et localisation des points de prélèvement (Fig.35)

Les conditions de navigation et de repérage étant difficiles sur le plateau continental ivoirien, les prélèvements n'ont pas été effectués selon un quadrillage possédant une maille régulièrement espacée mais en fonction de la profondeur. Pour faciliter le repérage des points de prélèvement, nous avons effectué ceux-ci en suivant des radiales Nord-Sud (le point de départ de chaque radiale étant plus facilement repérable sur la côte). Dans un premier stade, le plateau continental ivoirien a été couvert par des radiales espacées de 5 milles, sur lesquelles nous avons effectué des prélèvements à : 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110 et 120 mètres de profondeur. Dans un deuxième stade, nous avons effectué des prélèvements aux profondeurs de 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95, 105 et 115 mètres sur des inter-radiales. Enfin des prélèvements complémentaires ont été effectués dans les zones les plus compliquées et sur les plages. Ainsi environ 1 600 prélèvements ont été effectués à l'aide d'une benne «Shipeck» permettant un prélèvement ponctuel de 20 x 20 x 10 cm.

1.2 - Sédiments essentiellement formés de quartz (Fig.36)

1.2.1 - LES SABLES

Ce sont des sédiments contenant plus de 95 % d'éléments de diamètre compris entre 50 et 2 000 microns.

a- LES SABLES GROSSIERS (Fig.37)

Ils contiennent plus de 50 % d'éléments de diamètre supérieur à 500 microns. Ils sont de couleur jaune-roux, couleur due au fait que la plupart des grains de quartz sont recouverts d'oxyde de fer. On rencontre, associés aux grains de quartz, des débris organogènes et des «faecal-pellets» minéralisés, polis et luisants, de couleur marron. Ces sables ont un coefficient de classement compris entre 1,5 et 2,5. Ils sont donc très bien classés.

b- LES SABLES MOYENS (Fig.37)

Ils contiennent moins de 50 % d'éléments de diamètre supérieur à 500 microns. La fraction dominante est celle comprise entre 500 et 315 microns. Ils ont la même couleur et sont formés des mêmes éléments que les sables grossiers. Leur coefficient de classement est inférieur à 1,5. Ils sont donc très bien classés.

Ces deux premières catégories de sables forment le cordon littoral et la plage du Cap des Palmes, à l'Est de l'embouchure de la Comoé. On peut également les rencontrer sur le plateau continental, jusqu'à 40 mètres de profondeur.

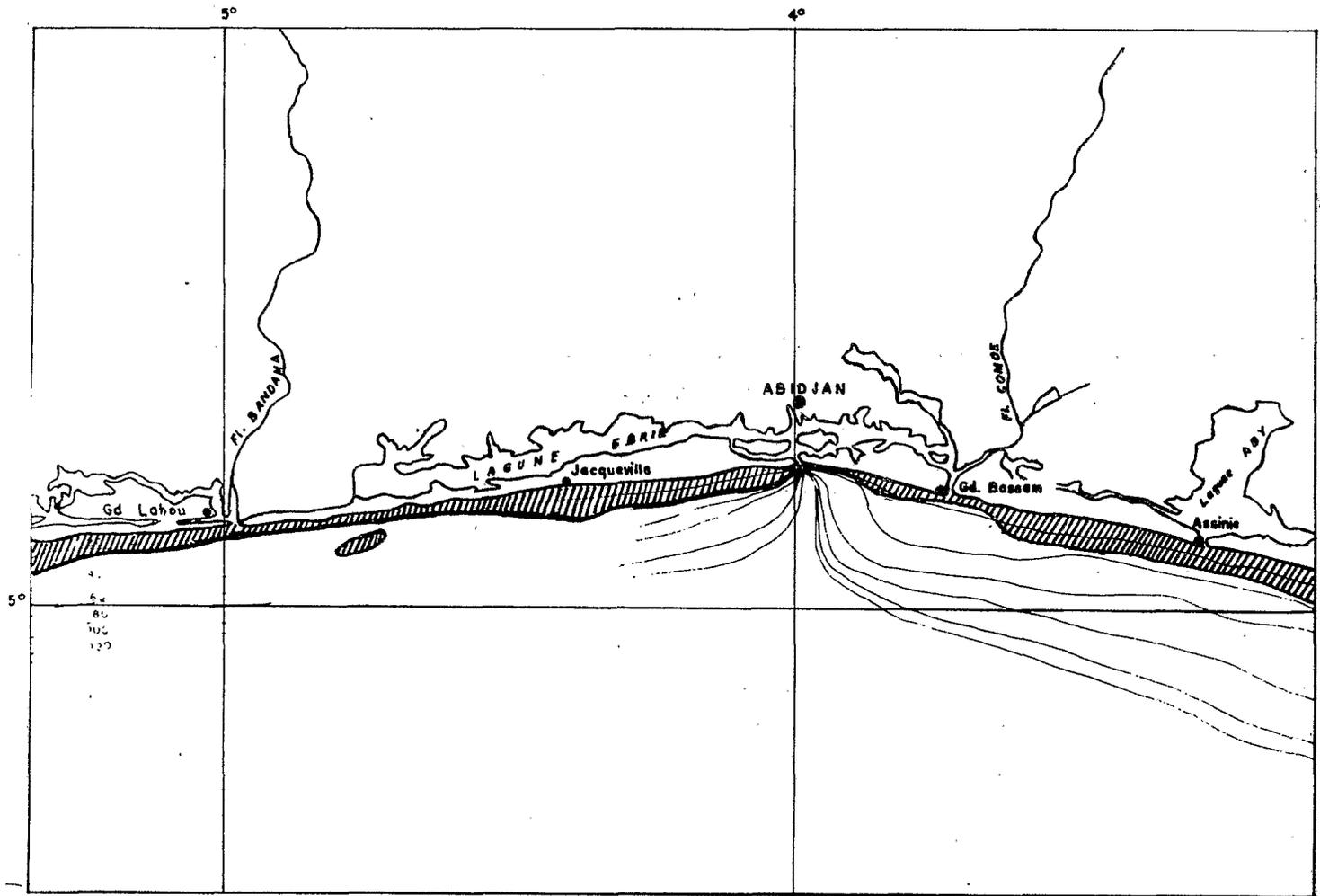


Figure 36 a

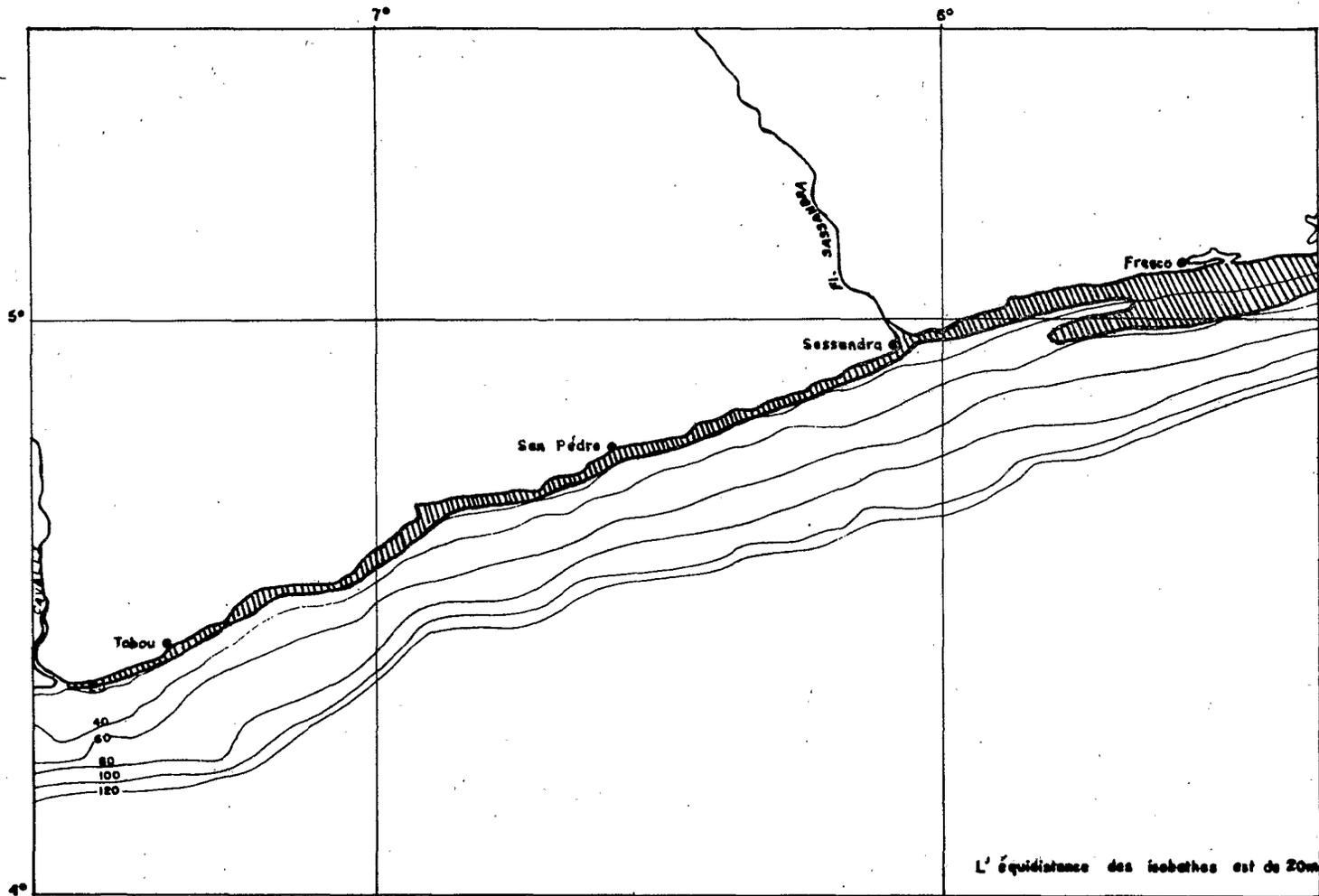


Figure 36 b (a et b) Sédiments essentiellement quartzeux.

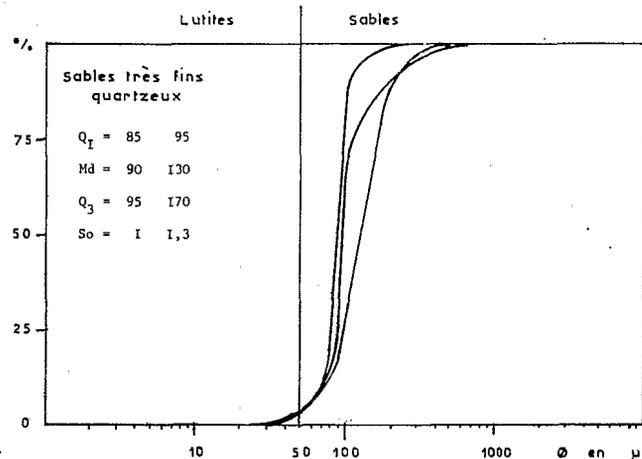
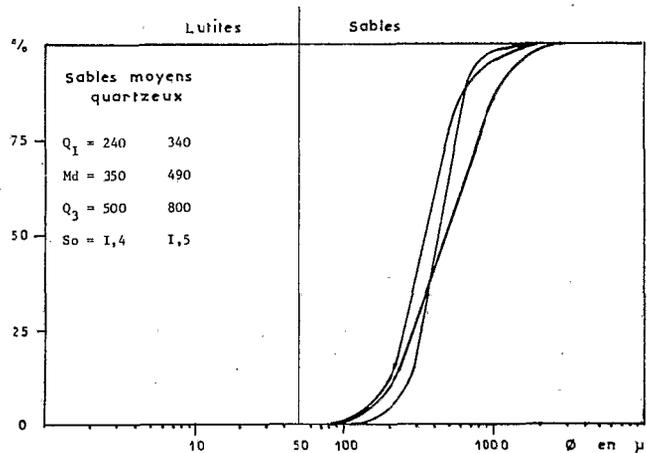
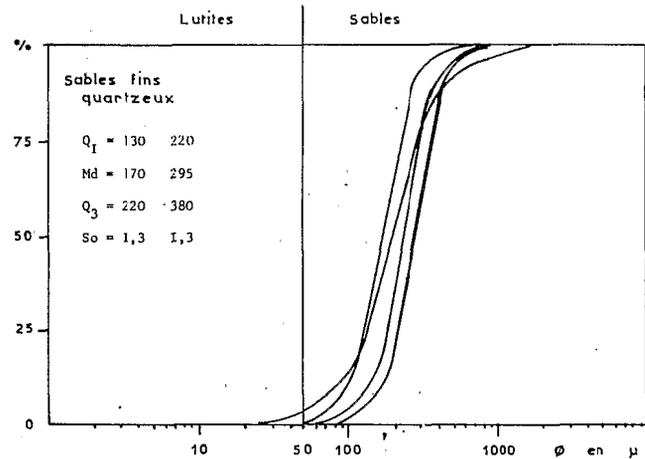
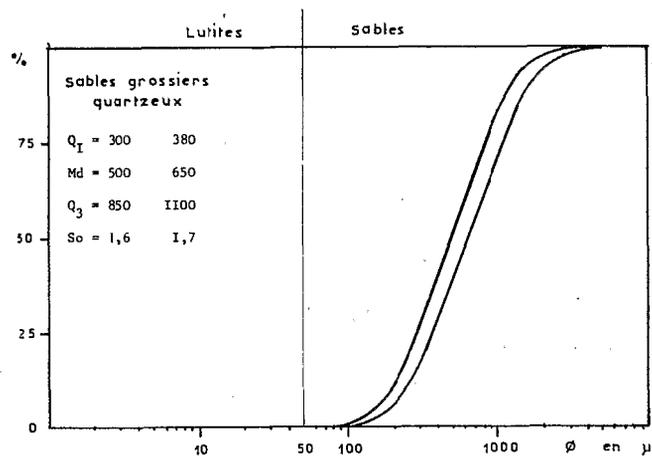


Figure 37 - Courbes granulométriques

Figure 38 - Courbes granulométriques

c- LES SABLES FINS (Fig.38)

Ils contiennent moins de 50 % d'éléments de diamètre supérieur à 500 microns. La fraction dominante est celle comprise entre 315 et 160 microns. Leur couleur varie du jaune-roux au gris selon la concentration en grains recouverts d'oxydes de fer. Leur coefficient de classement est inférieur à 1,5. Ils sont donc très bien classés. Ces sables forment le cordon littoral et la plage de l'Est de Grand-Bassam à la frontière du Ghana. On les trouve également sur le plateau continental, associés aux sables grossiers et moyens.

d- LES SABLES TRES FINS (Fig.38)

Ils contiennent moins de 50 % d'éléments de diamètre supérieur à 500 microns. La fraction dominante est celle comprise entre 160 et 50 microns. Ils sont de couleur grise. Ils sont en majorité, constitués de petits grains de quartz anguleux non recouverts d'oxydes de fer. Ils peuvent contenir des paillettes de mica et également des «faecal-pellets» minéralisés de dimension identique à celle des grains de quartz. Leur coefficient de classement est voisin de 1. Ils sont donc très bien classés.

Ils forment une bande assez continue qui recouvre les sables grossiers, moyens et fins et qui s'étend des fonds de quelques mètres à ceux de 20-25 mètres. La limite supérieure est assez difficile à définir à cause de la «barre».

1.2.2 - LES SABLES VASEUX (Fig.39 et 40)

Ce sont des sédiments contenant de 75 à 95 % d'éléments de diamètre supérieur à 50 microns. On peut également, selon la catégorie granulométrique de la fraction grossière différencier des sables vaseux grossiers, moyens fins et très fins. Les sables vaseux très fins ont la même répartition que les sables très fins. Les autres catégories s'observent à la périphérie des sables.

On trouve également des sédiments dont le quartz reste l'élément dominant de la fraction grossière mais qui contiennent d'assez nombreux «faecal-pellets» minéralisés (Fig.40).

1.2.3 - LES VASES SABLEUSES (Fig.42)

Ce sont des sédiments contenant de 25 à 75 % d'éléments de diamètre supérieur à 50 microns. Les éléments autres que le quartz («faecal-pellets» et débris de coquille) deviennent proportionnellement plus importants. Les vases sableuses purement quartzieuses sont assez rares, la plupart du temps nous trouvons des vases sableuses quartzieuses à «faecal-pellets» (Fig.41). Les vases sableuses se situent à la périphérie des sables et des sables vaseux.

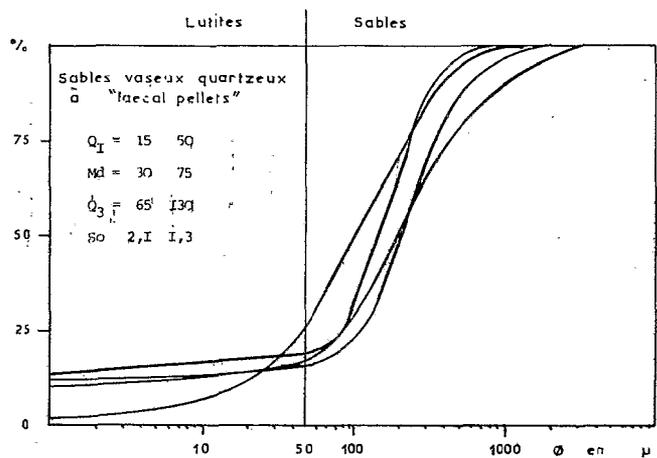
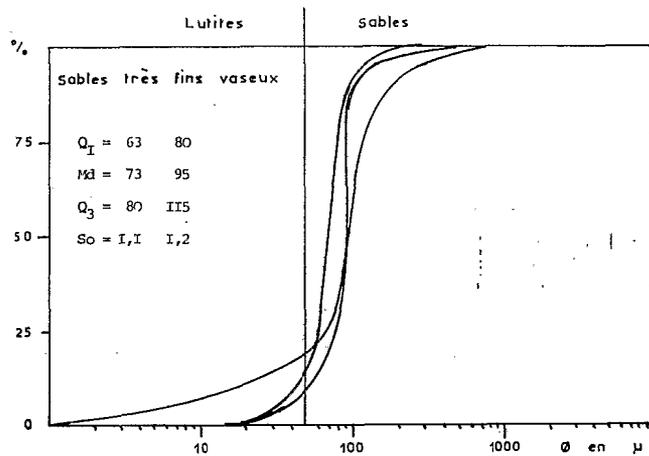
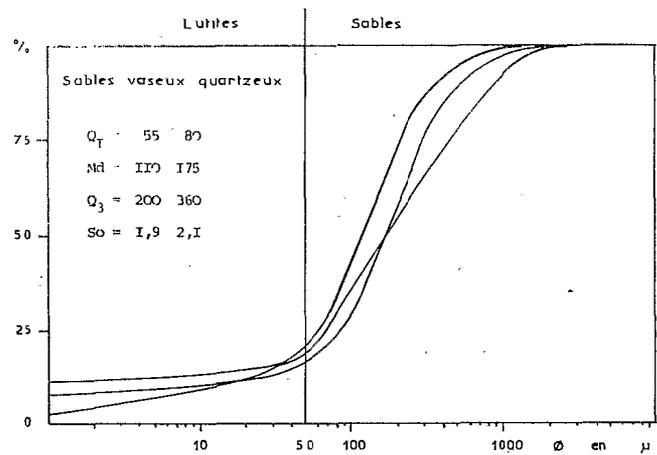
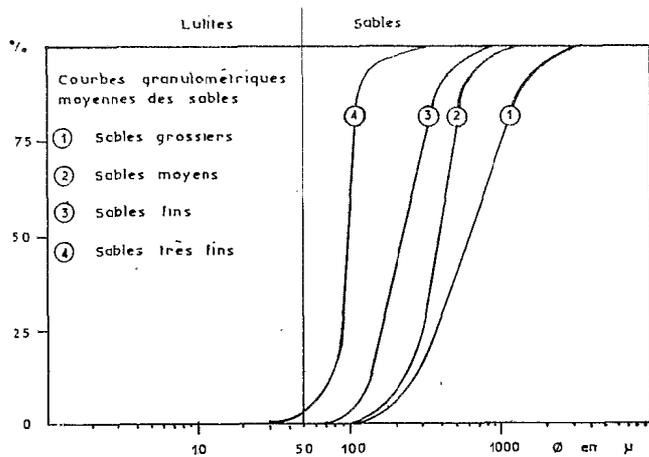


Figure 39 - Courbes granulométriques

Figure 40 - Courbes granulométriques

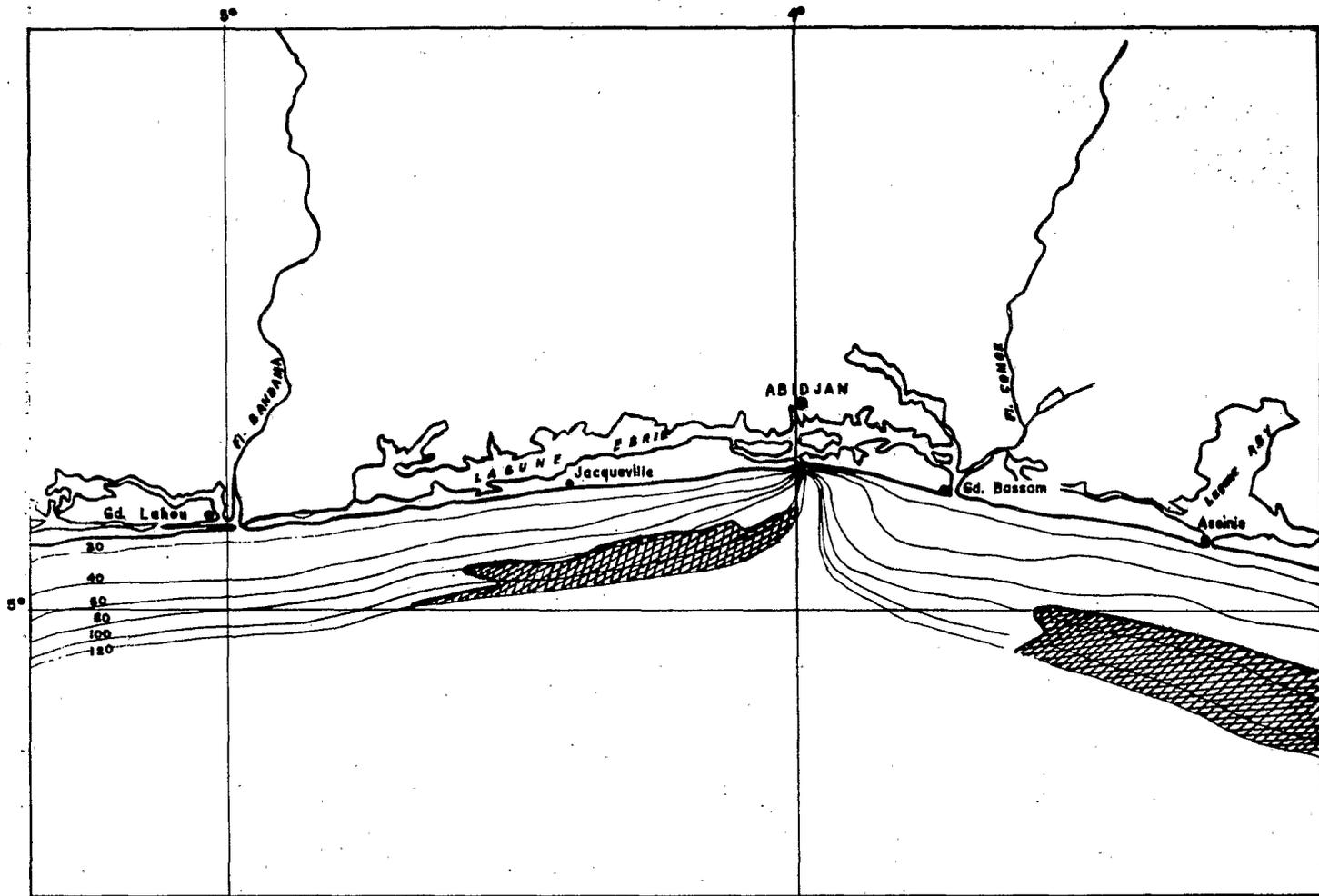


Figure 41 a - Sédiments organogènes

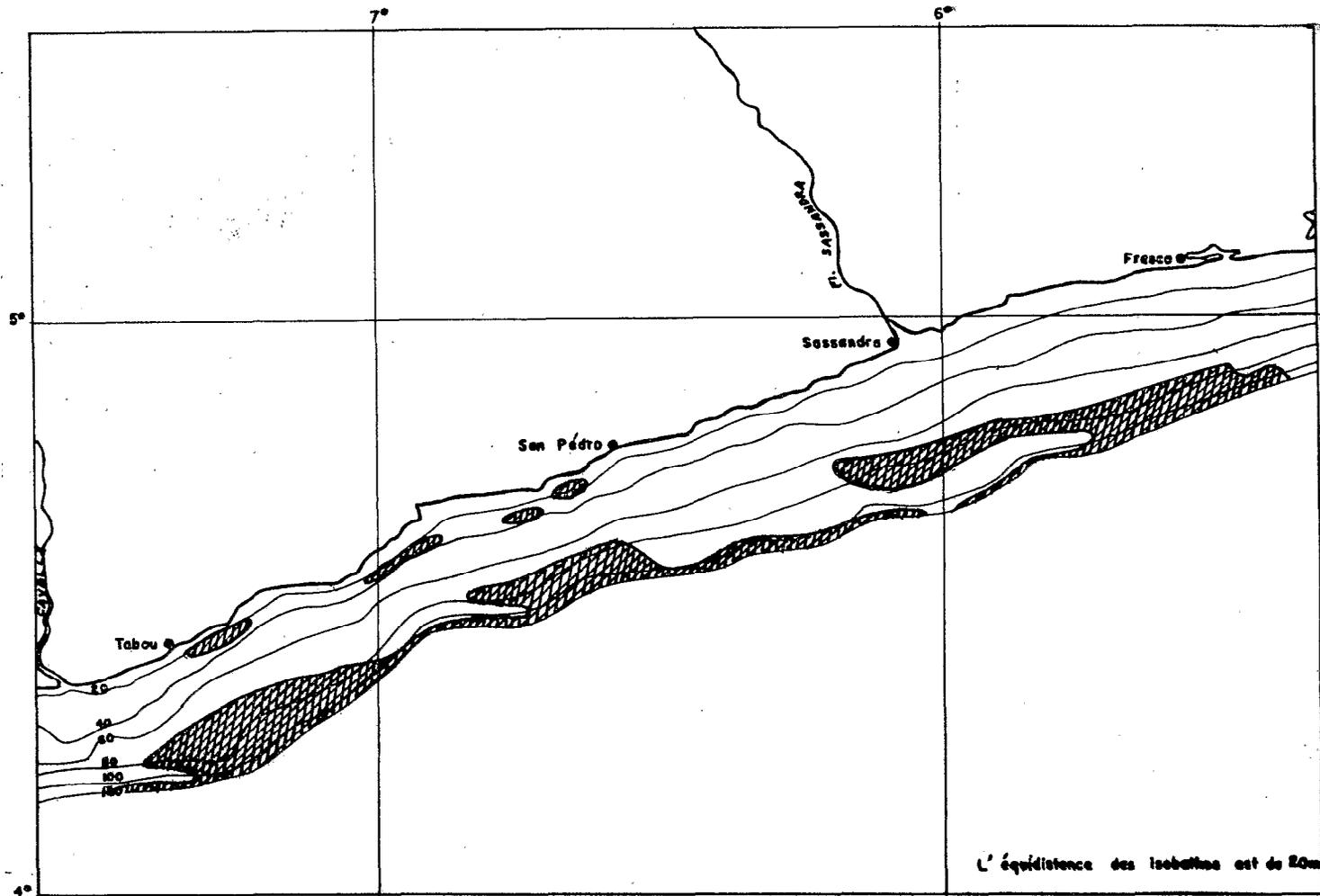


Figure 41 b - Sédiments organogènes

Tableau donnant la composition chimique moyenne de ces sédiments

		Sables grossiers moyens	Sables fins	Sables très fins	Sables vaseux très fins	Sables vaseux	Vase sableuse quartzeuse
Quartz	(1)	93,83	90,47	83,32	76,76	71,67	60,40
SiO ₂	(2)	0,93	1,96	3,20	6,72	6,86	11,87
Al ₂ O ₃		0,78	1,58	2,29	3,78	3,58	5,46
Fe ₂ O ₃		1,29	2,41	3,77	3,48	4,27	5,94
TiO ₂		0,40	0,38	0,82	0,77	0,60	1,00
MnO		0,03	0,03	0,09			
CaO		0,80	0,78	0,58	2,46	4,63	5,63
MgO		0,30	0,43	0,92	0,70	1,37	1,15
K ₂ O		0,04	0,03	0,08	0,12	0,15	0,23
Na ₂ O		0,32	0,33	0,44	0,43	0,58	0,70
P.F.		1,05	1,84	3,04	4,09	6,33	7,95

(1) Résidu acide insoluble.

(2) Silice combinée.

1.3 - Sédiments dans lesquels les débris organogènes constituent l'élément dominant (Fig.41)

La fraction grossière de ces sédiments est essentiellement formée de débris organogènes et notamment d'amphistégines plus ou moins cassées. Elle contient également des grains de quartz et des «faecal-pellets» minéralisés en proportions variables. Les carbonates peuvent former jusqu'à 75 % du sédiment total. Selon l'importance de la fraction inférieure à 50 microns, on les classe en :

1.3.1 - SABLES ORGANOGÈNES (Fig.42)

Ces sables sont assez rares et se rencontrent seulement dans les petits fonds de la région Ouest, en association avec des affleurements rocheux.

1.3.2 - SABLES VASEUX ORGANOGÈNES (Fig.43)

Ces sables vaseux organogènes forment de grandes zones s'étendant des fonds de 70 mètres au rebord du plateau continental.

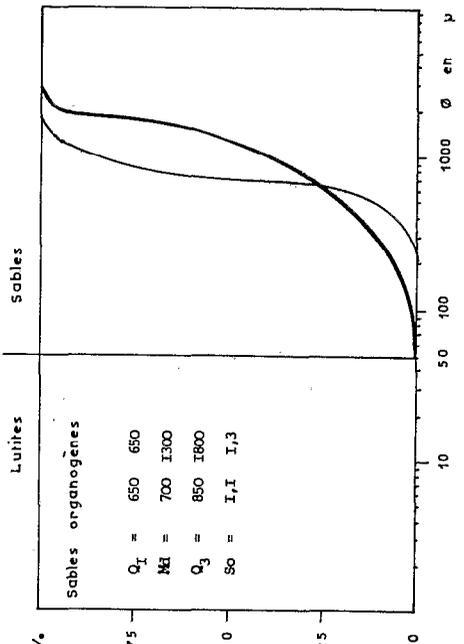
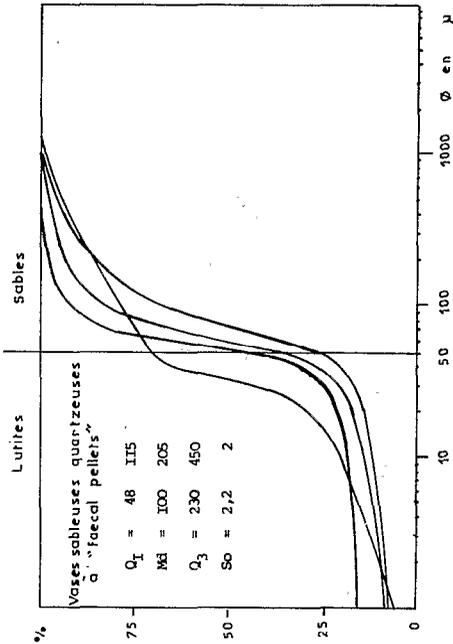
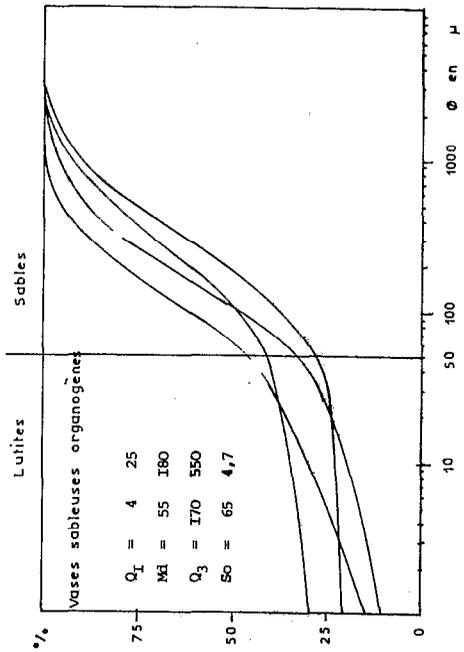
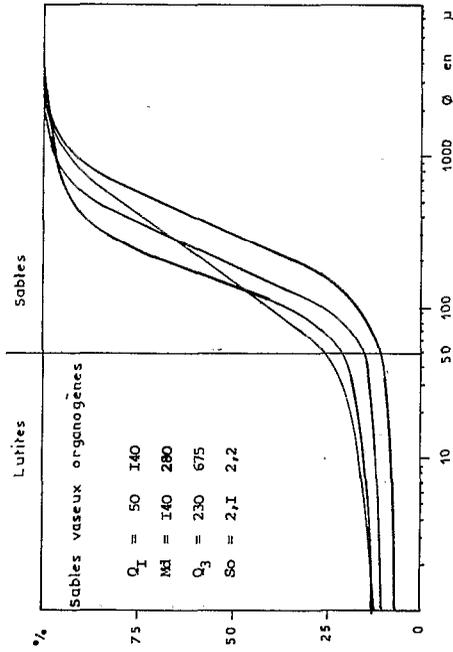


Figure 43 - Courbes granulométriques

Figure 42 - Courbes granulométriques

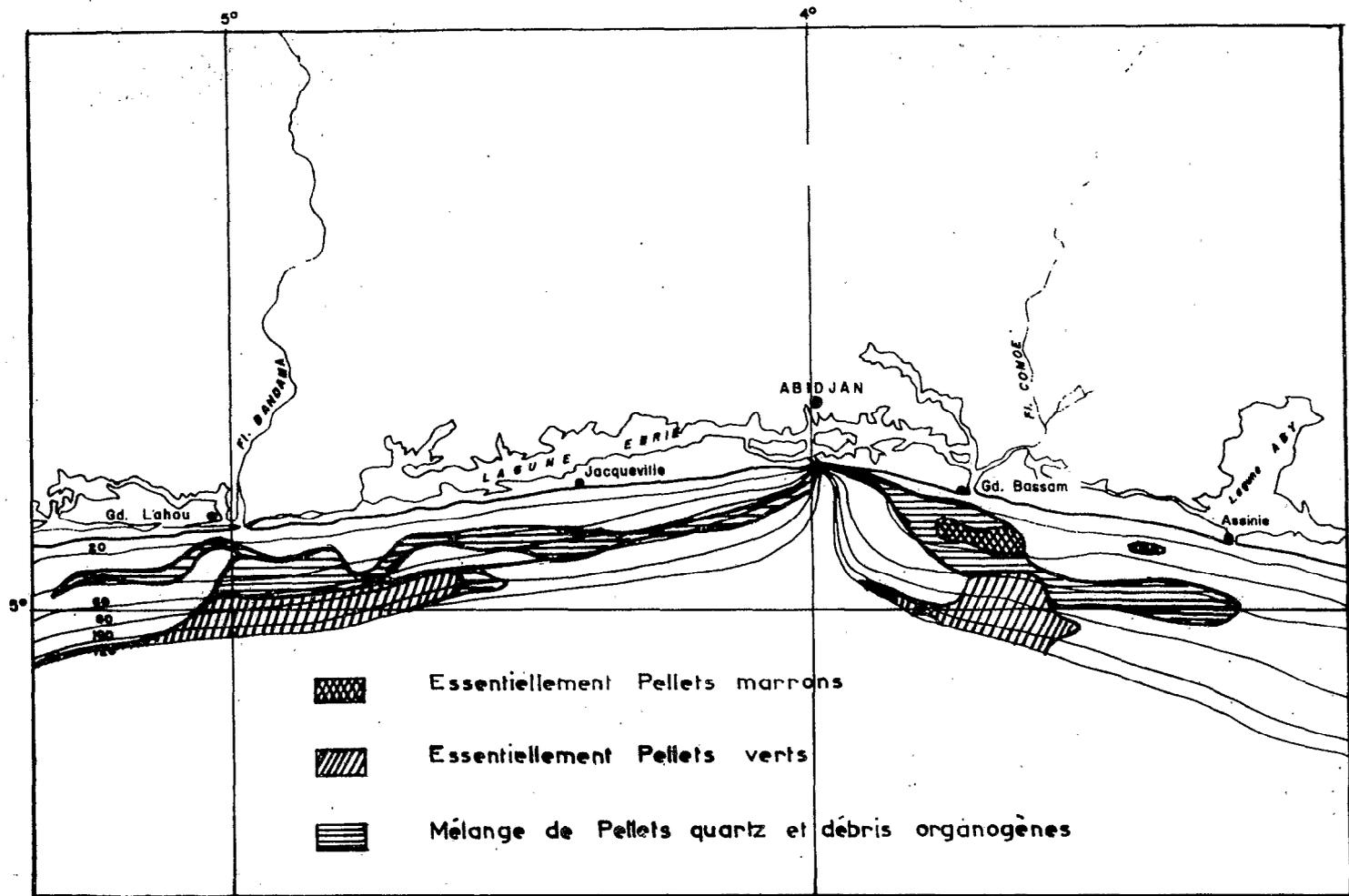


Figure 44 a - Sédiments à faecal pellets minéralisés

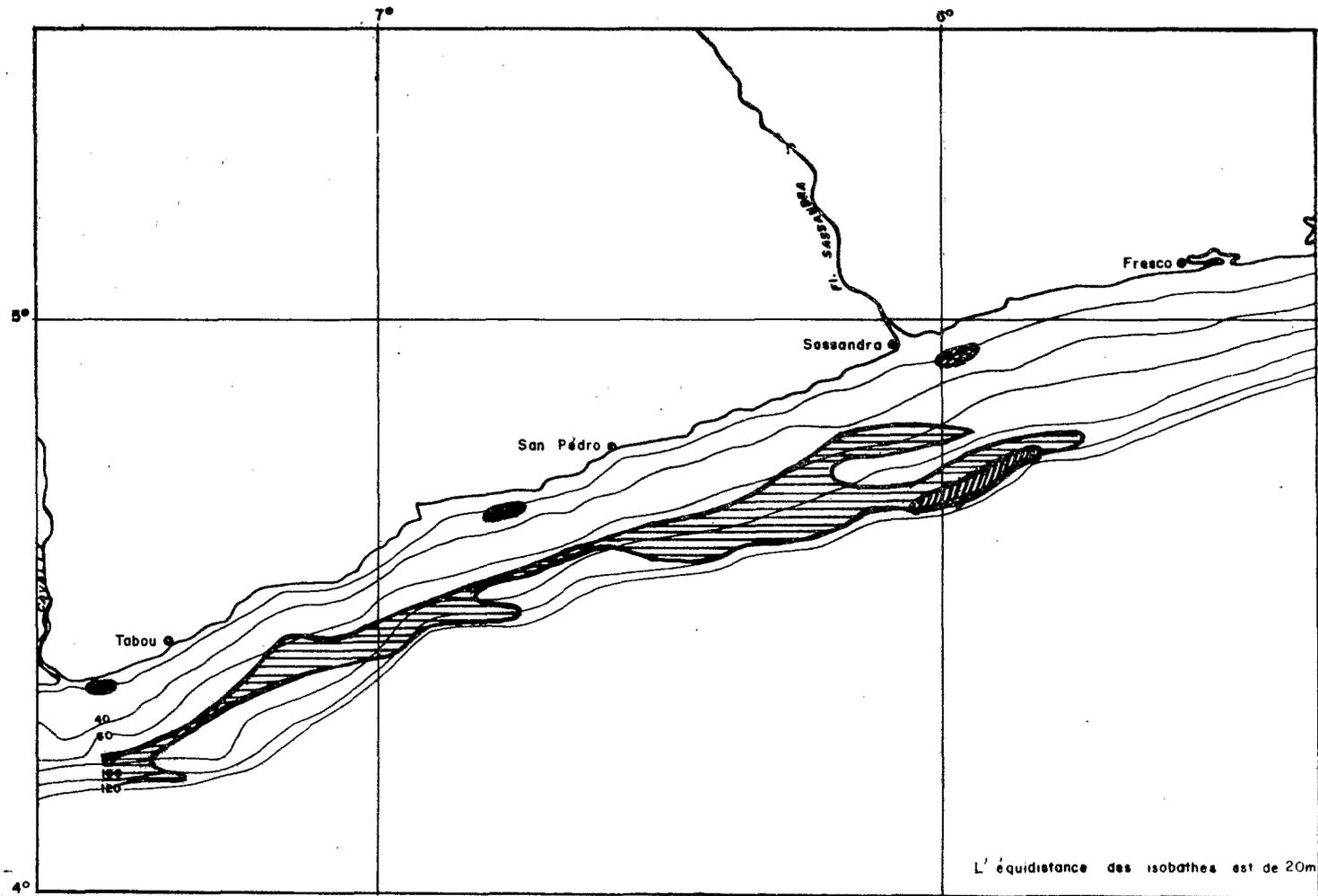


Figure 44 b - Sédiments à faecal pellets minéralisés

1.3.3 - VASES SABLEUSES ORGANOGÈNES (Fig.43)

Ce sont des sédiments très semblables aux sables vaseux organogènes ayant la même répartition que ceux-ci.

Tableau donnant la composition chimique moyenne de ces sédiments

	Sables	Sables vaseux	Vases sableuses
Quartz (1)	18,32	12,73	12,38
SiO ₂ (2)	3,20	11,46	17,64
Al ₂ O ₃	1,00	5,13	9,18
Fe ₂ O ₃	2,87	3,96	8,48
TiO ₂	0,05	0,18	0,38
MnO	0,03		
CaO	35,51	22,25	22,14
MgO	2,92	2,61	2,48
K ₂ O	0,09	0,28	0,49
Na ₂ O	0,86	0,96	1,13
P.F.	35,55	32,30	25,47

(1) Résidu acide insoluble.

(2) Silice combinée.

Actuellement ces formations organogènes du large (reliques) sont en voie d'envasement. Cet envasement peut être pratiquement nul ou au contraire total et dans ce cas les formations organogènes disparaissent sous plusieurs mètres de vase.

1.4 - Sédiments dans lesquels les « faecal-pellets » minéralisés constituent l'élément dominant de la fraction grossière (Fig.44)

1.4.1 - LA FRACTION GROSSIÈRE EST ESSENTIELLEMENT FORMÉE DE « FAECAL-PELLETS » VERTS (Fig.45)

Les éléments accessoires sont surtout des débris de coquilles des foraminifères et quelques grains de quartz. La teneur en granules verts varie de 25 à plus de 75 % du sédiment total.

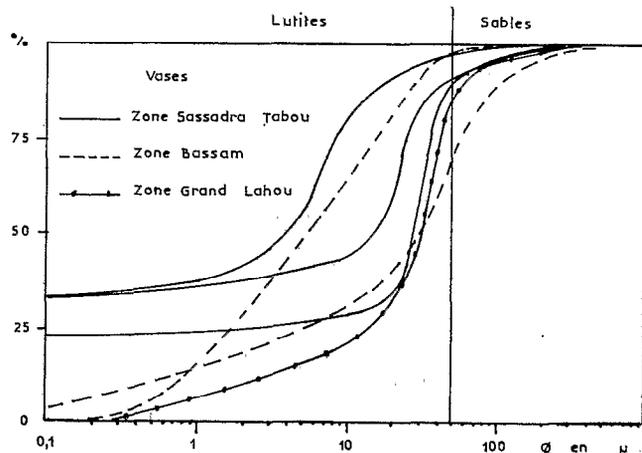
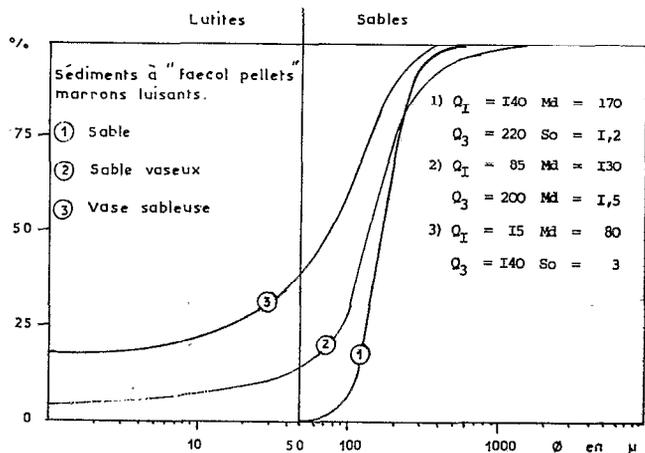
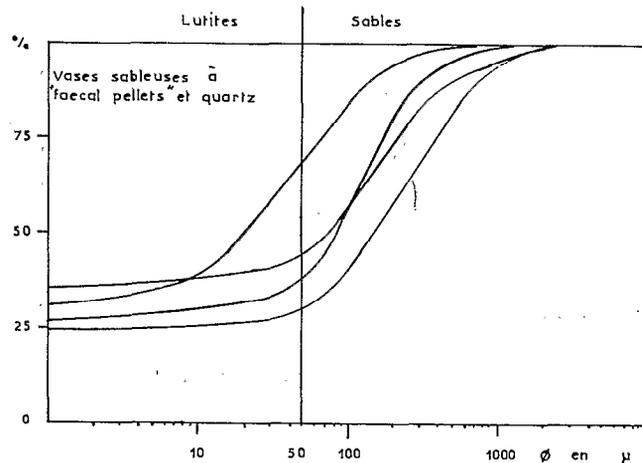
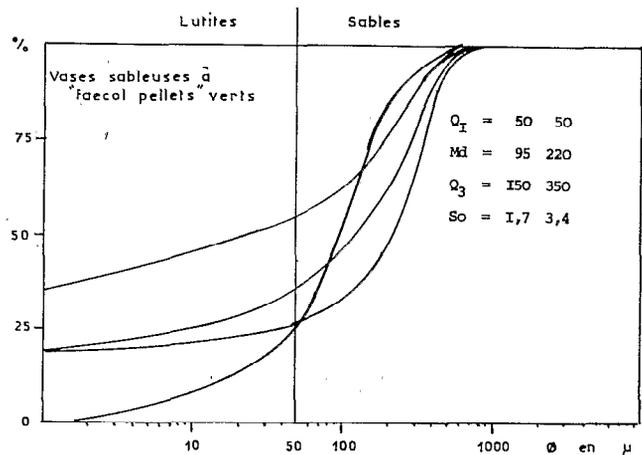


Figure 45 - Courbes granulométriques

Figure 46 - Courbes granulométriques

Ces sédiments recouvrent deux zones importantes s'étendant de 70 mètres au rebord du plateau continental, au large de Grand-Bassam et de Grand-Lahou, et des zones plus réduites, au large de Sassandra.

1.4.2 - LA FRACTION GROSSIÈRE EST ESSENTIELLEMENT FORMÉE DE «FAECAL-PELLETS» MARRON, POLIS ET LUISANTS

La teneur en quartz est généralement plus importante que dans la catégorie précédente. Ces granules marron ne s'étendent pas au-dessous de 40 mètres de profondeur. Ils forment une zone importante au large de Grand-Bassam, et des zones plus réduites à l'Ouest d'Assinie, à l'Est de Grand-Lahou et au large de Sassandra.

1.4.3 - LA FRACTION GROSSIÈRE EST FORMÉE D'UN MÉLANGE DE «FAECAL-PELLETS», DE GRAINS DE QUARTZ ET DE DÉBRIS DE COQUILLES (Fig.46)

Tableau donnant la composition chimique moyenne de ces sédiments

		Sédiments à pellets verts	Sédiments à pellets marron	Sédiments à pellets, quartz et débris
Quartz	(1)	14,77	13,60	41,60
SiO ₂	(2)	30,66	16,20	18,71
Al ₂ O ₃		12,03	3,34	8,67
Fe ₂ O ₃		21,30	32,50	10,20
TiO ₂		0,66	0,65	0,71
MnO		0,16	0,31	
CaO		4,50	7,65	6,17
MgO		1,52	6,04	1,63
K ₂ O		0,93	0,22	0,39
Na ₂ O		1,06	0,90	0,94
P.F.		11,99	17,20	10,91

(1) Résidu acide insoluble.

(2) Silice combinée.

Selon le pourcentage de fraction grossière, nous distinguons des sables vaseux ou des vases sableuses à «faecal-pellets» et quartz. Ces sédiments recouvrent de grandes surfaces du plateau continental à la périphérie des sédiments quartzeux, organogènes et vaseux.

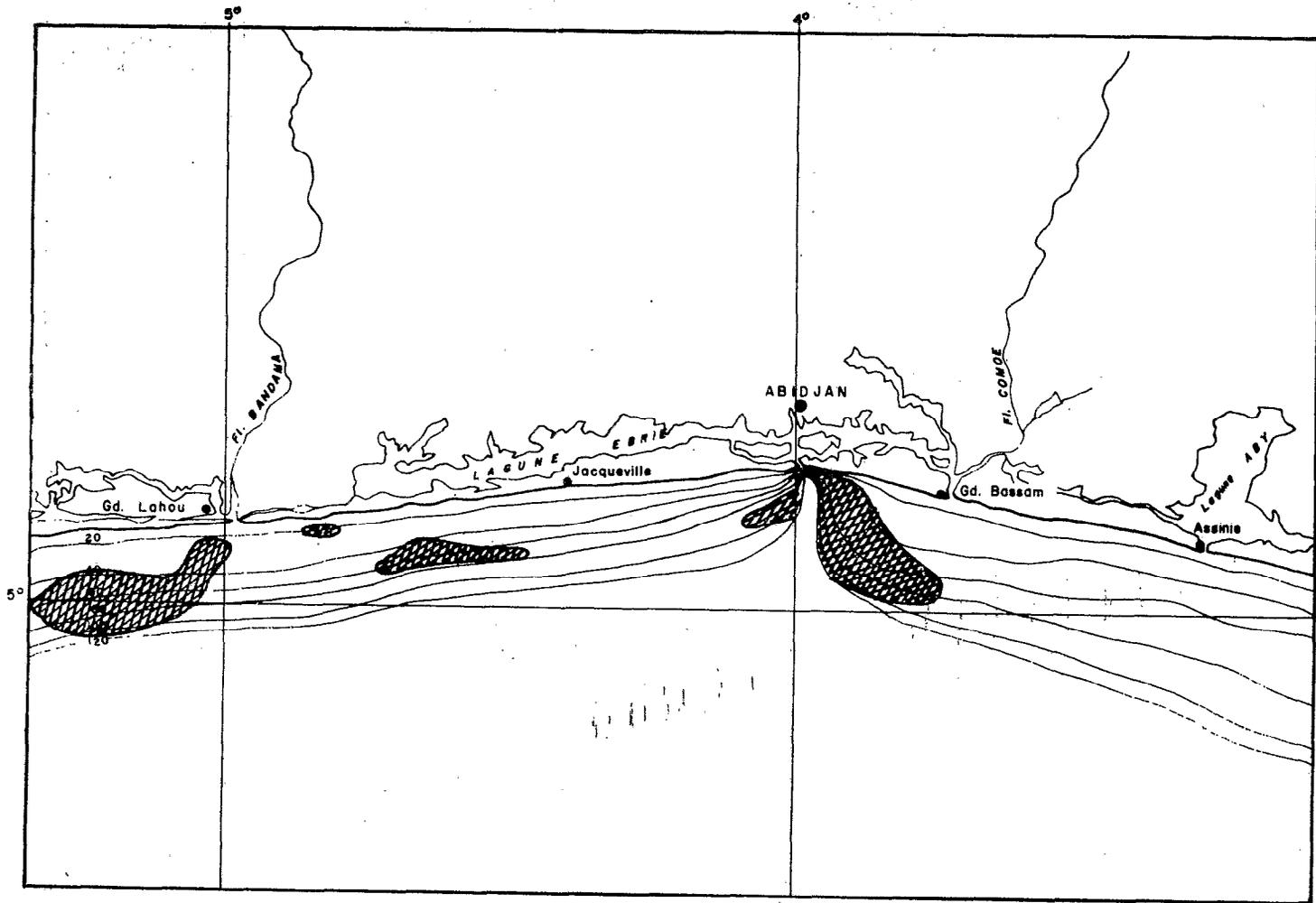


Figure 47 a et b - Zones vaseuses

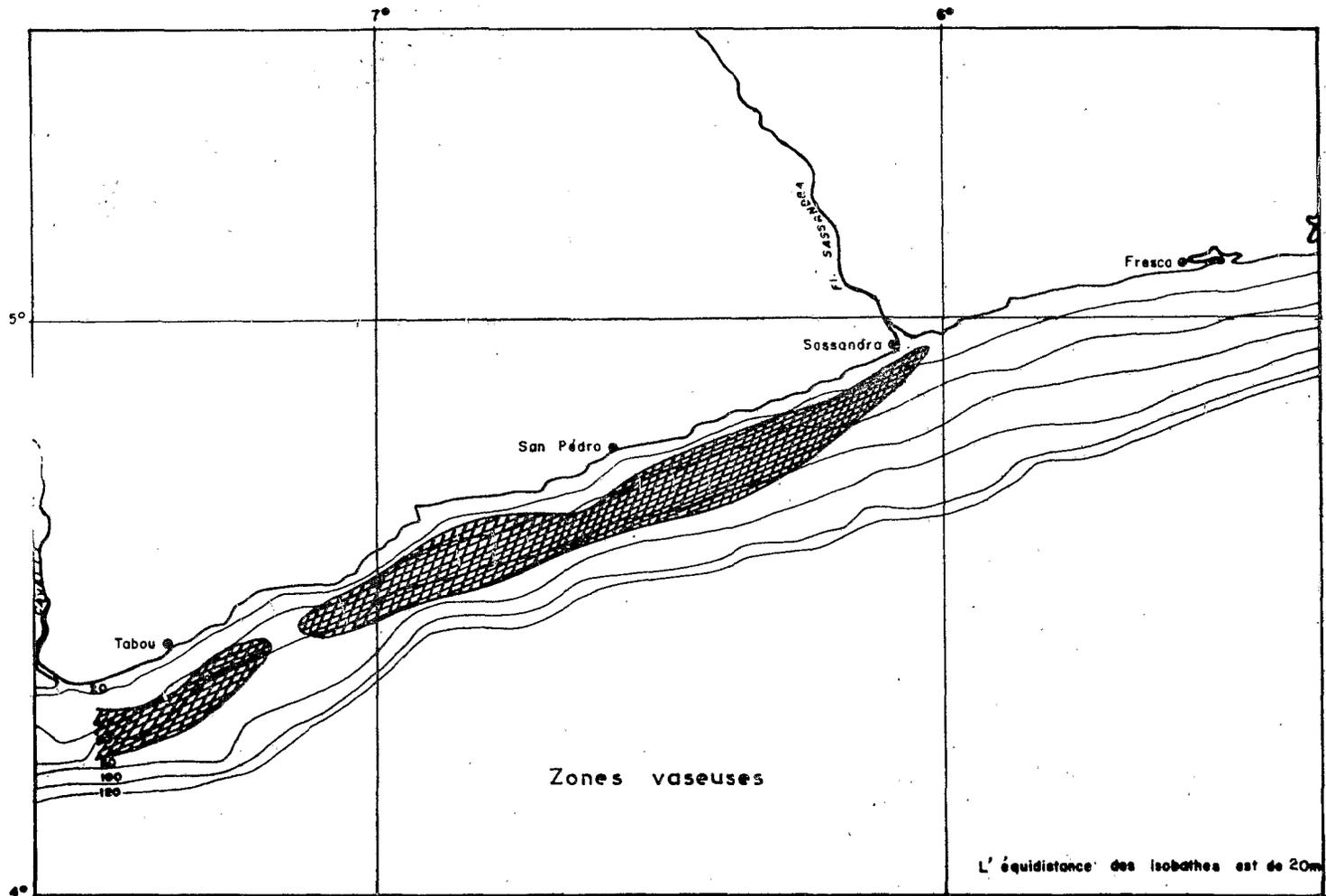


Figure 47 b

1.5 - Les vases (Fig.47)

Ce sont des sédiments contenant moins de 25 % d'éléments de diamètre supérieur à 50 microns.

Tableau donnant la composition moyenne des vases

		Zone de Grand-Lahou	Zone de Sassandra	Zone de Grand-Bassam
Quartz	(1)	23,83	19,90	42,14
SiO ₂	(2)	26,31	26,76	19,27
Al ₂ O ₃		20,02	18,87	12,99
Fe ₂ O ₃		6,62	8,95	6,92
TiO ₂		0,76	0,85	0,60
MnO			0,02	
CaO		3,42	6,71	3,56
MgO			1,10	1,81
K ₂ O		0,50	0,49	0,38
Na ₂ O		2,38	1,50	1,30
P.F.		15,08	16,86	10,99

(1) Résidu acide insoluble.

(2) Silice combinée.

Les vases se répartissent suivant trois zones principales en relation avec les embouchures des cours d'eau. D'Est en Ouest, nous rencontrons une première zone importante en relation avec l'embouchure de la Comoé et s'étendant de celle-ci jusqu'au Trou-sans-fond. Sur les fonds de 80 à 100 mètres, elle se poursuit légèrement au-delà du Trou-sans-fond.

Une deuxième zone importante est située à proximité de l'embouchure du Bandama. Elle s'étend des fonds de 20 mètres au rebord du plateau continental.

La troisième zone se trouve entre l'embouchure du Sassandra et celle du Cavally. Elle forme une bande pratiquement continue qui s'étend de 30-40 mètres à 60-70 mètres.

Les vases de la région Sassandra Cavally contiennent d'avantage d'argile (25 à 40%) que celles de la région de Grand-Lahou (environ 10%) et que celles de Grand-Bassam (20 à 30 %) (Fig.46). Cela apparaît également dans le tableau de la composition chimique moyenne des vases où l'on peut voir que les vases de Grand-Lahou ont une teneur en quartz supérieure à celle des vases de Sassandra.

1.6 - Composition minéralogique de la fraction inférieure à 2 microns (Fig.48)

La composition minéralogique de cette fraction fine est toujours très monotone. Elle comporte les trois types de minéraux argileux suivants : kaolinite, montmorillonite et illite. La kaolinite constitue le minéral légèrement dominant. En moyenne nous avons les pourcentages suivants : kaolinite 50%, montmorillonite 30% et illite 20%.

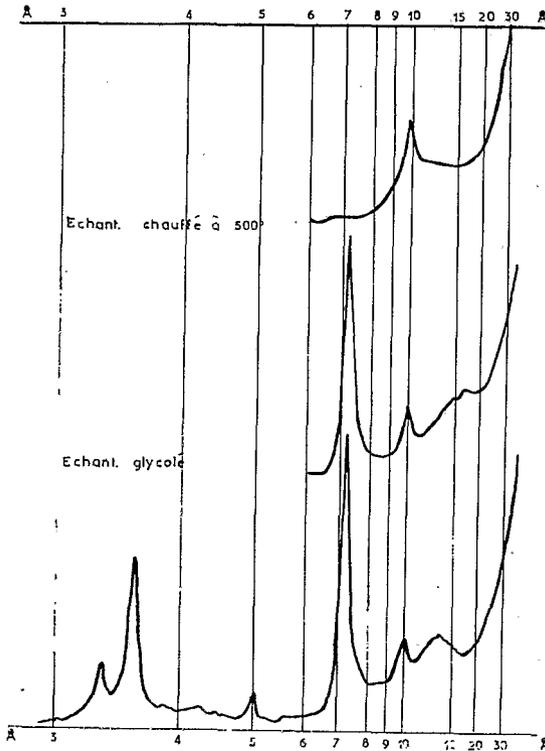


Figure 48 - Diffractogrammes de la fraction argileuse des sédiments du plateau continental

Une étude systématique a été effectuée au large de Grand-Bassam, Jacqueline et Grand-Lahou.

On peut noter que dans chaque radiale, l'échantillon prélevé à 10 mètres de profondeur donne un diagramme moins intense que les échantillons plus profonds. Comme les échantillons ont tous subi le même traitement préparatoire, cela est explicable par le fait que les vases contiennent à ce niveau plus de matière organique ou de matériel amorphe perturbant la diffraction des Rayons X par les phyllites.

Il y a quelques présomptions de traces de gibbsite dans certains échantillons.

Profondeur en mètres	Kaolinite	Montmorillonite	Illite	Gibbsite
1) Grand-Bassam				
10	60	20	20	
20	60	20	20	
30	50	30	20	
40	50	30	20	
50	50	30	20	+
60	50	30	20	+
70	50	30	20	
80	40	40	20	
90	50	30	20	+
100	50	30	20	
120	50	30	20	
2) Jacqueline				
10	50	50	20	
20	50	30	20	
30	60	20	20	
40	50	30	20	
50	50	30	20	
60	50	30	20	+
70	50	30	20	
80	50	30	20	
90	50	30	20	
100	50	30	20	
120	50	30	20	
3) Grand-Lahou				
10	50	30	20	
20	60	40	20	
30	50	30	20	
40	40	40	20	+
50	40	40	20	
60	40	40	20	
70	50	30	20	
80	50	30	20	
90	60	30	10	
100	50	30	20	

2 - CARTE SEDIMENTOLOGIQUE

Trois cartes à 1/200 000 ont été publiées indépendamment (Martin, notice explicative N^o 48, ORSTOM, 1 973).

2.1 - Principe

La carte sédimentologique du plateau continental de Côte d'Ivoire a été dressée selon les normes recommandées par le groupe de normalisation de la carte de nature des fonds du plateau continental français (BRGM - 1 969). Cette carte est descriptive et écarte toute interprétation, elle représente des faits et non des hypothèses ; elle décrit l'état actuel mais n'en raconte pas la genèse. Elle rend essentiellement compte de la nature du dépôt sous-marin superficiel. Les caractéristiques des sédiments qui ont été retenues pour la cartographie sont :

- A titre principal, la granulométrie et la teneur en carbonates,
- A titre accessoire, la présence dominante dans la fraction grossière de «faecal-pellets» minéralisés.

2.2 - Précision de la carte sédimentologique

La couverture bathymétrique de la région est assez sommaire et les cartes existantes sont souvent anciennes. J'ai toutefois utilisé les minutes de sonde du Service Hydrographique de la Marine française (mission de l'Atlantique Sud 1 962 et 1 964-1 965) ; ces minutes couvrent le plateau continental et la pente continentale sur une zone allant de Grand-Bassam à Jacquerville. J'ai également pu utiliser les résultats de la campagne du N.O REINE POKOU sur la pente continentale entre Jacquerville et Sassandra. Cette campagne à laquelle j'ai participé a été effectuée en Juin 1 967 pour le compte de l'ERAP et de l'IFP. Les repérages étaient effectués à l'aide d'une chaîne de radio navigation TORAN. Grâce à ces données, j'ai pu obtenir la position du rebord du plateau continental avec une très grande précision, ce qui m'a permis de recalibrer mes propres mesures dans toute cette région.

Pour le fond de carte, j'ai utilisé les cartes au 1/50 000 de l'Institut Géographique National. La bathymétrie y a été portée en fonction des données existantes et des mesures effectuées lors du prélèvement des 1 600 échantillons qui couvrent le plateau continental. Il est évident que ce fond de carte présente encore des imperfections, mais dans les conditions actuelles de navigation, il est difficile d'obtenir une plus grande précision.

Les prélèvements ayant été effectués en fonction de la profondeur selon des radiales Nord-Sud, l'exactitude dans la détermination des zones sédimentaires est liée à la précision du fond bathymétrique et à une bonne correction de la dérive littorale au cours du parcours de la radiale.

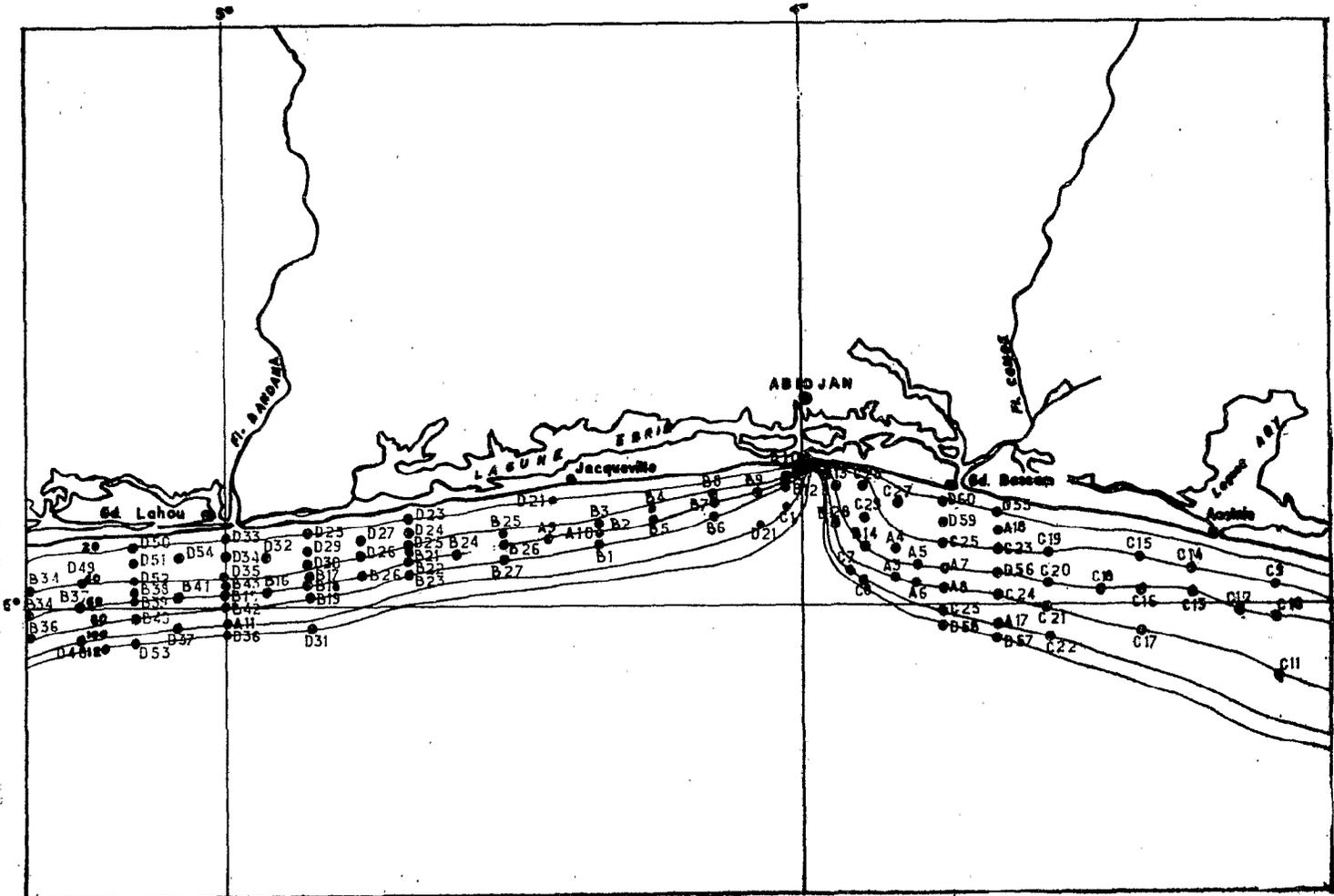


Figure 49 - Position des carottages

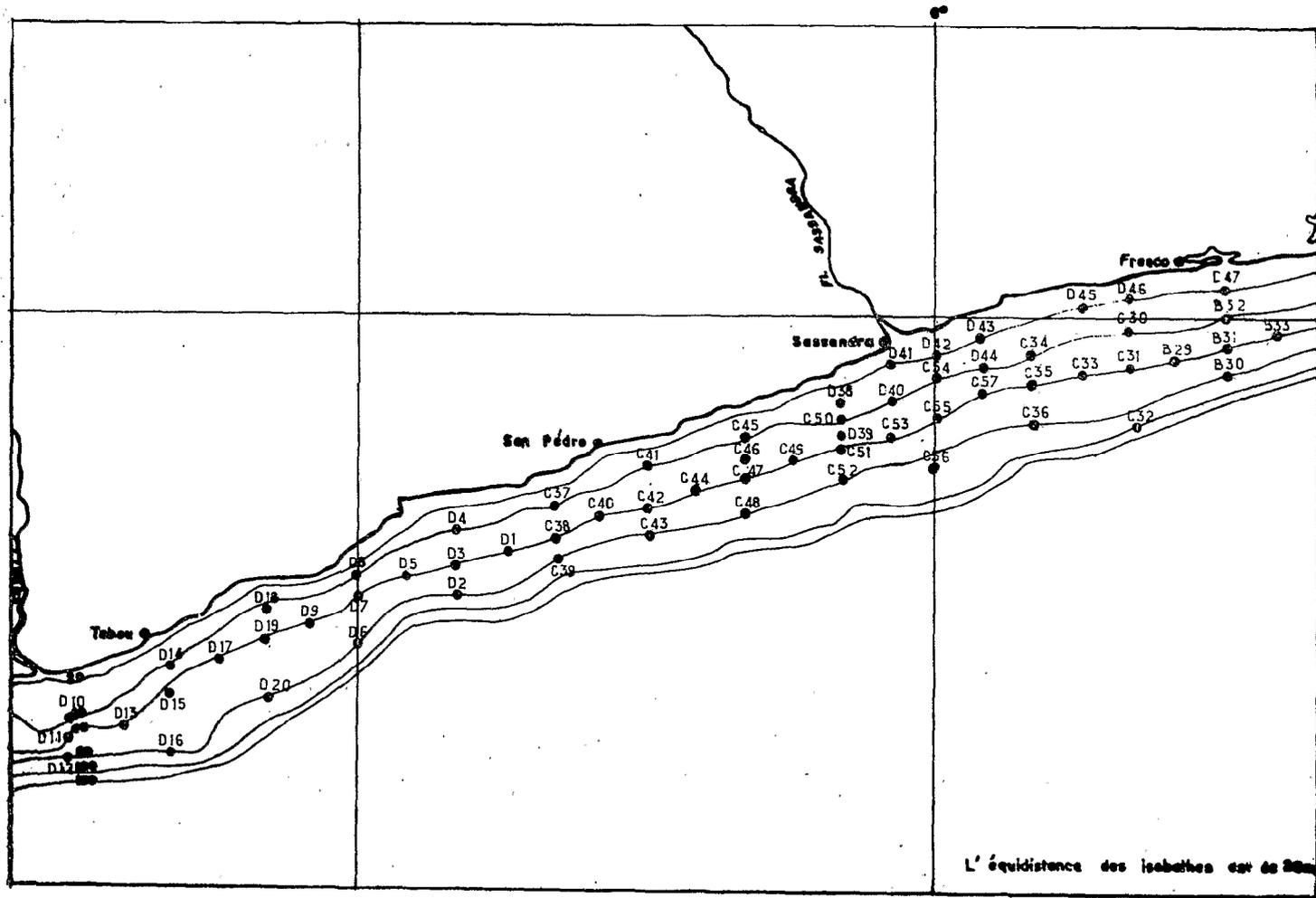


Figure 50 - Position des carottages

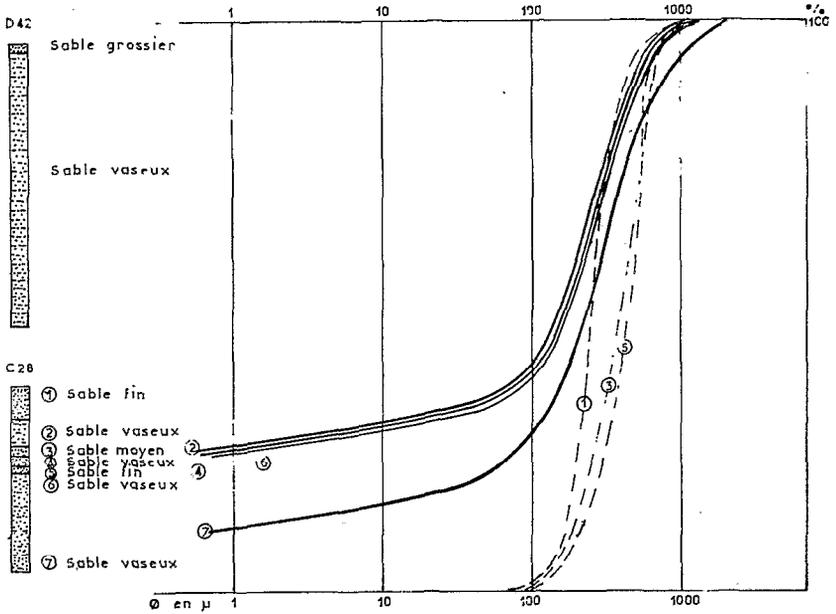


Figure 51 - Logs et courbes granulométriques des carottes D42 et C28

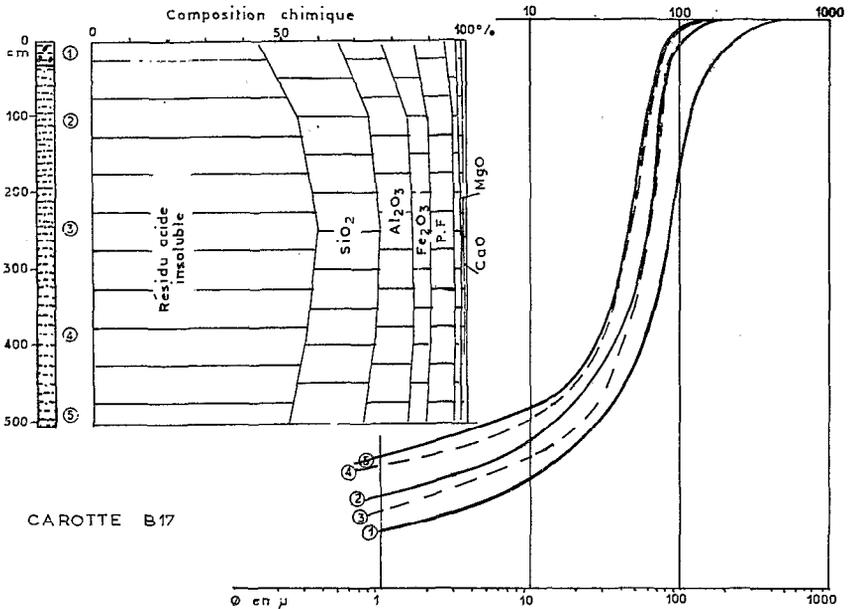


Figure 52 - Log, composition chimique et courbes granulométriques de la carotte B17

3 - ETUDE DES SEDIMENTS PRELEVES PAR CAROTTAGE

Cent soixante carottages ont été effectués à l'aide d'un carottier Kullenberg (Fig.49 et 50). La longueur maximum des carottes a été de huit mètres. Les positions et les logs sommaires des carottes prélevées sont données sur les figures 75 à 81.

3.1 - Carottes prélevées dans les zones de sables quartzeux

La pénétration du carottier est souvent mauvaise et la récupération du sédiment difficile. Cependant nous avons réussi à obtenir quelques carottes dont la longueur varia de quelques centimètres à 300 centimètres. Sur sables grossiers ou moyens (carotte D50, Ouest de Grand-Lahou), nous n'avons noté aucun changement granulométrique (Fig.77). Par contre, les carottes prélevées sur sables fins (D22, Ouest de Jacquerville) montrent que ceux-ci ne forment qu'une couche très mince (Fig.78). Très rapidement nous trouvons les sables grossiers ou moyens. On peut penser que la bande de sables ou sables vaseux très fins que l'on trouve à peu près constamment sur les fonds de 10 mètres s'est formée à partir des grains les plus fins des sables moyens et grossiers mis en suspension par le déferlement et qui se déposent en arrière dans les eaux plus calmes.

Exceptionnellement nous avons rencontré (carotte D42, Est de Sassandra) sous une couche de sables grossiers jaune-roux, une vase sableuse (Fig.51). Il en est de même dans la carotte C28 (Fig.51) où nous avons la succession suivante :

- De 0 à 38 cm : sable fin,
- De 48 à 77 cm : vase sableuse,
- De 77 à 92 cm : sable moyen,
- De 92 à 108 cm : sable vaseux,
- De 108 à 120 cm : sable moyen,
- De 120 à 243 cm : sable vaseux.

Les courbes granulométriques traduisent une augmentation de la dimension des particules, du haut vers le bas de la carotte. Au point de vue chimique, les sables vaseux sont caractérisés par une augmentation de la teneur en quartz, du sommet au bas de la carotte. Ces carottes sont situées à la limite des zones sableuses et des zones sablo-vaseuses.

3.2 - Carottes prélevées dans les zones de sables vaseux et de vases sableuses

Nous retrouvons en général, sous une épaisseur de vase sableuse et de sable vaseux plus ou moins grande, les sables grossiers ou moyens. Parfois nous n'atteignons pas les sables mais la teneur en particules grossières augmente avec la profondeur. Il peut même arriver que la carotte traverse sur toute sa longueur une vase sableuse sans que l'on note une augmentation quelconque de la teneur en

fraction grossière. Ainsi dans la carotte B17, prélevée à 51 mètres de profondeur à l'Est de Grand-Lahou, nous ne décelons qu'une vase sableuse (Fig.52). Les courbes granulométriques assez proches les unes des autres traduisent la bonne homogénéité du sédiment. Le petit décalage de la courbe N° 1 vers la droite (grossier) est dû à la présence de «faecal-pellets» minéralisés. Cette présence se traduit également au point de vue chimique par une plus forte teneur en fer dans le haut de la carotte. La teneur en quartz varie de 45 à 60 % dans le même sens que les courbes granulométriques. Les autres éléments restent assez homogènes sur toute la hauteur de la carotte.

Par contre, dans la carotte B11 (Fig.53), longue de 199 centimètres et prélevée à l'Ouest du Trou-sans-fond sur les fonds de 60 mètres, nous avons la succession suivante :

- De 0 à 30 cm : sable vaseux,
- De 30 à 120 cm : sable fin essentiellement formé de petits grains de quartz,
- De 120 cm au bas de la carotte : sable moyen jaune-roux.

Les courbes granulométriques traduisent bien cette variation dans les dimensions des particules du sédiment.

Dans la carotte B25 (Fig.54), longue de 413 centimètres et prélevée à 50 mètres de profondeur à l'Ouest de Jacquerville, nous avons la succession suivante :

- De 0 à 250 cm : vase sableuse,
- De 250 cm au bas de la carotte : sable vaseux.

Les courbes granulométriques traduisent cette augmentation de la dimension des particules du sommet au bas de la carotte. De même, l'analyse chimique montre une augmentation de la teneur en quartz.

Dans certaines carottes nous découvrons, sous des sables vaseux, une formation continentale plus ou moins argileuse de couleur bariolée ou ocre. Cette formation a été atteinte : dans la région d'Assinie sur les fonds de 40 mètres par les carottes C9, C14 et C15, à l'Ouest du Trou-sans-fond sur les fonds de 50 mètres par la carotte B8, à l'Ouest de Grand-Lahou sur les fonds de 25 mètres par la carotte D51, à l'Ouest de Fresco sur les fonds de 20 mètres par les carottes D47 et D46.

La fraction argileuse de ce sédiment est presque exclusivement formée de kaolinite. Elle se différencie donc des sédiments marins du plateau continental, constitués d'un mélange de kaolinite, de montmorillonite et d'illite.

Dans la carotte C9 (Fig.55), longue de 148 centimètres, nous décelons la succession suivante :

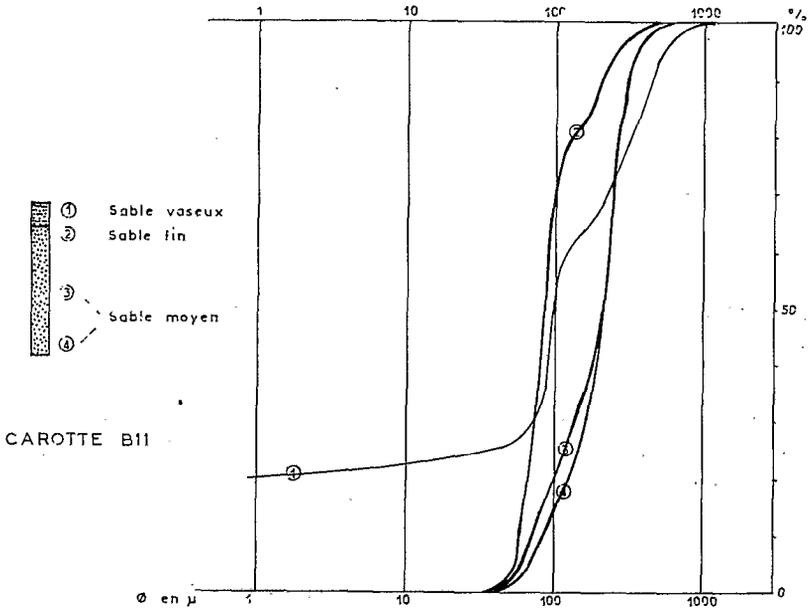


Figure 53 - Logs et courbes granulométriques de la carotte B11

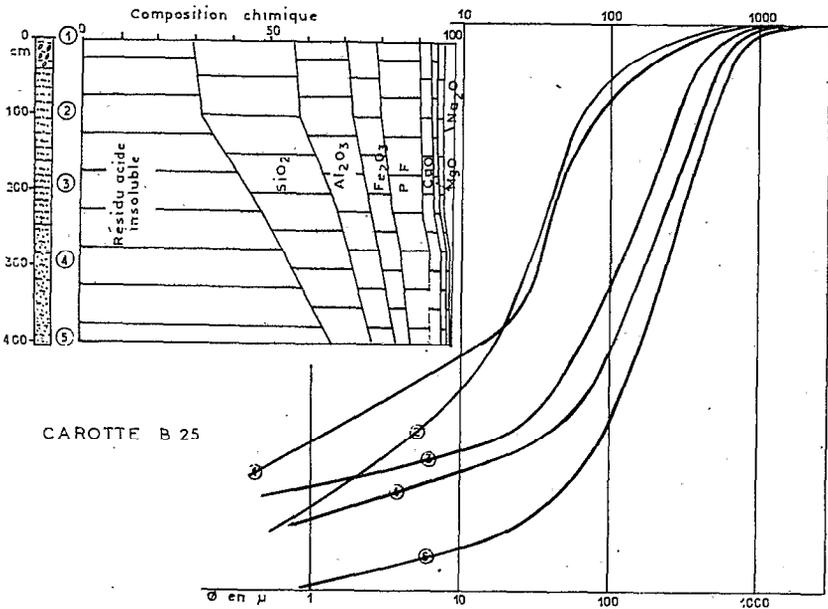


Figure 54 - Log, composition chimique et courbes granulométriques de la carotte B25

- De 0 à 30 cm : sable vaseux gris foncé,
- De 30 à 40 cm : sable vaseux marron clair,
- De 40 à 140 cm : passée coquillière avec notamment une Arca,
- De 160 à 240 cm : gravier vaseux passant à un sable grossier,
- De 240 à 298 cm : sable vaseux fin marron clair à jaune avec des gros éléments dans le bas,
- De 298 à 418 cm : argile bariolée.

Les courbes granulométriques traduisent cette hétérogénéité que l'on rencontre sur toute la hauteur de la carotte. Les courbes 1 et 2 ont une fraction grossière semblable, tandis que les courbes 3 et 4 traduisent une augmentation de la dimension des particules grossières. Par contre, la courbe N° 5 indique une nette diminution de la taille des particules de la fraction grossière. Si on examine cette courbe, on constate que ce sédiment est formé de trois parties : une fraction fine d'environ 20 %, une fraction comprise entre 70 et 100 microns de 60 %, très bien classée et une fraction comprise entre 100 et 2 500 microns, assez mal classée. Les courbes 6 et 7 (argile bariolée) sont très différentes. La fraction fine forme environ 90 % du sédiment ; la fraction inférieure à 2 microns 40 %. Au point de vue chimique, l'argile bariolée est caractérisée par une teneur en quartz d'environ 27 % qui est beaucoup plus faible que celle de la partie supérieure de la carotte. Par contre, la teneur en fer (17 à 18 %) y est beaucoup plus élevée. Il faut également noter une assez forte teneur (6 %) en calcium.

Dans la carotte C14 (Fig.56), longue de 278 centimètres, nous avons la succession suivante :

- De 0 à 10 cm : sable fin vaseux,
- De 10 à 140 cm : sable moyen à grossier vaseux,
- De 140 à 278 cm : sédiment ocre avec une fraction grossière de 30 à 40 %.

Les courbes granulométriques traduisent cette hétérogénéité des sédiments. Les courbes 2 et 3 diffèrent de la courbe 1 par leurs fractions grossières qui contiennent des éléments plus gros. Les courbes 4 et 5 diffèrent des trois premières par une fraction fine beaucoup plus abondante. De plus elles diffèrent entre elles par leurs fractions grossières qui peuvent être formées de particules plus ou moins bien classées.

Par rapport au sable vaseux, le sédiment ocre se caractérise, au point de vue chimique, par une faible teneur en quartz, calcium et magnésium et une plus forte teneur en silice, alumine, fer et titane.

Dans la carotte C15 (Fig.57), longue de 324 centimètres, nous avons la succession suivante :

- De 0 à 22 cm : sable vaseux vert,
- De 22 à 160 cm : vase très sableuse passant à un sable vaseux,

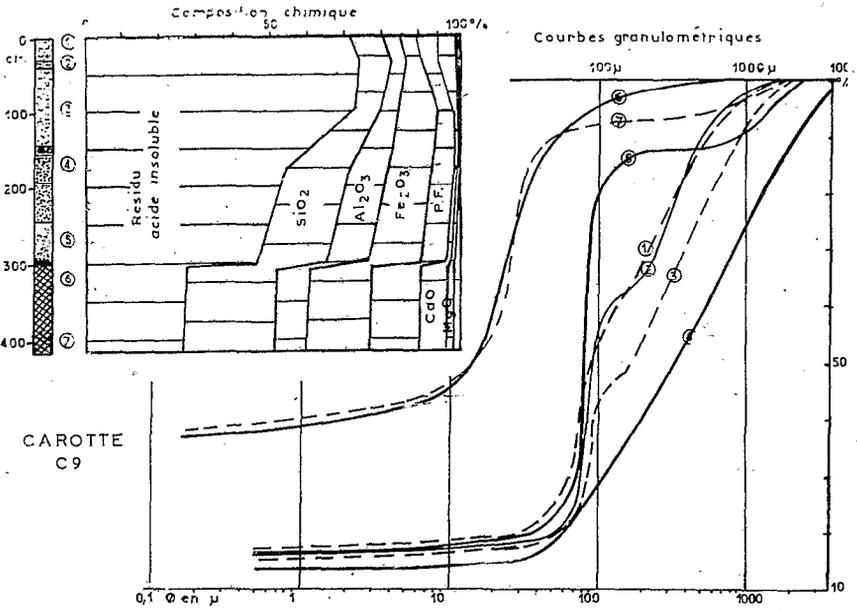


Figure 55 - Log, composition chimique et courbes granulométriques de la carotte C 9

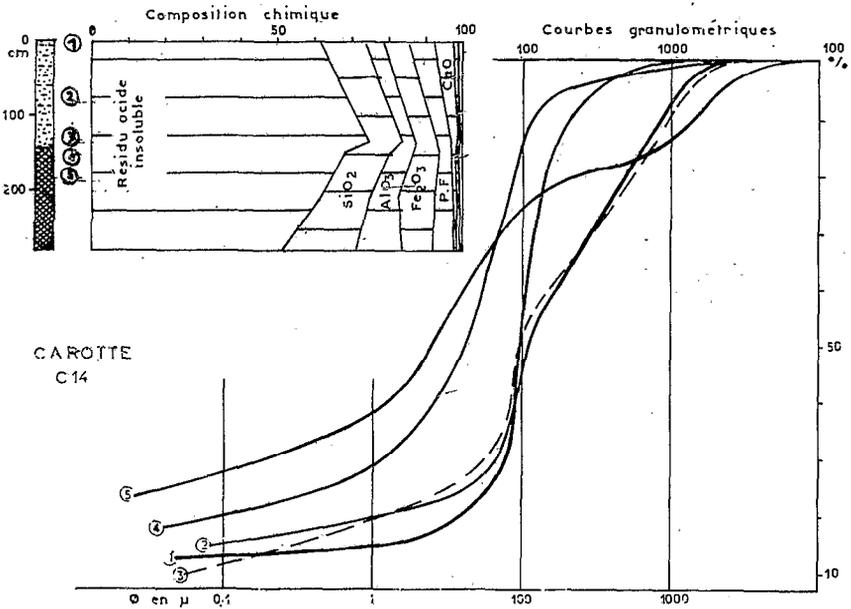


Figure 56 - Log, composition chimique et courbes granulométriques de la carotte C14

- De 160 à 190 cm : sédiment ocre contenant des agglomérats cimentés par des oxydes de fer,
- De 190 à 220 cm : sédiment ocre jaune avec des éléments moins grossiers,
- De 220 à 324 cm : sédiment ocre avec des taches blanchâtres.

Dans la partie supérieure de la carotte, les courbes granulométriques traduisent une augmentation de la dimension des particules grossières, du sommet vers le bas. Le sédiment ocre est mal classé et la courbe 5 se rapproche de la courbe 5 de la carotte C14. Au point de vue chimique, le sable vaseux vert du sommet se différencie de la vase sableuse sous-jacente par une plus faible teneur en calcium. Le sédiment ocre à agglomérats ferrugineux est caractérisé par une plus forte teneur en quartz et en fer et par l'absence de calcium. Le sédiment ocre sous-jacent contient moins de quartz et de fer.

Dans la carotte B8, longue de 237 centimètres, nous avons la succession suivante :

- De 0 à 45 cm : sable fin devenant plus grossier vers le bas,
- De 45 à 118 cm : sable vaseux gris foncé,
- De 118 à 170 cm : sédiment sableux ocre,
- De 180 à 237 cm : sable argileux bariolé.

Dans la carotte D51, longue de 360 centimètres, nous avons la succession suivante :

- De 0 à 150 cm : vase sableuse,
- De 150 à 210 cm : sable vaseux gris,
- De 210 à 360 cm : sable argileux ocre.

Dans la carotte D47, longue de 310 centimètres, nous avons la succession suivante :

- De 0 à 210 cm : vase sableuse grise,
- De 210 à 310 cm : sable argileux ocre.

Dans la carotte D46, longue de 104 centimètres, nous avons la succession suivante :

- De 0 à 22 cm : sable,
- De 22 à 45 cm : sable vaseux,
- De 45 à 104 cm : sable argileux ocre.

Nous avons également atteint des niveaux tourbeux sous une couche de vase et de sable plus ou moins épaisse. Par exemple, dans la carotte B5 (Fig.58) longue de 255 centimètres et prélevée à 63 mètres de profondeur à l'Est de Jacqueline, nous avons la succession suivante :

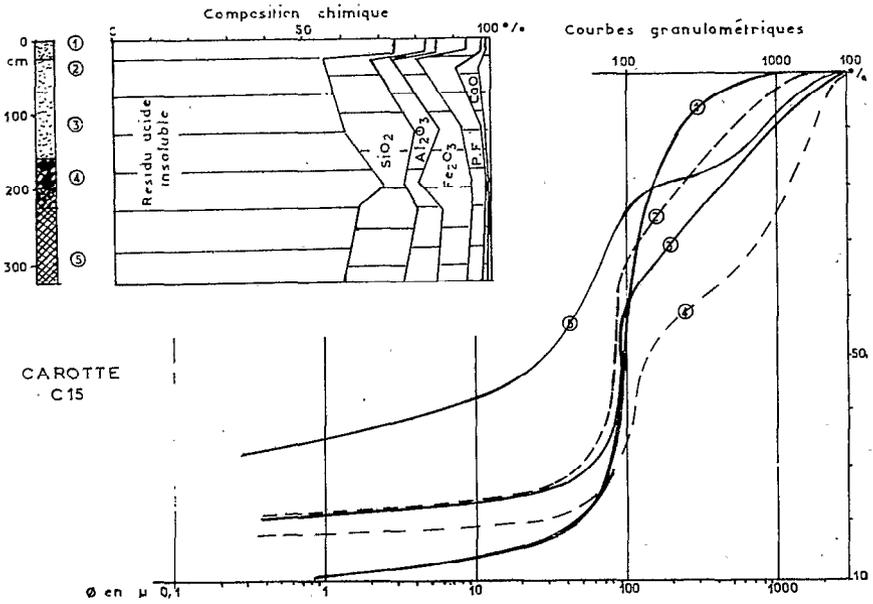


Figure 57 - Log, composition chimique et courbes granulométriques de la carotte C15

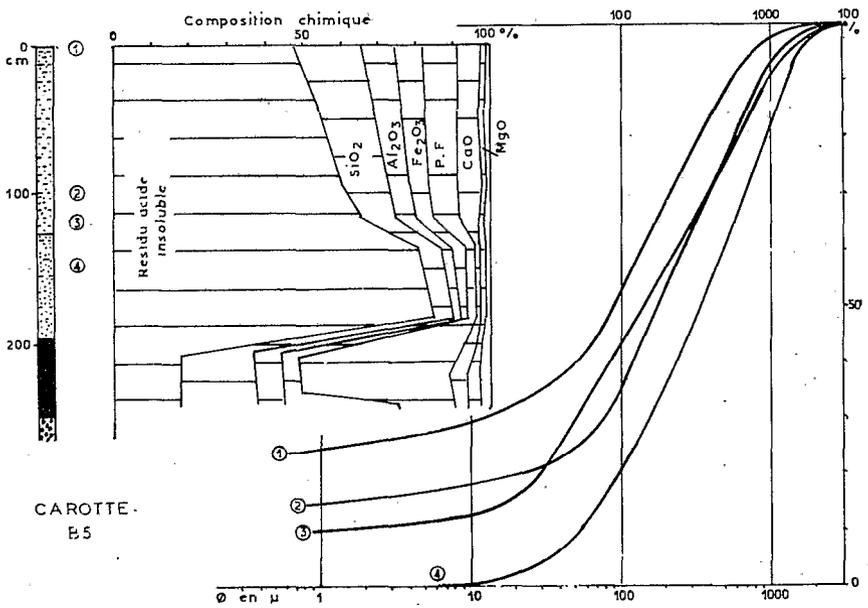


Figure 58 - Log, composition chimique et courbes granulométriques de la carotte B5

- De 0 à 125 cm : vase très sableuse gris vert pouvant passer à un sable vaseux,
- De 125 à 196 cm : sable vaseux grossier passant à un sable dans le bas,
- De 196 à 250 cm : tourbe avec empreintes de feuilles de palétuvier,
- De 250 à 260 cm : sable grossier plus ou moins graveleux contenant des débris de coquilles.

Les courbes granulométriques traduisent l'augmentation de la dimension des particules du sommet au bas de la carotte. Ce qui au point de vue chimique se traduit par une augmentation de la teneur en quartz, qui passe de 48 % au sommet à 84 % à 185 centimètres. Naturellement les autres éléments varient en sens inverse. La tourbe contient environ 17 % de quartz.

3.3 - Carottes prélevées dans les zones vaseuses

Sur les bords internes des zones vaseuses, nous rencontrons dans les carottes en général la succession suivante :

- Vase, au sommet,
- Vase sableuse,
- Sable vaseux,
- Sable, dans le bas.

Souvent la pénétration du carottier n'a pas été suffisante pour atteindre le sable, mais l'augmentation continue de la fraction grossière laisse supposer qu'il existe plus profondément.

La justification de cette hypothèse est donnée par la carotte B13 (Fig.59), longue de 418 centimètres et prélevée à 60 mètres de profondeur, à l'Est du Trou-sans-fond. Nous y observons la succession suivante :

- De 0 à 180 cm : vase grise,
- De 180 à 340 cm : vase sableuse passant dans le bas à un sable vaseux,
- De 340 à 418 cm : sable fin quartzeux.

Les courbes granulométriques traduisent une augmentation de la dimension des particules, du sommet au bas de la carotte. De même la composition chimique est caractérisée par une augmentation de la teneur en quartz.

Dans la carotte C34 (Fig.60), longue de 477 centimètres et prélevée à 40 mètres de profondeur entre Fresco et Sassandra, nous avons la succession suivante :

- De 0 à 220 cm : vase grise,
- De 220 à 470 cm : vase sableuse,
- Dans le bas de la carotte : sable vaseux.

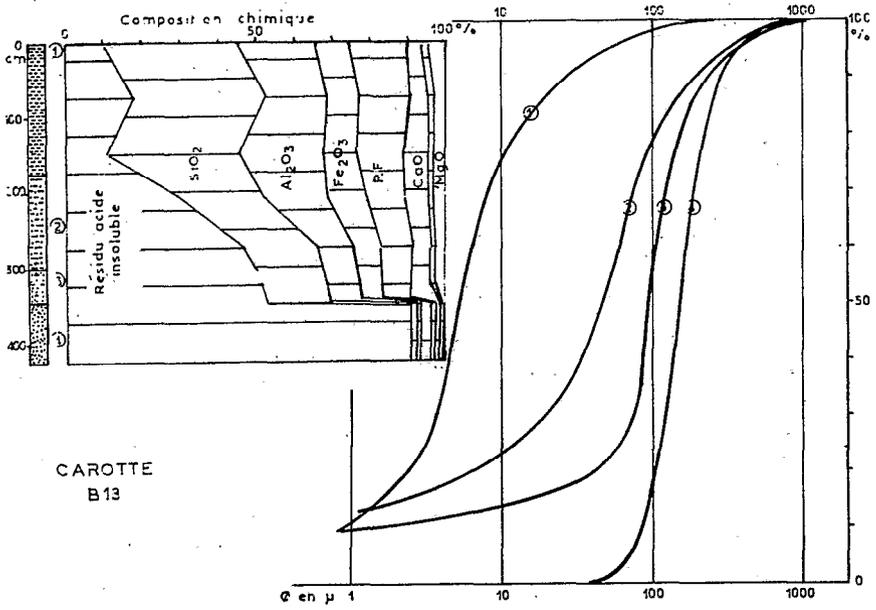


Figure 59 - Log, composition chimique et courbes granulométriques de la carotte B13

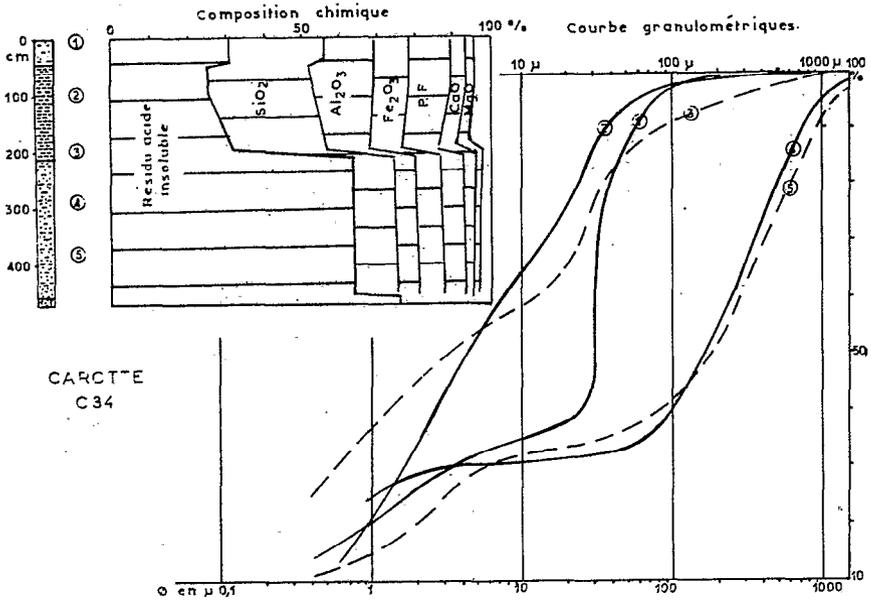


Figure 60 - Log, composition chimique et courbes granulométriques de la carotte C34

La courbe granulométrique N^o 1 diffère des courbes 2 et 3 par une plus forte teneur en éléments de diamètre compris entre 30 et 50 microns, ce qui se traduit dans la composition chimique par une plus forte teneur en résidu acide insoluble (quartz). Les courbes granulométriques N^o 4 et 5 diffèrent totalement des courbes 1, 2 et 3. Leurs fractions grossières sont plus importantes ce qui se traduit également dans la composition chimique par une forte augmentation de la teneur en quartz.

Dans la carotte C20 (Fig.61), longue de 308 centimètres et prélevée à l'Est de Grand-Bassam, nous avons la succession suivante :

- De 0 à 5 cm : sable fin vert,
- De 5 à 36 cm : vase granuleuse à «faecal-pellets»,
- De 36 à 150 cm : vase grise,
- De 150 à 270 cm : vase sableuse,
- De 270 à 288 cm : sable vaseux,
- De 288 à 308 cm : formation graveleuse.

Les courbes granulométriques et la composition chimique sont en accord avec cette succession.

Sur les bords externes des zones vaseuses, nous atteignons la formation organogène relique à amphistéginés et mélobésiées, sous une couche de vase plus ou moins grande. Par exemple, dans la carotte C1 (Fig.62) longue de 408 cm et prélevée à 96 mètres de profondeur à l'Ouest du Trou-sans-fond, nous avons la succession suivante :

- De 0 à 270 cm : vase grise. La formation grossière qui représente 1 à 2 % du sédiment de 0 à 180 cm, augmente ensuite légèrement pour atteindre 25 % à 270 cm,
- De 270 à 340 cm : vase sableuse. La fraction grossière augmente régulièrement, passant de 25 à 75 %,
- De 340 à 408 cm : formation organogène contenant des nodules de mélobésiées.

La teneur en quartz reste faible sur toute la hauteur de la carotte. Elle est de 13 % au sommet et de 12 % à 325 cm. Elle augmente légèrement dans le bas de la carotte où elle dépasse 20 %. Dans la partie vaseuse ou vaso-sableuse, la teneur en fer croît assez régulièrement du sommet vers le bas de la carotte, passant de 8,3 % à 12,5 %, à 325 cm. Dans la partie organogène, elle tombe à 5,8 %. La teneur en calcium, assez constante (de 5 à 6 %) dans les 200 premiers centimètres, croît ensuite et atteint 12,5 % à 325 cm. Dans le bas de la carotte le sédiment comprenant les nodules de mélobésiées contient environ 27 % de calcium.

Dans la carotte D17 (Fig.62), longue de 400 centimètres et prélevée à l'Est de Tabou à 60 mètres de profondeur, nous avons la succession suivante :

- De 0 à 105 cm : vase grise contenant de 2 à 20 % de fraction grossière,

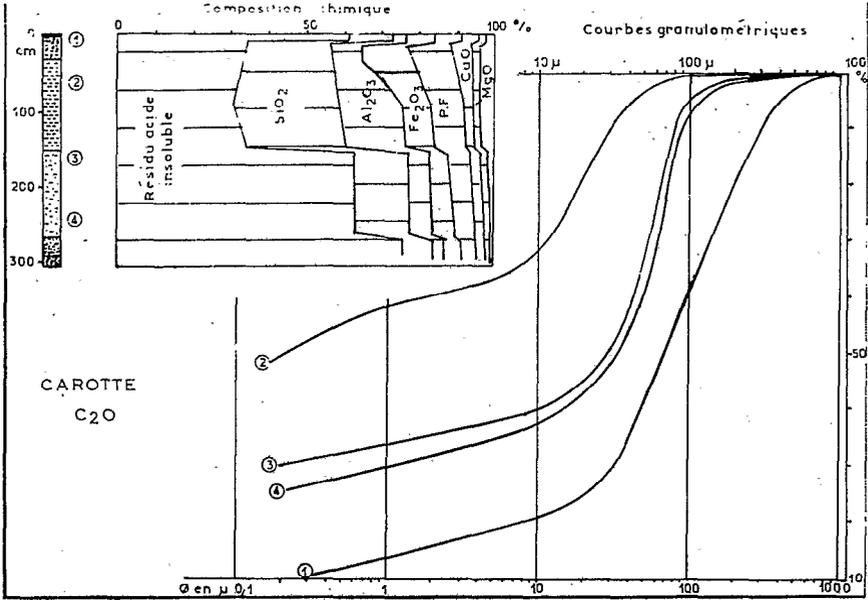


Figure 61 - Log, composition chimique et courbes granulométriques de la carotte C20

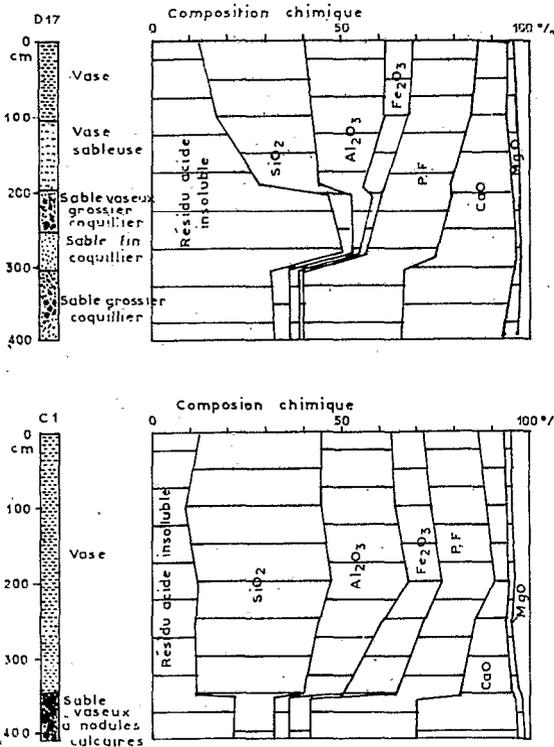


Figure 62 - Log, composition chimique et courbes granulométriques des carottes D17 et C1.

- De 105 à 197 cm : vase sableuse grise contenant de 25 à 70 % de fraction grossière,
- De 197 à 255 cm : sable grossier coquillier, légèrement vaseux, contenant des débris de nodules de mélobésiées et des morceaux de grès. La fraction grossière constitue 90 % du sédiment,
- De 304 cm au bas de la carotte : sable grossier coquillier, avec nodules de mélobésiées datés de plus de 35 000 ans.

Cette hétérogénéité se traduit dans la composition chimique de la carotte : de 0 à 105 cm, la teneur en quartz varie de 12 à 16 %, ensuite elle augmente régulièrement, du sommet au bas de la carotte, passant de 8 à 30 %. Le fer, qui forme 6,75 % du sédiment au sommet, décroît au fur et à mesure qu'augmentent le quartz et le calcium. Dans le bas de la carotte la teneur en phosphate est de 1 % alors que dans le reste de la carotte elle ne dépasse pas 0,10 %.

Dans la partie Ouest du plateau continental, sur les fonds de 40 mètres, nous avons atteint le socle cristallin (carottes D8, D18 et C37) et sur les fonds de 60 mètres, une formation gréseuse (carotte D9, C38, C40, C43 et C51). Au centre des zones vaseuses, la longueur des carottes prélevées ne dépassant pas 8 mètres, nous n'avons pas atteint la formation sous-jacente. Ainsi les carottes A3, A4, A5, A6, A7, A8, C26, C27, D59, D60, B14, B28, C29 et C7 prélevées dans la zone vaseuse de la Comoé sont entièrement formées de vase. Si nous considérons la carotte B28 (Fig.63, longue de 504 centimètres et prélevée à 60 mètres de profondeur, nous constatons qu'elle est très homogène. Sur toute sa hauteur, la carotte contient moins de 1 % d'éléments de dimension supérieure à 50 microns. Les courbes granulométriques sont très voisines les unes des autres. La composition chimique reste homogène sur toute la hauteur de la carotte. La teneur en quartz varie de 16 à 20 %, la teneur en fer augmente légèrement avec la profondeur passant de 6,05 à 7,15 %.

Dans la zone vaseuse du Bandama, les carottes B24, B18, B16, D32, B31, A11, C34, B43, B15, B42, D37, B41, B38, B39, B40 et D52 sont entièrement formées de vase. Par exemple, dans la carotte B40 (Fig.64), longue de 495 centimètres, la fraction grossière ne constitue que 1 à 2% du sédiment total. Les courbes granulométriques sont très proches les unes des autres. Au sommet, les particules fines sont légèrement plus grossières que dans le reste de la carotte. Cela est probablement dû à la présence de très petits grains de quartz. L'analyse chimique montre en effet que la teneur en quartz est plus élevée (30 %) que dans le reste de la carotte (environ 20 %). On note également une augmentation légère de la teneur en fer avec la profondeur (de 6,1 à 7 %).

Dans la zone vaseuse allant de Sassandra au Cap des Palmes les carottes D38, D50, C43, C46, C47, D39, C44, C42, D1, D3, D14, D13, D10 et D11 sont entièrement formées de vase. Dans la carotte C50 (Fig.65), longue de 510 centimètres, la fraction grossière qui représente 15 à 20 % du sédiment au sommet de la carotte, décroît assez rapidement ; à 100 cm, elle ne représente plus que 5 %, ensuite elle oscille entre 2 et 4 %. Excepté la courbe N^o 1, les courbes granulométriques sont très voisines les unes des autres. La composition chimique est très

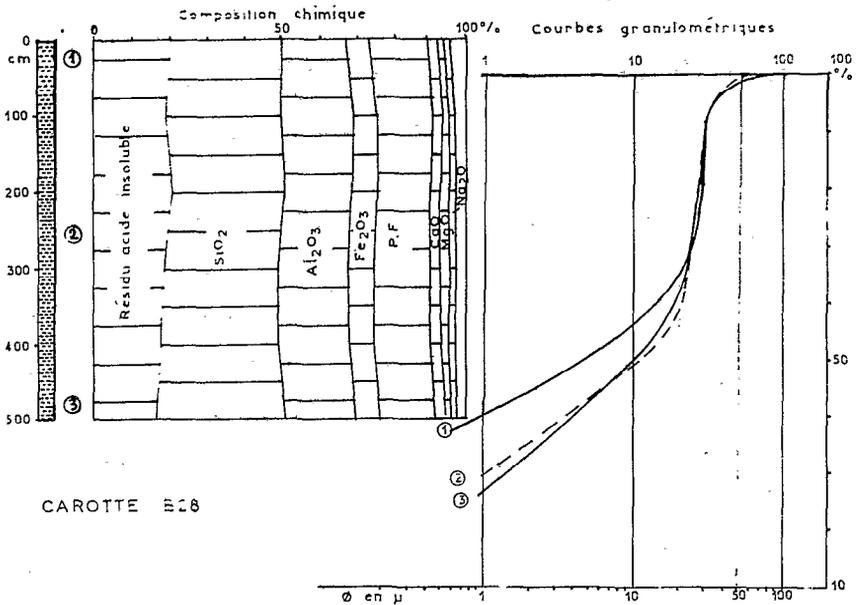


Figure 63 - Log, composition chimique et courbes granulométriques de la carotte B28.

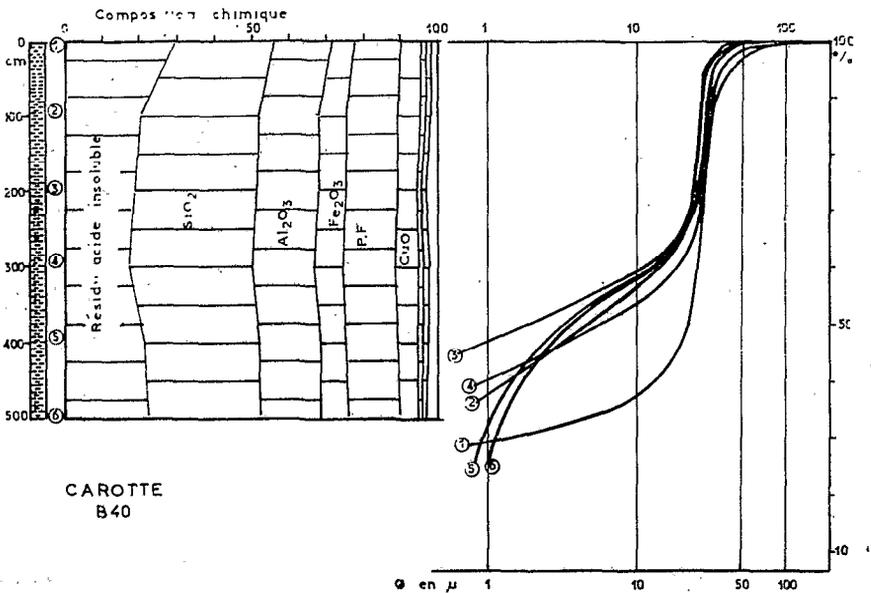


Figure 64 - Log, composition chimique et courbes granulométriques de la carotte B40.

homogène sur toute la hauteur de la carotte. Ici la teneur en quartz est supérieure à 30 %, mais en allant vers l'Ouest, elle diminue et reste toujours inférieure à 20 %. Dans la plupart des carottes, la teneur en fer a tendance à augmenter avec la profondeur.

3.4 - Carottes prélevées dans les zones organogènes reliques

La pénétration du carottier étant mauvaise, la longueur des carottes prélevées dépasse rarement une centaine de centimètres. Dans la carotte B1 (Fig.66), longue de 130 centimètres et prélevée à 80 mètres de profondeur légèrement à l'Est de Jacqueville, nous avons la succession suivante :

- De 0 à 10 cm : vase sableuse,
- De 10 à 40 cm : vase sableuse coquillière,
- De 40 à 45 cm : nodules de mélobésiées,
- De 45 à 50 cm : sable coquillier grossier,
- De 50 à 55 cm : nodules,
- De 55 à 70 cm : sable vaseux beige,
- De 70 à 105 cm : sable coquillier vaseux,
- De 105 à 115 cm : sable coquillier plus grossier,
- De 115 à 118 cm : nodules,
- De 118 à 128 cm : sable coquillier grossier,
- Dans le bas de la carotte : nodules de mélobésiées.

Deux carottes, D48 et D58 (prélevées à 100 et 120 mètres de profondeur au large de Grand-Lahou et de Grand-Bassam), atteignent la formation située sous les sédiments organogènes. Il s'agit dans les deux cas d'une vase fine beaucoup plus compacte que la vase actuelle (Fig.66). Sa teneur en eau varie de 50 à 60 %, alors que celle des vases actuelles est supérieure à 100 %. Il est vraisemblable que cette vase s'est formée au cours d'une période climatique et eustatique assez semblable à la période actuelle.

3.5 - Carottes prélevées dans les zones à «faecal-pellets» minéralisés

Les carottes prélevées dans ces zones montrent que la couche de «pellets» minéralisés ne dépasse pas 1 mètre d'épaisseur et qu'elle repose sur de la vase. Dans la carotte B19 (Fig.67), longue de 507 centimètres et prélevée à l'Est de Grand-Lahou, la fraction grossière essentiellement constituée de pellets verts forme, dans les 25 premiers centimètres, 50 % du sédiment total. Ensuite elle décroît régulièrement pour ne constituer que 5 % du sédiment à 50 centimètres du sommet. De 50 à 430 centimètres, la fraction grossière varie de 3 à 5 %, ensuite elle augmente rapidement et atteint 40 % dans le bas de la carotte. Cette augmentation est due à la présence de quartz. Les courbes granulométriques traduisent bien ces variations. La courbe N^o 1 («pellets») est décalée vers la droite. La composition chimique suit des variations similaires. La teneur en quartz est de 20 à 25 % jusqu'à 400 centimètres, ensuite elle croît et atteint

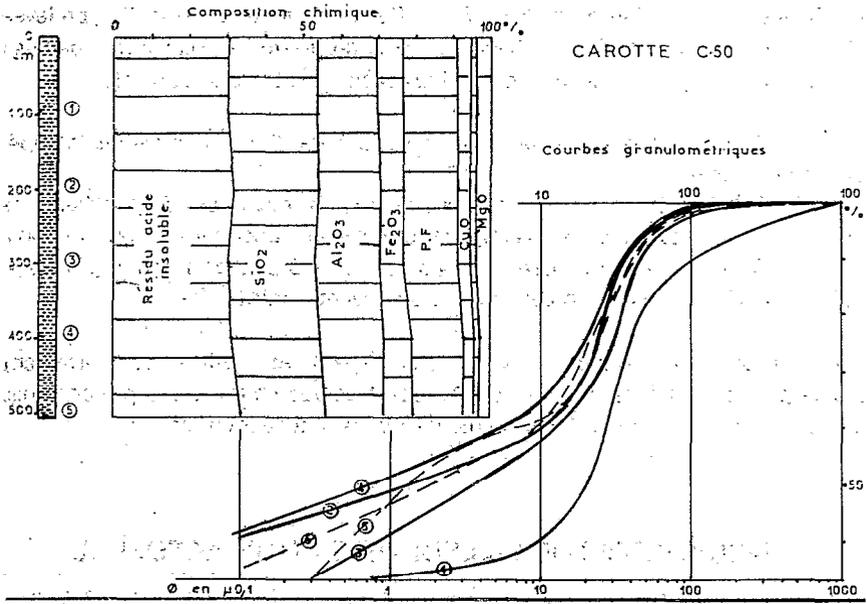
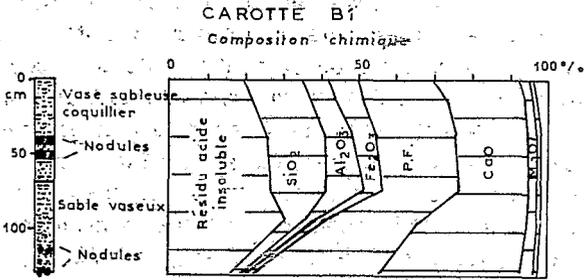


Figure 65 - Log, composition chimique et courbes granulométriques de la carotte C50



CAROTTE D58

CAROTTE D48

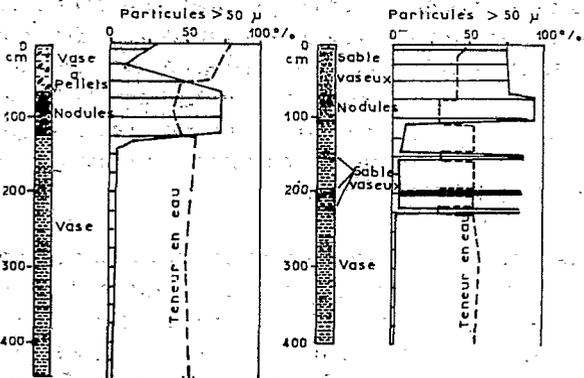


Figure 66 - Log et composition chimique de la carotte B1. Logs, courbes de variation de la teneur en particules supérieures à 50 microns et courbes de variation de la teneur en eau des carottes D58 et D48.

45 % dans le bas de la carotte. La teneur en fer qui est de 12,65 % au sommet décroît ensuite et oscille entre 6 et 7 % . Dans la carotte C7 (Fig.68), prélevée à 100 mètres de profondeur à l'Ouest de Grand-Bassam, la couche de «pellets» se trouve située au milieu de la carotte. Nous avons la succession suivante :

- De 0 à 225 cm : vase verte contenant de 1 à 2 % d'éléments supérieurs à 50 microns,
 - De 225 à 270 cm : vase à «pellets» avec au maximum 50 % d'éléments (essentiellement des «pellets» verts) de dimension supérieure à 50 microns,
 - De 270 à 445 cm : vase verte contenant 1 à 2 % de fraction grossière.
- A 297 centimètres on note un petit niveau de «pellets» minéralisés.

La courbe granulométrique du sédiment contenant les «pellets» est nettement décalée par rapport à celle des vases. Au point de vue chimique, la présence des «pellets» se traduit par une forte augmentation de la teneur en fer.

4 - MECANISMES DE LA SEDIMENTATION ACTUELLE

Actuellement les cours d'eau de Côte d'Ivoire n'apportent à la mer que des particules fines. La sédimentation actuelle sur le plateau continental de Côte d'Ivoire est donc essentiellement vaseuse. Les particules charriées à la mer par les fleuves sont entraînées par les courants marins sur le plateau continental et se déposent en fonction de la direction et de l'intensité de ceux-ci. L'étude des courants marins sur le plateau continental ivoirien nous a prouvé (Chapitre 1) qu'il existait une composante axiale Est-Ouest et une composante méridienne Nord-Sud. En surface existe un courant portant à l'Est, et sous ce courant, un sous-courant portant à l'Ouest. Le courant de surface atteint son maximum de vitesse et de débit en Avril-Mai, époque où les fleuves n'apportent pratiquement rien à la mer. En Octobre, période de crue des grands fleuves, c'est-à-dire de gros apports de particules sédimentaires, le courant de Guinée n'apparaît plus sur le plateau continental. Par contre, à cette époque, le contre-courant atteint son maximum de vitesse.

Si on observe, d'avion, l'étalement en mer de la zone d'eau boueuse en provenance de Bandama, on constate qu'elle s'étend vers l'Est et le Sud sur une dizaine de milles. Le mécanisme de la sédimentation est le suivant. Tant qu'elles sont dans la tranche d'eau du courant de Guinée, les particules sont entraînées vers l'Est. Puis, quand elles arrivent dans la tranche d'eau du sous-courant, elles sont entraînées vers l'Ouest. De plus la composante méridienne du courant a tendance à entraîner les particules vers le large.

Le courant de surface a en moyenne une épaisseur de 30 mètres, cependant le contre-courant peut parfois se faire sentir sur les fonds de 10 mètres. Donc en moyenne, les particules qui se déposent entre 0 et 30 mètres ont tendance à le faire à l'Est de l'embouchure. Par contre, au-delà de 30 mètres, les particules tendront à se déposer à l'Ouest de l'embouchure. Dans les petits fonds

de 0 à 15 mètres, la turbulence due au déferlement étant trop forte il n'y aura pratiquement pas de dépôt de sédiments fins. Logiquement nous devrions avoir une légère zone vaseuse située à l'Est des embouchures, dans les fonds de 20 à 30 mètres et la plus grande étendue de vase devrait s'étendre à l'Ouest des embouchures. Nous constatons que ce schéma est pratiquement réalisé. Car sur les cartes sédimentologiques la plus grande étendue des zones vaseuses en relation avec la Comoé, le Bandama et le Sassandra sont situées à l'Ouest des embouchures. Cependant, les carottages effectués dans ces régions ont montré qu'une partie des zones vaseuses était masquée par la présence de «faecal-pellets» minéralisés et de débris de coquilles qui se sont formés postérieurement au dépôt de la vase. Ces éléments, en augmentant la teneur en fraction grossière, font classer le sédiment dans une catégorie sédimentaire (vase sableuse ou même sable vaseux) autre que la vase. En réalité, les zones vaseuses en relation avec les embouchures des fleuves sont plus étendues que celles figurées sur les cartes sédimentologiques.

Nous verrons plus loin qu'il semble que la minéralisation des «faecal-pellets» soit favorisée par un faible taux de sédimentation. Il est donc possible que les zones vaseuses actuellement recouvertes de «pellets» reçoivent beaucoup moins de particules que les zones voisines où la vase est à l'affleurement.

4.1 - Zones vaseuses actuelles

4.1.1 - ZONE VASEUSE EN RELATION AVEC LA COMOÉ (Fig.69)

À l'Est de l'embouchure, il n'existe pas à proprement parler de vase. Sur les fonds de 10 à 30 mètres, nous notons l'existence d'une langue de vase sableuse peu épaisse venant en recouvrement sur les sables. La plus grande partie de la vase se trouve à l'Ouest de l'embouchure actuelle (il faut noter que l'embouchure de la Comoé a pu, depuis le maximum de la dernière transgression, se déplacer sur toute la longueur de la lagune Ouladine). La zone vaseuse s'étend jusque sur le bord Est du Trou-sans-fond, avec une petite extension sur l'autre rive.

4.1.2 - ZONE VASEUSE EN RELATION AVEC LE BANDAMA (Fig.70)

Si on considère la seule zone de vase affleurante, l'effet du sous-courant est très spectaculaire. Dans les fonds de 10 à 30 mètres, nous trouvons une zone de vase sableuse peu épaisse s'étendant vers l'Est sur les sables. La zone de vase proprement dite est située à l'Ouest de l'embouchure et s'étend des fonds de 30 mètres au rebord du plateau continental. Par contre, si on considère la zone vaseuse recouverte en surface par des «pellets» minéralisés et des débris de coquilles, on constate qu'au-delà des fonds de 50 mètres elle s'étend vers l'Est et rejoint une petite zone vaseuse affleurante située au large d'Addah (4⁰39' Ouest). Cette dernière ne se trouve actuellement en relation avec aucun débouché de rivière ; son origine pose donc quelques problèmes (Fig.71).

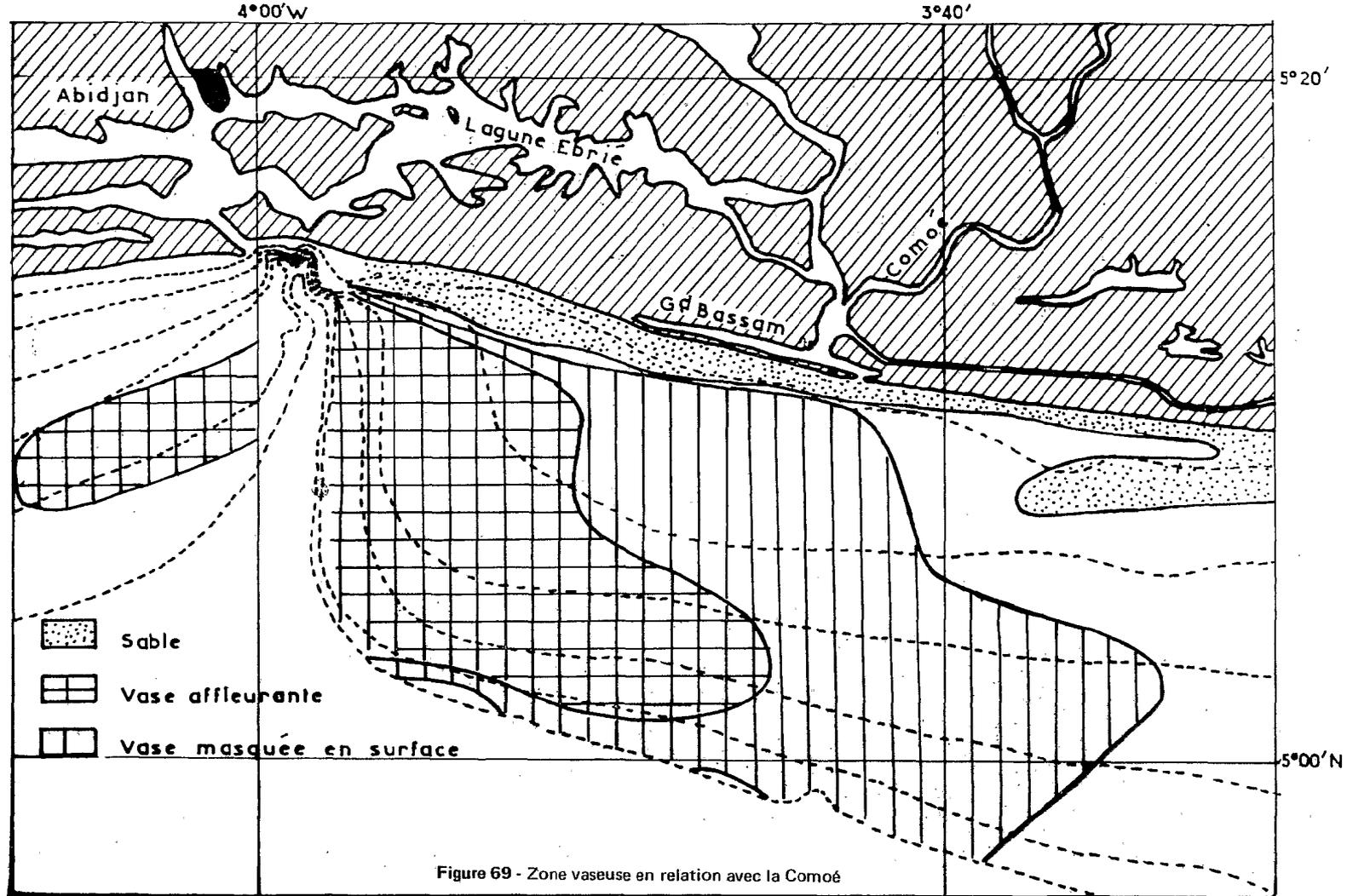


Figure 69 - Zone vaseuse en relation avec la Comoé

5°20'

5°00'W

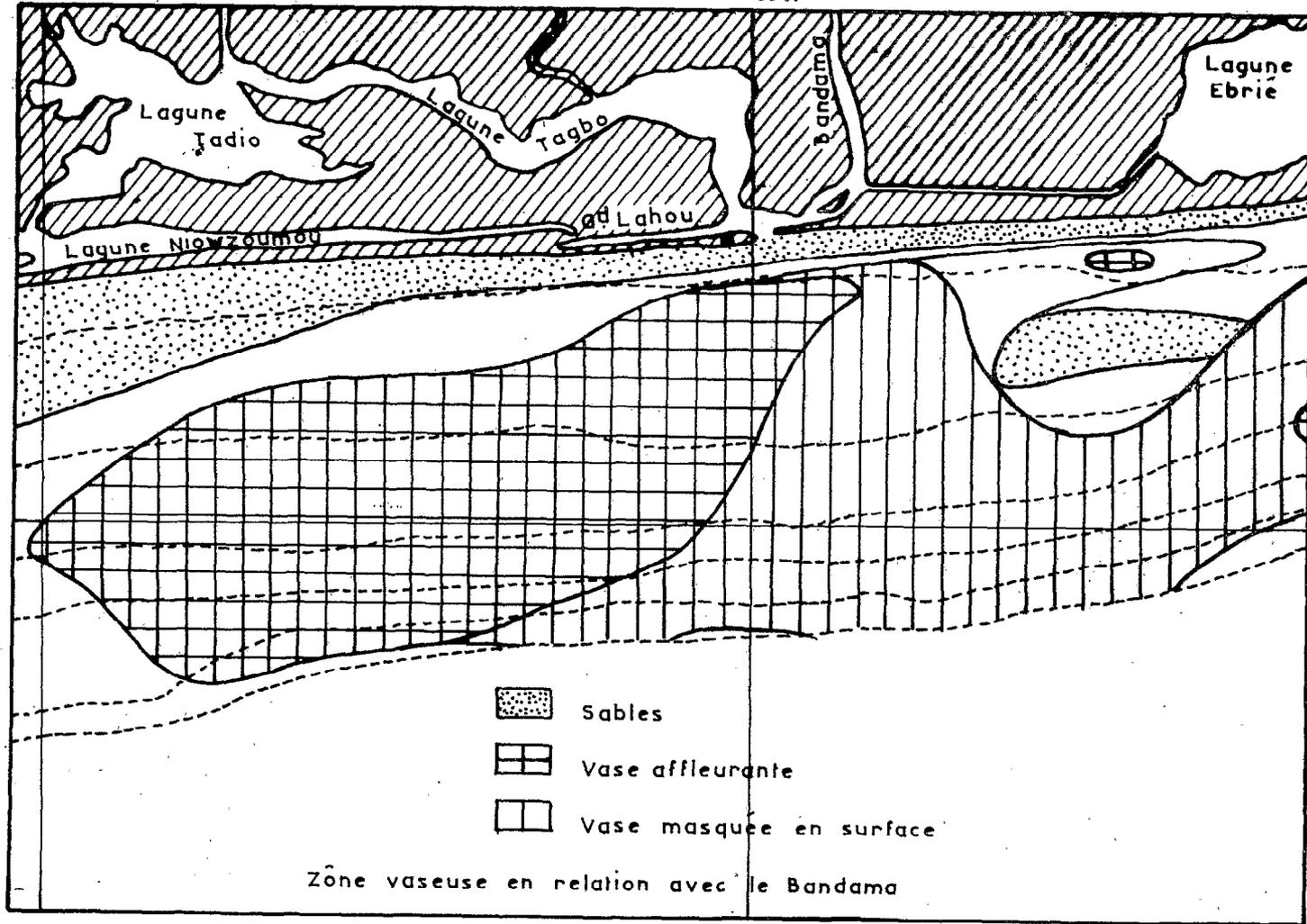


Figure 70 - Zone vaseuse en relation avec le Bandama.

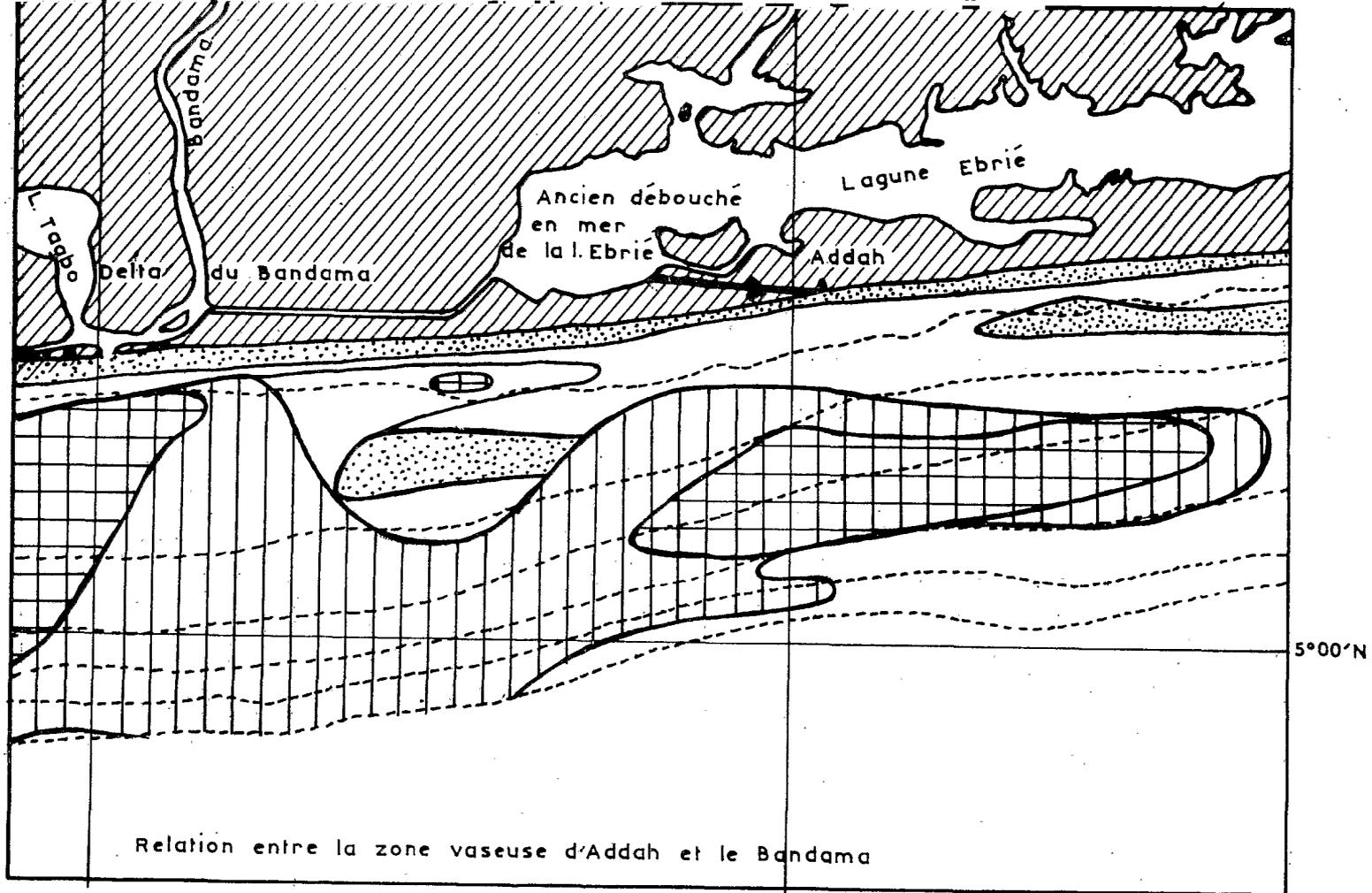


Figure 71 - Relation entre la zone vaseuse d'Addah et le Bandama

Si on examine la morphologie de la région littorale, on constate que depuis le maximum de la dernière transgression, le Bandama, qui se jetait dans la lagune, y a construit un delta qui a finalement comblé une partie de celle-ci et séparé la lagune Ebrié et la lagune de Grand-Lahou. Pendant un certain temps, le Bandama a dû se déverser dans la lagune Ebrié qui devait posséder un exutoire en mer. En examinant la morphologie de la zone comprise entre la lagune et la mer, nous avons constaté qu'il existait effectivement un ancien débouché de la lagune à la hauteur du village d'Addah. Ce débouché est actuellement barré par un cordon sableux (Fig.71).

Il semble que l'on puisse expliquer le déplacement de l'embouchure du Bandama de la façon suivante : au cours d'une crue importante, le Bandama - qui devait divaguer au milieu de son delta - s'est déplacé jusqu'à se jeter dans la lagune de Grand-Lahou, ce qui a entraîné une ouverture permanente du cordon littoral. Par contre, la lagune Ebrié recevant beaucoup d'eau, la dérive littorale a colmaté l'ancienne ouverture (Martin et Tastet - Etude en cours).

La zone affleurante d'Addah doit donc constituer le témoin d'une zone vaseuse beaucoup plus étendue. Après le déplacement de l'embouchure, la zone vaseuse d'Addah n'a plus été alimentée et il s'est créé, à l'Ouest, une nouvelle zone vaseuse en relation avec la nouvelle embouchure.

4.1.3 - ZONE VASEUSE EN RELATION AVEC LE SASSANDRA (Fig.72)

A l'Est de l'embouchure, sur les fonds de 20 à 30 mètres existe une zone de vase sableuse recouvrant les sables. A l'Ouest de l'embouchure, s'étend, de 30-40 à 60-70 mètres, une bande de vase presque continue entre Sassandra et le Cap des Palmes. En plus des apports du Sassandra, cette bande de vase est alimentée par ceux des petits fleuves forestiers qui débouchent dans cette région. Le sous-courant disparaissant dans la région du Cap des Palmes, il est vraisemblable que les apports du Cavally ont tendance à se déposer à l'Ouest de l'embouchure.

4.2 - *Épaisseur de la formation de recouvrement*

Nous appelons formation de recouvrement la couche sédimentaire qui repose sur le substratum sableux et organogène et dont la genèse, qui a débuté au cours de la dernière transgression, se poursuit actuellement. Il s'agit en fait des zones vaseuses en relation avec les débouchés des cours d'eau. L'épaisseur de ces couches de vase a été estimée en premier lieu grâce aux 160 carottages effectués sur le plateau continental. Cependant la longueur des carottes (maximum 8 mètres) étant souvent insuffisante pour atteindre le substratum sableux ou organogène, nous avons effectué des profils de «mud-penetrator» (Fig.73 a, b). Pour ce faire nous avons utilisé le sondeur de grande profondeur du N.O. CAPRICORNE (Atlas Tiefseelot de fréquence 10,4 kilocycles et de puissance 1,2 kilowatts).

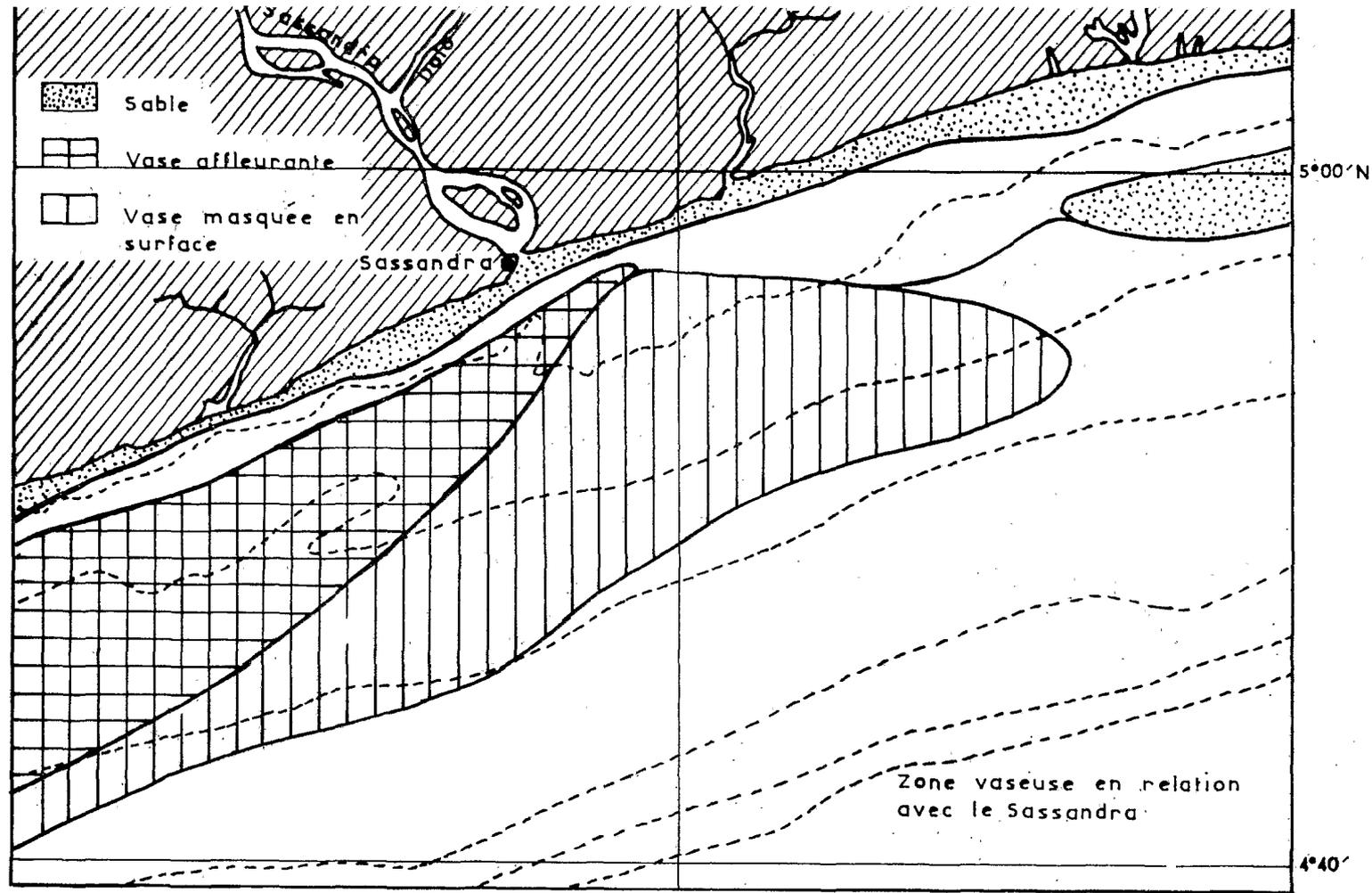


Figure 72 - Zone vaseuse en relation avec le Sassandra

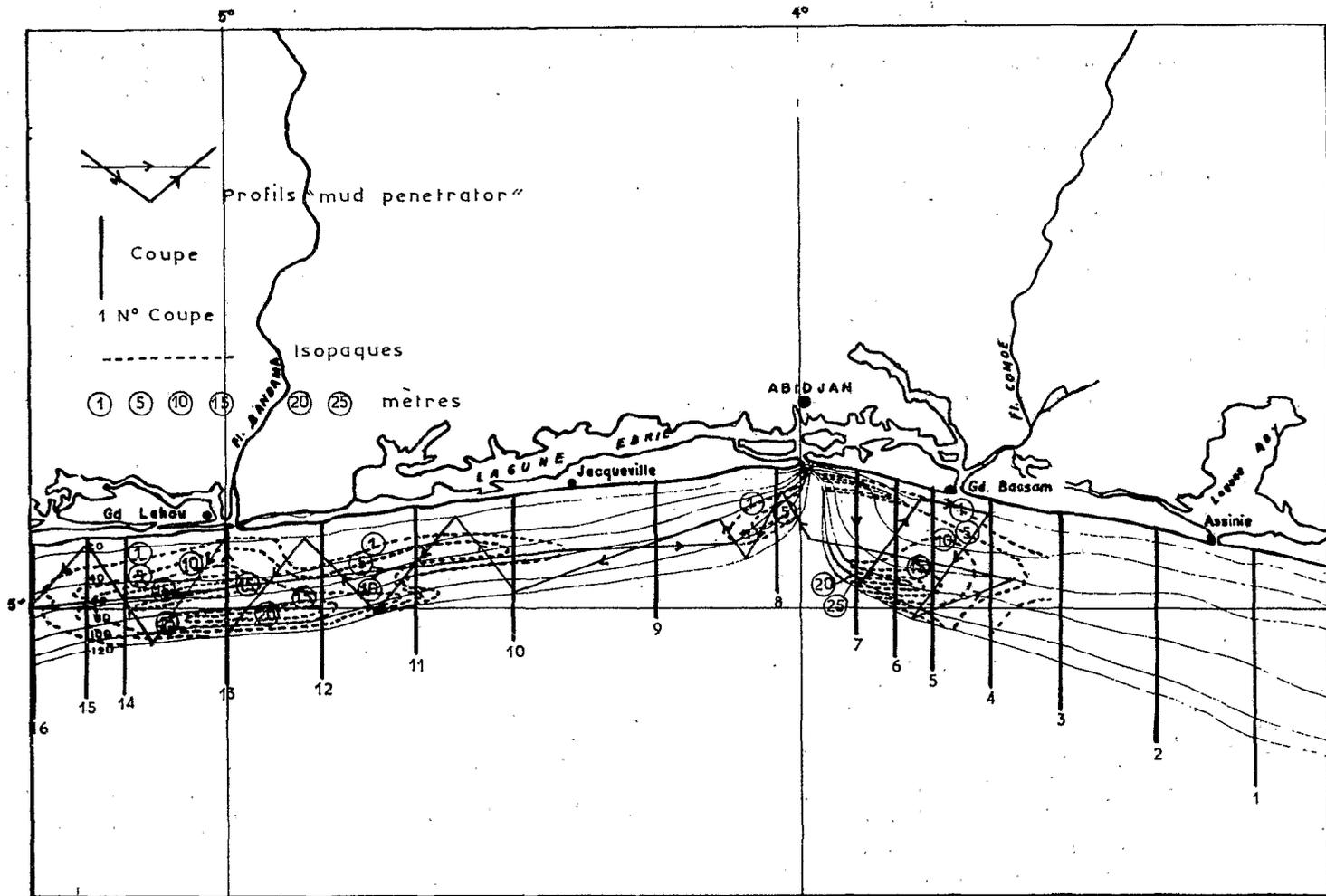


Figure 73 a - Emplacement des profils «mud-penetrator». Isopaques de la formation de recouvrement. Emplacement et numéros des coupes.

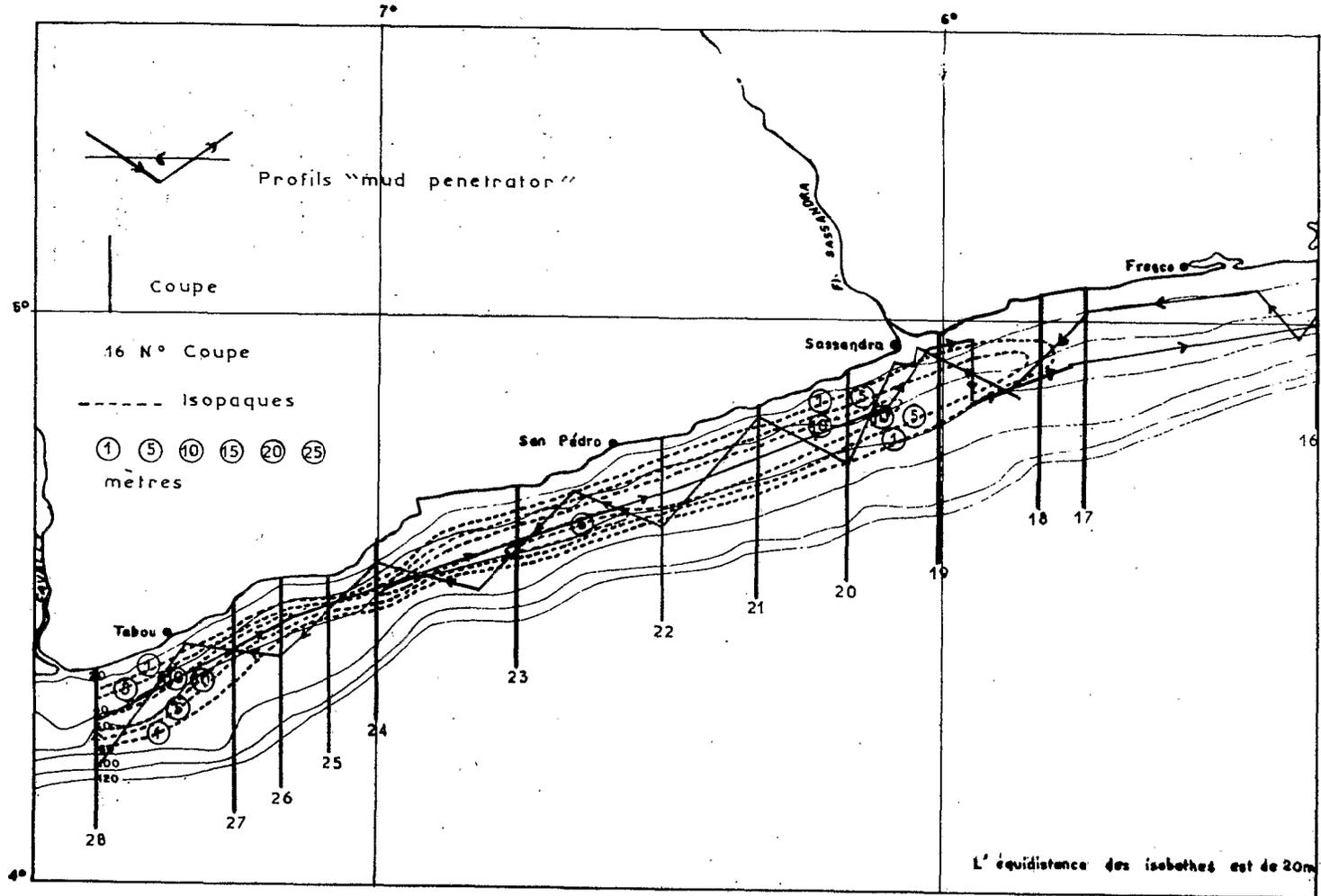


Figure 73 b - Formation de recouvrement.

LEGENDE

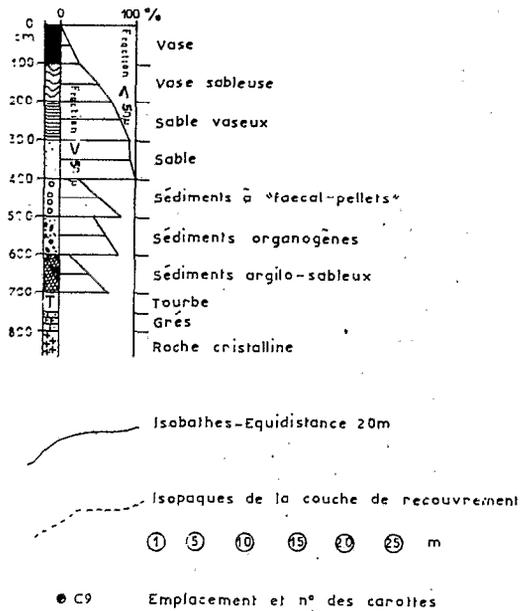


Figure 74 - Formation de recouvrement

A titre de comparaison nous avons effectué, lors de la campagne Walda du N.O. Jean Charcot, un profil Nord-Sud (coupe N^o 7, Fig.82) identique à celui du Capricorne, avec un «mud-penetrator» C.S.F. de 5 kilocycles. Le résultat obtenu a été tout à fait analogue.

Nous avons porté sur une même carte les lieux de prélèvements et les logs des carottes et les isopaques de la couche de recouvrement (Fig.74 à 81).

4.2.1 - ZONE DE VASE DE LA COMOIE

Examinons le profil Nord-Sud effectué avec le Charcot et le Capricorne au large de Gonzagueville (coupe N^o 7, Fig.82). Il débute sur les sables jauneroix. Nous atteignons la vase sur les fonds de 45 mètres et nous constatons alors que le substratum sableux s'enfonce sous celle-ci. Rapidement la couche de vase atteint 15 mètres d'épaisseur. Ensuite l'épaisseur de la couche de vase diminue et se stabilise entre 5 et 10 mètres. A partir des fonds de 80 mètres, nous constatons un brusque enfoncement du substratum qui ensuite reste horizontal jusqu'au rebord du plateau continental. La couche de vase atteint son épaisseur maximum (environ 25 mètres) puis rapidement celle-ci diminue et le substratum organogène vient à l'affleurement.

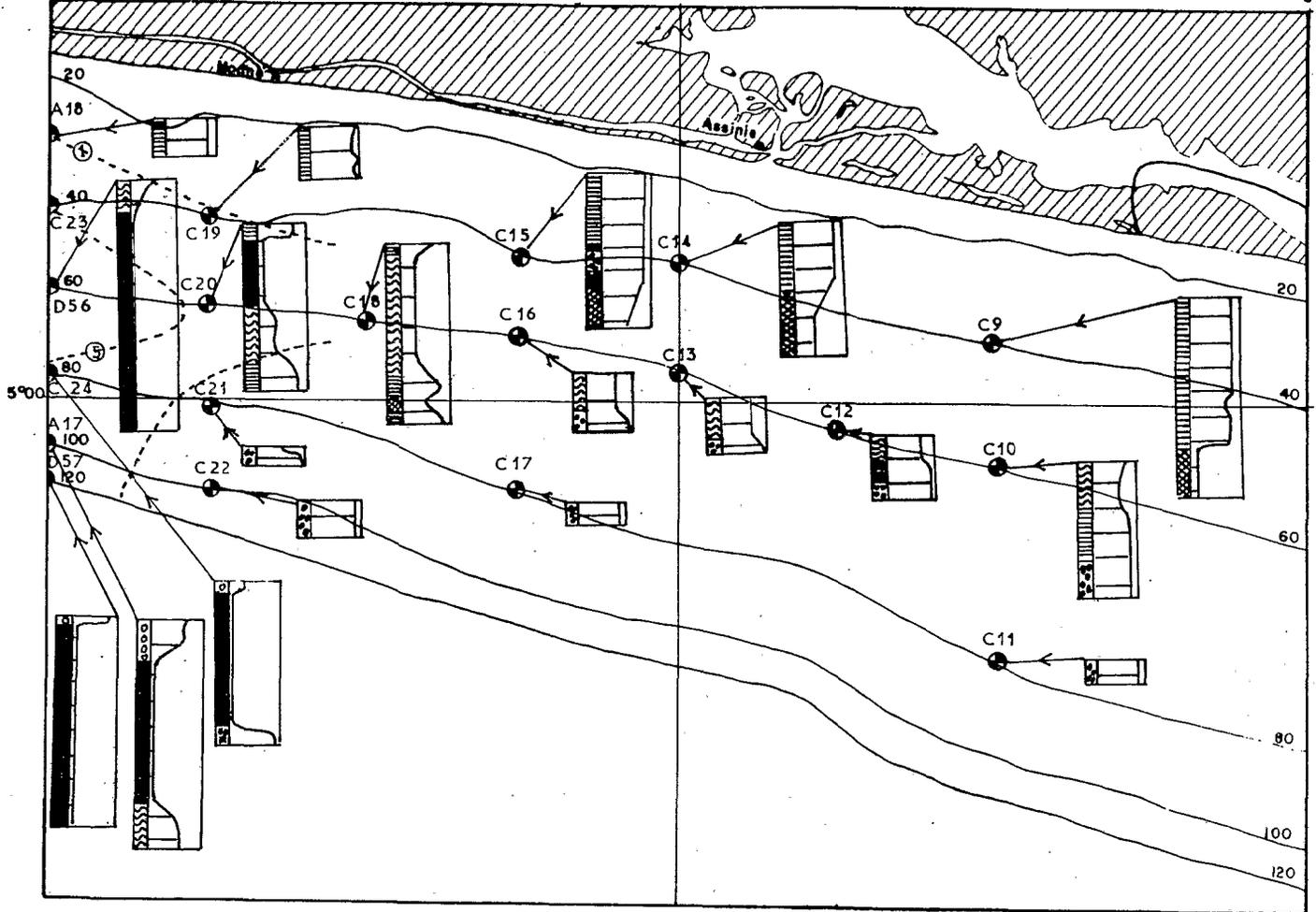


Figure 75 - Position et logs sommaires des carottes. Isoques de la formation de recouvrement

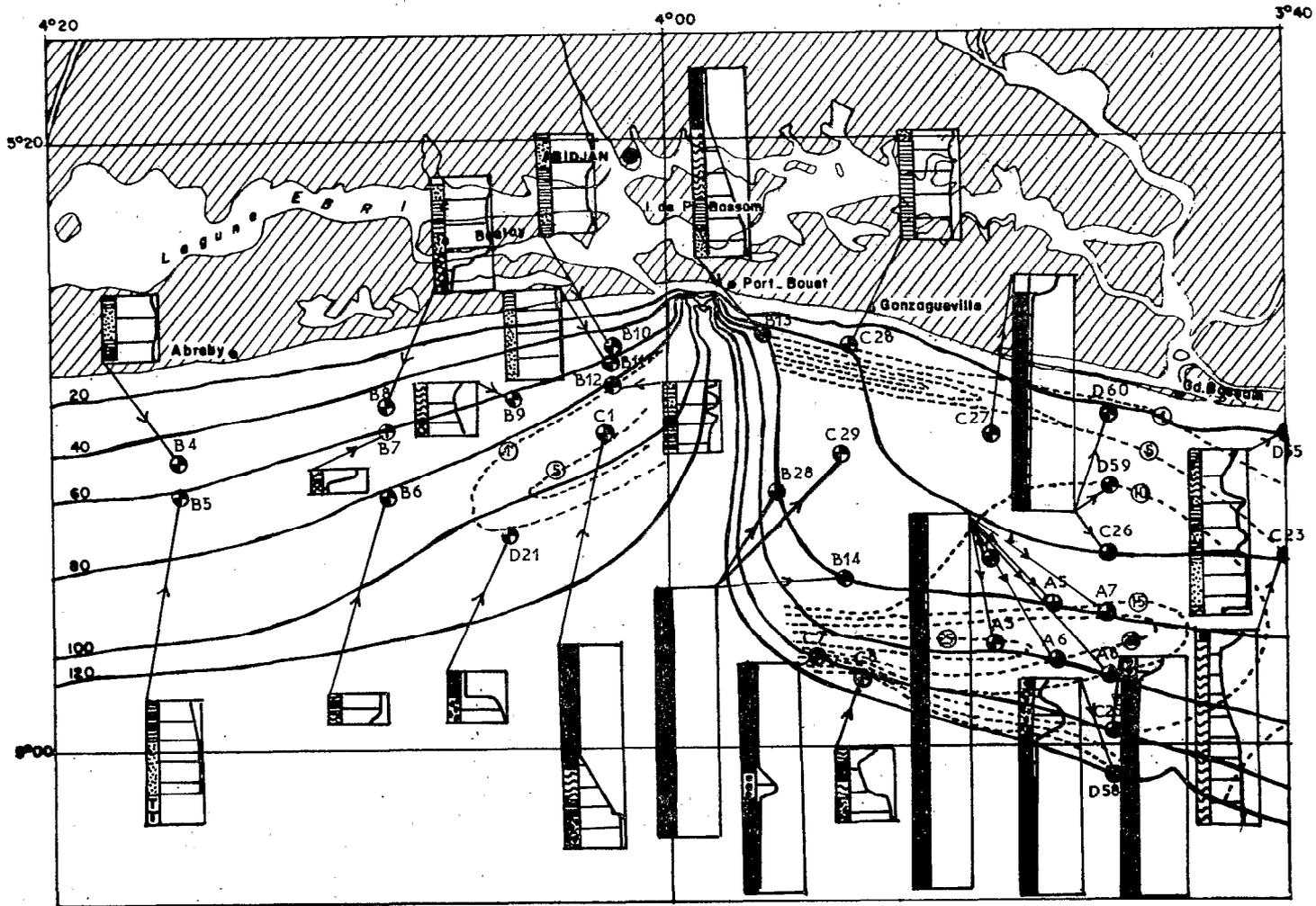


Figure 76 - Position et logs sommaires des carottes. Isoformes de la formation de recouvrement

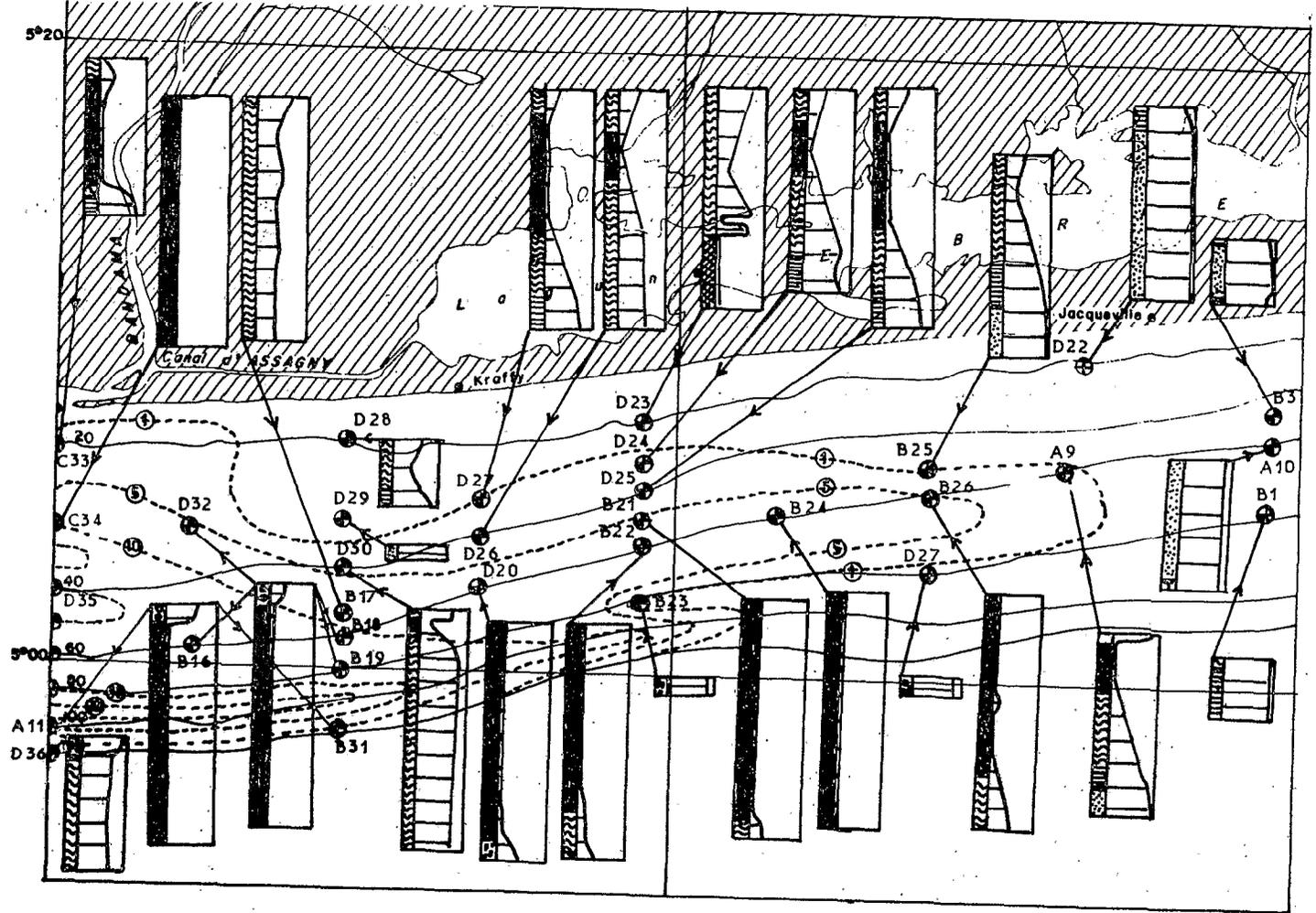


Figure 77 - Position et logs sommaires des carottes. Isopaques de la formation de recouvrement

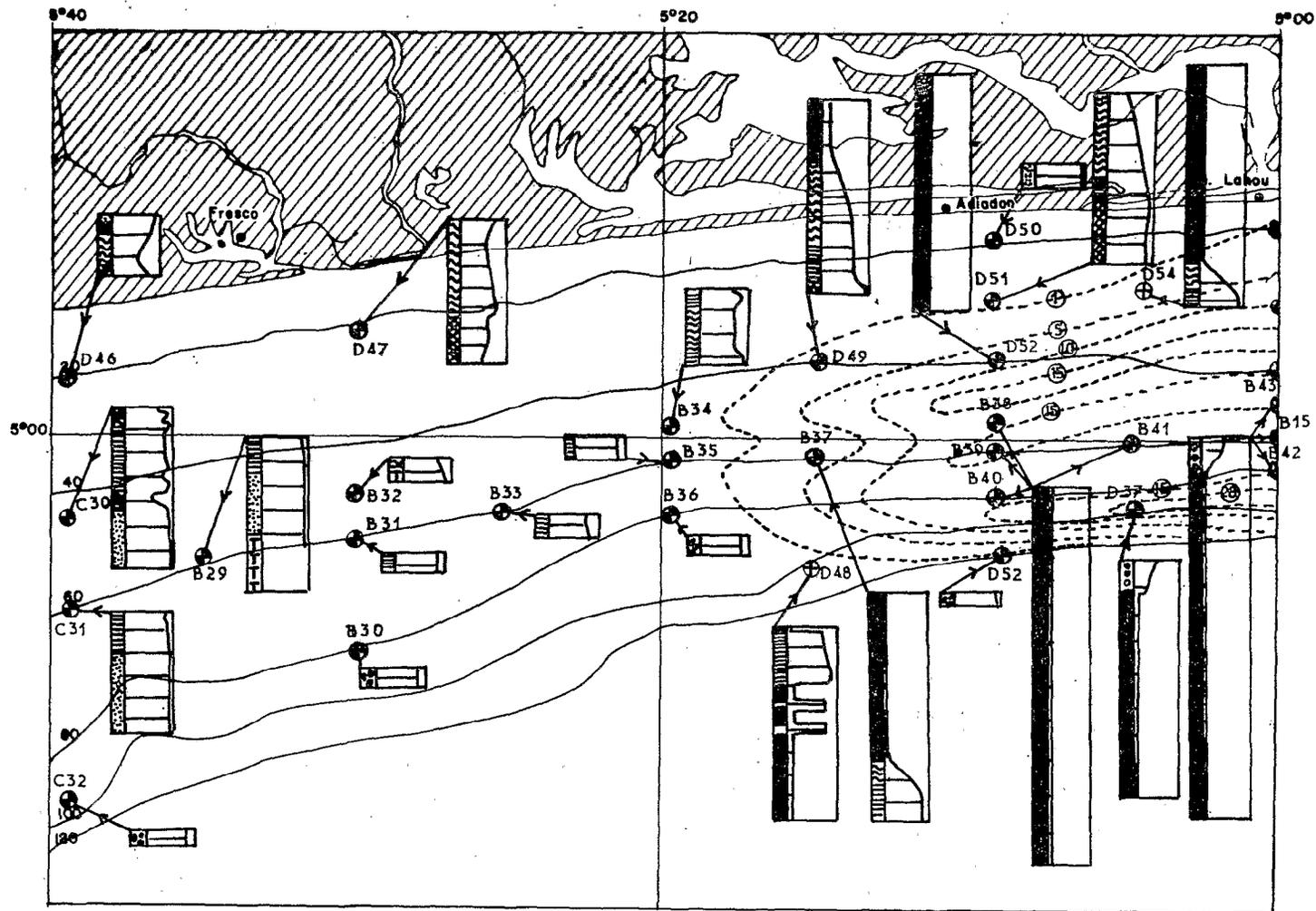


Figure 78 - Position et logs sommaires des carottes. Isopaques de la formation de recouvrement

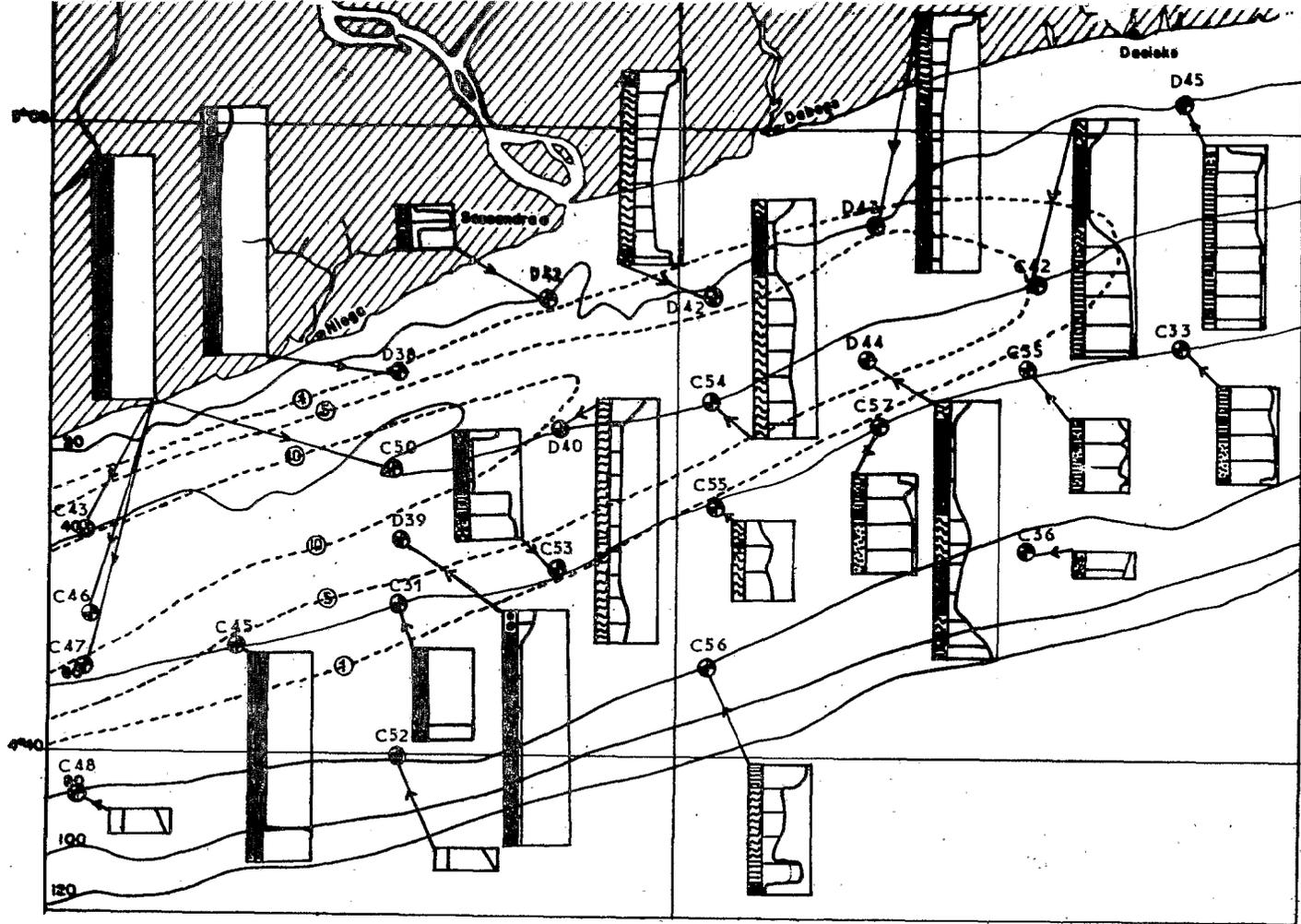


Figure 79 - Position et logs sommaires des carottes. Isopaques de la formation de recouvrement

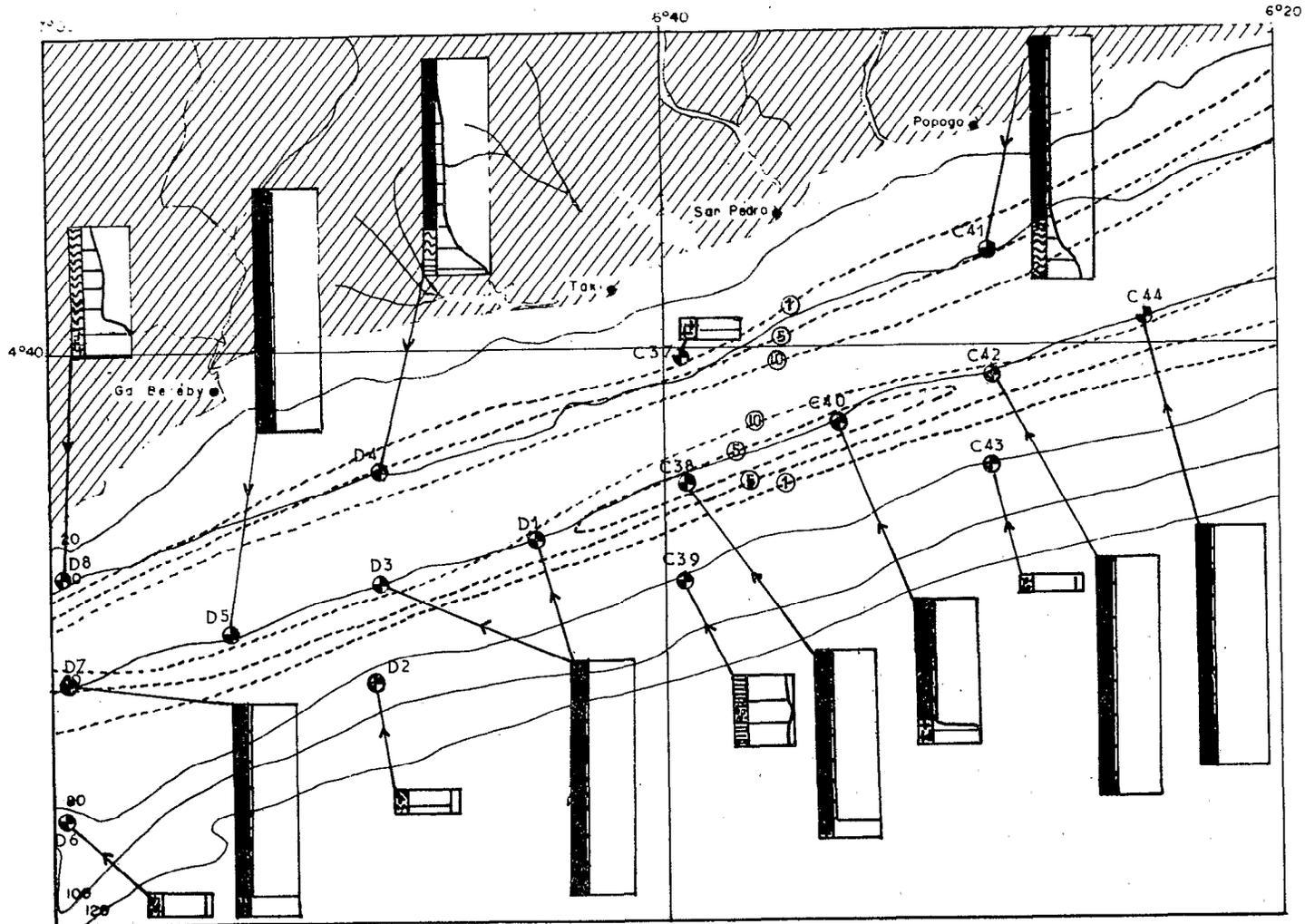


Figure 80 - Position et logs sommaires des carottes. Isoques de la formation de recouvrement

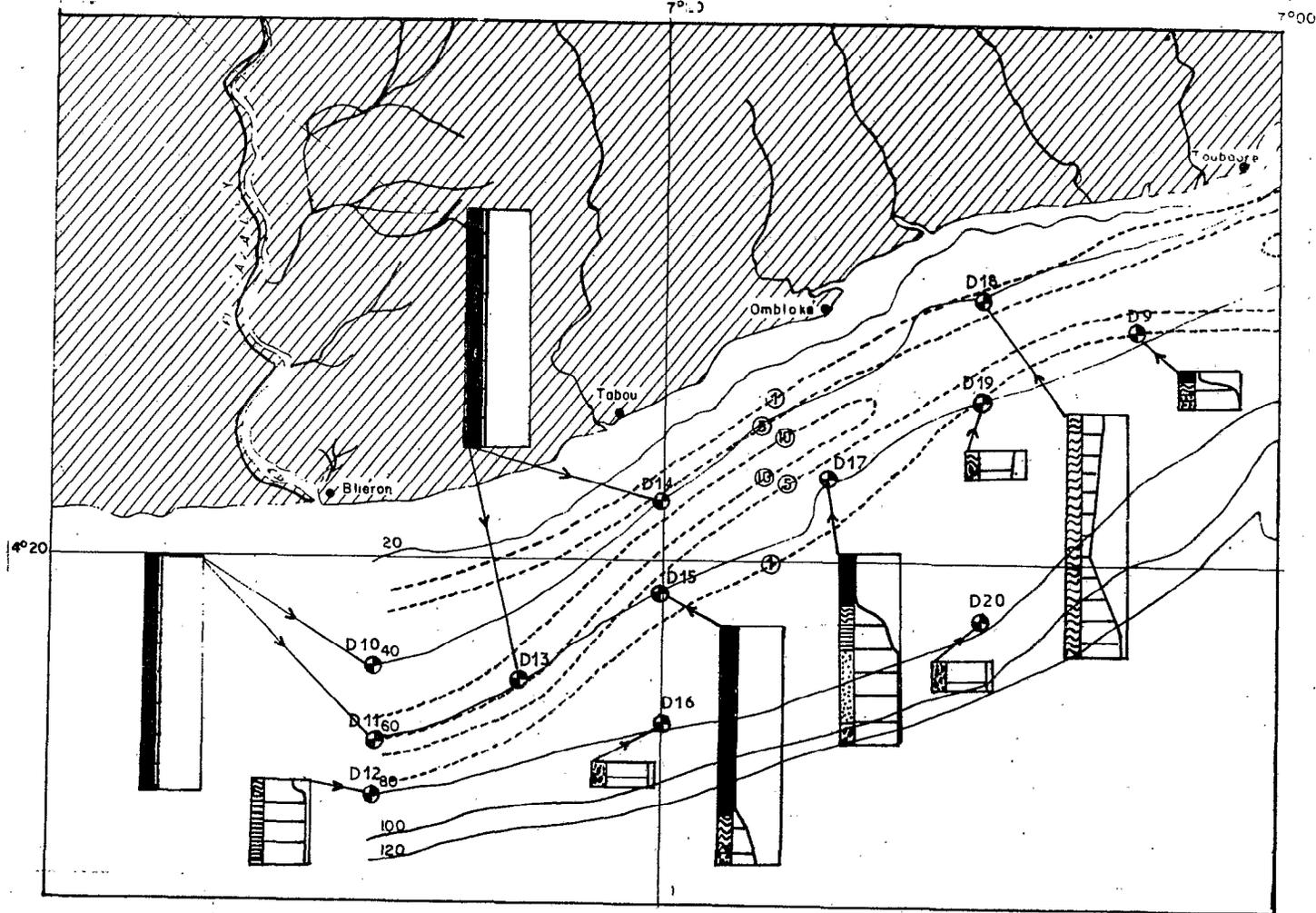


Figure 81 - Position et logs sommaires des carottes. Isopaches de la formation de recouvrement

Si nous examinons la coupe N^o 5 (Fig.82), nous constatons que la couche de vase augmente régulièrement des fonds de 20 mètres à ceux de 80 mètres où elle atteint son épaisseur maximum (environ 20 mètres). Elle décroît ensuite assez rapidement et le substratum organogène arrive à l'affleurement sur le rebord du plateau continental. A l'Est de Grand-Bassam, la couche de recouvrement s'amincit et sur la coupe N^o 3 (Fig.82) nous ne la voyons plus.

La petite zone de vase à l'Ouest du Trou-sans-fond atteint au maximum 5 mètres d'épaisseur (coupe N^o 8, Fig.83).

4.2.2 - ZONE VASEUSE DU BANDAMA

La partie Est de la zone vaseuse (coupes 10 et 11, Fig.83), atteint une épaisseur maximum de 6 à 7 mètres sur les fonds de 60 mètres. D'Est en Ouest, l'épaisseur de la couche de vase augmente (coupes 12 et 13, Fig.83) et atteint son maximum (20 mètres) sur les fonds de 90 à 100 mètres au large de Grand-Lahou. Dans cette région elle débute sur les fonds de 15-20 mètres et se poursuit jusqu'au rebord du plateau continental. En allant vers l'Ouest, (coupes 14 et 15, Fig.84) l'épaisseur de la couche de recouvrement diminue et nous ne l'observons plus sur la coupe N^o 16 (Fig.84).

4.2.3 - ZONE DE VASE DU SASSANDRA

Elle apparaît à l'Est de Sassandra (coupe 18, Fig.84) et atteint son épaisseur maximum (10 à 12 mètres) sur les fonds de 50 mètres, légèrement à l'Ouest de Sassandra (coupe 20, Fig.84). Elle se poursuit ensuite régulièrement jusqu'à Toubaoré (coupes 21, 22, 23 et 24, Fig.84 et 85). Là son épaisseur et sa largeur diminuent (coupe 25, Fig.85). Ensuite elle retrouve une épaisseur légèrement supérieure à 10 mètres (coupes 27 et 28, Fig.85).

4.3 - Vitesse de sédimentation

Actuellement, la turbulence étant trop grande, il ne se dépose pratiquement pas de sédiments fins au-dessus des fonds de 20 mètres. On peut supposer qu'il en a été ainsi au cours de la dernière transgression.

En utilisant le schéma des variations du niveau de la mer pour les 25 000 dernières années (Chapitre V), nous pouvons dater en chaque point du plateau continental l'époque à laquelle a pu commencer le dépôt de la formation de recouvrement. Connaissant grâce aux carottages et aux profils «mud-penetrator» son épaisseur, nous pouvons en déduire la vitesse de sédimentation. Cependant il est vraisemblable que cette vitesse de sédimentation n'a pas été régulière au cours de la transgression. Par contre on peut penser qu'elle est restée à peu près constante depuis le maximum de la dernière transgression. Nous pouvons seulement affirmer qu'en x milliers d'années se sont déposés x mètres de vase.

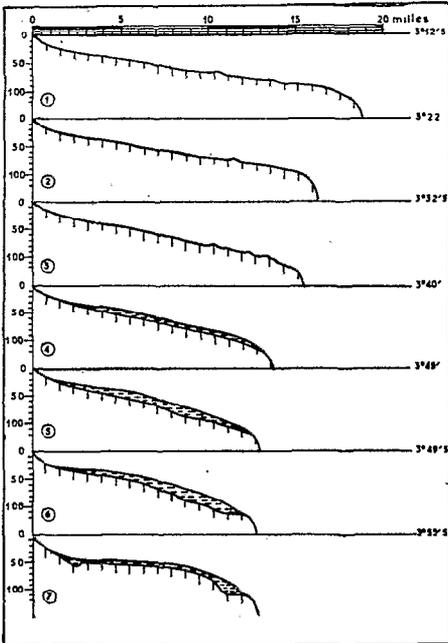


Figure 82 - Coupes à travers le plateau continental montrant la couche de recouvrement. L'échelle verticale a été fortement exagérée (x60) afin de représenter correctement la formation de recouvrement

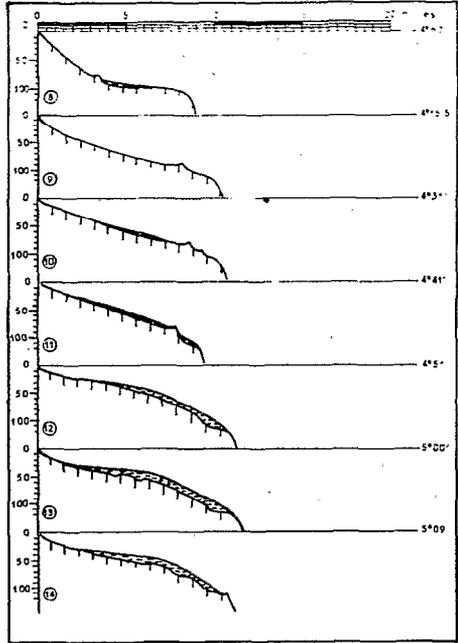


Figure 83 - Coupes à travers le plateau continental montrant la formation de recouvrement

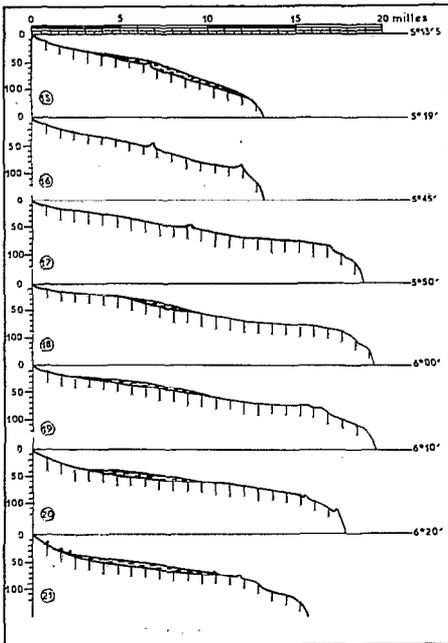


Figure 84 - Coupes à travers le plateau continental montrant la formation de recouvrement

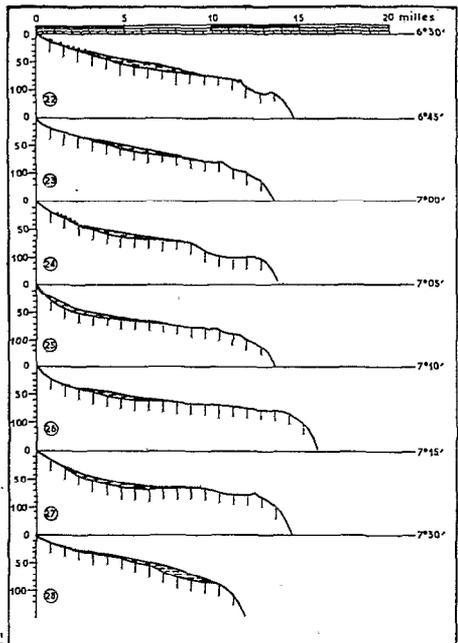


Figure 85 - Coupes à travers le plateau continental montrant la formation de recouvrement

Ainsi, si nous prenons le cas de Grand-Lahou où sur les fonds de 90 mètres la couche de vase est de 20 mètres, nous pouvons dire qu'il s'est déposé 20 mètres de vase en à peu près 12 000 ans. Ceci donnerait une vitesse moyenne de sédimentation de 1,6 mm/an.

5 - REPARTITION EN SURFACE DES PRINCIPAUX ELEMENTS

5.1 - Silice

5.1.1 - LE QUARTZ (Résidu acide insoluble) (Fig.86a et b)

Les zones les plus riches sont naturellement les zones littorales, comprises entre 0 et 30-40 mètres, formées de sables et de sables vaseux. Les zones les plus pauvres sont celles à faciès organogène situées entre les isobathes 70-80 mètres et le rebord du plateau continental. Les zones vaseuses peuvent contenir plus ou moins de quartz selon qu'elles sont très riches en silt ou en argiles. Les zones riches en «faecal-pellets» minéralisés peuvent contenir moins de 25 % de quartz.

5.1.2 - SILICE TOTALE (Fig.87 a et b)

A la silice du quartz s'ajoute celle des silicates. Nous pouvons distinguer trois zones :

- La zone littorale sableuse qui contient de 80 à 100 % de silice,
- Les zones de vase, vase sableuse et sable vaseux à quartz et (ou) «faecal-pellets» qui contiennent de 40 à 80 % de silice,
- Les zones organogènes qui contiennent de 20 à 40 % de silice et parfois moins.

5.2 - Alumine (Fig.88 a et b)

Les zones les plus riches sont celles contenant le plus de silicates d'alumine, il s'agit donc essentiellement des zones vaseuses riches en minéraux argileux. Les zones les plus pauvres sont celles qui sont abondantes en quartz et en carbonates.

5.3 - Carbonates (Fig.89 a et b)

La richesse en carbonates est essentiellement liée à la présence de débris organogènes. Les zones les plus riches sont celles où affleurent le faciès organogène à amphistégines et algues calcaires. Les zones les plus pauvres sont celles

contenant très peu de débris organogènes c'est-à-dire les zones sableuses quartzeuses, les zones vaseuses et les zones très riches en « faecal-pellets » minéralisés.

5.4 - Fer (Fig.90 a et b)

La teneur moyenne en fer des vases fines est de 6 à 7 %. Les fortes teneurs en fer sont liées à la présence des « faecal-pellets minéralisés. Les zones à « pellets » marron sont plus riches que celles à « pellets » verts. Les sédiments les plus riches peuvent contenir jusqu'à 32 % de fer, comme c'est le cas au large de Grand-Bassam.

5.5 - Potassium (Fig.91 a et b)

Les plus fortes teneurs sont liées à la présence des « faecal-pellets » minéralisés-verts.

5.6 - Azote (Fig.92 a et b)

La teneur en azote est fonction de la nature du sédiment et des apports en matière organique. Les sédiments les plus favorables à la concentration de l'azote sont les sédiments vaseux. Si nous examinons la carte de répartition de l'azote, nous constatons que la région la plus riche est la zone vaseuse s'étendant de Sassandra au Cap des Palmes, alors que les zones vaseuses de Grand-Lahou et de Grand-Bassam sont beaucoup moins riches.

La région Cap des Palmes - Sassandra est celle où l'upwelling est le plus fort. Celui-ci amène sur le plateau continental des eaux riches en sels nutritifs, ce qui favorise le développement de la vie animale et par conséquent la quantité de matière organique fournie au sédiment.

5.7 - Titane (Fig.93 a et b)

La zone la plus riche en titane se trouve située au large de Fresco. Elle est liée à la présence d'ilménite dans la fraction grossière des sédiments. Dans les sables quaternaires du littoral, on connaît des concentrations en ilménite et notamment dans la région de Fresco (Hebrard - 1 957).

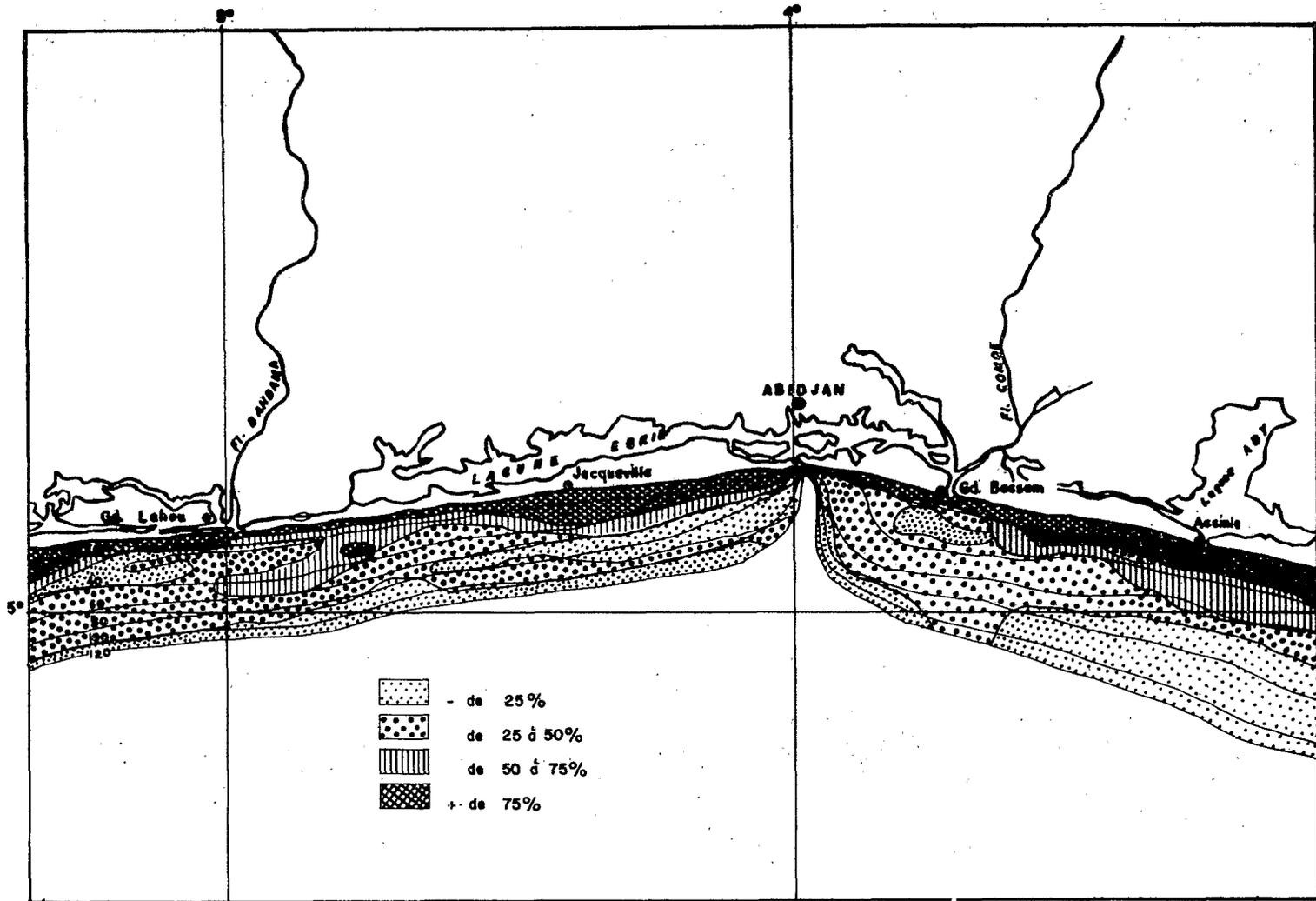


Figure 86 a - Teneur en quartz

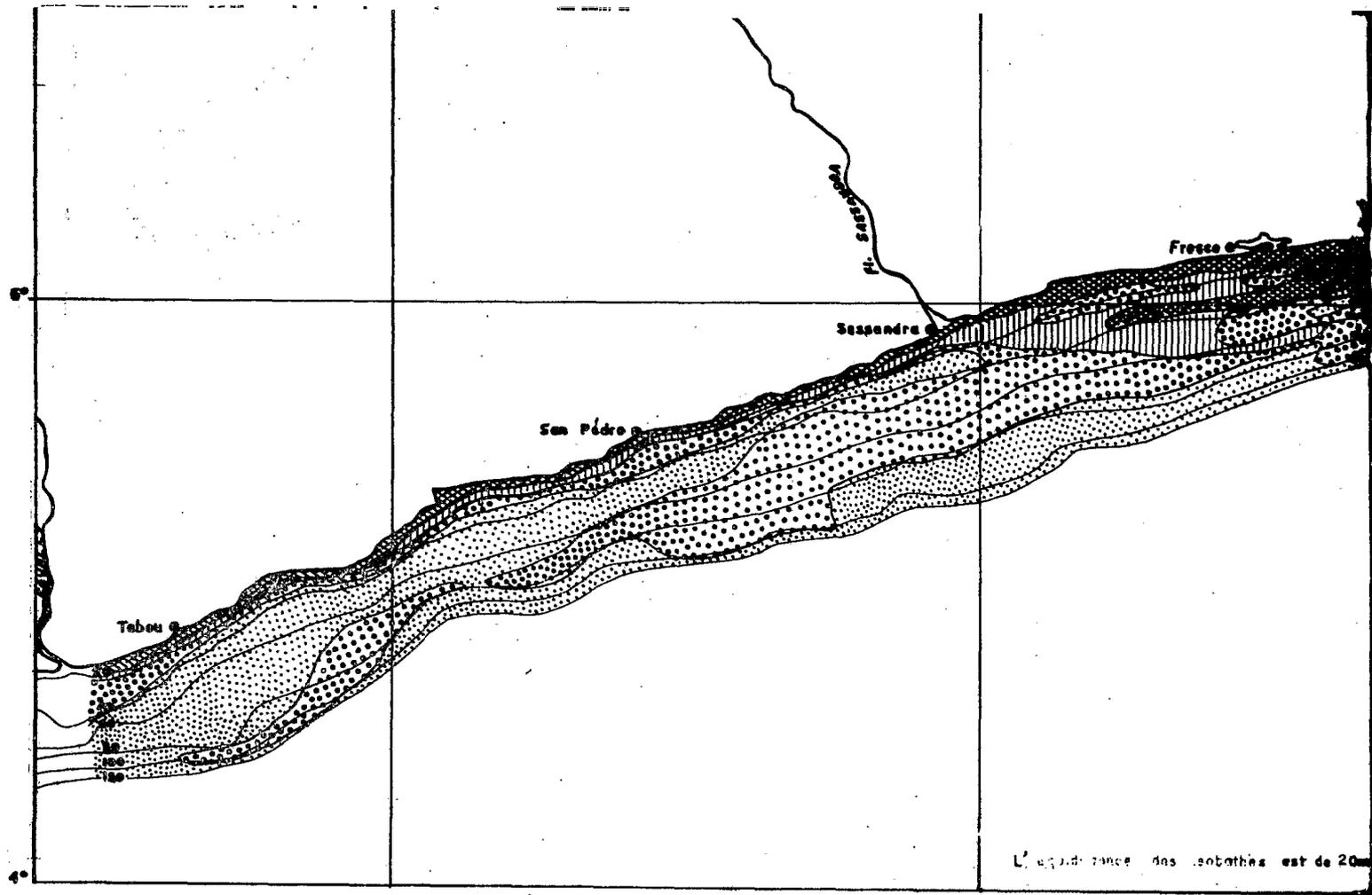


Figure 86 b - Teneur en quartz. L'équidistance des isobathes est de 20 m.

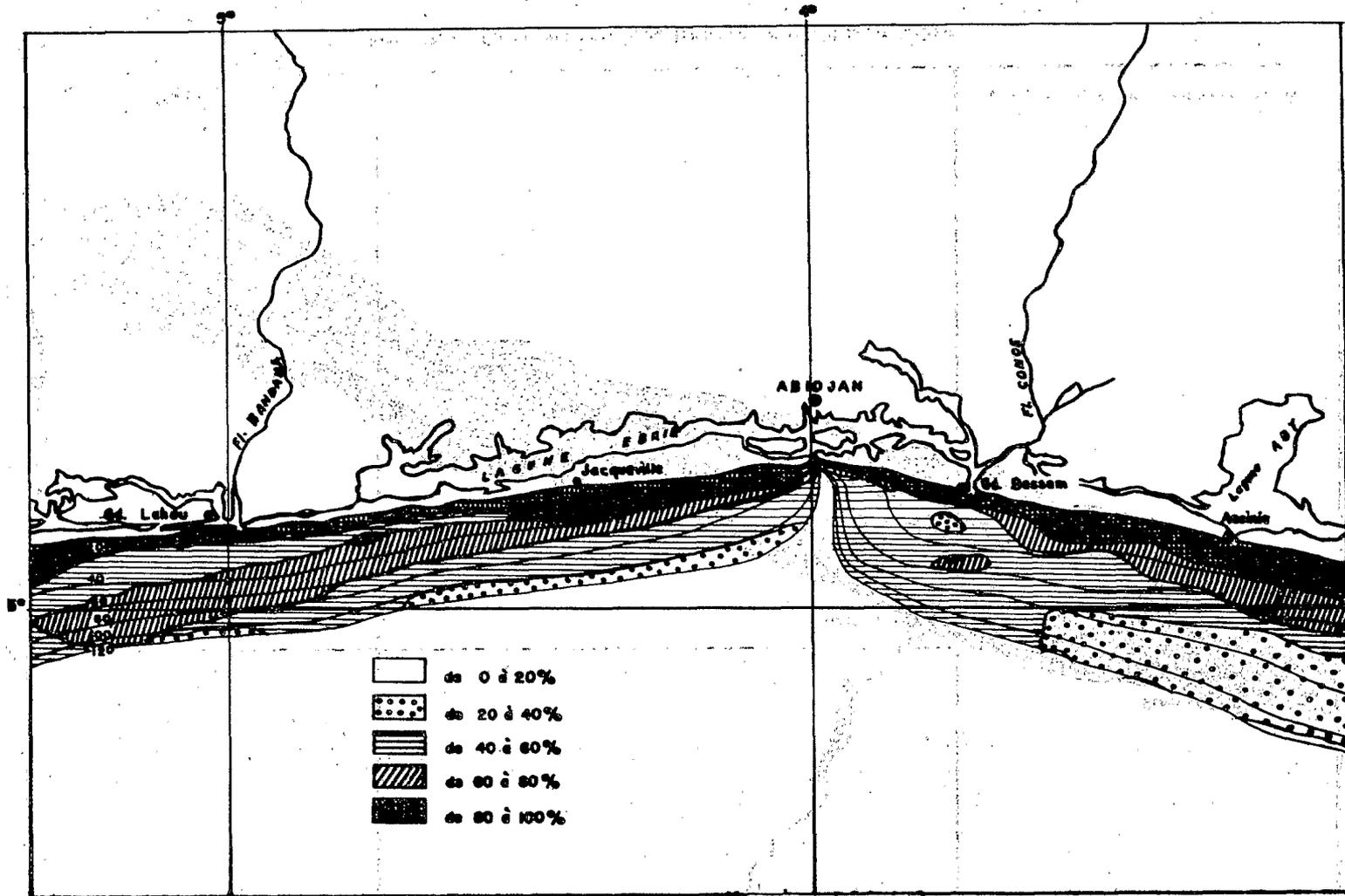


Figure 87 a - Teneur en silice totale

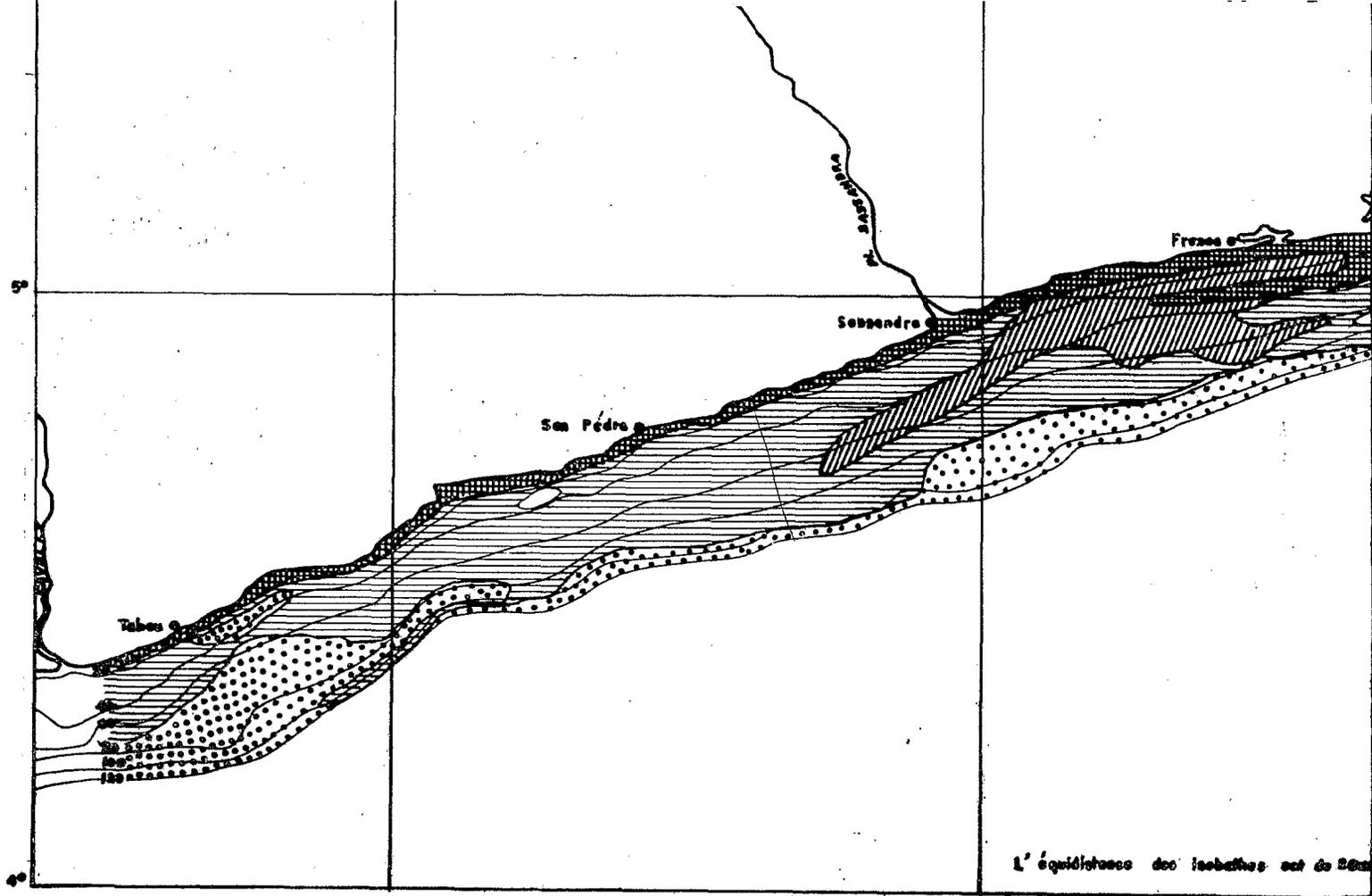


Figure 87 b - Teneur en silice totale. L'équidistance des isobathes est de 20 m.

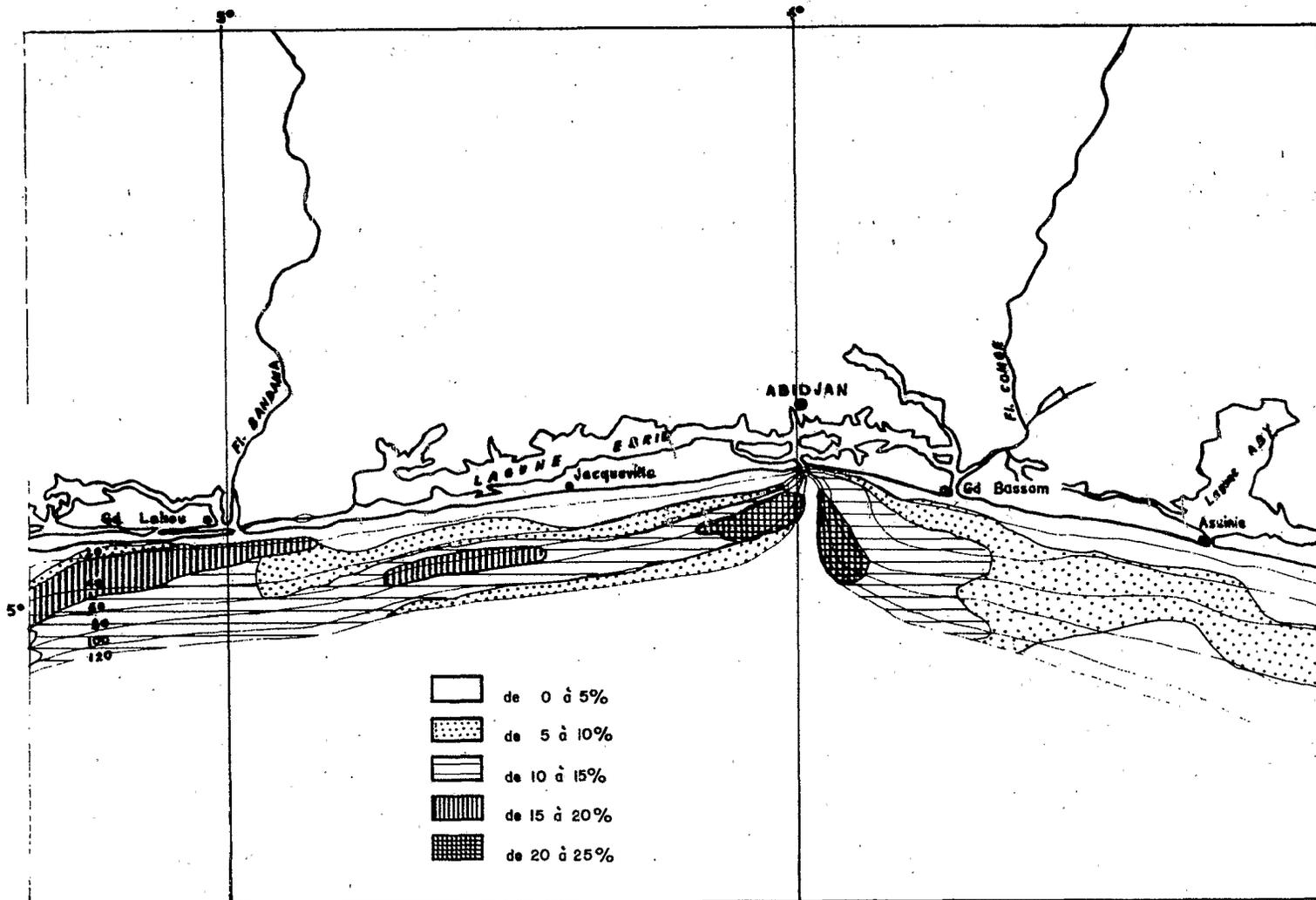


Figure 88 a - Teneur en Al_2O_3

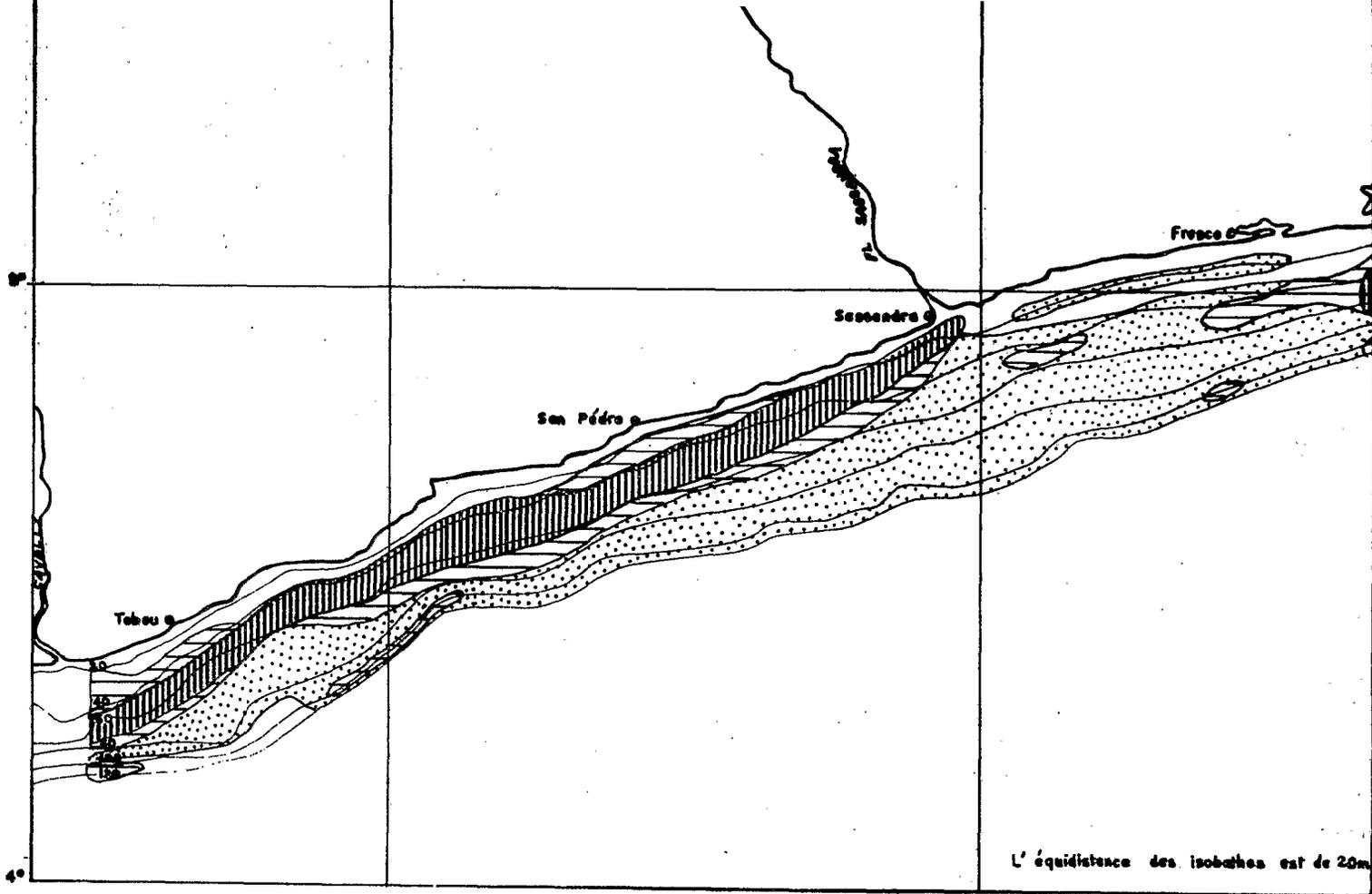


Figure 88 b - Teneur en Al_2O_3 . L' équadistance des isobathes est de 20 m.

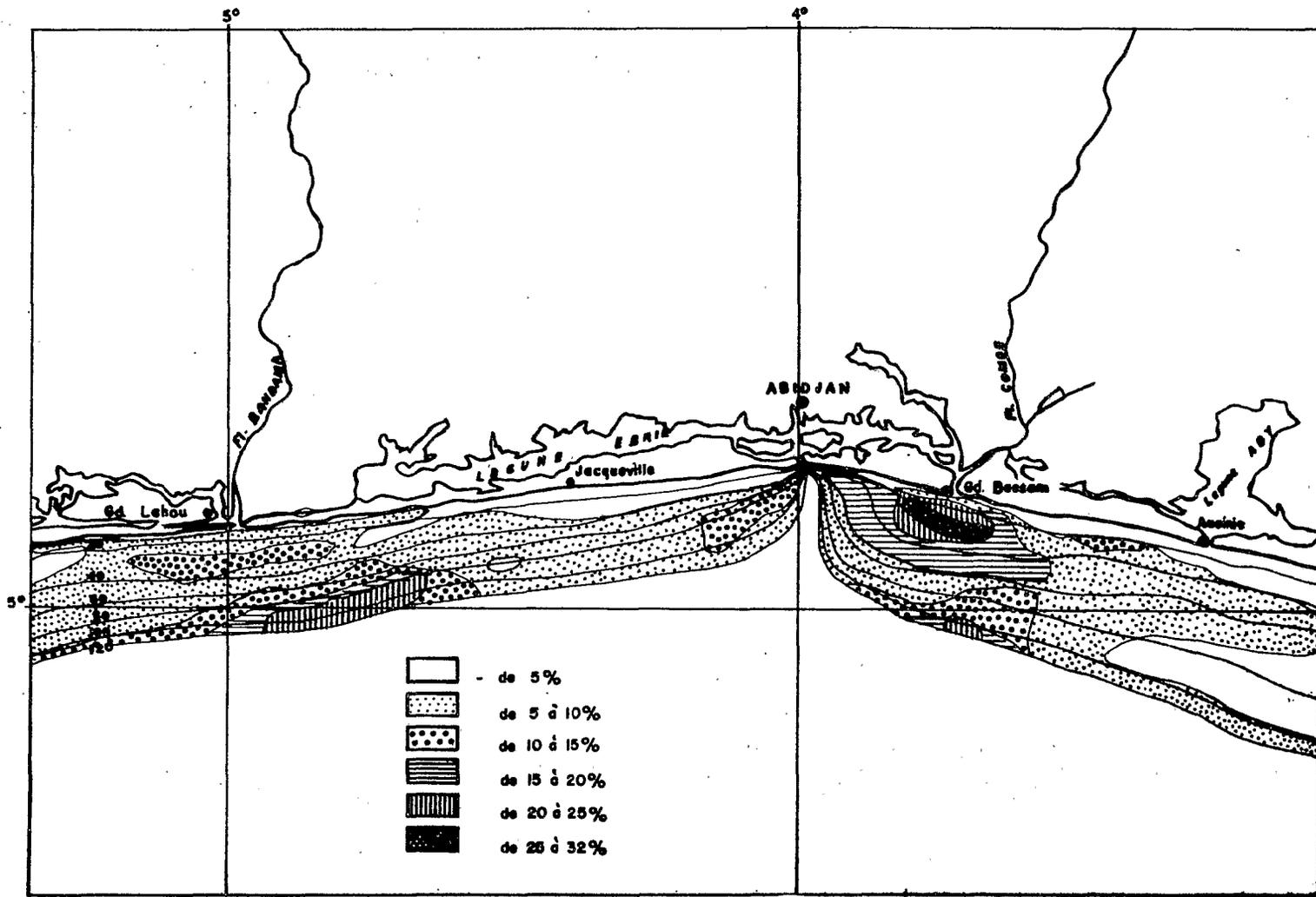


Figure 89 a - Teneur en fer

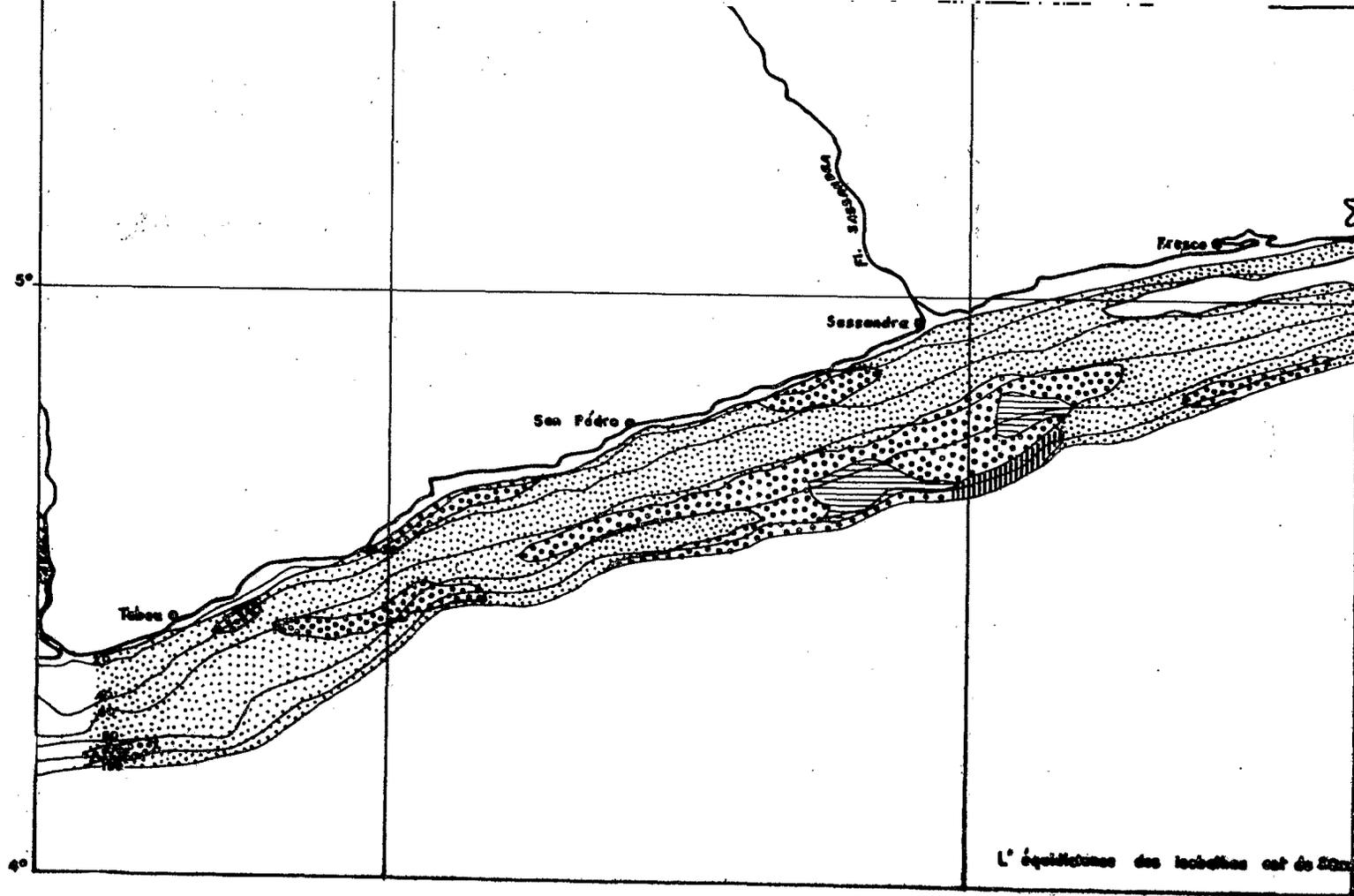


Figure 89 b - Teneur en fer. L'équidistance des isobathes est de 20 m.

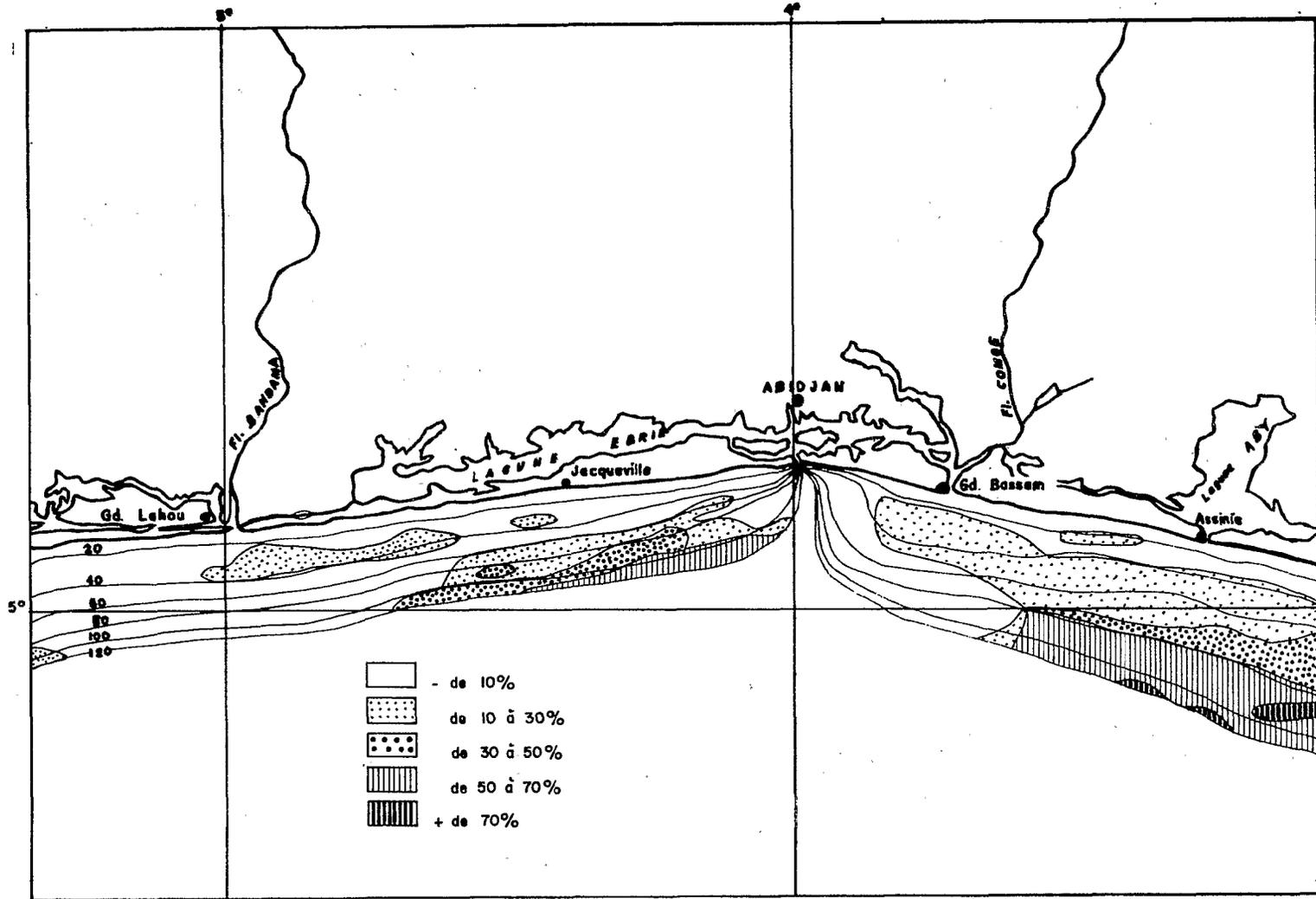


Figure 90 a - Teneur en carbonates

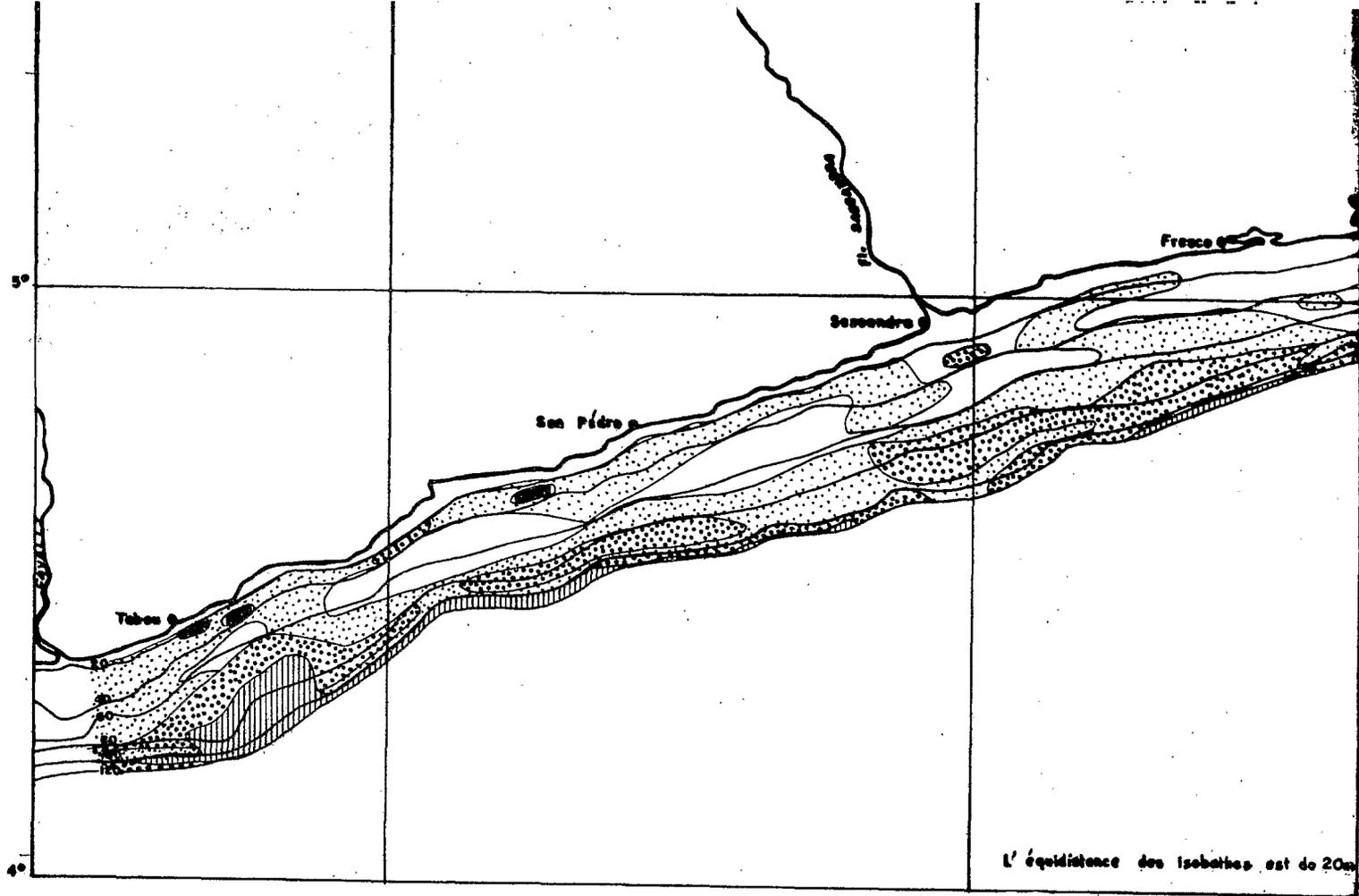


Figure 90 b - Teneur en carbonates. L'équidistance des isobathes est de 20 m.

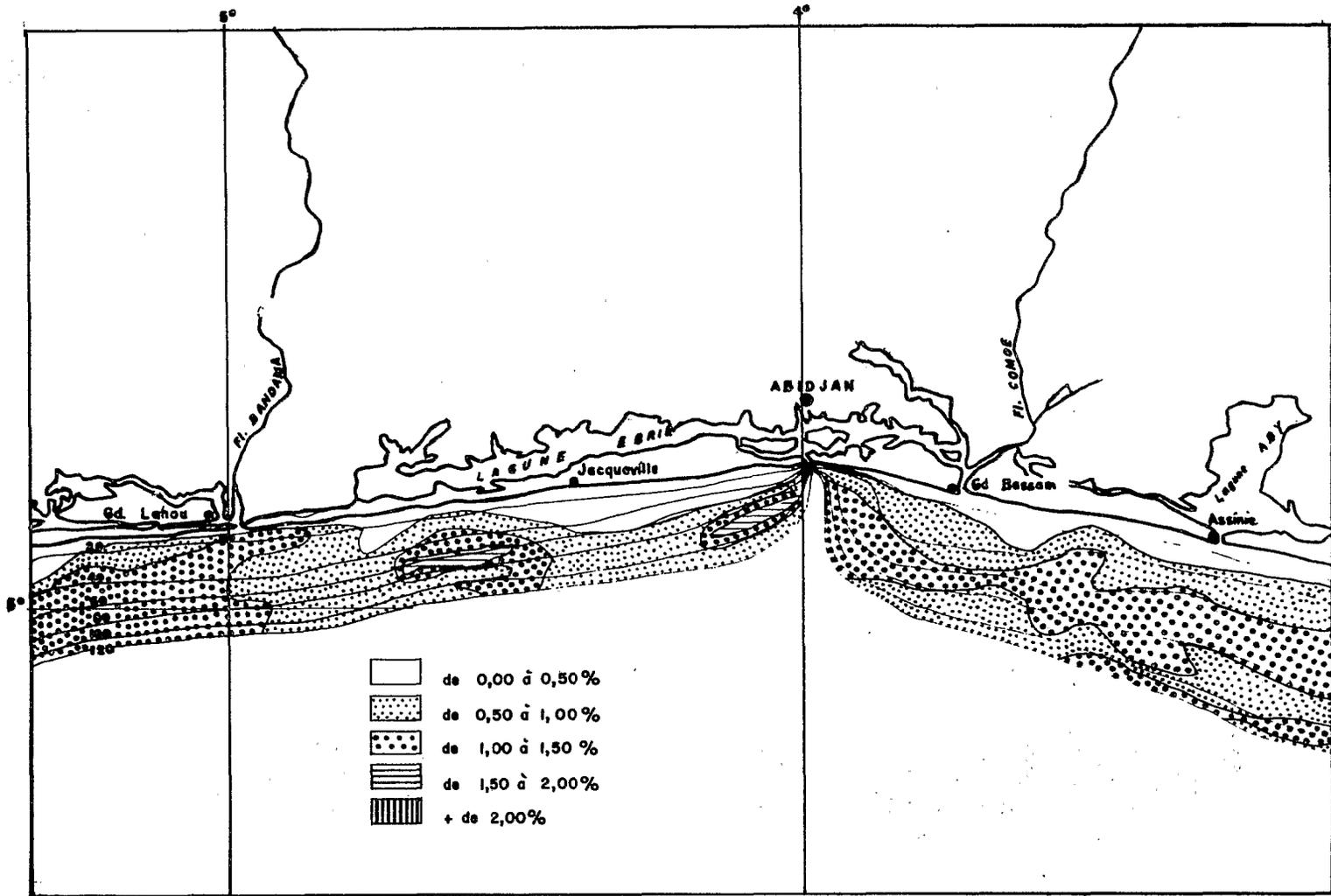


Figure 91 a - Teneur en azote

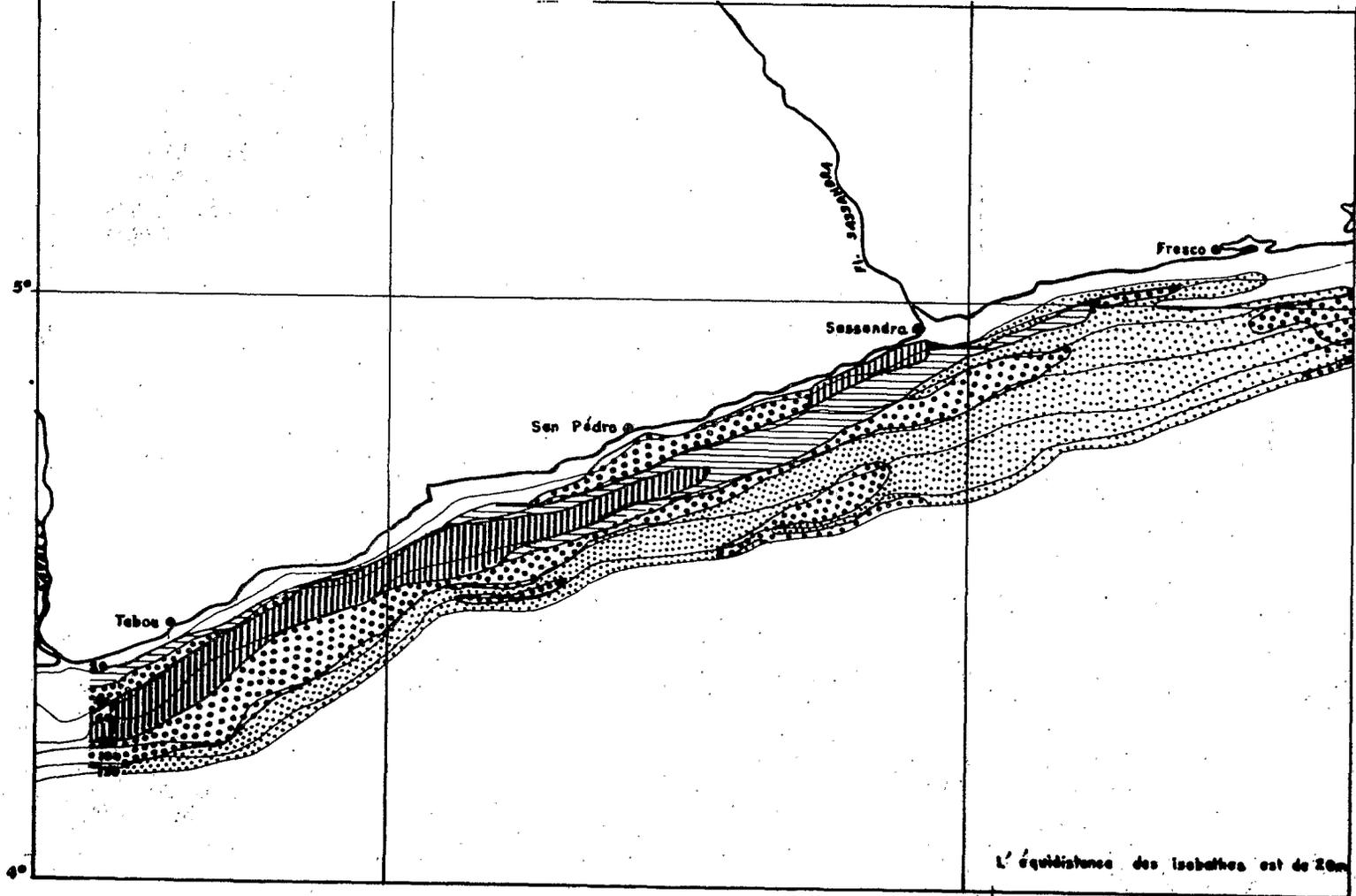


Figure 91 b - Teneur en azote. L'équidistance des isobathes est de 20 m.

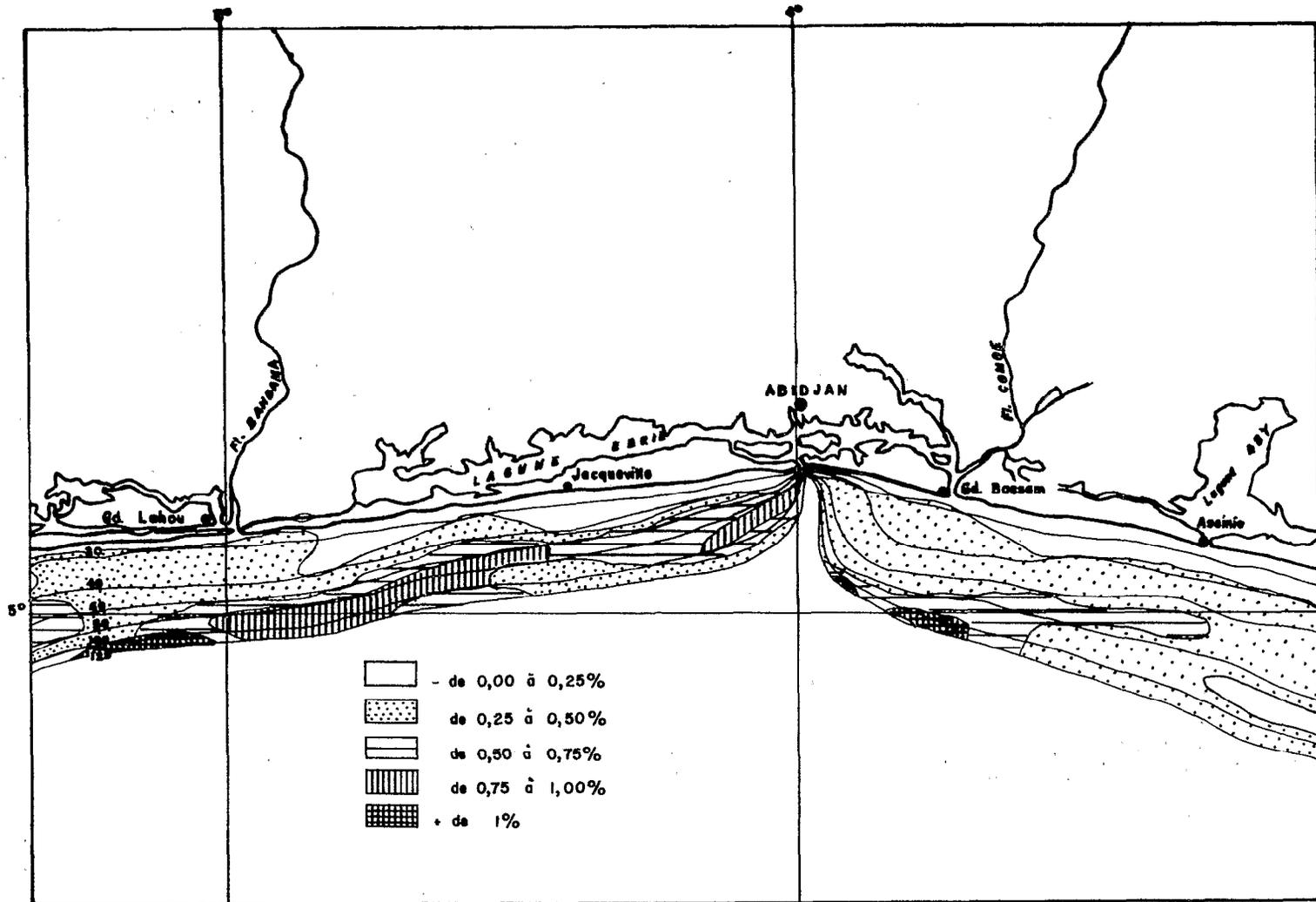


Figure 92 a - Teneur en K₂O

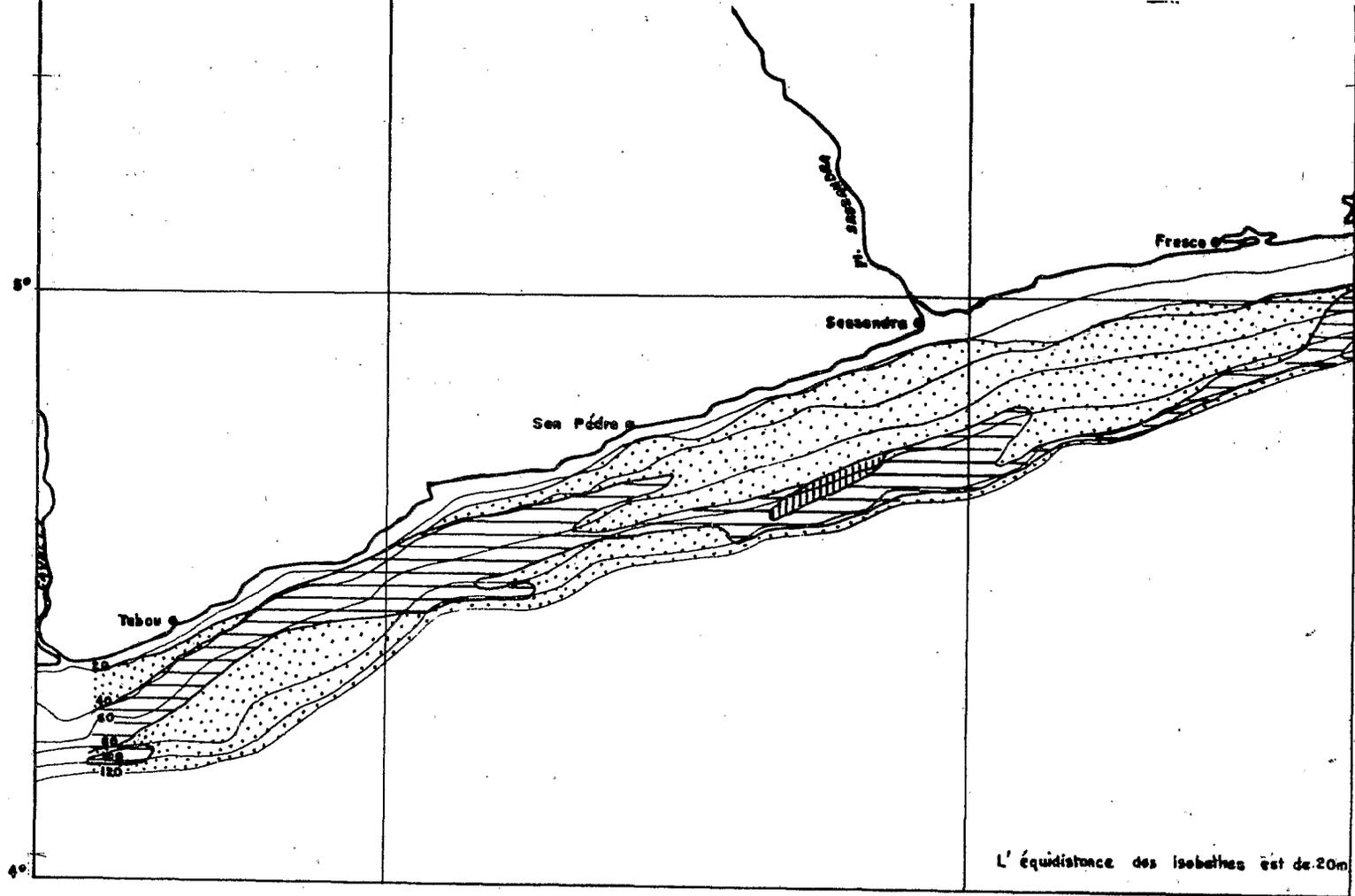


Figure 92 b - Teneur en K_2O . L' équadistance des isobathes est de 20 m.

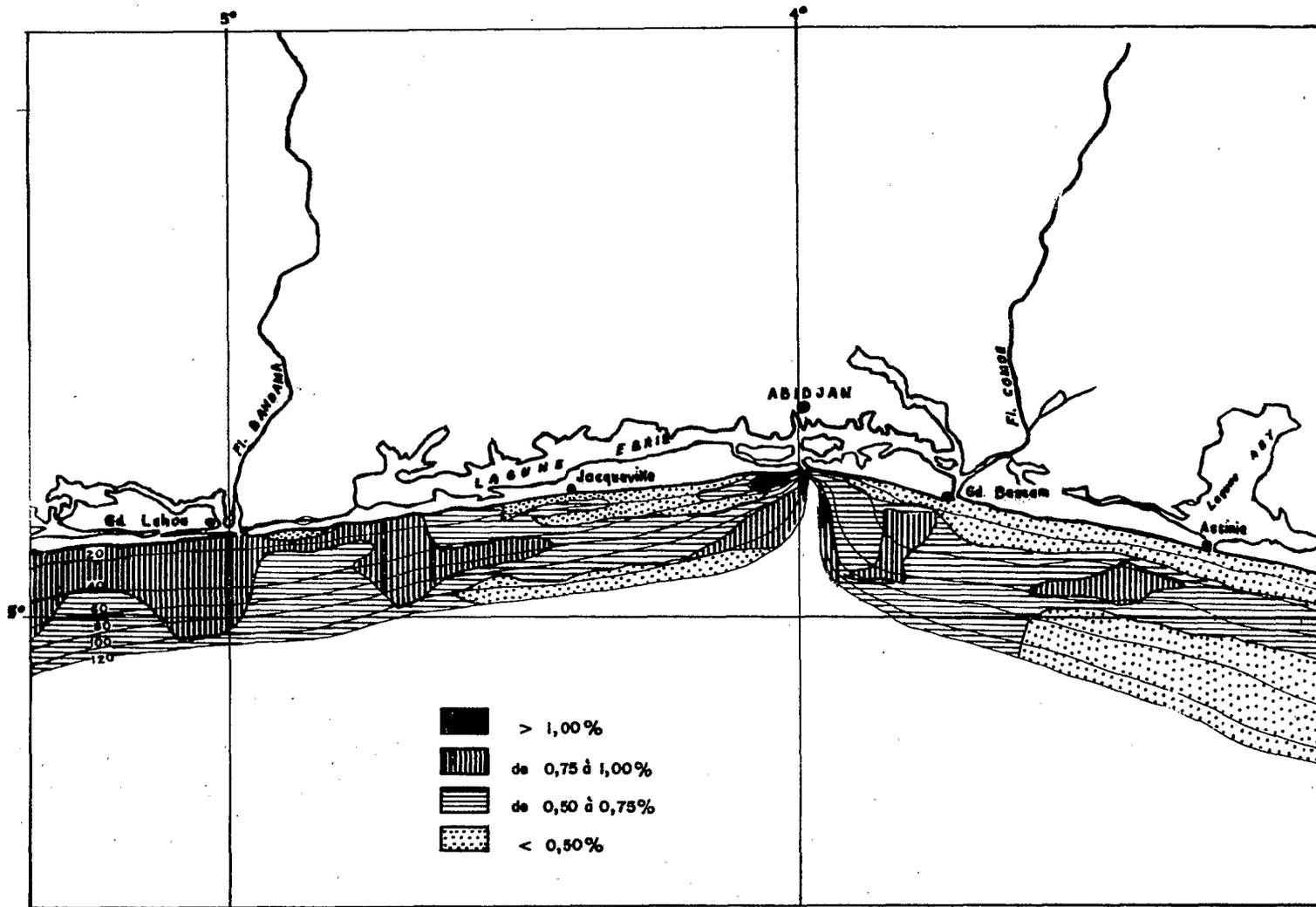


Figure 93 a - Teneur en TiO_2

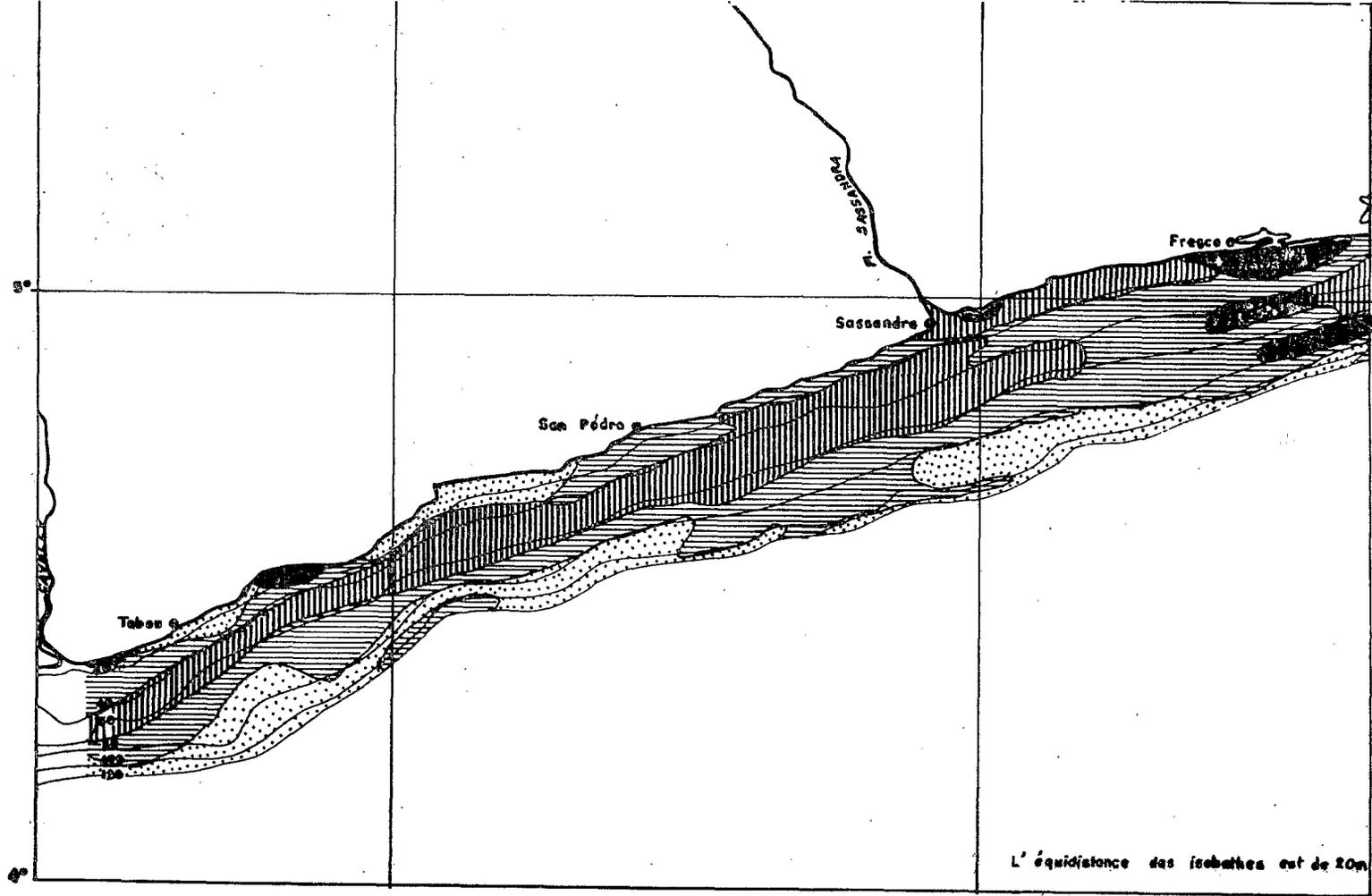


Figure 93 b-Teneur en TiO_2 . L'équadistance des isobathes est de 20 m.

ANALYSE MINÉRALOGIQUE ET SÉDIMENTOLOGIQUE PARTICULIÈRE : CAS DES «FAECAL-PELLETS» MINÉRALISÉS

1 - INTRODUCTION

Nous avons vu dans le chapitre précédent que les sédiments du plateau continental ivoirien contenaient des «faecal-pellets minéralisés» dont le diamètre varie de 100 à 600 microns. Ces granules sont pratiquement présents dans tous les sédiments, avec des concentrations comprises entre moins de 1 % et plus de 75 % du sédiment total. Nous avons vu, qu'en première approximation, il en existait deux grandes catégories :

– *GRANULES OVOÏDES MARRON FONCÉ, POLIS, LUISANTS ET DURS*

On les rencontre jusqu'à 40 mètres de profondeur. En moyenne, ils ont un diamètre inférieur à 200 microns, cependant on peut en observer d'un diamètre voisin de 500 microns. Associés à des grains de quartz de même dimension ils peuvent être très abondants et former des sables noirs très fins. On les trouve également associés à des grains de quartz et à des débris organogènes dans des proportions variables.

– *GRANULES OVOÏDES VERT CLAIR A VERT SOMBRE AVEC UNE SURFACE RUGUEUSE, TERREUSE PRÉSENTANT PARFOIS DES CRAQUELURES*

Au-delà de 40 mètres de profondeur ils peuvent former l'essentiel de la fraction grossière du sédiment ou être associés dans des proportions variables à des grains de quartz et des débris organogènes.

On observe également dans les carottes des granules gris et mous. Ils ne résistent pas à un tamisage sous l'eau. Ils ont la même couleur que la matrice vaseuse qui les renferme. Au début, le matériau pratiquement inaltéré est représenté par ces granules gris et mous. Pour Porrenga (1 967) la composition

chimique des granules gris et mous et celle de la matrice vaseuse est la même, seule la matière organique serait plus importante dans les granules. Au contraire pour Giresse (1 969) les granules gris ont une composition déjà différente de celle de la matrice. Il pense que l'organisme responsable de leur formation exerce une sélection alimentaire qui éliminerait en particulier la fraction argileuse très fine c'est-à-dire la kaolinite. Nous n'avons pu faire en Côte d'Ivoire d'analyses sur les granules gris mais d'après leur aspect nous pensons comme Porrenga que leur constitution est très proche de celle de la vase qui les contient.

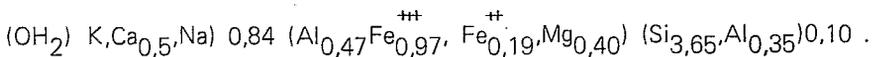
S'il y a assez d'oxygène dans l'eau de mer, la matière organique est oxydée et disparaît des granules; laissant le matériel détritique inchangé sous forme de granules gris et mous. S'il y a moins d'oxygène, localement un environnement réducteur peut être maintenu grâce auquel la minéralisation peut se faire. Bien qu'il ne soit pas possible d'indiquer et de décrire toutes les conditions physico-chimiques favorables à la minéralisation, il est vraisemblable que le potentiel Red/ox joue un rôle important. Cette supposition est basée sur la présence de fer ferreux dans les granules et sur la quantité de fer en général, ce qui indique une mobilisation et une concentration vers le stade réduit. En connexion avec le potentiel Red/ox dans le micro-environnement des granules, la quantité totale de matière organique et la perméabilité du matériau des granules et du sédiment qui les contient sont également importants.

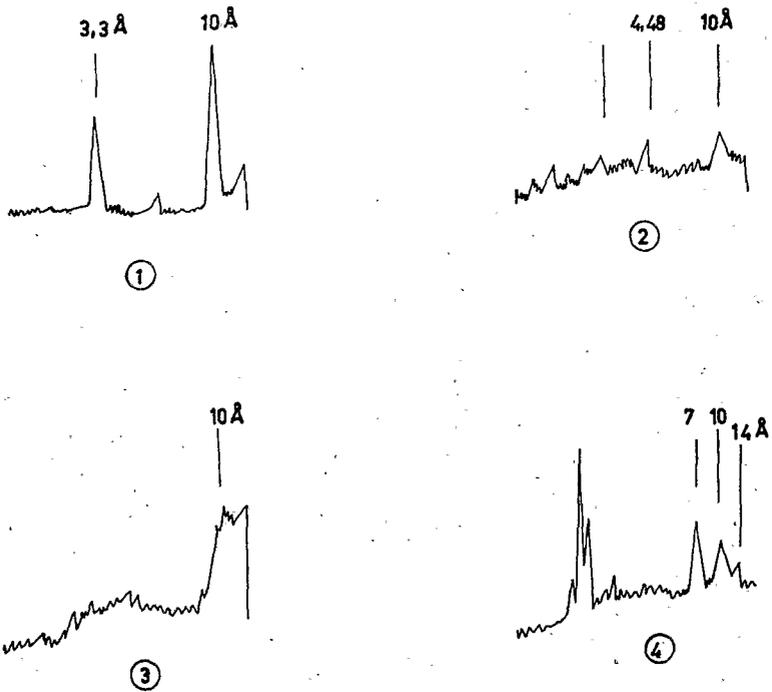
Il ressort des études de Porrenga (1 967) au Nigeria sur des granules analogues, que les gris et mous sont formés de matériel détritique tandis que les verts et marron sont principalement formés de glauconie, de berthiérine et de goéthite. Des résultats analogues ont été obtenus par Giresse (1 969) au Gabon.

1.1 - Généralités sur les glauconies

Les géologues de terrains ont traditionnellement employé le mot de glauconie pour décrire des grains argileux riches en fer et pouvant être très abondants dans certains sédiments marins. Burst (1 956 - 1 958) a montré que les glauconies, en fait, sont variées et ne sont pas toutes constituées comme le minéral dont la structure est voisine de celle des illites et qu'a décrit Gruner (1 935). Burst a ainsi distingué quatre catégories de glauconies (Fig.94) :

a- La première catégorie correspond à la phyllite dioctaédrique décrite par Gruner et appelée glauconite (en anglais : glauconite mineral). Les pics de diffraction sont aigus et symétriques. La structure est régulière. Burst lui a donné le nom de «TYPE ORDONNE». La formule chimique moyenne établie par Hendricks et Ross (1 941) est la suivante :





- ① Ordonné
- ② Désordonné
- ③ Interstratifié
- ④ Mélange de minéraux

BURST 1958

Figure 94 - Type de Glauconie

b- Le second groupe est également monominéral et micacé-mais les pics sont bas et dissymétriques. La retombée du pic est hésitante et lente du côté des grands angles. L'analyse des radiogrammes indique que l'empilement est désordonné. Burst a donné à ce groupe le nom de «TYPE DESORDONNE».

c- Le troisième groupe est formé de minéraux interstratifiés où la montmorillonite alterne d'une manière assez désordonnée avec un minéral à 10 Å. Burst lui a donné le nom de «TYPE INTERSTRATIFIE».

d- le quatrième groupe présente des mélanges de minéraux qui peuvent être selon les cas : l'illite, la montmorillonite, la chlorite ou des interstratifiés variés.

En accord avec Hoover (1 960) Burst a défini le «Type ordonné» comme étant formé presque entièrement d'un matériau micacé contenant moins de 10 % de feuillets gonflants. Le «Type désordonné» contient de 10 à 20 % de feuillets gonflants, tandis que le «Type interstratifié» en contient plus de 20 %.

Les diffractogrammes de glauconies non traitées ont un pic basal (001) variant de 10 Å à 15 Å. Le matériau avec un écart réticulaire d'environ 10 Å change très peu après glycolation ou chauffage. Par contre, celui à 15 Å gonfle à 17 Å après glycolation et se contracte à environ 10 Å après chauffage à 200 °C pendant une heure, ce qui indique la présence de matériau gonflant. Des impuretés telles que de la kaolinite, de la chlorite, du quartz, des feldspaths et de la calcite sont également présents sur certains diffractogrammes de glauconie.

Le potassium est un des composants essentiels des micas, donc les glauconies qui ont le plus fort pourcentage de feuillets micacés ont également la plus forte teneur en potassium (Burst, 1 958). Celle des glauconies peut varier de 2 à 7 %.

Les glauconies représentent donc tantôt un minéral argileux bien défini, qui est l'homéotype ferrique de l'illite, tantôt des produits de nature minéralogique variée et qui ont en commun d'être verts. Il existe donc une ambiguïté du point de vue nomenclature. C'est pourquoi Millot (1 964) a proposé de distinguer :

— Le terme glauconie (en anglais «glauconite»), utile aux géologues, désignera les produits verts en grain, en traînées ou en accordéons, sans que l'étude minéralogique soit faite et que l'on puisse préciser.

— Le terme glauconite (en anglais «glauconite mineral») défini par les minéralogistes, correspondra au minéral ferrique, homéotype de l'illite.

Limites physiques de la formation de la glauconie (Cloud - 1 955)

— EXTENSION STRATIGRAPHIQUE

On rencontre des glauconies du Cambrien à l'Actuel.

— ZONE ACTUELLE DE DISTRIBUTION

On en rencontre de 65 ° Sud à 80 ° Nord, au large de la plupart des côtes océaniques, souvent sur la pente continentale.

— **SALINITE**

A part de rares exceptions on ne rencontre les glauconies que dans les eaux de salinité normale. Cependant elles peuvent théoriquement se former dans les eaux riches en potassium des lacs salés.

— **OXYGENATION**

La formation de la glauconie nécessite des conditions légèrement réductrices. Des conditions anaérobies saisonnières, cycliques, intermittentes ou locales peuvent donner une formation de glauconie saisonnière, cyclique, intermittente ou locale.

— **QUANTITE DE MATIERE ORGANIQUE DES SEDIMENTS DU FOND**

La formation de la glauconie est facilitée par la présence de matière organique en décomposition, ce qui donne des conditions réductrices.

— **PROFONDEUR**

La glauconie est rare dans les sédiments formés au-dessous de 2 000 m et au-dessus de 10 m. Elle semble être particulièrement abondante dans la partie supérieure de l'intervalle 20 - 800 mètres.

— **TEMPERATURE**

La formation de la glauconie semble admettre une tolérance de température assez grande. Elle n'est toutefois pas favorisée par les eaux chaudes, bien que sa répartition géographique aille du front polaire aux régions tropicales. Cependant la glauconie tropicale semble être assez profonde pour être facilement rattachée aux eaux plus froides situées sous la thermocline.

— **MATERIAUX SOURCES**

Minéraux micacés ou vase de haute teneur en fer.

— **TAUX DE SEDIMENTATION**

La formation de la glauconie semble favorisée par un taux de sédimentation faible. Celui-ci doit être juste assez fort pour fournir les éléments nécessaires. Les plateaux continentaux, les hauts fonds et les bancs au large des côtes cristallines semblent être les aires de formation les plus favorables.

— **SEDIMENTS ET RESTES ORGANIQUES ASSOCIES**

La glauconie se rencontre principalement dans les sédiments détritiques calcaires tels que les grès calcaires. Elle est rare dans les roches argileuses pures,

les grès quartzeux purs ou les carbonates de précipitation chimique. Elle est rare ou absente des lits qui contiennent des algues, des coraux ou des bryozoaires et si elle est présente, elle est probablement remaniée.

1.2 - Généralités sur la berthiérine

La berthiérine (en anglais «chamosite») est le minéral principal de nombreux minerais de fer oolithiques anciens. Dans ces roches, la berthiérine se présente sous une forme ovoïde qui, en lame mince, montre un certain nombre de cercles concentriques entourant un grain de quartz ou d'un autre minéral. Elle se rencontre également sans ces cercles en inclusions minérales, sous forme de boulettes et parfois comme constituant de la matrice. Elle apparaît également dans les pores du squelette d'échinodermes.

À la suite des travaux de Brindley (1 951-1 961), Caillère et Henin (1 952-1 959) les phyllites des minerais de fer ont pu être classés de la manière suivante :

- DES PHYLLITES A 7 Å

Elles sont appelées berthiérines (en français) et chamosites (en anglais). Elles appartiennent à la série kaolinite-serpentine, le nombre d'atomes présents dans les trois positions octaédriques est plus voisin de 3 que de 2, on peut donc parler d'isotype de la serpentine, mais les ions représentés dans cette couche octaédrique sont : Mg, Fe^{+++} , Fe^{++} et Al. On les rencontre dans les minerais oolithiques d'âge secondaire.

- DES PHYLLITES A 14 Å OU CHLORITES VRAIES

Elles sont caractérisées par un espacement basal fixe à 14 Å. On les rencontre dans les minerais oolithiques mais presque seulement d'âge primaire.

- DES PHYLLITES A 14 Å GONFLANTES OU CHLORITES GONFLANTES

La couche brucitique est très incomplète, elle est cependant suffisamment garnie pour garantir la stabilité de la raie à 14 Å à la chaleur mais insuffisamment pour lier les feuillettes qui gonflent sous l'influence des poly-alcools.

La berthiérine a été synthétisée à basse température en laboratoire (Caillère et al., 1 953-55-62) et (Caillère et Henin, 1 960), mais dans les sédiments actuels, la présence de berthiérine n'a été signalée que récemment. Elle a été décrite par Porrenga (1 965-66-67) dans les sédiments peu profonds de l'Orénoque, du delta du Niger et du plateau continental de Sarawak. Elle a été également décrite dans les sédiments des plateaux continentaux du Gabon (Giresse - 1 965), de Guinée (Von Gaerner et Schellmann - 1 966) et dans les sédiments marins du détroit de Malacca entre la Malaisie et Sumatra (Keller - 1 966).

Plusieurs hypothèses concernant son origine ont été formulées mais de nombreux auteurs arrivent à la conclusion que la berthiérine s'est formée syn-sédimentairement ou dans un premier stade de diagenèse dans le sédiment. L'environnement le plus favorable semble être un environnement marin peu profond, près d'un continent qui a fourni le fer nécessaire. Jusqu'à présent on n'a rencontré des berthiérines actuelles que dans des environnements marins peu profonds des régions tropicales. Cela conduit à penser qu'une température chaude de l'eau de fond (supérieure à 20 °C) est essentielle (Porrenga - 1 967). L'intersection de la thermocline avec le fond marque la frontière extrême de la présence de la berthiérine et il semble que sa présence coïncide remarquablement avec la zone où la masse d'eau supérieure est en contact avec le fond. Il est vraisemblable que l'eau plus chaude est un des facteurs qui a causé l'environnement favorable à la formation de berthiérine, alors que l'eau froide, à plus grande profondeur, peut être un des facteurs favorables à la formation de la glauconie.

L'observation en plaque mince de berthiérine actuelle ne décèle pas de couches concentriques comme on en trouve dans les berthiérines anciennes, excepté pour la couche extérieure de goethite. Il est certain que la berthiérine actuelle ayant l'aspect de granules ovoïdes débute sous la forme de «faecal-pellets» dus aux déjections d'organismes fouisseurs ou limnivores.

La berthiérine contient du fer ferreux, mais il arrive dans la mer davantage de fer sous forme ferrique. Celui-ci est souvent présent en pellicules sur les grains de quartz et autres grains minéraux, et comme constituant des minéraux argileux. Si le fer ferrique est réduit par la matière organique présente dans les «faecal-pellets» ou dans la couche de surface du sédiment, quelques ions ferriques peuvent devenir mobiles et être utilisés comme fer ferreux pour la formation de berthiérine. Les granules gris contiennent à peu près la même quantité de fer que la matrice vaseuse dans laquelle on les rencontre, alors que la teneur en fer de la berthiérine est beaucoup plus grande. Il y a donc, pendant la berthiérinisation, une augmentation considérable de la teneur en fer. Puisque la quantité d'oxygène diminue généralement à l'intérieur du sédiment lui-même, le potentiel Red/ox peut baisser assez pour permettre la formation de berthiérine. Cette formation n'est pas syn-sédimentaire mais postsédimentaire dans un premier stade de diagenèse du sédiment.

Si la quantité de matière organique n'est pas suffisante pour maintenir un environnement réducteur, la berthiérine peut être oxydée en goethite. Inversement, le matériel oxydé peut se transformer en berthiérine si les conditions de pH et de Eh sont favorables. Von Gaestner et Scellmann (1 965) et Scellmann (1 966) admettent que la berthiérine qu'ils ont trouvée dans les dépôts de plage de Guinée, a remplacé la goethite. La transformation de chlorite en berthiérine, qui a été observée par Porrenga (1 967) dans les échantillons du plateau continental de Sarawak, semble également se réaliser dans un environnement localement réducteur. Puisque la structure de la chlorite et celle de la berthiérine, aussi bien que leur composition chimique, sont presque semblables, on n'a pas à envisager de changements radicaux, alors que de tels changements seraient cependant nécessaires pour transformer la biotite en berthiérine.

Tableau donnant la composition chimique de glauconies, berthiérine et goethite.

	Glauconie récente	Glauconie tertiaire	Berthiérine	Goethite
SiO ₂	46,90	52,64	30,07	5,15
Al ₂ O ₃	4,06	5,78	17,36	4,49
Fe ₂ O ₃	27,09	17,88	3,66	69,93
FeO	3,60	3,85	37,61	0,95
MnO	-	-	0,2	0,48
TiO ₂	-	0,16	0,12	1,05
CaO	0,20	0,12	-	0,57
MgO	0,70	3,43	1,69	1,05
K ₂ O	6,16	7,42	0,16	0,32
Na ₂ O	1,28	0,18	0,44	0,01
P ₂ O ₅	-	0,18	-	1,23
P.F.	9,25	8,79	9,01	14,44
	99,24	100,33	100,04	99,67

In : H.L. James (1 966) «Chemistry of the iron-rich sedimentary rocks»

Ces trois minéraux sont caractérisés par de fortes teneurs en fer surtout sous forme ferrique pour la goethite et la glauconite et ferreuse pour la berthiérine. La glauconite est également caractérisée par une forte teneur en potassium.

1.3 - Etude des «faecal-pellets» du Nigéria (Porrenga - 1 967)

Près du littoral, dans les eaux de 10 mètres et moins, tous les «pellets» sont bruns et luisants. Ils sont essentiellement formés de goethite. Jusqu'à 60 mètres de profondeur, c'est-à-dire dans la zone du plateau continental recouverte par une masse d'eau chaude permanente (température supérieure à 26 °C) les «pellets» verts sont formés de berthiérine. Au-delà de 60 mètres c'est-à-dire sur les fonds recouverts par une masse d'eau froide (température inférieure à 17 °C) les «pellets» verts sont surtout formés de glauconie. Il semble que l'intersection de la thermocline avec le fond délimite deux zones : une zone supérieure dans laquelle se développerait la berthiérine et une zone inférieure dans laquelle se développerait la glauconie.

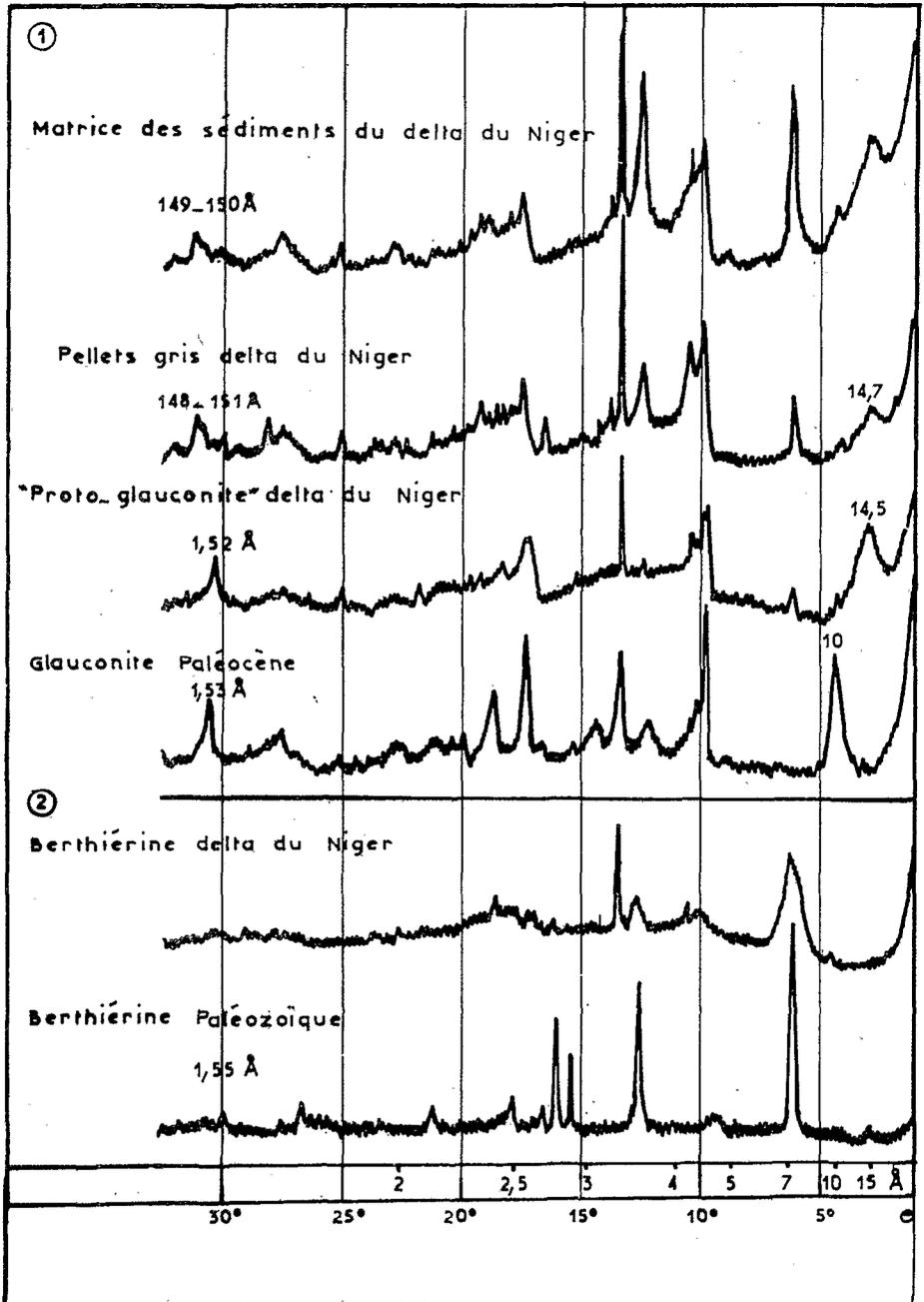


Figure 95 - 1. diffractogrammes de la matrice, des «pellets» gris et des «pellets» de «proto-glaucinite» du delta du Niger comparés à celui d'une glaucinite paléocène.
2. diffractogramme d'une berthiérine du delta du Niger comparé à celui d'une berthiérine paléozoïque.

1.3.1 - CARACTERISTIQUES DES «FAECAL-PELLETS» PRELEVES AU-DESSOUS DE 60 METRES DE PROFONDEUR

Minéralogiquement aussi bien que chimiquement, la composition des «pellets» diffère de celle de la matrice argileuse qui les contient.

a- Minéralogiquement, à cause de la plus petite quantité de kaolinite et d'illite et de la plus grande quantité de montmorillonite («protoglaucinite») des «pellets» (Fig.95). De plus la raie (060) de la «proto-glaucinite» des «pellets» est située à 1,525 - 1,53 Å ce qui indique que le minéral n'est pas dioctaédrique (habituellement 1,49 à 1,52 Å) mais probablement plus près de trioctaédrique (habituellement 1,53 Å). La raie (060) de la montmorillonite de la matrice argileuse est d'environ 1,50 Å.

b- Chimiquement, la différence entre les «pellets» et la matrice est aussi frappante : une plus grande quantité de fer, de potassium et de magnésium caractérise les «pellets» (Voir tableau).

Porrenga en conclut que les «pellets» ne constituent pas simplement un matériau argileux agglutiné mais doivent représenter un minéral nouvellement formé.

Il s'agit d'un minéral argileux riche en fer. Après traitement à la glycérine, la raie (001) passe à environ 17 Å, ce qui indique un bon gonflement. Après traitement au chlorure de potassium 1N, la raie (001) passe à des valeurs de 11,5-11,7 Å. Le développement d'une raie de 10 Å sur les échantillons chauffés à 350 °C indique que la structure est plutôt celle d'un minéral gonflant de 10 Å que celle d'une chlorite ou d'une vermiculite de 14 Å. Dans le cas d'une vermiculite un pic à 14 Å serait remplacé par un pic large à environ 9 Å en chauffant à 450-550 °C (Fig.103). Dans le cas d'une chlorite, une réflexion à 14 Å se développerait avec une intensité croissant conjointement avec la température. Les «pellets» du delta du Niger contiennent environ 2,7 % de potassium.

1.3.2 - CARACTERISTIQUES DES «PELLETS» VERTS PRELEVES AU-DESSUS DE 60 METRES (Berthiérine)

Alors que les berthiérines des roches anciennes sont bien ordonnées et donnent des diffractogrammes avec des pics aigus, les berthiérines actuelles donnent seulement quelques réflexions larges. Si on compare un diffractogramme de berthiérine paléozoïque avec celui d'une berthiérine actuelle (Fig.95), on constate que l'échantillon paléozoïque contient de la sidérite (pic à 2,79 Å) tandis que l'échantillon actuel contient du quartz (pic à 3,55 Å), de la goéthite (pic à 4,18 Å) et du mica (pic à 10 Å). L'absence d'une raie à 14 Å montre que la véritable structure de la chlorite n'est pas présente, alors que la réflexion (060) à environ 1,54 Å indique le caractère trioctaédrique du minéral. On peut conclure à la non présence de la kaolinite de l'absence de réflexion à 3,58 Å (002) et à

1,49 Å (060), alors qu'un critère supplémentaire de la présence de la berthiérine est la réflexion (002) à 3,55 Å (Horn - 1964). En chauffant à 450 °C, l'intensité de la réflexion à 7,1 Å faiblit, indiquant que la décomposition est commencée. A 550 °C il n'y a plus de raie à 7,1 Å alors qu'à 14 Å il n'y a pas de réflexion visible. Seules persistent les réflexions du quartz et du mica.

Chimiquement la composition de la berthiérine se rapproche de celle de la chlorite contenant du fer. La berthiérine faiblement ordonnée possède une quantité élevée de fer ferreux et de magnésium et une faible quantité d'aluminium.

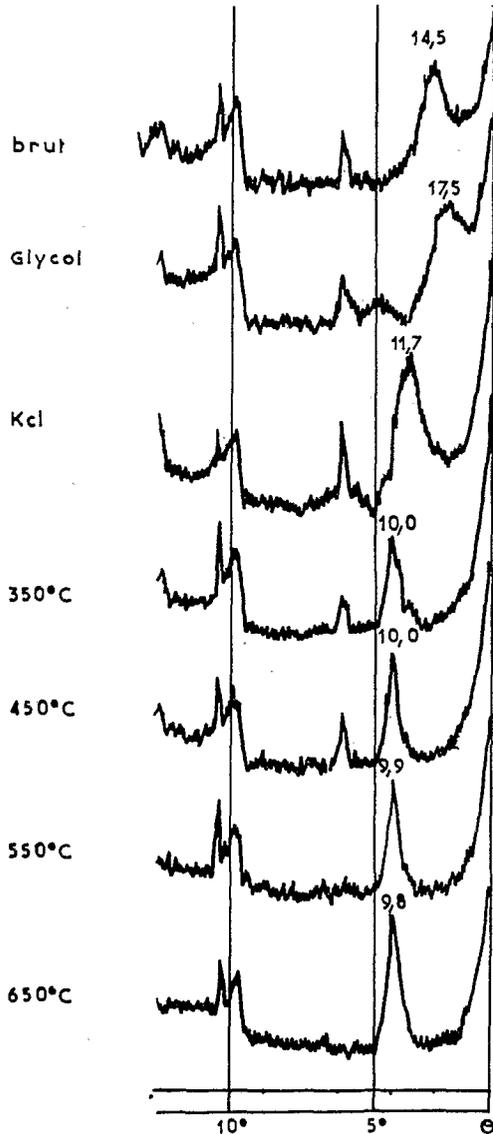


Figure 96 - Comportement d'une «proto-glaucconite» du delta du Niger à divers traitements

1.3.3 - CARACTERISTIQUES DES «PELLETS» DE GOETHITE DU DELTA DU NIGER

L'aluminium présent (9,14 %) est probablement partiellement incorporé dans la structure cristalline de la goethite qui est le constituant principal des «pellets». L'analyse aux RX montre que la raie (111) a un écart de 2,446 Å ce qui indique, comme l'ont montré Correns et Thiel (1 963), qu'environ 6 molécules d'AlOOH sont présentes pour 100 molécules de FeOOH. Selon Schnelderhorn (1 964), la goethite se présente naturellement avec 7 à 13 % de molécules d'AlOOH cependant les «pellets» de goethite du delta du Niger en contiennent un pourcentage plus faible. Le reste de l'aluminium doit être contenu dans les minéraux argileux.

Si nous comparons et les propriétés de gonflement et la teneur en potassium de ce minéral avec celles des glauconies du groupe 111 de Burst qui caractérise des minéraux gonflants avec une structure peu ordonnée et une faible teneur en potassium, on constate que le minéral des «pellets» du delta du Niger représente un tout premier stade de développement. On peut le considérer comme une glauconite en gestation, d'où son nom de «proto-glauconite». A plus grande profondeur, à l'intérieur du sédiment, cette «proto-glauconite» probablement se transforme en glauconite telle que l'ont définie Gruner (1 935), Hendrick et Ross (1 941), avec perte d'eau et des propriétés gonflantes, augmentation de la teneur en potassium et organisation de la structure.

Tableau donnant la composition chimique de la matrice vaseuse et des «faecal-pellets» du delta du Niger (Porrenga - 1 967)

	Matrice	Pellets gris	Pellets bruns	Pellets «proto-glauconite»	Pellets berthiérine
SiO ₂	43,87	50,17	22,68	49,95	52
Al ₂ O ₃	25,36	21,30	9,14	14,04	8
Fe ₂ O ₃	9,86*	10,00*	46,82	17,30	20*
FeO			1	2,87	
MnO	0,05	0,05	0,11	0,05	0,2
TiO ₂	1,09	1,20	0,79	0,65	0,4
CaO	0,55	1,00	1,98	1,46	0,5
MgO	1,40	1,03	2,92	2,83	8,4
K ₂ O	1,29	1,48	0,58	2,62	0,5
Na ₂ O	0,18	0,26	0,24	0,21	0,3
P ₂ O ₅	0,24	0,11	2,64	0,18	
P.F.	15,03	11,68	12,15	8,36	11,4
	98,92	98,28	101,05	100,07	101,6

* Tout le fer est exprimé sous forme de Fe₂O₃.

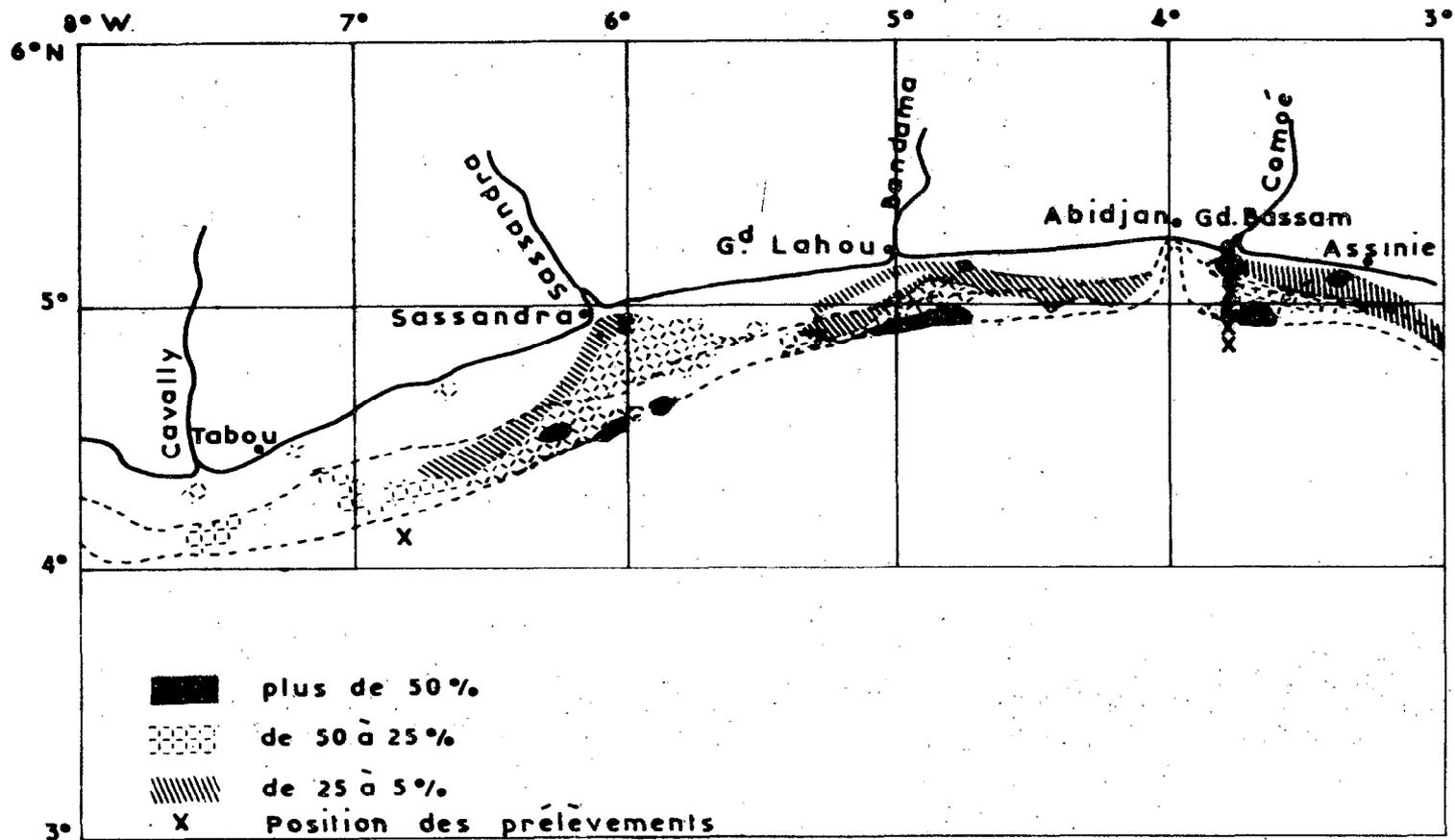


Figure 97 - Répartition des «faecal-pellets» minéralisés en surface

2 - ETUDE DES «FAECAL-PELLETS» MINERALISES DU PLATEAU CONTINENTAL IVOIRIEN

2.1 - Modes de gisement

Nous avons vu qu'ils figurent dans presque tous les sédiments dans des proportions variant de moins de 1 % à plus de 75 % du sédiment total.

2.1.1 - REPARTITION EN SURFACE (Fig.97)

Les plus fortes concentrations sont localisées dans trois zones bien distinctes :

- Au large de l'embouchure de la Comoé,
- Au large de l'embouchure du Bandama,
- Au large de l'embouchure du Sassandra.

Les zones les plus riches en granules marron sont situées entre 20 et 40 mètres. Passé 70 mètres nous rencontrons des sédiments dont la fraction grossière est presque entièrement constituée de granules verts.

2.1.2 - REPARTITION EN PROFONDEUR (Fig.98)

L'étude des carottes prélevées sur le plateau continental ivoirien montre que l'épaisseur de la couche de «faecal-pellets» minéralisés ne dépasse pas un mètre, dans les zones les plus riches. En général, nous trouvons sous cette couche des granules, gris et mous. Il peut cependant arriver que sur une même verticale, nous décelions une nouvelle couche de granules minéralisés. L'étude des carottes montre également que les fortes concentrations en granules minéralisés sont situées sur des sédiments vaseux. Etant donné leur consistance, les granules gris et mous sont obligatoirement en place. Il est logique de penser que les granules minéralisés que l'on observe au-dessus des granules mous et qui en dérivent sont également en place. Cela implique que les conditions physico-chimiques qui régissent la minéralisation des granules mous ont varié au cours du dépôt d'une même couche de vase. Par contre, les petits granules marron que l'on trouve, dans les faibles profondeurs, associés à des grains de quartz de même dimension, sont probablement remaniés.

2.2 - Méthodes d'étude

Nous venons de voir qu'au Nigéria la constitution des «pellets» variait en fonction de la profondeur. Pour savoir si la même zonation bathymétrique existait en Côte d'Ivoire, nous avons étudié une série d'échantillons prélevés à 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120 et 250 mètres de profondeur sur une radiale

Nord-Sud située au large de Grand-Bassam. Nous avons également analysé d'autres échantillons prélevés à diverses profondeurs sur le reste du plateau continental afin de vérifier s'il existait des variations latérales.

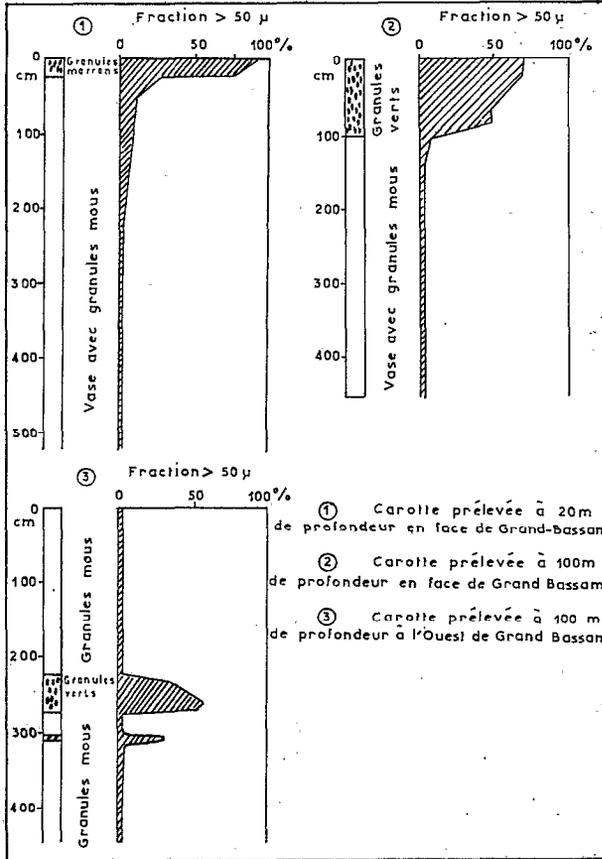


Figure 98 - Répartition des « faecal-pellets » minéralisés en profondeur

Nous avons effectué sur chaque échantillon :

- Un dosage chimique des éléments majeurs,
 - Une analyse thermo-différentielle,
 - Une analyse thermo-pondérale,
 - Une analyse aux RX faite sur .
-
- un diagramme de poudre,
 - des diagrammes d'agrégats orientés.

2.2.1 - DETERMINATION QUALITATIVE DES ESPECES MINERALES AUX RX

a- SUR AGREGATS ORIENTÉS

L'échantillon subit au préalable un certain nombre de traitements destinés à éliminer les corps gênant l'identification des minéraux argileux. On commence par éliminer la matière organique, avec l'eau oxygénée et les carbonatés, avec de l'acide chlorhydrique au 1/10. Après ces deux traitements, les diffractogrammes de «faecal-pellets» restaient pratiquement plats, sans aucun pic caractéristique. Ceux-ci étaient masqués par la forte teneur en oxydes de fer libre des échantillons. Il existe plusieurs méthodes classiques pour se débarrasser des oxydes de fer, mais si elles éliminent effectivement le fer, il est possible qu'elles altèrent plus ou moins certains minéraux.

Nous avons initialement éliminé le fer par un traitement à l'acide oxalique. Nous avons alors obtenu de très beaux pics à 10 et 7 Å mais rien vers 14 Å; or nous savions, d'après les diagrammes de poudre, que les échantillons contenaient un minéral à environ 14 Å et pratiquement ne contenaient pas de minéral à 10 Å. En éliminant les oxydes de fer par le traitement mis au point par Mehra et Jackson (1960), nous avons obtenu des résultats conformes à ceux des diagrammes de poudre (Fig.99). Cependant il n'est pas impossible que certains minéraux aient subi quelques dommages et en particulier il est probable que la berthiérine a été partiellement ou totalement détruite.

Nous avons fait subir à chaque échantillon les divers tests classiques d'identification des minéraux argileux.

Identification des minéraux argileux

— *La kaolinite.* Elle est caractérisée par deux raies fines à 7,15 (001) et 3,57 Å (002). Le traitement au glycol ne modifie pas la structure du réseau, qui par contre, s'effondre après avoir été chauffé à 500 °C pendant 1 h 30.

— *La chlorite.* Elle est caractérisée par la série de raies fines suivantes :

- (001) 14,2 Å moyenne à forte,
- (002) 7,1 Å très forte,
- (003) 4,73 Å moyenne à forte,
- (004) 3,54 Å très forte.

Ces équidistances ne sont pas modifiées par le glycol. Après chauffage à 500 °C, la raie (001) est peu affectée et son intensité est légèrement renforcée, les autres raies sont plus ou moins détruites. Ce test permet de différencier la Kaolinite de la chlorite. De plus si on traite l'échantillon à l'acide chlorhydrique 2N pendant 1 h 30 à l'ébullition, en général la chlorite est détruite et la kaolinite ne l'est pas.

- *L'ILLITE*. Elle est caractérisée par la série de raies :

- (001) 10 Å forte,
- (002) 5 Å moyenne,
- (003) 3,52 Å forte,

Elle est stable au glycol et à la chaleur.

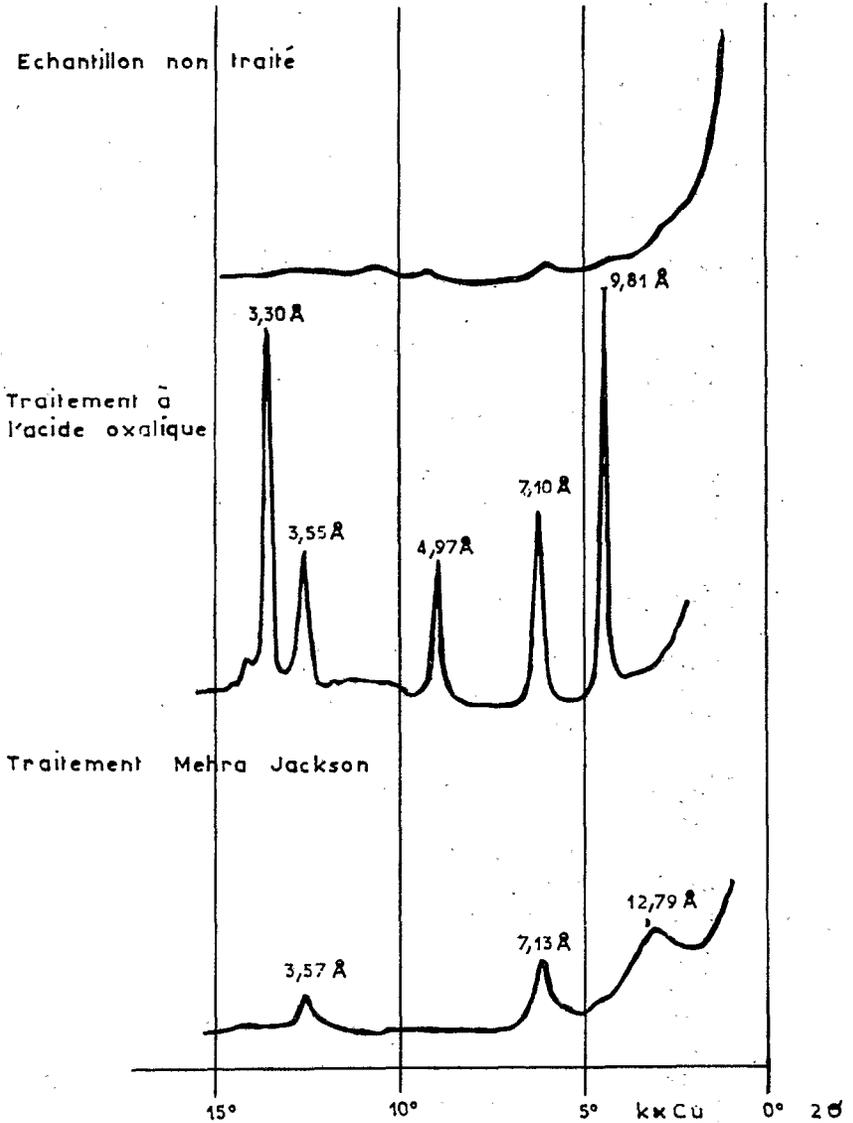


Figure 99 - Elimination des oxydes de fer libre

- *La glauconite*. Il s'agit de l'homéotype ferrifère de l'illite. Elle présente donc sur agrégats orientés les mêmes caractéristiques que celle-ci.

- *Les montmorillonites*. Seule la raie (001) est forte. Il en existe deux types : des montmorillonites Na ayant une raie (001) à 11-12 Å et des montmorillonites Ca ayant une raie (001) à 14-15 Å. Au glycol, les montmorillonites gonflent à 17-18 Å ; elles se contractent à la chaleur à 10 Å.

- *Les vermiculites*. Elles sont caractérisées par des raies :

(001) 14 Å forte,
 (002) 7,10 Å faible,
 (003) 3,55 Å moyenne.

En général, la raie à 14 Å est stable au glycol. Après chauffage, elle est remplacée par une raie à 10 Å. Cependant on note l'existence de vermiculites gonflantes. La saturation préalable en MgCl₂ bloque l'équidistance basale de ces minéraux à 14 Å et permet de les distinguer des montmorillonites (Rivière et al., 1955).

- *Minéraux interstratifiés*. L'identification des interstratifiés irréguliers peut être basée sur le comportement de ces minéraux aux trois traitements habituels (échantillon normal, glycolé, chauffé) en utilisant la méthode due à Lucas et al. (1959). Latouche (1968) a proposé le tableau d'identification suivant :

Interstratifié	Normal	Glycolé	Chauffé
I - M	Raie fréquemment large entre 15 et 10 Å	Raie fréquemment large entre 16 et 10 Å	Raie fine entre 10 et 9,5 Å
M - C	Raie fine entre 14 et 15 Å	Raie entre 14 et 16 Å environ	Raie large entre 14 et 9,5 Å
M - V	Raie fine entre 14 et 15 Å	Raie entre 14 et 16 Å environ	Raie fine entre 10 et 9,5 Å
I - V	Raie large entre 14 et 10 Å	Raie large entre 14 et 10 Å	Raie fine à 10 Å
C - V	Raie fine à 14 Å	Raie fine à 14 Å	Raie entre 10 et 14 Å
I - C	Raie entre 10 et 14 Å	Raie entre 10 et 14 Å	Raie entre 10 et 14 Å

L'existence de chlorites et de vermiculites gonflantes pouvant s'interstratifier avec les autres minéraux complique quelque peu ce tableau. La forme des réflexions dépend de nombreux facteurs dont les plus importants sont (Latouche - 1968) :

— *La répartition du taux d'interstratification dans l'ensemble de la population des cristallites.*

Si tous les cristallites présentent des taux d'interstratification identiques ou peu différents, la réflexion résultante sera une raie fine, par «effet de pointe» (interférence des rayons diffractés voisins). Généralement, les divers cristallites présentent des taux d'interstratification variés. La distribution de ces derniers dans une population donnée commande alors la forme de la réflexion observée. Celle-ci reproduit fidèlement la courbe de distribution des cristallites. La raie par «effet de pointe» n'apparaît plus alors que comme un cas particulier, les réflexions seront réduites à des plateaux ou à des épaulements. Dans ces conditions il n'est pas possible d'assigner à ces réponses des distances réticulaires données : seules peuvent être définies les positions limites d'une réflexion donnée.

— *L'écartement des raies composantes*

La réflexion résultante sera d'autant plus fine que les deux raies initiales seront évidemment plus rapprochées.

— *L'intensité relative de ces deux raies élémentaires*

La forme de la réflexion sera différente suivant que les deux raies composantes auront des intensités relatives comparables ou très différentes.

b- SUR DIAGRAMME DE POUVRE

L'échantillon ne subit aucun traitement préalable, il est seulement finement broyé. Les diagrammes de poudre nous permettent d'avoir une idée de l'ensemble des constituants et d'identifier les minéraux qui ont été volontairement ou non éliminés lors de la préparation des agrégats orientés. Ainsi nous pouvons mettre en évidence la présence de quartz, de calcite et de goéthite. Il est également possible, sur les diagrammes de poudre, de séparer la berthiérine et la kaolinite grâce à leur raie (060) qui se trouve respectivement à 1,55 et 1,48 Å.

2.2.2 - COMPORTEMENT THERMIQUE DES MINERAUX ARGILEUX

— *La Kaolinite.* La kaolinite typique ne présente pas de perte de poids à basse température. L'eau de constitution commence à se dégager à 515 °C et la déshydratation est pratiquement terminée à 700 °C. Les kaolinites désordonnées (les plus courantes) présentent un important départ d'eau à basse température.

– *L'Illite*. A basse température, les illites présentent des départs d'eau intercalaire d'autant plus importants que les minéraux sont plus altérés. L'eau de constitution des illites s'échappe progressivement entre 350 et 650 °C.

– *Les Montmorillonites*. Elles présentent des pertes de poids importantes à basse température (100 à 300 °C), perte correspondant au départ de l'eau interfoliaire. L'eau de constitution disparaît aux environs de 300 °C. La déshydratation est totale à 800 °C.

– *Les Vermiculites*. Elles présentent une perte de poids importante de 100 à 450 °C. La déshydratation se fait ensuite de manière très progressive.

– *Les Chlorites*. Les courbes de déshydratation sont assez voisines de celles de la kaolinite. Les seules pertes de poids correspondent à des départs d'eau de constitution, surtout à des températures élevées. Dans le cas de la chlorite, cette déshydratation se produit vers 570 °C, une nouvelle perte de poids se produit vers 800 °C.

L'identification des minéraux argileux par leurs seules courbes thermiques devient rapidement impossible dès que l'échantillon contient plusieurs minéraux. Cependant si on étudie une série d'échantillons, les courbes thermiques ont un certain intérêt en détectant des variations relatives dans la série.

2.3- Résultats de l'étude

2.3.1 - COMPOSITION CHIMIQUE

La composition chimique de chaque échantillon de «faecal-pellets» et celle de la matrice vaseuse qui les contient est donnée dans les deux tableaux suivants :

Composition chimique de la matrice argileuse

Prof. N°	20 149	30 155	40 161	50 165	60 171	70 176	80 177	90 182	100 183	110 1251	120 188	250 1252
SiO ₂	46,60		54,40	54,60	59,90	57,10	60,80	61,80	60,30	57,20		47,00
Al ₂ O ₃	20,88		17,55	16,80	15,57	15,44	13,77	13,67	13,99	14,98		19,48
Fe ₂ O ₃	12,00		7,00	7,50	6,00	6,00	5,25	5,25	5,25	5,25		6,50
FeO			Tout le fer a été exprimé sous forme de Fe ₂ O ₃									
MnO	0,16		0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
TiO ₂	1,25		1,25	1,08	1,08	1,05	1,05	1,08	1,08	1,00		0,95
CaO	2,45		4,43	4,37	5,14	5,27	5,31	4,77	4,54	5,48		6,18
MgO	1,25		1,10	1,30	0,77	1,10	0,65	0,70	1,10	0,91		1,03
K ₂ O	0,72		0,60	0,60	0,57	0,59	0,55	0,53	0,56	0,61		0,77
Na ₂ O	1,46		0,94	1,17	1,15	1,05	1,19	1,12	1,23	0,99		1,16
P ₂ O ₅	0,06		0,06	0,07	0,08	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11		0,15
P.F.	13,00		12,05	11,90	11,70	11,70	10,20	10,20	10,90	12,50		16,00
	99,83		99,52	99,64	98,03	99,55	99,59	99,39	99,21	99,18		99,37
Fer libre	3,80		3,40	3,00	2,40	2,60	2,20	2,40	2,20	2,00		2,40

Composition chimique des « pellets »

Prof. N°	20 149	30 155	40 161	50 165	60 171	70 176	80 177	90 182	100 183	110 1251	120 188	250 1252
SiO ₂	23,00	30,30	26,20	38,40	42,10	44,80	44,50	46,70	44,90	41,70	42,60	44,90
Al ₂ O ₃	10,50	7,50	15,48	13,17	15,83	16,12	15,67	14,42	13,24	12,27	8,90	14,70
Fe ₂ O ₃	38,40	37,99	32,03	21,95	15,07	13,37	14,79	14,10	20,10	25,37	27,00	15,95
FeO	4,00	1,71	5,83	6,35	5,79	4,62	4,24	3,06	2,16	1,47	0,77	1,85
MnO	0,34	0,56	0,22	0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,13	0,16	0,15
TiO ₂	0,56	0,65	0,50	0,58	0,70	0,73	0,68	0,63	0,50	0,50	0,70	0,68
CaO	2,60	2,52	2,16	2,13	3,00	2,85	3,30	2,13	1,23	1,23	1,29	2,16
MgO	4,80	4,41	3,93	3,72	3,15	3,00	2,34	3,06	2,85	2,70	2,34	3,91
K ₂ O	0,42	0,39	0,54	0,58	0,73	0,81	1,18	1,45	2,05	1,99	2,29	1,80
Na ₂ O	0,39	0,29	0,77	0,38	0,38	0,41	0,54	0,64	0,68	0,78	0,59	0,91
P ₂ O ₅	0,66	0,21	0,55	0,14	0,11	0,14	0,13	0,16	0,15	0,34	0,10	0,15
P.F.	13,40	12,80	11,80	12,00	12,50	12,80	12,60	13,30	12,00	11,60	12,50	12,00
	99,07	99,33	99,91	99,57	99,51	99,80	100,12	99,80	100,01	100,08	99,24	99,36
Fer libre	28,00		25,20	16,00	11,80	11,00	10,20	9,00	9,60	13,20		8,60

Les « faecal-pellets » sont caractérisés par une haute teneur en Fer, Magnésium et Potassium et une faible teneur en Aluminium. Notons que tous les « pellets », même ceux dépourvus de goethite, contiennent une forte quantité de fer libre.

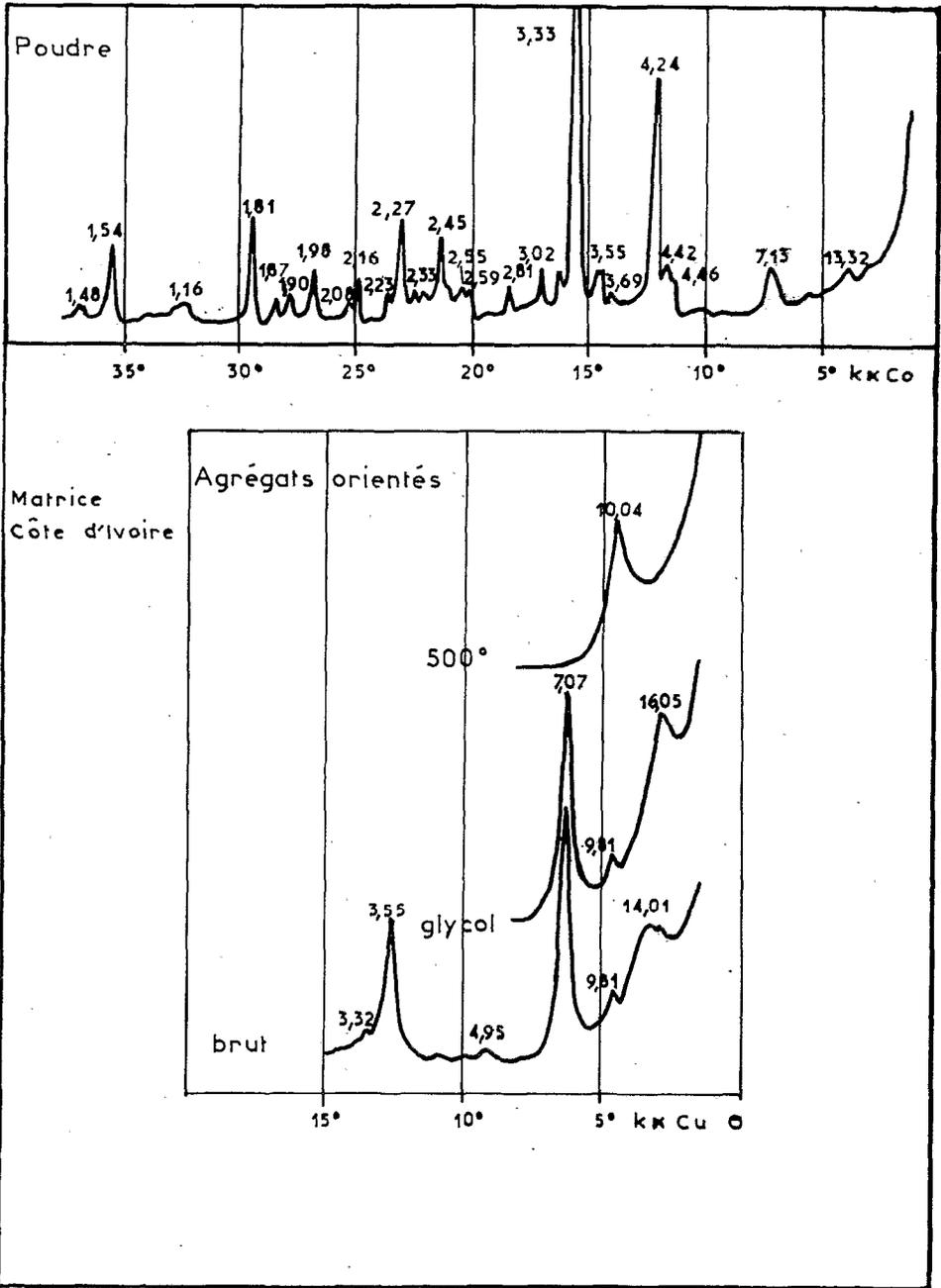


Figure 100 - Diffractogrammes de poudre et d'agrégats orientés de la matrice contenant les «faecal-pellets» minéralisés

2.3.2 - COMPOSITION MINÉRALOGIQUE

— MATRICE (Fig.100)

La matrice est formée de kaolinite, de montmorillonite et d'illite. En général ces minéraux se rencontrent dans les proportions suivantes : kaolinite 5, montmorillonite 3 à 4 et illite 1 à 2. La matrice contient également du quartz et de la calcite.

— «FAECAL-PELLETS»

Les échantillons 149 - 155 et 161 respectivement prélevés à 20, 30 et 40 mètres de profondeur présentent des diagrammes de RX et des courbes thermiques assez semblables (Fig.101, 102 et 103).

Sur les diagrammes de poudre, on peut mettre en évidence :

- La goethite, avec des pics à 4,18 - 2,67 - 2,45 - 2,18 - 1,71 et 1,56 Å,
- Le quartz, avec des pics à 4,26 - 3,34 - 2,44 - 2,11 - 1,97 - 1,81 et 1,54 Å,
- Une phyllite, à 7 Å avec des pics à 7,13 et 3,54 Å qui peuvent être dus à la présence soit de la kaolinite soit de la berthiérine soit encore à un mélange de ces deux minéraux,
- Un petit pic, aux environs de 10 Å,
- Un pic, à 4,44 Å,, qui peut appartenir à un minéral (10-14) Å,
- Un pic, à 3,05 Å, appartenant vraisemblablement à la calcite.

Sur les diagrammes d'agrégats orientés, sont mis en évidence :

- Un pic large, avec plateau variant de 12 à 14 Å. Ce pic, très net sur le diagramme de l'échantillon 155, est, par contre, mal défini sur celui de l'échantillon 149 où nous constatons seulement un bombement. Ce pic gonfle au glycol et se contracte à la chaleur,
- Les pics d'une phyllite à 7 Å à 7,13 Å et 3,57 Å qui sont détruits par la chaleur, mais ne le sont pas par un traitement à l'acide chlorhydrique 2N à l'ébullition pendant 1 h 30,
- Un petit pic, à environ 10 Å.

L'analyse thermique différentielle met en évidence, en dehors d'une importante inflexion à basse température, deux autres crochets bien marqués débutant à 280 ° et 450 ° avec un changement de direction vers 500 °. Il apparaît un accident exothermique très écrasé, entre 850 et 950 °. On peut attribuer le crochet à 280 ° à la déshydratation de la goethite. Les courbes d'analyse thermique pondérale mettent en évidence des pertes de poids variant de 12,8 à 12 %. La perte de poids entre 150 et 350 ° qui est respectivement de 5,2 % pour 149, de 4,8 % pour 155 et de 3,8 % pour 161, laisse supposer que la goethite constitue au maximum 52, 48 et 38 % de ces échantillons.

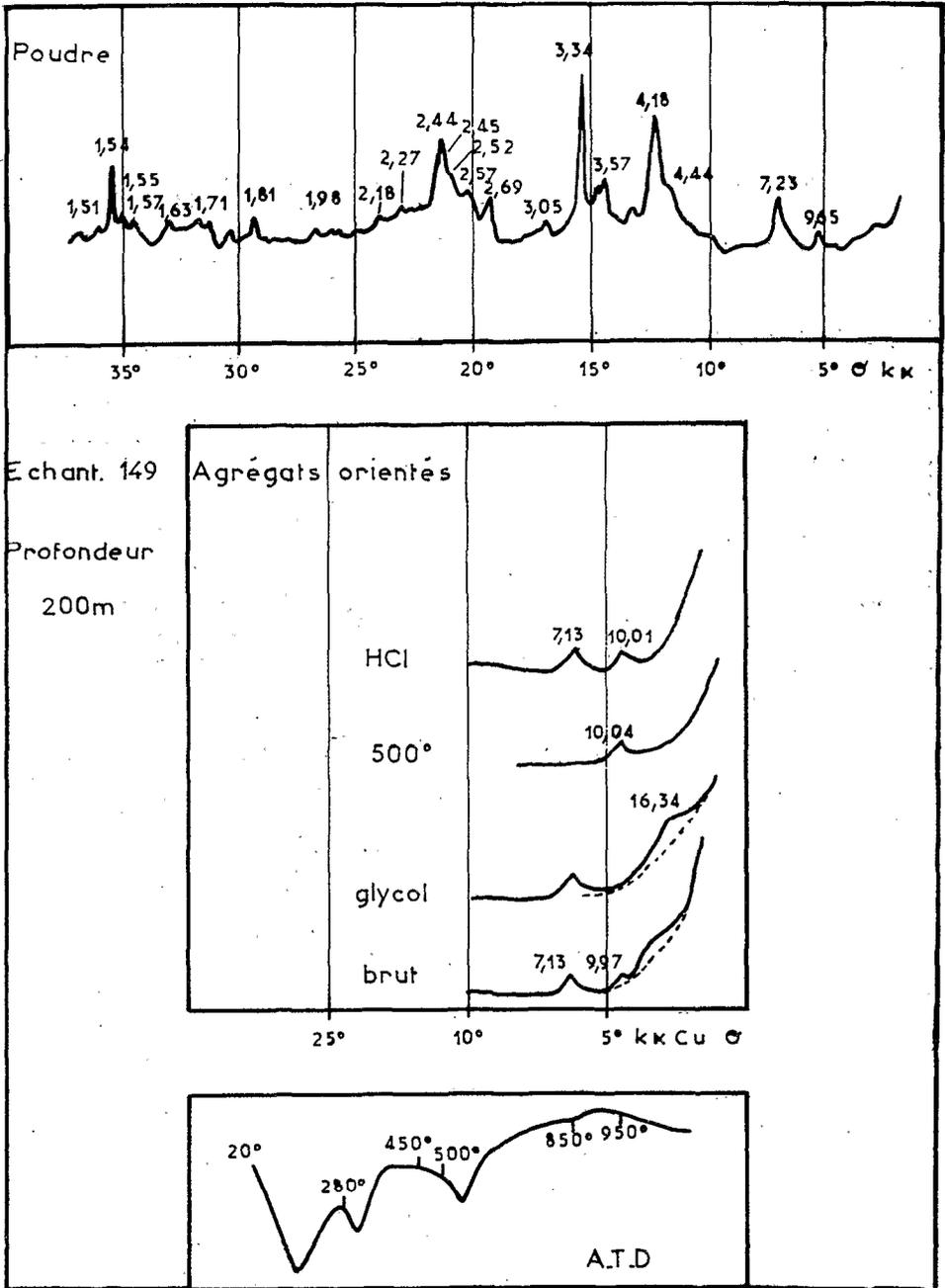


Figure 101 - Diffractogrammes de poudre et d'agrégats orientés et courbe ATD de l'échantillon 149

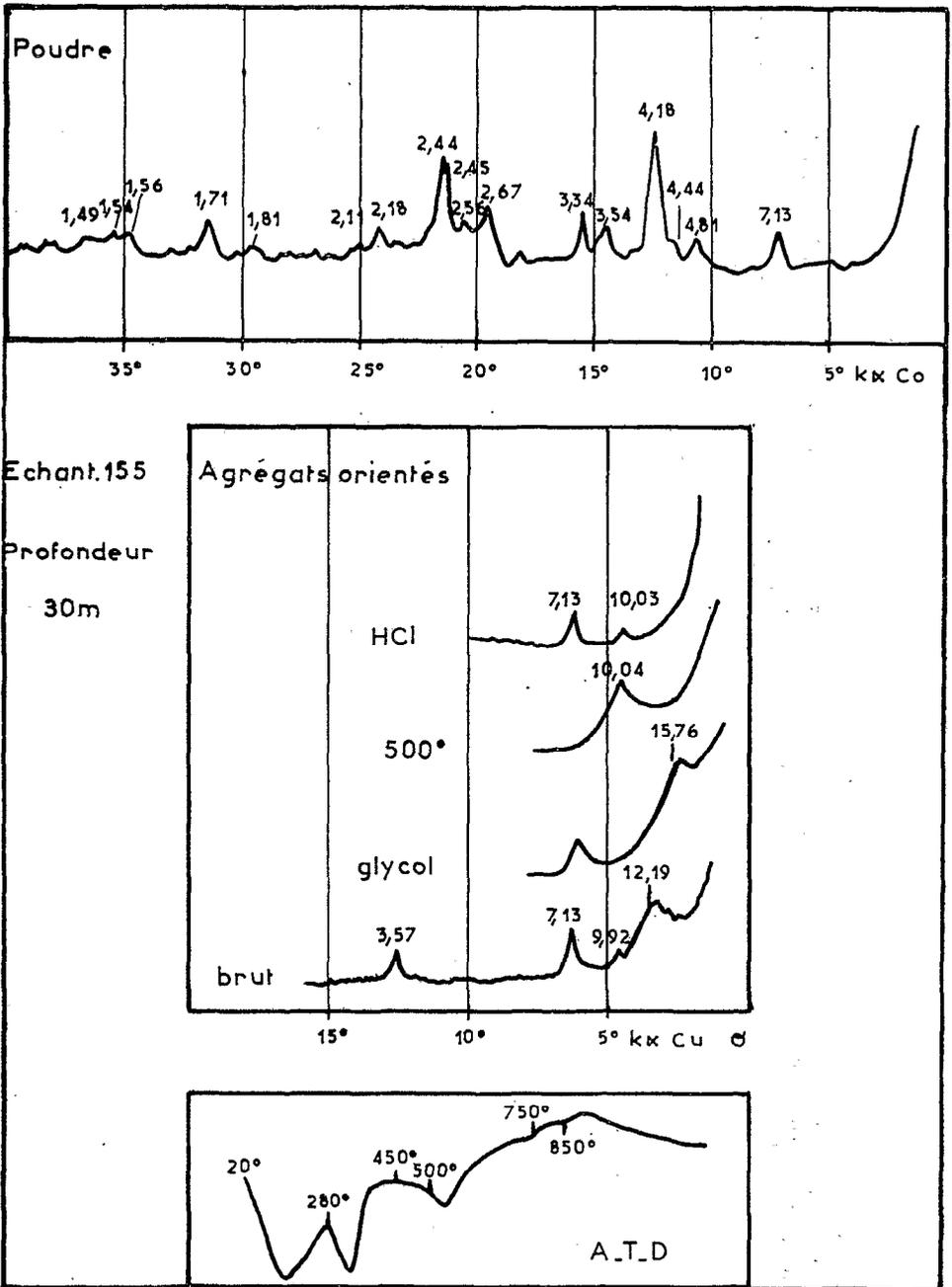


Figure 102 - Diffractogrammes de poudre et d'agrégats orientés et courbe ATD de l'échantillon 155

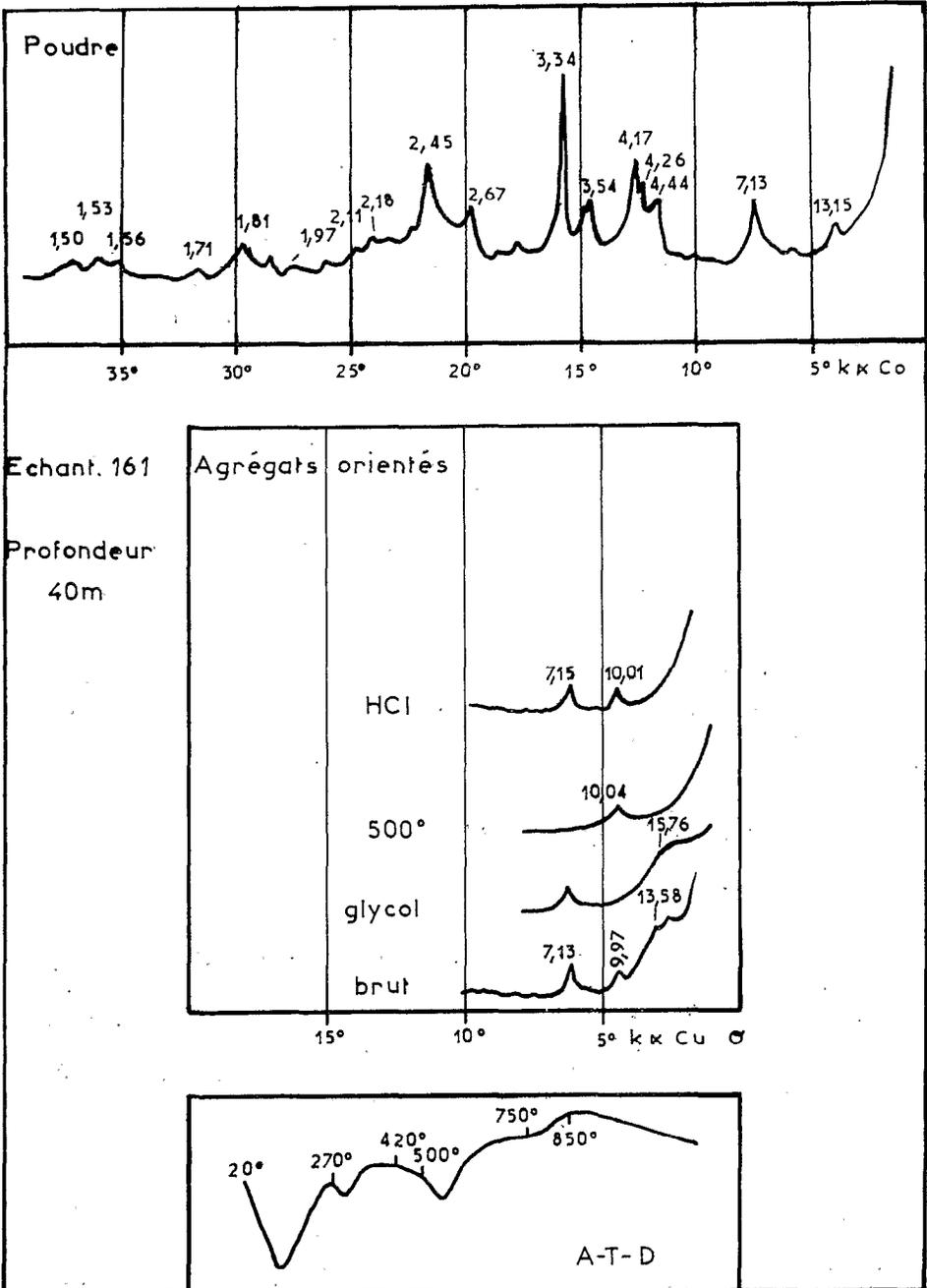


Figure 103 - Diffractogrammes de poudre et d'agrégats orientés et courbe ATD de l'échantillon 161

Les échantillons 165-171-176-177-182 respectivement prélevées à 50-60-70-80-90- et 100 mètres présentent des diagrammes de RX assez semblables aux précédents (Fig.104, 105, 106, 107, 108 et 109). Toutefois les pics de la goethite n'y apparaissent plus et ceux du minéral à (10-14) Å deviennent très nets. Ce dernier constitue alors le minéral dominant. Sur les courbes d'analyse thermique différentielle, le crochet à 280 ° caractéristique de la goethite disparaît. Par contre il se forme une inflexion large et peu profonde entre 320 et 500 °. Les courbes d'analyse thermique pondérale révèlent toujours des pertes de poids du même ordre (12 à 13 %) mais elles ne présentent plus de paliers bien définis. On note toutefois une augmentation très nette de la perte de poids de basse température probablement liée à l'augmentation de la quantité du minéral (10-14) Å.

Les échantillons 1 251 et 188 respectivement prélevés à 110 et 120 m de profondeur présentent des diagrammes de RX caractérisés par la réapparition des pics de la goethite (Fig.110 et 111), mais celle-ci est moins abondante que dans les trois premiers échantillons: Le minéral dominant reste le minéral (10-14) Å. Les courbes d'analyse thermique différentielle possèdent le crochet à 280 °, caractéristique de la goethite. La perte de poids entre 150 et 350 °, indiquée par l'analyse thermique pondérale, laisse supposer que la goethite constitue 20 % de l'échantillon.

L'échantillon prélevé à 250 mètres de profondeur est caractérisé par la disparition de la goethite (Fig.112). Il présente des particularités assez semblables à celles de l'échantillon 183.

2.4 - Interprétation de ces résultats

2.4.1 - GOETHITE

L'étude des diagrammes de poudre montre que la goethite existe dans les échantillons 148, 155 et 161. Les courbes d'ATD de ces trois échantillons possèdent un crochet endothermique caractéristique, débutant aux environs de 280 °C. Si l'on se réfère aux pertes de poids mesurées sur les courbes d'ATP, entre 150 et 350 °C, la goethite constituerait, au maximum, respectivement 52, 48 et 38 % de ces trois échantillons. A partir de 50 mètres (165) les raies de la goethite n'apparaissent plus sur les diffractogrammes, le crochet endothermique à 280 °C disparaît des courbes d'ATD. Si l'on considère les résultats de l'analyse chimique des « pellets », on constate que la teneur en Fe_2O_3 qui était respectivement de 38,40 - 37,99 et 32,03 % pour les trois premiers échantillons, passe à 21,95 % pour l'échantillon 165. De même, la teneur en MnO passe de 0,34 - 0,56 et 0,22 à 0,15 % ce qui est la valeur moyenne de la matrice. La teneur en P_2O_5 des trois premiers échantillons est également plus élevée que celle des autres échantillons.

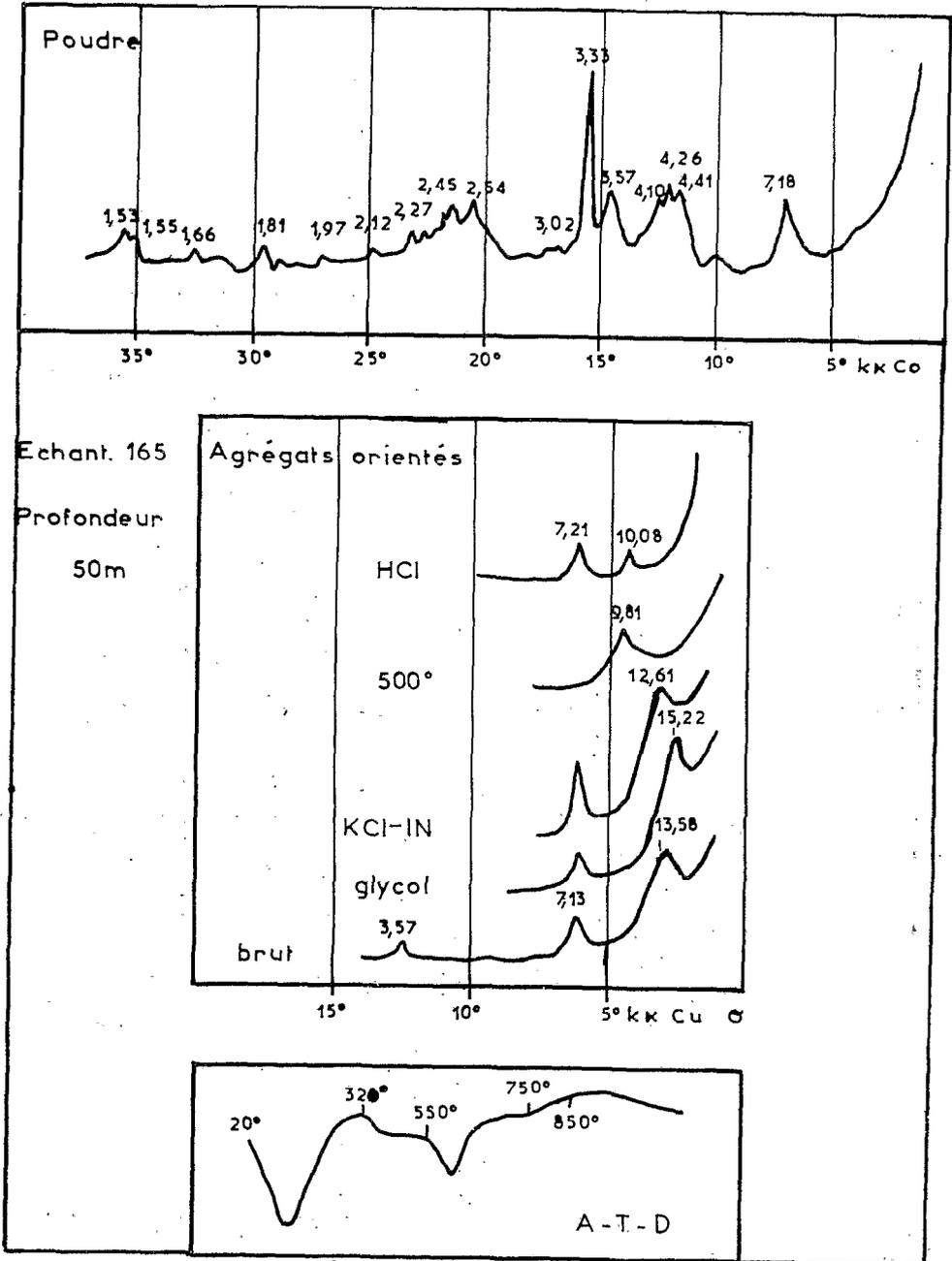


Figure 104 - Diffractogrammes de poudre et d'agrégats orientés et courbe ATD de l'échantillon 165

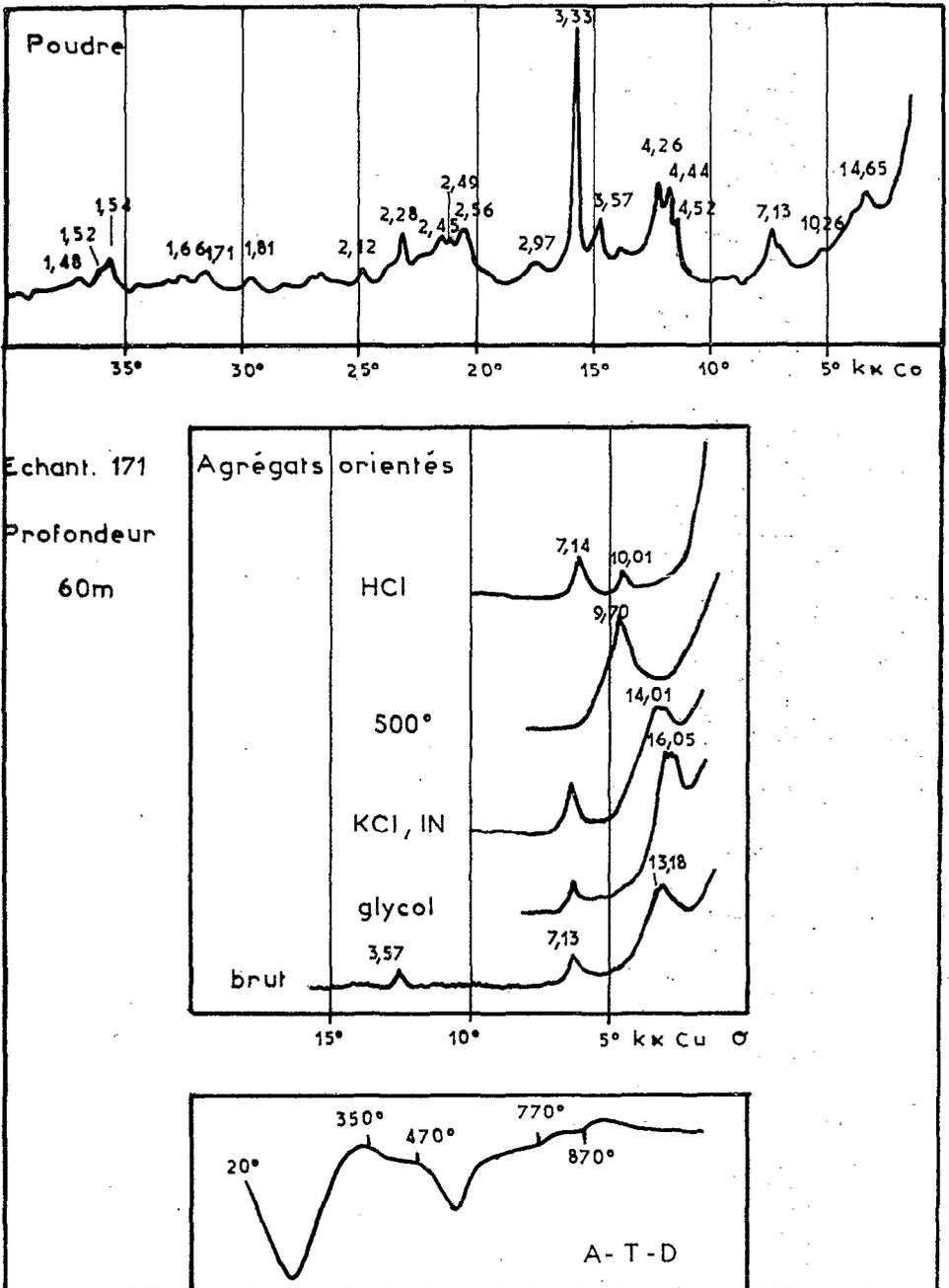


Figure 105 - Diffractogrammes de poudre et d'agrégats orientés et courbe ATD de l'échantillon 171

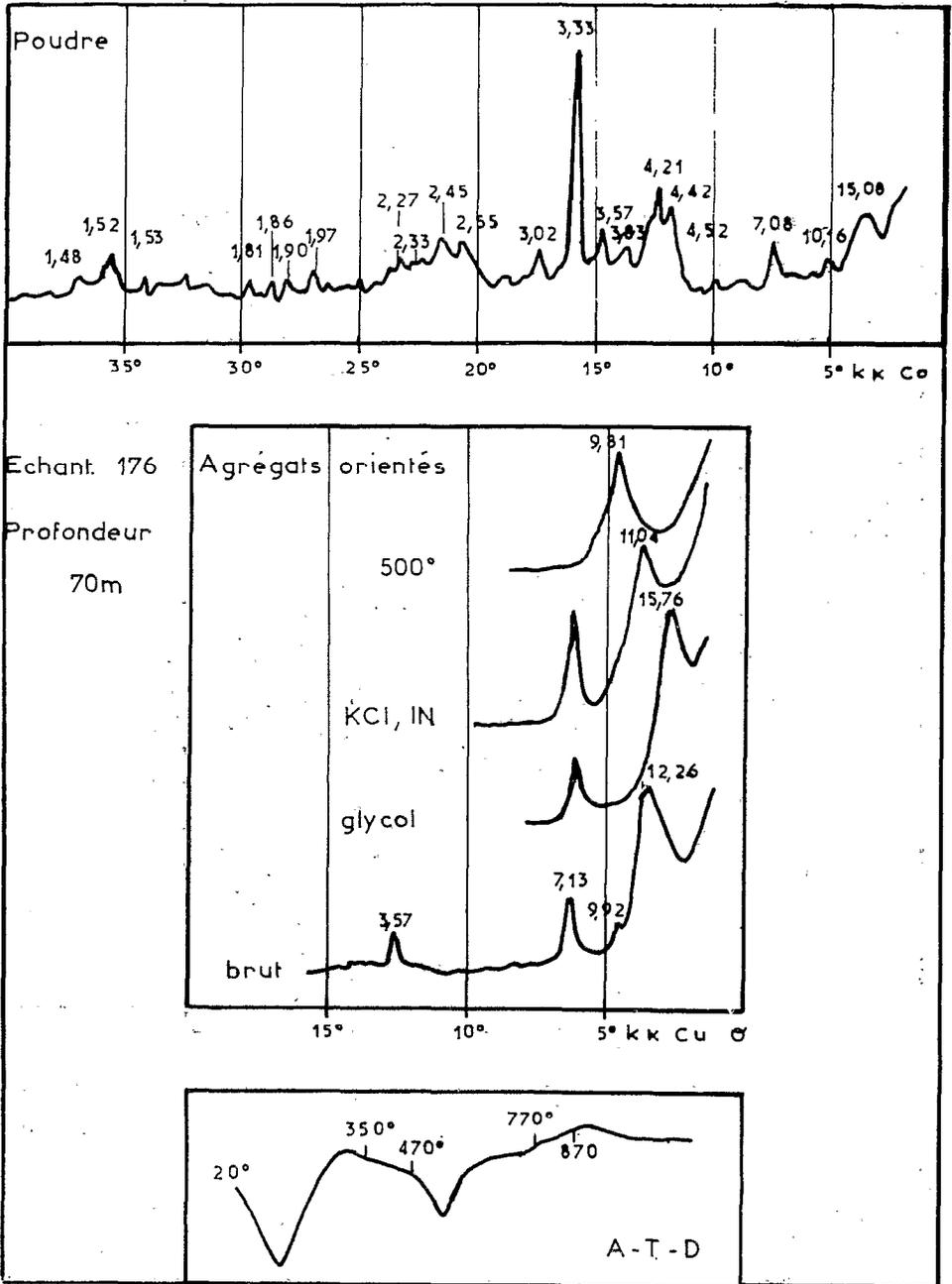


Figure 106 - Diffractogrammes de poudre et d'agrégats orientés et courbe ATD de l'échantillon 176

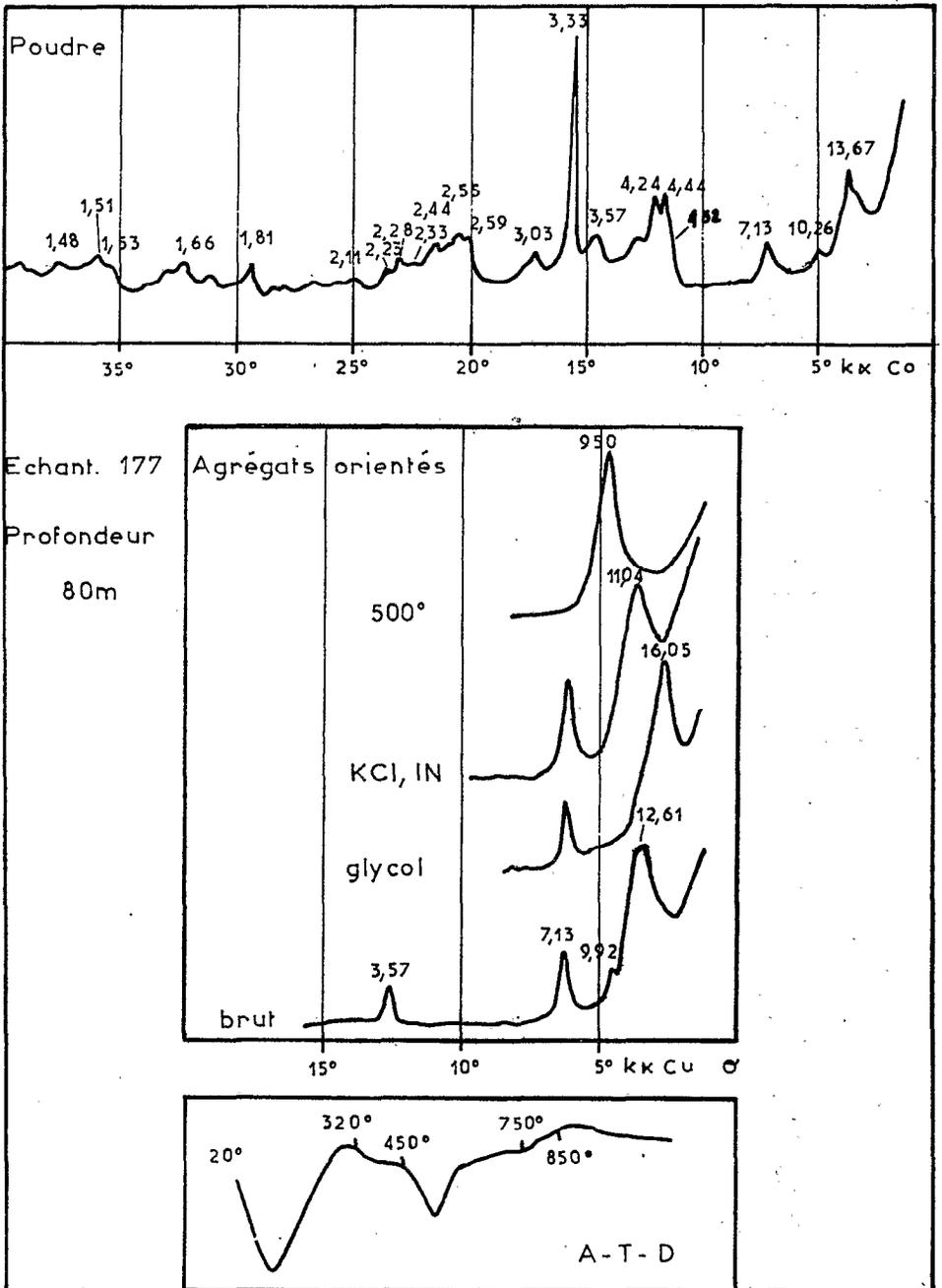


Figure 107 - Diffractogrammes de poudre et d'agrégats orientés et courbe ATD de l'échantillon 177

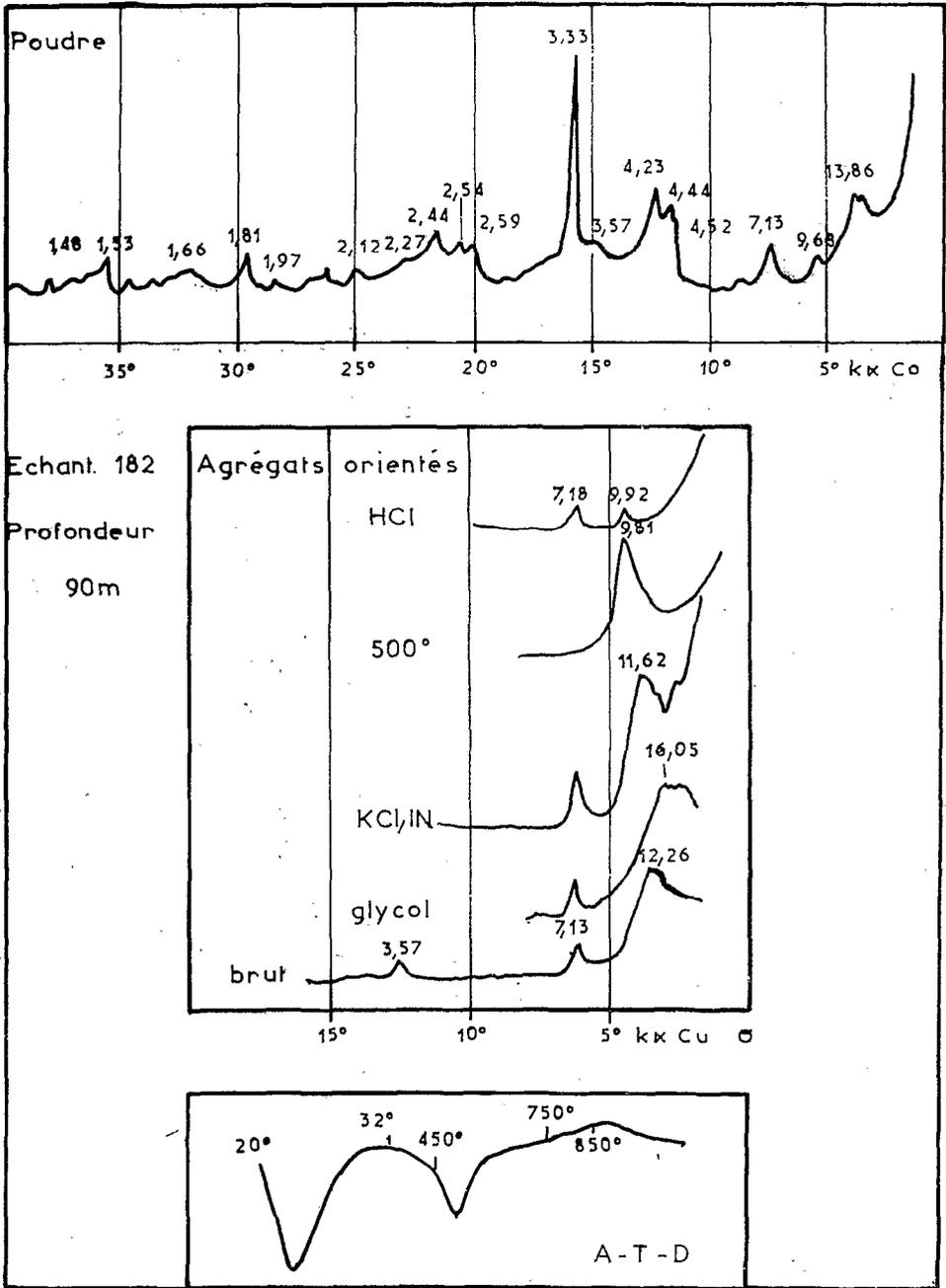


Figure 108 - Diffractogrammes de poudre et d'agrégats orientés et courbe ATD de l'échantillon 182

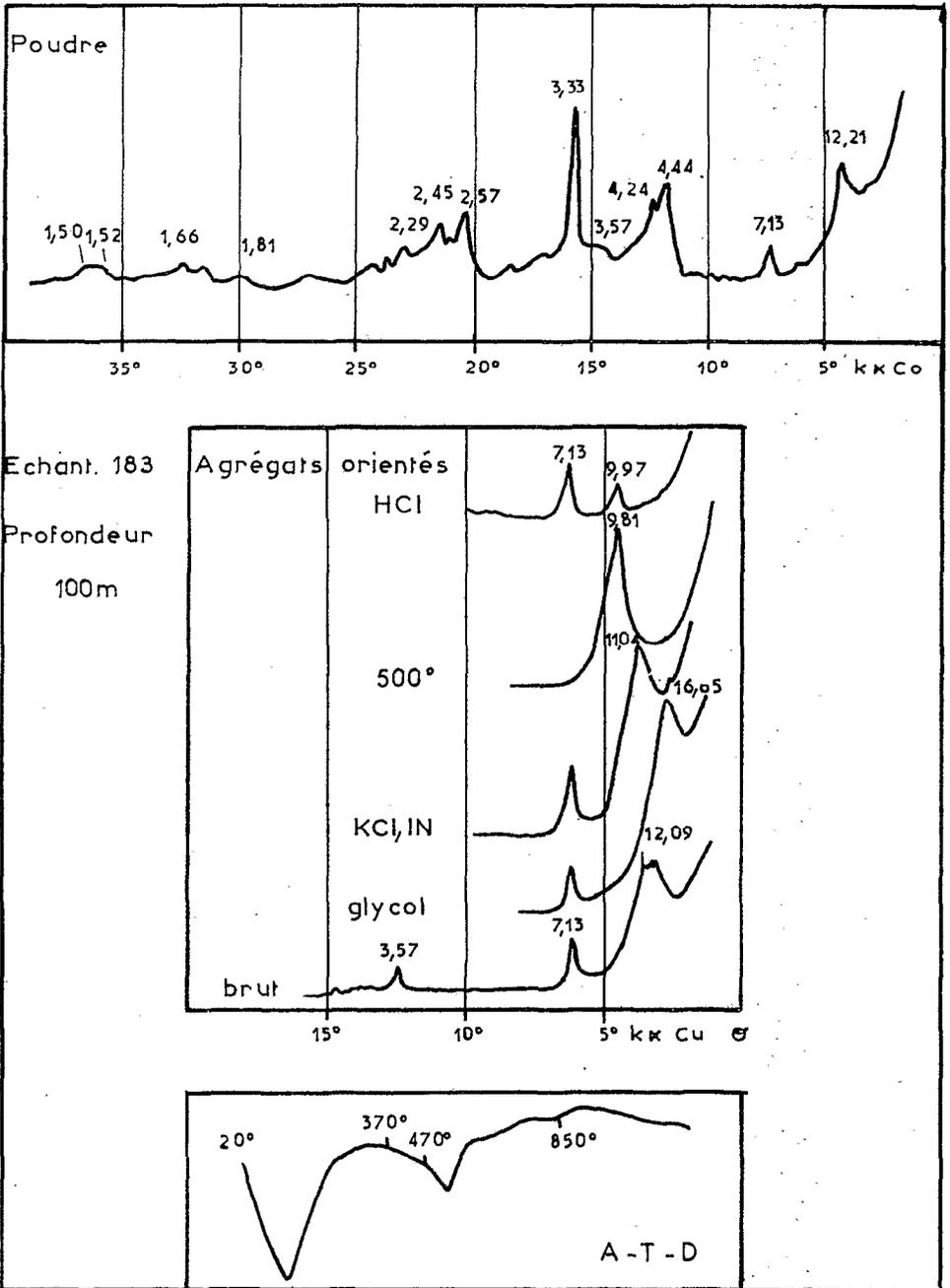


Figure 109 - Diffractogrammes de poudre et d'agrégats orientés et courbes ATD de l'échantillon 183

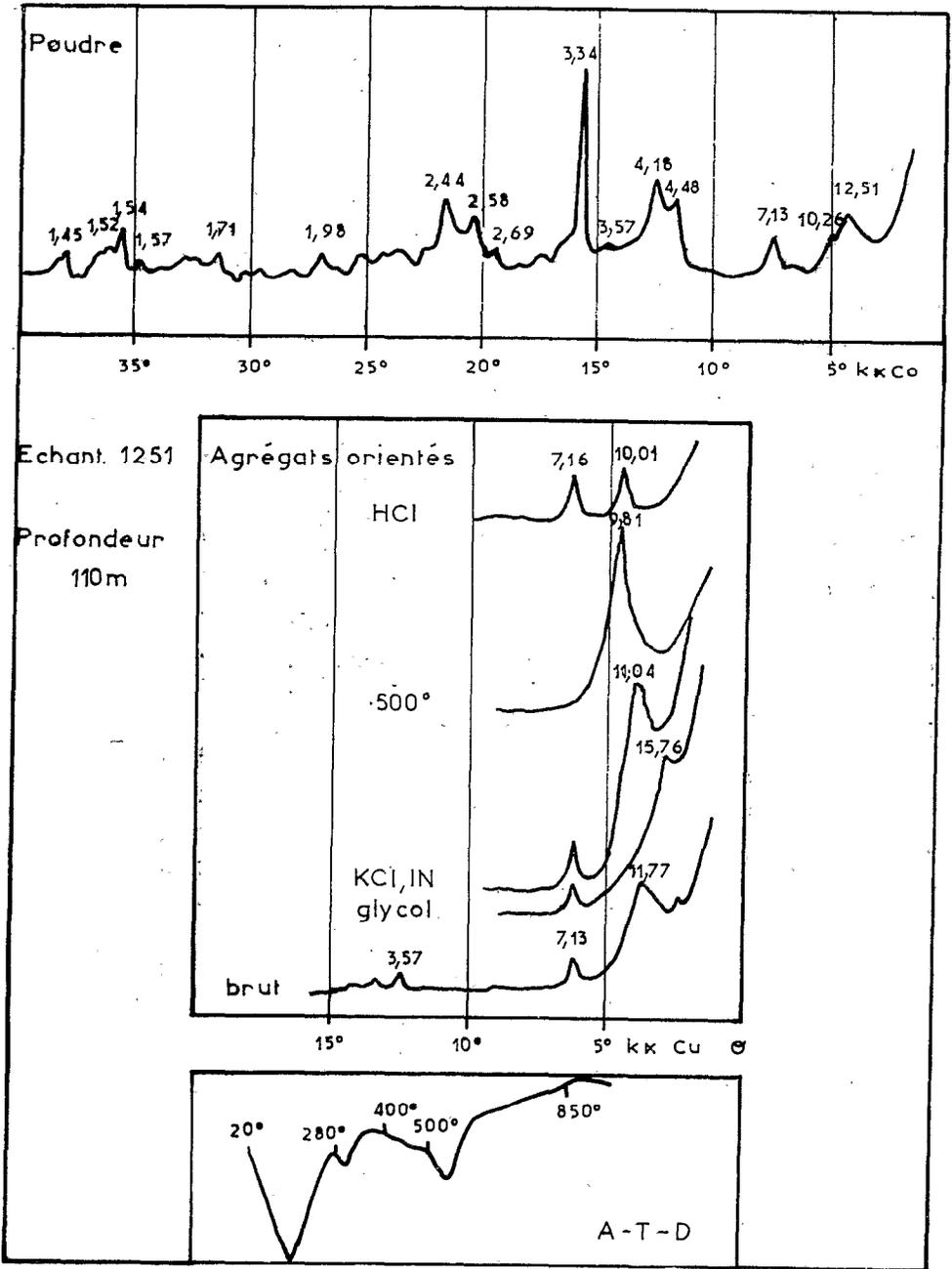


Figure 110 - Diffractogrammes de poudre et d'agrégats orientés et courbes ATD de l'échantillon 1251

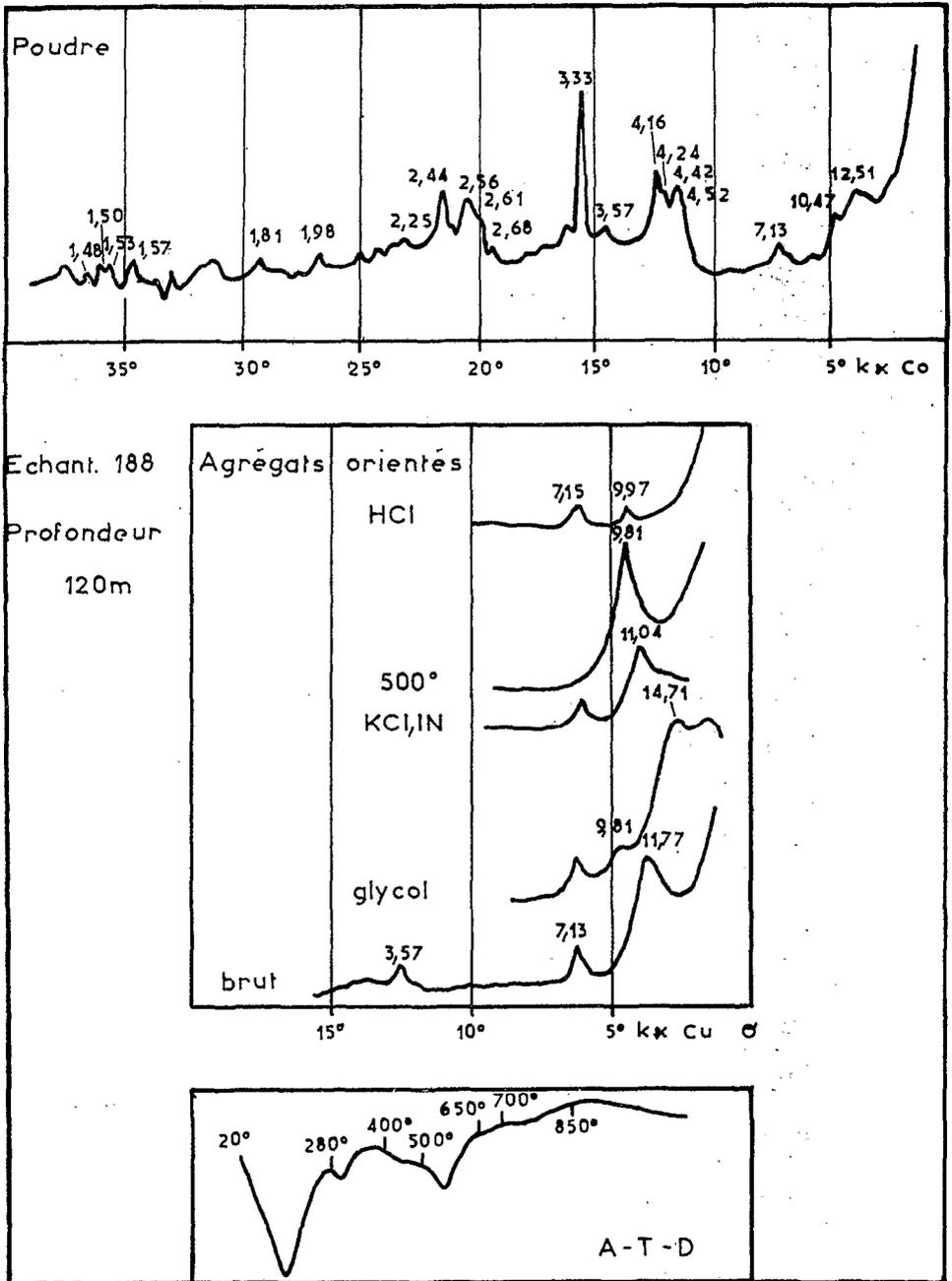


Figure 111 - Diffractogrammes de poudre et d'agrégats orientés et courbes ATD de l'échantillon 188

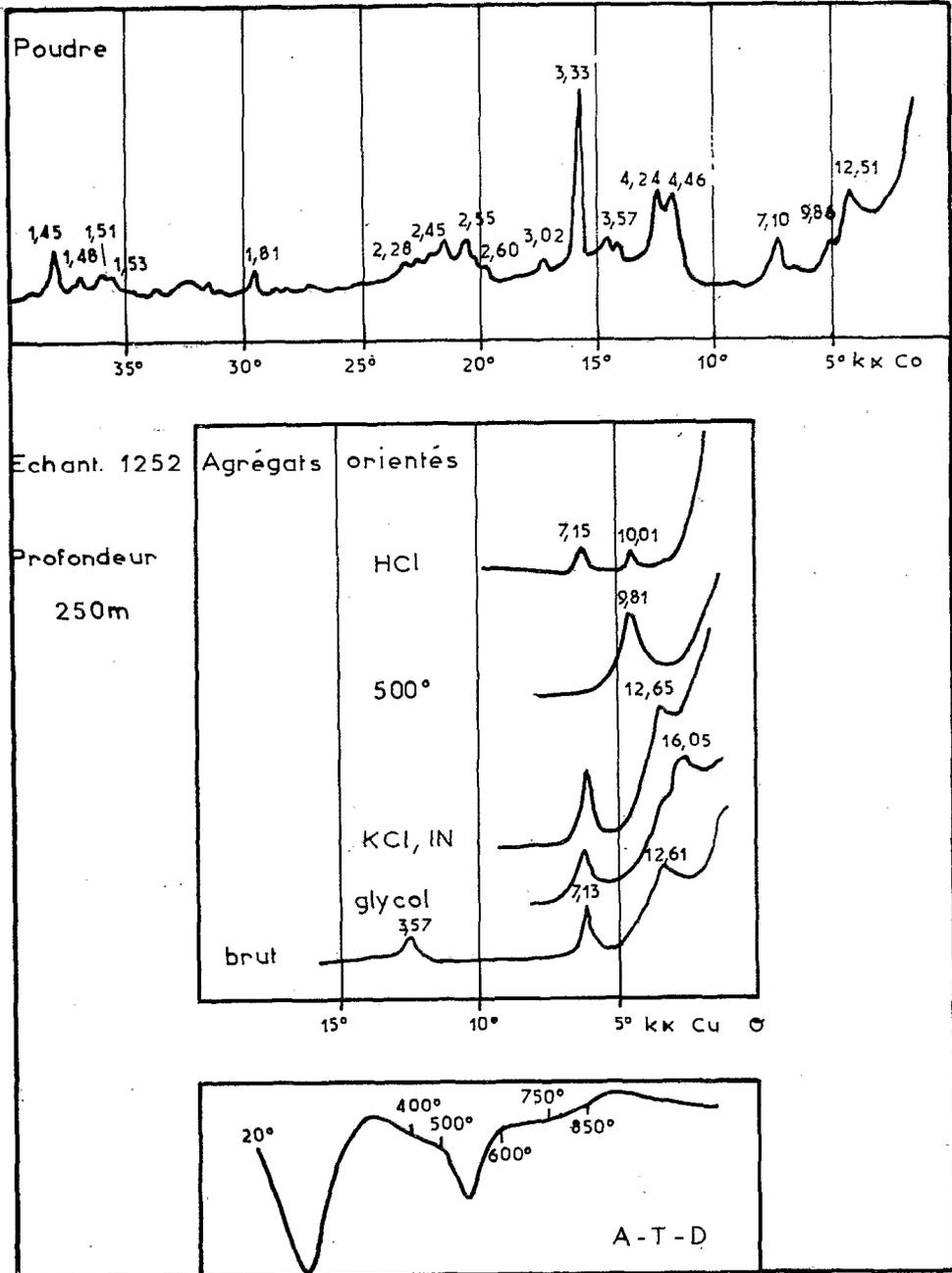


Figure 112 - Diffractogrammes de poudre et d'agrégats orientés et courbes ATD de l'échantillon 1252

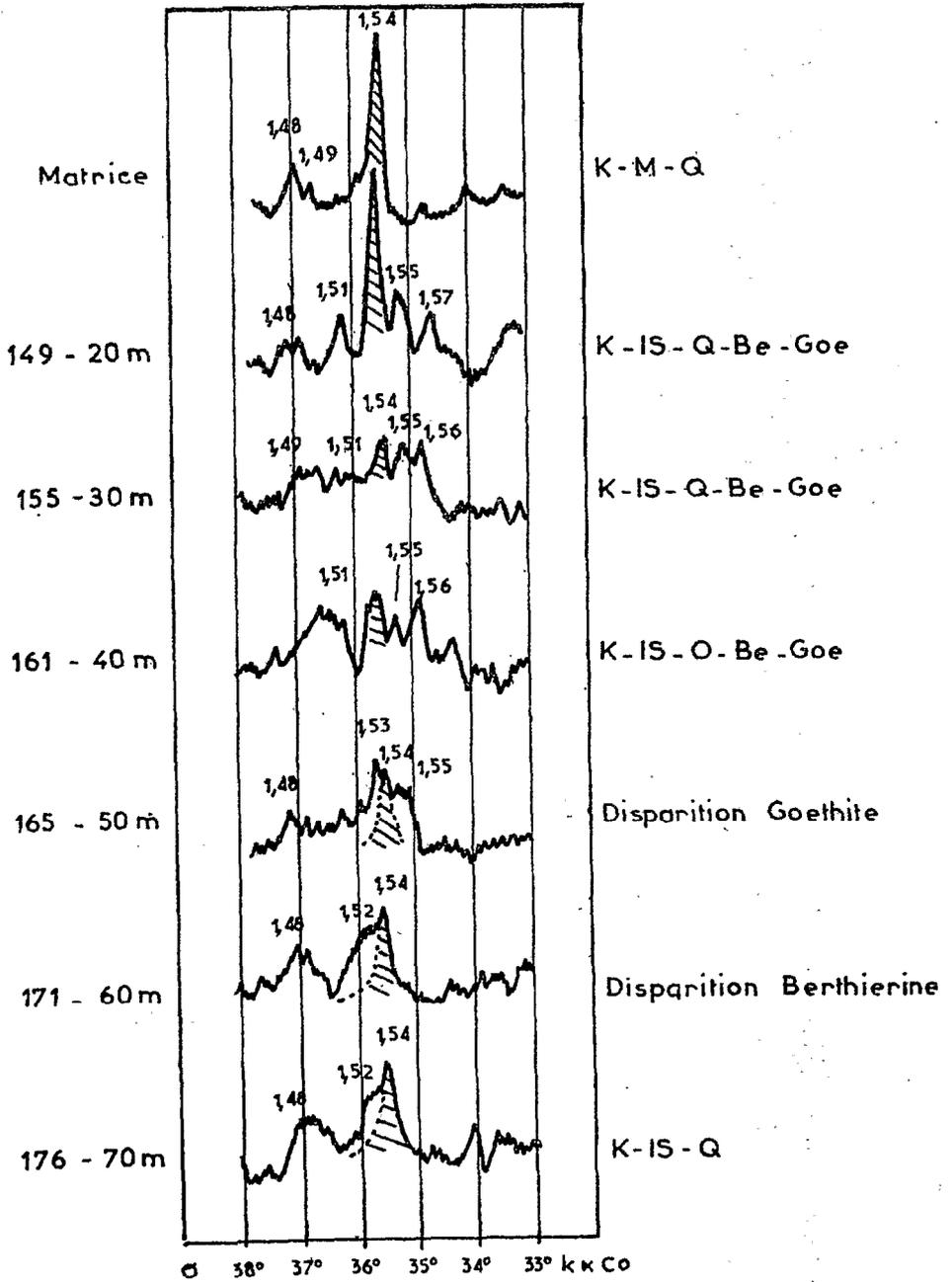


Figure 113 a

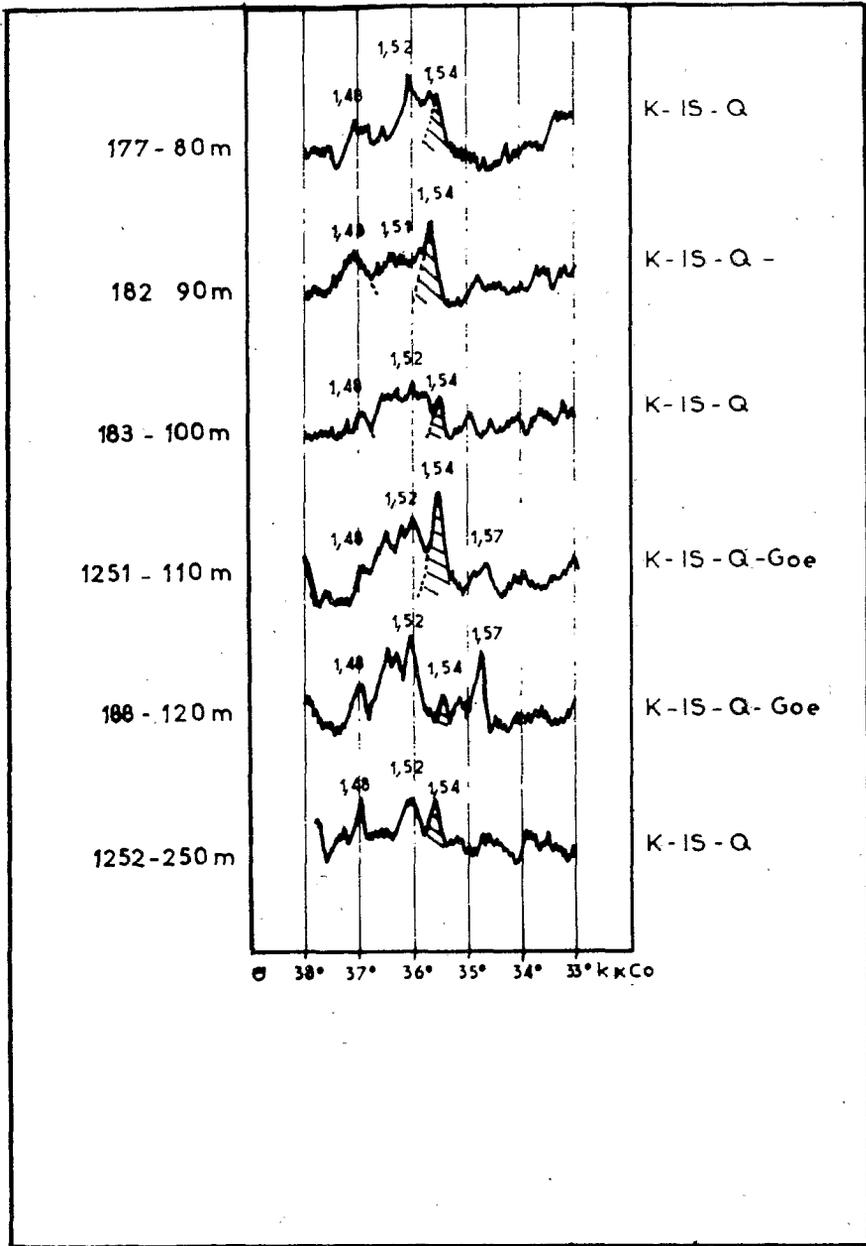


Figure 113 b (a et b) Différenciation de la kaolinite et de la berthierine par leurs raies (060)

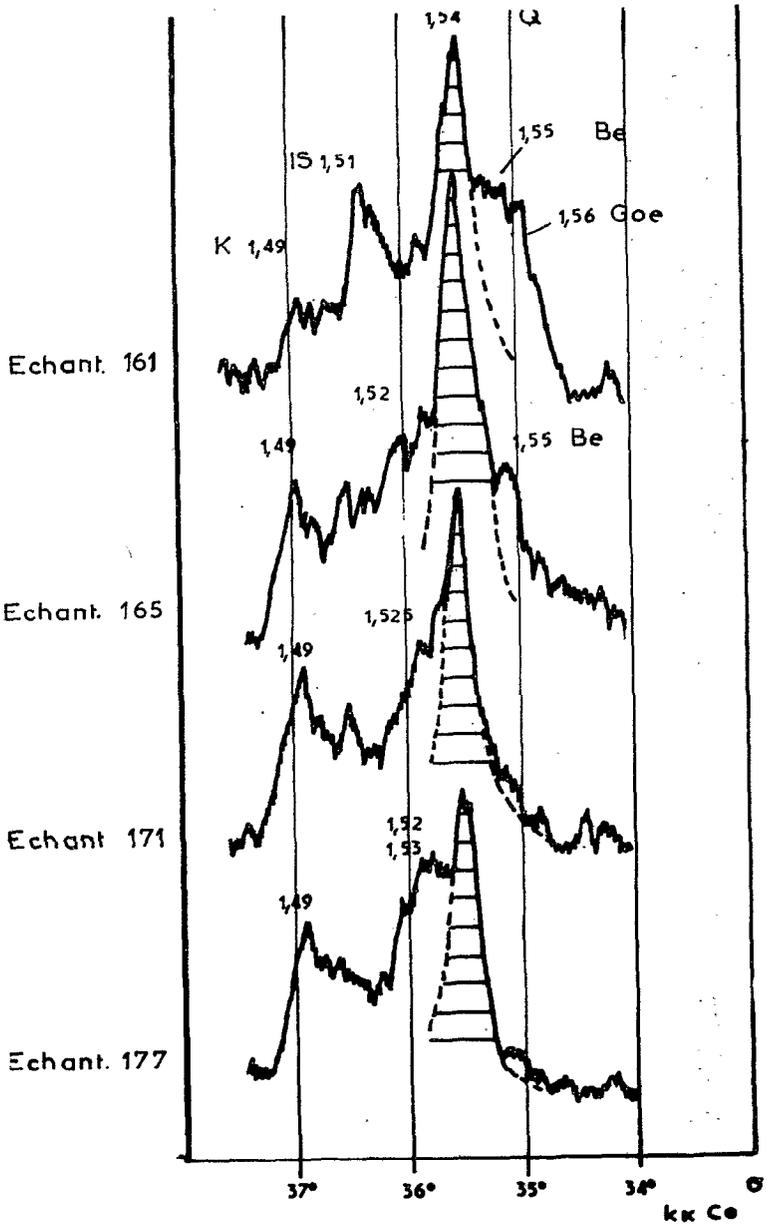


Figure 114 - Différenciation de la kaolinite et de la berthierine par leurs raies (060) en utilisant des fentes plus larges et une rotation de la platine plus lente que précédemment

Les raies de la goethite réapparaissent sur les diffractogrammes des échantillons 1 251 et 188 (110 et 120 mètres), ainsi que le crochet endothermique à 280° sur les courbes d'ATD. La goethite est absente de l'échantillon 1 252 (250 mètres).

2.4.2 - PHYLLITE A 7 Å

On note sur tous les enregistrements la présence d'un pic à 7 Å qui peut être dû soit à la kaolinite, soit à la berthiérine soit encore à un mélange de ces deux minéraux.

Après traitement à HCl 2N à l'ébullition pendant 1 h 30, la raie à 7 Å persiste sur tous les diffractogrammes d'agrégats orientés or : «les chlorites en particules fines sont décomposées par ce traitement ainsi que les serpentines et les minéraux à 7 Å tels que la berthiérine et la grenalite, alors que la kaolinite n'est pas détruite» (Beindley in Brown - 1 961). Il est donc vraisemblable que tous les échantillons contiennent de la kaolinite, mais il est possible qu'ils contiennent également de la berthiérine.

Nous avons vu qu'on pouvait séparer la raie (060) de la berthiérine à 1,55 Å de celle de la kaolinite à 1,48 Å. De même, il est parfois possible de séparer la raie (002) de la kaolinite à 3,57 Å de celle de la berthiérine à 3,52 Å. Sur les diagrammes de poudre des échantillons 149, 155, 161 et 165 on note très nettement l'existence de la raie (060) à 1,55 Å de la berthiérine. A partir de l'échantillon 171 (60 mètres), cette raie disparaît des diagrammes (Fig.113). Nous avons repassé aux RX entre 34° et 38° les échantillons en diminuant la vitesse de rotation de la platine et en utilisant des fentes plus grandes. Nous avons eu confirmation de la présence de la raie (060) à 1,55 Å de la berthiérine sur les échantillons 149, 155, 161 et 165 et de la raie (060) de la kaolinite sur tous les échantillons (Fig.114).

Il est vraisemblable que la berthiérine fragile et mal cristallisée a été détruite par le traitement Mehra-Jackson destiné à éliminer les oxydes de fer libre lors de la préparation des agrégats orientés. En effet l'intensité de la raie à 7 Å ne varie guère sur l'échantillon normal et sur l'échantillon traité à l'acide chlorhydrique, même pour les échantillons contenant le plus de berthiérine. Tout au long de la série, l'intensité de la raie à 7 Å semble assez constante. De plus, sur les diagrammes d'agrégats orientés, la raie (002) se situe toujours à 3,57 Å ; or nous avons vu qu'il était parfois possible de séparer la kaolinite à 3,57 Å de la berthiérine à 3,52 Å (Fig.115).

L'analyse chimique prouve que les quatre premiers échantillons contiennent une plus forte teneur en magnésium. La teneur en fer ferreux est moins significative mais en moyenne les premiers échantillons en contiennent également davantage. «Les berthiérines faiblement ordonnées possèdent une assez forte teneur en fer ferreux et magnésium et une faible teneur en aluminium» (Porrenga 1 967).

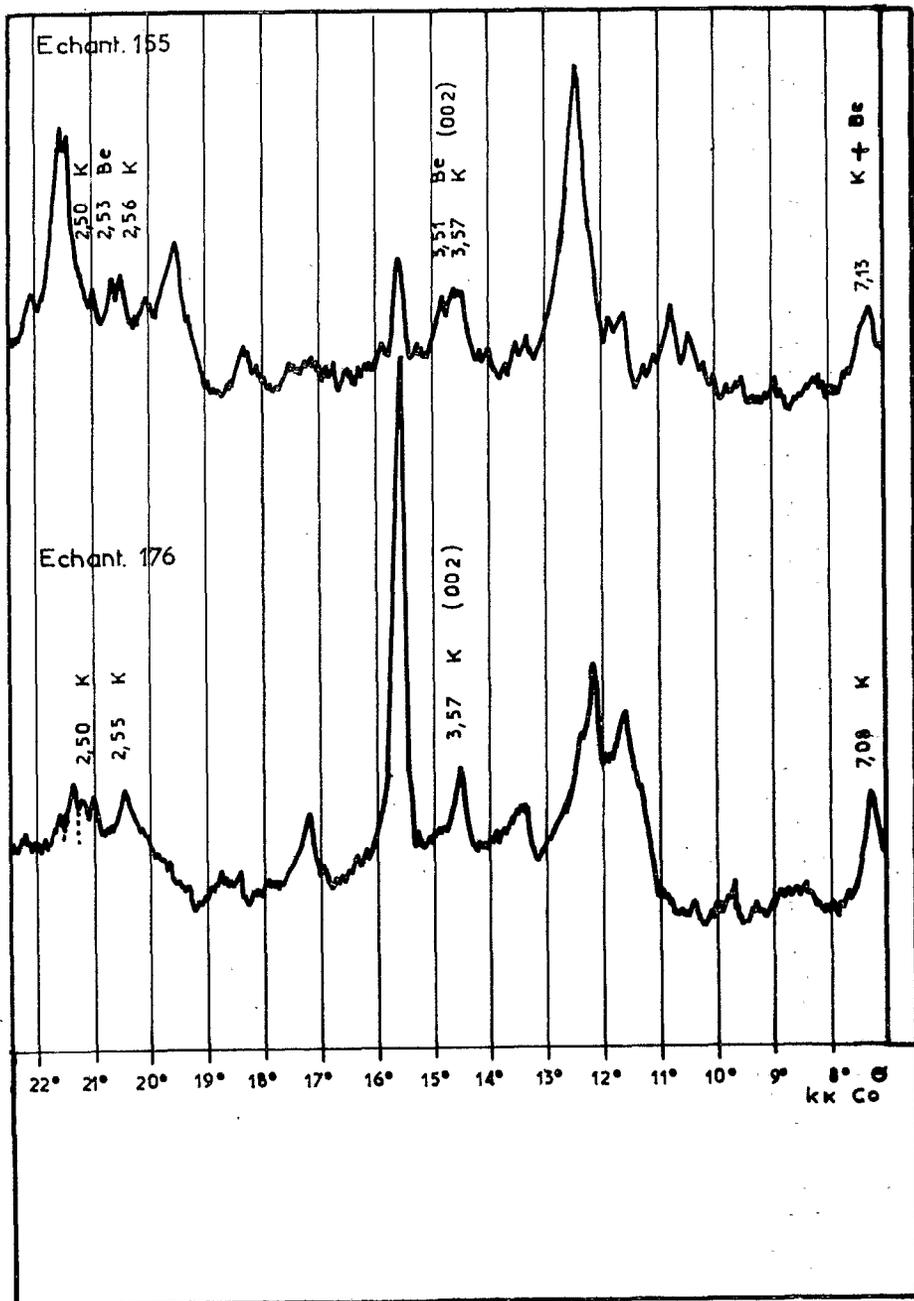


Figure 115 - Différenciation de la kaolinite et de la berthierine par leurs raies (002)

Comportement du minéral (10-14) Å aux différents tests

N°	Normal	Glycol	Chaleur	KCl	MgCl ₂	MgCl ₂ + Glycol	CaCl ₂
149	Bombement	Gonfle	10,04 Å	Bombement	Bombement	Bombement débutant à 16,35 Å	
155	12,79 Å 13,79 Å		10,04 Å	Bombement débutant à 12,61 Å	14,24 Å 16,05 Å	15,76 Å 17,69 Å	14,71 Å 15,76 Å
161	13,38 Å 16,05 Å	Bombement débutant à 16 Å	9,81 Å	Bombement	Bombement	Bombement débutant à 15,76 Å	
165	13,56 Å 14,96 Å	15,22 Å 16,97 Å	9,81 Å	12,61 Å 13,79 Å	14,71 Å 16,35 Å	15,22 Å 16,35 Å	14,96 Å 15,76 Å
171	13,18 Å 14,71 Å	16,05 Å 18,01 Å	9,70 Å	13,38 Å 16,05 Å	14,01 Å 15,22 Å	14,71 Å	15,22 Å 15,49 Å
176	12,26 Å 13,58 Å	15,76 Å 16,97 Å	9,81 Å	11,93 Å 12,61 Å	14,01 Å 14,96 Å	15,76 Å	14,01 Å 15,22 Å
177	12,61 Å 14,24 Å	16,05 Å 16,65 Å	9,50 Å	11,04 Å 11,77 Å	14,43 Å	14,42 Å	14,24 Å 15,22 Å
182	12,26 Å 14,71 Å	Pic très large à partir de 16,05 Å	9,81 Å	11,62 Å	Bombement débutant à 11,04 Å	14,24 Å 16,35 Å	Mal défini
183	12,09 Å 14,47 Å	16,05 Å 17,31 Å	9,81 Å	11,04 Å 11,77 Å	14,01 Å 15,22 Å	15,76 Å 16,97 Å	13,79 Å 17,31 Å
1251	11,04 Å 11,77 Å	15,79 Å	9,81 Å	11,04 Å 11,77 Å	Plateau à 14,01 Å	Plateau à 16,35 Å	Mal défini à 14,24 Å
188	11,18 Å 11,77 Å	Plateau débutant à 14,71 Å	9,81 Å	11,04 Å 12,33 Å	14,24 Å 17,09 Å	16,02 Å 18,98 Å	13,18 Å 14,24 Å
1252	12,61 Å	Plateau débutant à 16,05 Å	9,81 Å	Plateau débutant à 12,65 Å	13,18 Å 15,22 Å	16,35 Å	14,01 Å 16,35 Å

2.4.3 - MINERAL (10-14) Å

Tous les échantillons contiennent un minéral qui gonfle au glycol et se contracte à la chaleur. Peu abondant dans les premiers échantillons (lés moins profonds), il devient ensuite le constituant majeur des granules verts. Peu abondant,, le premier pic n'apparaît pas sur les diagrammes de poudre des échantillons 149, 155 et 161. Par contre, on peut le mettre en évidence sur les diagrammes d'agrégats orientés. L'échantillon 149 montre un épaulement très vague et mal défini au-delà de 11 Å. Par contre l'échantillon 155 présente un pic large très net avec un plateau entre 12,79 et 13,79 Å. Nous constatons également un bombement large et mal défini pour l'échantillon 161. Ensuite les pics deviennent très nets mais restent larges et présentent la plupart du temps des plateaux. Cependant dans les trois derniers échantillons, les plateaux ont tendance à faire place à un pic unique aux environs de 12 Å.

Si nous soumettons ce minéral aux trois tests classiques (échantillons normal, glycolé et chauffé) nous constatons qu'il gonfle au glycol, en général au-delà de 16 Å, et qu'il se contracte à la chaleur, en moyenne à 9,81 Å. Il réagit donc comme une montmorillonite au sens large, et étant donné la forte teneur en fer, comme une nontronite. Cependant, vu la forme des pics, il est vraisemblable que nous ayons affaire à un interstratifié irrégulier. Si nous nous rapportons au tableau d'identification de Latouche, nous voyons que les échantillons normaux présentent «une raie large entre 10 et 15 Å», les échantillons glycolés «une raie large entre 10 et 16 Å», et les échantillons chauffés «une raie fine entre 9,5 et 10 Å, ce qui caractérise un interstratifié Illite-Montmorillonite.

On pourrait cependant avoir un interstratifié Illite-Vermiculite gonflante. En effet on sait que la vermiculite gonflante présente à peu près les mêmes réactions que la montmorillonite. Cependant, la saturation préalable en $MgCl_2$ bloque l'équidistance basale de ces minéraux à 14 Å et il ne se produit plus de gonflement au glycol. Si on traite de cette manière les échantillons du plateau continental de Côte d'Ivoire, on constate qu'il se produit un gonflement plus ou moins fort. On observe un léger gonflement pour les échantillons 149 et 161 mais il est imprécis car on a des bombements mal définis. Le gonflement semble être plus important pour l'échantillon 155 qui présente un pic à plateau bien marqué. Ensuite les échantillons 165, 171, 176 et 177 présentent très peu de gonflement ou n'en présentent pas. A partir de l'échantillon 182 (90 mètres), le gonflement au glycol après saturation au $MgCl_2$ est aussi important que pour l'échantillon normal glycolé. Ce minéral réagit tantôt comme un interstratifié Illite-Montmorillonite tantôt comme un interstratifié Illite-Vermiculite. Ce comportement ne doit pas nous étonner car «Les vermiculites sont des minéraux à 15 Å qui ne sont pas des chlorites car l'espacement réticulaire tombe à 10 Å sous l'action de la chaleur et ce ne sont pas des montmorillonites car elles ne gonflent pas au-delà de 14 Å environ après saturation au Mg et traitement au glycol. Les argiles vermiculitiques sont des édifices micacés dioctaédriques ou trioctaédriques, dont la liaison entre feuillets est moins bien assurée que dans les micas, mais mieux que dans les montmorillonites. Il est certain actuellement que tous les intermédiaires existent. Mon opinion est aujourd'hui comme il y a 15 ans,

qu'il nous arrive de séparer arbitrairement sous des noms différents, des édifices qui passent les uns aux autres par transition insensible. Tout dépend du degré de libération qui se trouve réalisé entre les feuillets de style micacé» (Millot - 1964).

2.4.4 - PHYLLITE A 10 Å

Sur la plupart des diagrammes de poudre, on observe la présence d'un petit pic aux environs de 10 Å. Il est possible qu'il s'agisse de glauconite car nous observons également des pics à 4,52 et 2,58 Å. Toutefois, ce diagnostic doit être émis avec la plus grande réserve car il peut tout simplement s'agir de faible quantité de micas.

2.4.5 - QUARTZ

Les diagrammes de poudre nous montrent que le quartz est présent dans tous les échantillons.

2.4.6 - CALCITE

Elle existe (petit pic à 3,03 Å) dans certains échantillons.

2.4.7 - GIBBSITE

L'échantillon 155 (pics à 4,82 - 4,37 et 2,38 Å) semble en contenir une faible quantité.

2.5 - Variations latérales

Des échantillons prélevés au large de Grand-Lahou, Sassandra et Grand-Berréby ne présentent pas de variations notables par rapport aux échantillons prélevés à des profondeurs comparables au large de Grand-Bassam.

3 - COMPARAISON AVEC LES RESULTATS OBTENUS PAR PORRENGA AU NIGERIA

3.1 - Goethite

Les échantillons les moins profonds en contiennent d'assez fortes proportions. Nous n'avons pas analysé d'échantillons de très faible profondeur mais il est vraisemblable que la teneur en goethite doit y être plus forte.

Il ne semble donc pas y avoir de différence notable avec les résultats obtenus au Nigéria.

3.2 - Berthiérine

Il n'existe pas en Côte d'Ivoire d'échantillons essentiellement formés de berthiérine comme c'est le cas au Nigéria pour les granules verts prélevés au-dessus de 60 mètres. En Côte d'Ivoire, tous les échantillons contiennent de la kaolinite et un interstratifié (10-14) Å. Cependant les échantillons 149 (20 mètres), 155 (30 mètres), 161 (40 mètres) et 165 (50 mètres) contiennent également de la berthiérine.

Constatant, que la présence de berthiérine sur le plateau continental du Nigéria coïncidait avec une zone recouverte en permanence par des eaux chaudes, Porrenga pense qu'une température élevée de l'eau de mer est un des facteurs régissant la formation de la berthiérine. Le fait que l'on ne trouve pas en Côte d'Ivoire d'échantillons exclusivement formés de berthiérine s'explique peut-être par l'hydrologie très différente du plateau continental de Côte d'Ivoire (Voir chapitre I). En effet, alors que le plateau continental du Nigéria est recouvert en permanence jusqu'à 40-50 mètres par une masse d'eau chaude (Température supérieure à 26 °C), celui de Côte d'Ivoire est recouvert une partie de l'année par une masse d'eau froide (la température à 10 mètres peut être inférieure à 17 °C).

3.3 - Interstratifié (10-14) Å

Ce minéral présente exactement les mêmes caractéristiques physiques et chimiques que le minéral décrit par Porrenga au Nigéria, auquel il a donné le nom de «Proto-glaucosite» car il pense qu'il s'agit d'un des premiers stades de l'évolution vers la glaucosite. Ce minéral présente également les caractéristiques des glaucosites du type III (interstratifié) de Burst. L'évolution se ferait de la montmorillonite vers la glaucosite en passant par des stades d'interstratifiés Illite-Montmorillonite et Illite-Vermiculite.

Les Russes qui, à la suite de leur croisière sur les côtes d'Afrique, ont étudié des granules identiques prélevés notamment au large du Congo pensent qu'il s'agit d'hydrobiotite (interstratifié régulier Illite-Vermiculite) Emelyanov (1971).

4 - CONCLUSION

L'étude des gisements actuels de «faecal-pellets» minéralisés présente un grand intérêt car ces gisements doivent constituer un des stades initial de la formation des gisements de fer sédimentaire du type «minette» de Lorraine (Caillère et Martin - 1 972).

Initialement, les divers «pellets» dérivent de granules ovoïdes gris et mous rejetés par un certain nombre d'organismes fousseurs et limnivores tels que les échiuriens, les polychètes et les gastéropodes. Ensuite, selon les conditions physico-chimiques ces granules gris, dont la composition est très proche de celle de la matrice argileuse, évoluent ou n'évoluent pas vers de nombreux minéraux.

Petránek (1 964), étudiant les gisements de fer Oolithiques, arrive à la conclusion que les gisements sont lenticulaires et qu'ils ne sont pas formés d'un banc unique mais de plusieurs séries verticales et qu'il existe une zonation chimique à partir du rivage. Ainsi de la côte vers le large, on distingue une zone oxydée superficielle caractérisée par la présence de goethite et qui correspond à la «couche rouge» puis une zone intermédiaire où subsistent simultanément les grains de goethite et de berthiérine caractéristiques de la «couche grise», enfin une zone plus profonde où l'on ne trouve plus que des silicates ferrifères, et qui correspond à la «couche verte» (Caillère et Kraut - 1 954).

On note cette même zonation au Nigéria. Dans les petits fonds on a essentiellement des «pellets» de goethite, ensuite un mélange de «pellets» de goethite et de berthiérine, puis des «pellets» formés essentiellement de berthiérine, enfin des «pellets» de «proto-glaucinite». Ce minéral constituerait un des stades de la glauconitisation. On retrouve en Côte d'Ivoire une zonation à peu près semblable, mais les conditions hydrologiques et donc physico-chimiques étant différentes, la berthiérine y est beaucoup moins développée. On rencontre la zone à goethite puis la zone à goethite et berthiérine et enfin la zone à «proto-glaucinite». Par contre la zone à berthiérine pure n'existe pas.

La «proto-glaucinite» qui en fait est un interstratifié Illite-Vermiculite ou Illite-Montmorillonite possède exactement les mêmes caractéristiques physico-chimiques en Côte d'Ivoire qu'au Nigéria. Si on considère la classification de Burst, il s'agit d'une glauconie du groupe III. Il est vraisemblable que son évolution ultérieure conduira à une glauconie du type I c'est-à-dire à une glaucinite.

PALEOGEOGRAPHIE ET PALEOCLIMATOLOGIE DU PLATEAU CONTINENTAL DE COTE D'IVOIRE AU QUATERNAIRE RECENT. ESQUISSE D'UNE COURBE DE VARIATION DU NIVEAU DE LA MER DEPUIS 25 000 ANS.

Jusqu'en 1 969, le Quaternaire de basse Côte d'Ivoire a été peu étudié. En effet, jusqu'à cette date, le seul travail original était celui de Le Bourdieu (1 958) qui fut repris par Davis (1 964) et Sonnendruker (1 965). Il était à l'époque en accord avec les travaux de Dubois et Tricart (1 954) au Sénégal. En 1 970, Assémien, Filleron, Martin et Tastet proposèrent une nouvelle interprétation du Quaternaire récent. En 1 972, Martin et Tastet apportèrent de nouvelles données sur un rejeu possible de l'accident majeur de Côte d'Ivoire au Quaternaire récent et Martin et Délibrias proposèrent, grâce à des datations au ^{14}C , un schéma des variations du niveau de la mer depuis 25 000 ans.

1 - CONTEXTE GEOLOGIQUE

Nous avons vu que la Côte d'Ivoire est formée de deux unités géologiques, de surface très inégale : un socle ancien couvrant 97,5 % du pays et un bassin sédimentaire formant une mince frange littorale sur la moitié Est du territoire. Le socle appartient au vieux bouclier africain. Le bassin sédimentaire est caractérisé par l'existence d'un grand accident parallèle à la côte et séparant un panneau Nord à socle peu profond d'un panneau Sud subsident depuis le Crétacé.

2 - LE QUATERNAIRE DU LITTORAL (Assémien, Filleron, Martin et Tastet)

2.1 - Description

Au Nord des lagunes s'étendent les formations tabulaires argilo-sableuses du Continental terminal, désignées sous le nom de «hauts plateaux» dont quelques rares témoins subsistent dans certaines îles.

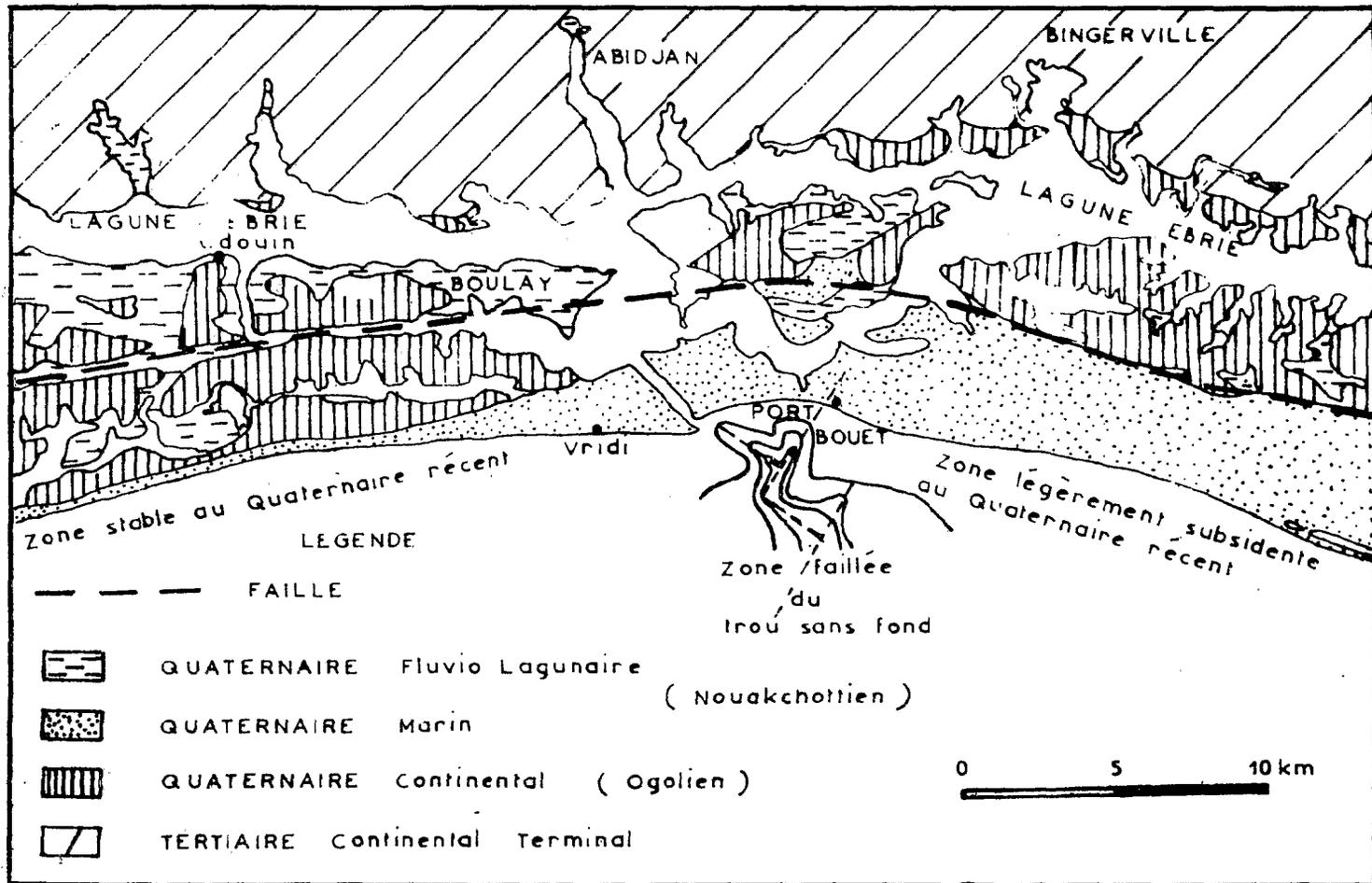


Figure 116 - Esquisse géologique de la région d'Abidjan. D'après J.P. Tastet

Au Sud des lagunes, entre Grand-Bassam et Jacqueville, on distingue trois ensembles quaternaires différents (Fig.116 et 117) :

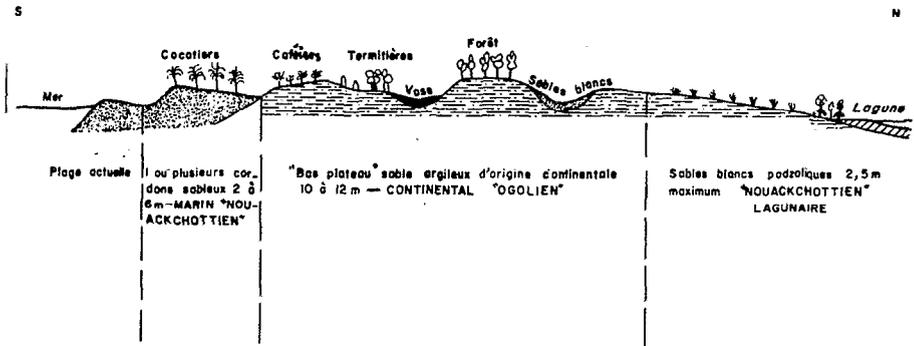


Figure 117 - Coupe interprétative du Quaternaire du cordon littoral.
D'après Tastet, Martin et al.

— Des plateaux argilo-sableux, d'origine continentale, de faible altitude (8 à 12 mètres) et désignés sous le nom de «bas-plateaux». Ces dépôts forment un glacis sablo-argileux au pied des «hauts-plateaux» et sont considérés comme un épandage fluvial de matériaux issus du Continental terminal pendant le dernier épisode régressif (Ogolien du Sénégal ou Préflandrien d'Europe). Cette formation a été fortement entaillée par l'érosion au moment du changement climatique associé à ce bas niveau,

— Des cordons sableux marins plus ou moins parallèles à la côte, dont l'altitude varie de 1,5 à 6 mètres. Ils s'appuient sur la bordure Sud des «bas-plateaux», formant les vallées ennoyées que sont les lagunes. Leur mise en place est due aux actions marines (déferlement et dérive littorale) depuis le maximum de la dernière transgression (Nouakchottien du Sénégal ou Flandrien d'Europe).

— Des remplissages fluvio-lagunaires mis en place depuis le début de la remontée du niveau de base (transgression nouakchottienne) jusqu'à nos jours.

2.2 - Influence de la tectonique sur la morphologie littorale (Fig.118)

La structure du bassin est connue par les travaux de la société Africaine des Pétroles et par les répercussions des accidents profonds sur la morphologie des formations quaternaires littorales (Tastet - 1972).

L'accident majeur est une faille extrêmement importante dont le rejet peut atteindre 3 500 mètres. Les études géophysiques ont mis en évidence qu'à l'Ouest de Grand-Lahou (Fig.119), cet accident traversait le plateau continental et qu'il se poursuivait ensuite parallèlement à la côte, sur le haut de la pente continentale. Il est vraisemblable qu'il s'agit du prolongement, dans le domaine continental, d'une des fractures de la ride médio-atlantique (fracture de Saint-Paul). Le plateau continental ivoirien est donc situé dans sa moitié Ouest sur

le socle ancien avec possibilité d'un faible recouvrement sédimentaire et dans sa moitié est sur le bassin sédimentaire subsident.

Il semble que, dans la frange littorale de ce bassin, l'accident majeur soit accompagné de failles satellites qui lui sont parallèles, et de failles méridiennes grossièrement Nord-Sud. Dans la région comprise entre Jacqueville et la lagune Aby, la morphologie des formations quaternaires permet de penser que ces divers accidents se disposent de la façon suivante (Fig.118) :

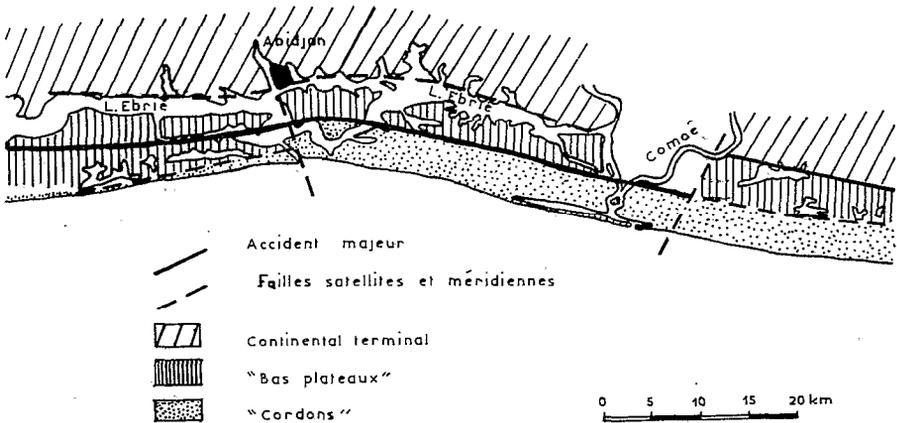


Figure 118 - Schéma structural du bassin sédimentaire ivoirien aux environs d'Abidjan.
D'après J.P. Tastet

— *Des failles méridiennes* détermineraient 3 compartiments : un compartiment occidental situé à l'Ouest du Trou-sans-fond, canyon sous-marin situé en face d'Abidjan ; un compartiment central situé entre le Trou-sans-fond et la Comoé ; un compartiment oriental situé à l'Est de la Comoé,

— *Des failles satellites* diviseraient chacun de ces compartiments en « marches d'escalier », chacune de ces marches ayant pu jouer de façon plus ou moins indépendante au cours des temps.

Dans le compartiment occidental, l'accident majeur traverse les « bas-plateaux » sans les décaler (Fig.116 et 118). Il semble qu'il lui soit associé un satellite Nord, constitué par l'enveloppe Sud de la falaise des « hauts-plateaux » du Continental terminal, et peut-être un satellite Sud, au contact entre les « bas-plateaux » et les cordons marins.

Dans le compartiment central, l'accident majeur sépare les « bas-plateaux » des cordons marins (Fig.116 et 118). Il est donc probable que la subsidence a joué postérieurement à la formation des « bas-plateaux ». De même, il est vraisemblable que l'accident majeur possède un satellite Nord représenté par la bordure Sud des « hauts-plateaux » du Continental terminal.

Dans la région de la Comoé, l'accident majeur semble décroché par une faille méridienne, dans le compartiment oriental, il se situerait au niveau de la falaise des «hauts-plateaux». Un satellite Sud séparerait les «bas-plateaux» des cordons marins.

En conclusion, la tectonique du bassin sédimentaire est commandée par l'accident majeur qui sépare un panneau Nord à socle peu profond, d'un panneau Sud subsident depuis le Crétacé. Ce panneau Sud est découpé par des failles méridiennes en compartiments, eux-mêmes divisés par des failles satellites en «marches». Cette influence tectonique se traduit également dans la morphologie des diverses unités quaternaires par l'orientation préférentielle des bras de lagunes et des chenaux d'érosion parallèlement à l'accident ou à ses décrochements transverses.

Si l'incidence de la tectonique sur la morphologie des formations quaternaires littorales est spectaculaire, il n'est pas certain que la subsidence postérieure au dépôt des «bas-plateaux» ogoliens soit très importante, il semble qu'elle ne soit pas supérieure à l'incertitude sur l'estimation des altitudes des sédiments datés.

3 - LE QUATERNAIRE DU PLATEAU CONTINENTAL

Il ressort des données précédentes que le plateau continental de Côte d'Ivoire est situé sur deux unités géologiques très distinctes (Fig.119). Sa moitié Ouest repose sur un socle ancien ou à la rigueur sur le bassin non subsident et sa moitié Est sur le bassin subsident depuis le Crétacé. Nous avons vu que ce dernier était constitué de compartiments ayant joué différemment au cours du temps. Durant le Quaternaire récent il semblerait que seule la partie du plateau continental située entre le Trou-sans-fond et la Comoé ait connu une légère subsidence.

3.1 - Echantillonnage

Il se compose de 6 tourbes et de 12 nodules d'algues calcaires (Mélobésiées) prélevés par carottage et dragage (DR1 et DR2) sur le plateau continental, à des profondeurs variant entre 43 et 100 mètres (Fig.119). Seul l'échantillon C8 a été prélevé sur le compartiment du bassin sédimentaire, peut-être subsident au Quaternaire récent.

Les six échantillons de tourbe ont été prélevés à l'aide d'un carottier de part et d'autre du grand accident : deux échantillons sur le bassin sédimentaire subsident et quatre sur le socle ou le bassin non subsident.

Les nodules sont des boules plus ou moins régulières dont le diamètre varie de quelques centimètres à plus de 20 centimètres. Ils sont formés par des algues encroûtantes (mélobésiées).

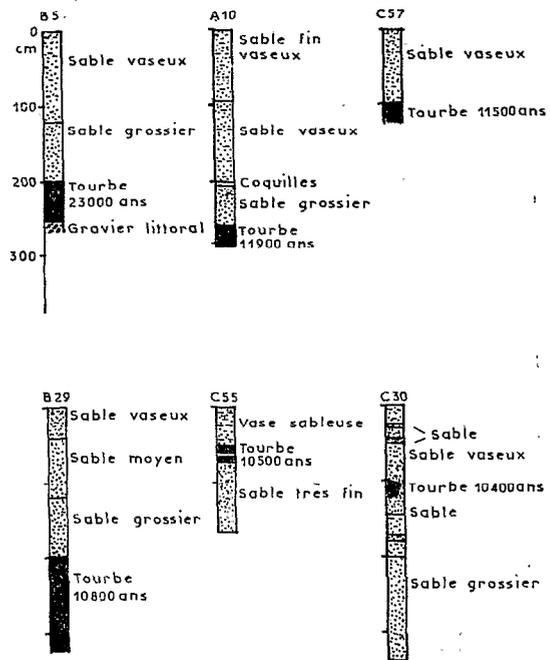


Figure 120 - Description des carottes contenant les tourbes

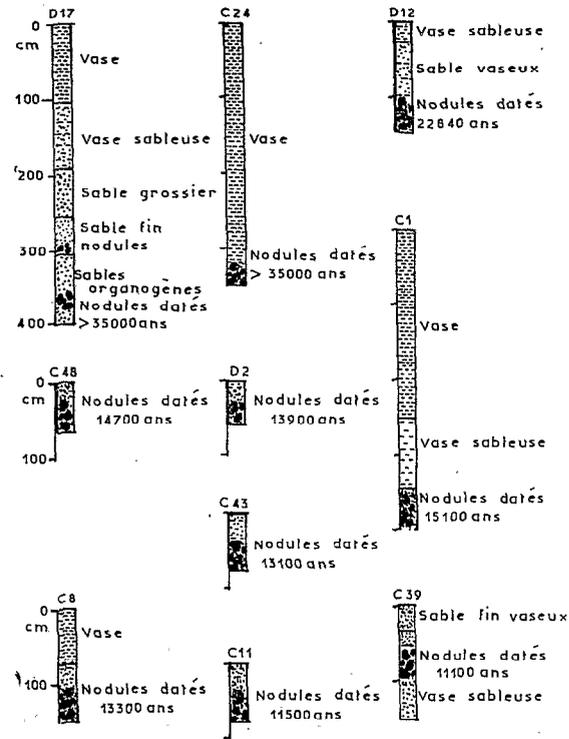


Figure 121 - Description des carottes contenant les nodules

3.2 - Description des carottes

3.2.1 - CAROTTES CONTENANT LES TOURBES (Fig.120)

— *Carotte B 5.* Cette carotte a été prélevée sur le bassin sédimentaire à l'Est du grand accident, sur le compartiment occidental qui n'a probablement pas connu de subsidence au cours du Quaternaire récent. Le niveau tourbeux repose directement sur une formation de plage et est recouvert de sable grossier et de sable vaseux. La tourbe reposant sur une formation de plage, il est probable qu'elle s'est formée juste après le retrait de la mer, au cours d'une régression.

Cet échantillon devrait donc constituer un bon marqueur d'une ancienne ligne de rivage celle-ci devant toutefois se situer légèrement plus bas.

— *Carotte A 10.* Cette carotte a été prélevée 5 milles à l'Ouest de la précédente. La richesse de la tourbe en pollens et empreintes de feuilles de palétuviers (*Rhizophora racemosa*) montre qu'il s'agit d'une tourbe de mangrove. Nous ne possédons pas la formation située sous la tourbe. Celle-ci est recouverte par un sable grossier contenant un lit coquillier formé d'espèces littorales. Cette tourbe de mangrove étant recouverte d'une formation littorale, il semble évident qu'elle s'est formée au niveau de la mer au cours d'une transgression. Cet échantillon doit donc constituer un très bon marqueur d'une ancienne ligne de rivage.

— *Carotte C 57.* Cette carotte provient de la partie du plateau continental située sur le socle ou le bassin sédimentaire non subsident. Le bas et le haut de la carotte ayant été détruits lors du prélèvement, nous ne possédons aucune indication sur la position stratigraphique du niveau tourbeux, nous savons seulement qu'il est recouvert par environ un mètre de sables grossiers vaseux. Remarquons que la profondeur et l'âge de cette tourbe sont très proches de ceux de la carotte A 10.

— *Carotte B 29.* Ce carottage a été effectué à l'Ouest du grand accident. Nous n'avons pas atteint la formation située sous le niveau tourbeux, cependant, celui-ci étant recouvert par un sable graveleux marin, sûrement littoral, nous pouvons penser que la tourbe s'est déposée juste avant le passage de la mer lors d'une transgression. Bien que la stratigraphie des carottes B 29 et A 10 soit très comparable et que leur profondeur de prélèvement soit à peu près égale, l'âge des tourbes est sensiblement différent. Peut-être est-ce l'indice d'une période de stationnement du niveau de la mer à cette époque ?

— *Carotte C 55.* Cette carotte, également prélevée à l'Ouest du grand accident, contient des petits lits tourbeux au milieu d'une vase sableuse marine reposant sur un sable très fin. Il est possible que ces passées tourbeuses se soient formées en mer dans une zone calme proche du littoral, et qu'à l'époque indiquée par l'âge de la tourbe, la ligne de rivage se soit trouvée à un niveau supérieur à celui indiqué par la profondeur où fut effectué le prélèvement.

– *Carotte C 30.* Cette carotte a été également prélevée à l'Ouest du grand accident. Son étude montre que nous avons plutôt affaire à des galets de tourbe qu'à une formation continue. Ces galets reposent sur du sable et sont recouverts par du sable vaseux. Il est logique de penser qu'ils se sont déposés dans la zone de battement des marées. Cela ne résout pas le problème de la position de formation de la tourbe primaire. Il est cependant possible que la formation de la tourbe et le dépôt des galets soient très proches dans le temps et dans l'espace. Il est vraisemblable qu'au moment de la formation de la tourbe, la ligne de rivage se trouvait légèrement plus bas.

3.2.2 - CAROTTES CONTENANT LES NODULES (Fig.121)

– *Carotte D 17.* Cette carotte provient de la partie du plateau continental située sur le socle ancien (dans la même région le socle cristallin a été atteint par plusieurs carottes). Les nodules datés sont situés au milieu d'un sable grossier organogène qui est recouvert par un sable fin organogène. Au-dessus de celui-ci, s'observe un nouveau niveau de sable grossier organogène contenant également des nodules d'algues calcaires. Le haut de la carotte est formé de vase sableuse et de vase. Etant donné leur âge et leur position stratigraphique, on peut admettre que les nodules datés se sont formés au cours d'un cycle eustatique précédent.

– *Carotte C 24.* Cette carotte a été prélevée sur le compartiment oriental du bassin sédimentaire, compartiment n'ayant probablement pas connu de subsidence au cours du Quaternaire récent. Les nodules datés sont recouverts par 3,50 mètres de vase. Nous avons vu que celle-ci s'est déposée au cours de la dernière transgression, on peut donc penser que les nodules qui sont directement recouverts par la vase ont été formés peu de temps avant le dépôt de celle-ci. Or, ces nodules sont datés de plus de 35 000 ans B.P. Cela laisse supposer qu'il n'y a pas eu de sédimentation entre l'époque de leur formation et celle du dépôt de la vase, ou que les sédiments qui les recouvraient ont été décapés par la dernière transgression.

– *Carotte D 12.* Ce carottage a été effectué à l'Ouest du grand accident. Les nodules datés sont recouverts par un mètre de sable vaseux organogène. La stratigraphie de la carotte ne nous permet pas d'émettre d'hypothèse sur la période de formation des nodules.

– *Carotte C 1.* Cette carotte a été prélevée à l'Ouest du Trou-sans-fond sur le compartiment occidental du bassin sédimentaire, probablement non subsident au Quaternaire récent. Les nodules datés sont recouverts par 1,50 mètre de vase sableuse et par 2 mètres de vase.

– *Carotte C 48.* Cette carotte provient de la partie Ouest du plateau continental. Les nodules datés sont recouverts par quelques centimètres de sable vaseux organogène. Ces nodules sont associés à des morceaux de grès qui proviennent vraisemblablement d'une formation de grès de plage. Il est donc possible,

que ces nodules se soient formés près du rivage sous une faible couche d'eau. Dans ce cas, ils constitueraient un bon marqueur d'une ancienne ligne de rivage.

— **Carotte D 12.** Cette carotte provient également de la partie Ouest du plateau continental. Les nodules datés sont recouverts par quelques centimètres de sable vaseux organogène.

— **Carotte C 8.** Cette carotte a été prélevée à l'Est du Trou-sans-fond sur le compartiment central du bassin sédimentaire, probablement subsident au Quaternaire récent. Les nodules datés sont recouverts par un mètre de vase sableuse et de vase. La stratigraphie de la carotte est assez semblable à celle de la carotte C 1 ; la sédimentation a toutefois été plus intense dans cette dernière. Les nodules datés dans C. 1 et C 8 ont été prélevés à des profondeurs voisines, de part et d'autre du Trou-sans-fond qui, nous l'avons vu, sépare deux compartiments du bassin sédimentaire. Les nodules de la carotte C 8 étant plus récents que ceux de C 1, voilà peut-être un argument en faveur d'une légère subsidence de la partie du plateau continental située à l'Est du Trou-sans-fond. Pour avoir confirmation de cette hypothèse, il faudrait être certain que les nodules se sont formés sous la même épaisseur d'eau. Aucun élément ne nous permet de l'affirmer.

— **Carotte C 43.** Ce carottage a été effectué à l'Ouest du grand accident. Les nodules datés sont recouverts par quelques centimètres de vase sableuse organogène.

— **Carotte C 11.** Cette carotte a été prélevée tout à fait à l'Est du plateau continental, dans une zone n'ayant pas connu de subsidence au Quaternaire récent. Les nodules datés sont recouverts par une vingtaine de centimètres de sable vaseux organogène.

— **Carotte C 39.** Cette carotte a été prélevée à l'Ouest du grand accident. Les nodules datés sont recouverts par 50 centimètres de sable vaseux organogène.

— ECHANTILLONS DRAGUES

Deux nodules, DR 1 et DR 2, ont été prélevés par dragage sur le compartiment occidental du bassin sédimentaire n'ayant probablement pas connu de subsidence au Quaternaire récent. Les âges qu'ils indiquent offrent moins de garantie que ceux des échantillons prélevés par carottage, car la profondeur de prélèvement est connue avec moins de précision et les risques de remaniement sont plus grands.

3.3 - Résultats des datations

Numéro	Localisation	Profondeur	Age B.P.	Référence
a- TOURBES				
B 5	5°08'N 4°15'W B	- 65m	23 000 ± 1 000	Gif.1 147
A 10	5°08'N 4°21'W B	- 63m	11 900 ± 250	Gif.1 146
C 57	4°50'N 5°55'W S	- 62m	11 500 ± 250	Gif.1 618
B 29	4°56'N 5°53'W S	- 62m	10 800 ± 200	Gif.1 616
C 55	4°48'N 6°00'W S	- 61m	10 700 ± 200	Gif.1 617
C 30	4°58'N 5°50'W S	- 43m	10 400 ± 200	Gif.1 619
b- NODULES D'ALGUES CALCAIRES				
D 17	4°23'N 7°15'W S	- 60m	≥ 35 000	Gif.2 145
C 24	5°01'N 4°40'W B	- 80m	≥ 35 000	Gif.2 141
D 12	4°12'N 7°30'W S	- 80m	22 840 ± 650	Gif.2 144
C 1	5°10'N 4°02'W B	- 99m	15 100 ± 260	Gif.2 136
C 48	4°38'N 6°20'W S	- 82m	14 700 ± 260	Gif.2 139
D 2	4°29'N 6°50'W S	- 89m	13 900 ± 260	Gif.2 137
C 8	5°03'N 3°55'W B	-100m	13 300 ± 250	Gif.2 135
C 43	4°36'N 6°30'W S	- 82m	13 100 ± 250	Gif.2 138
DR 1	5°02'N 4°27'W B	-100m	13 000 ± 250	Gif.1 449
DR 2	5°02'N 4°27'W B	-100m	12 900 ± 250	Gif.1 509
C 11	4°52'N 3°10'W B	- 80m	11 500 ± 200	Gif.2-140
C 39	4°32'N 6°40'W S	- 82m	11 100 ± 200	Gif.2 146

Ces datations ont été effectuées par Madame G. DELIBRIAS au Laboratoire des faibles radioactivités de Gif-sur-Yvette.

3.4 - Critique de ces datations

3.4.1 - CAS DES TOURBES

La position de formation d'une tourbe par rapport au niveau de la mer ne sera connue avec certitude que dans le cas d'une tourbe de mangrove, à condition que celle-ci soit en place. Lorsqu'on n'a pas une vision directe du gisement, il est parfois difficile de savoir si la formation datée a été remaniée ou non. Cependant, la position de celle-ci par rapport aux autres formations rencontrées dans la carotte, permet d'émettre une hypothèse sur l'éventualité d'un remaniement. Pour accorder quelque crédit à l'âge indiqué par la datation, il faut également être certain que l'échantillon n'a pas subi de pollution qui aurait pu modifier son âge dans un sens ou dans l'autre. Ces restrictions faites, on essaiera de construire une

courbe de variation du niveau de la mer au cours du Quaternaire récent, en portant en ordonnée les profondeurs de prélèvement des échantillons et en abscisse les âges de ces échantillons. La courbe passera par les points donnés par les tourbes de mangrove et sous ceux des tourbes continentales.

3.4.2 - CAS DE NODULES D'ALGUES CALCAIRES

Nous ne connaissons pas l'épaisseur de la couche d'eau sous laquelle ces nodules se sont formés. Actuellement, on trouve au Cap des Trois Pointes (Ghana) des nodules analogues, formés d'algues vivantes jusqu'à des profondeurs de 30 mètres. Notons que les nodules que l'on rencontre sur le plateau continental de Côte d'Ivoire sont associés à de très nombreuses amphistégines qui sont des foraminifères de très faibles profondeurs. Il est donc probable que les nodules se sont formés sous une couche d'eau variant de 0 à 30 mètres d'épaisseur, avec toutefois une probabilité de formation plus grande pour les faibles profondeurs. Du moins, il est certain que ces nodules se sont formés sous au moins quelques centimètres d'eau et qu'à l'époque indiquée par leur âge, le niveau de la mer ne pouvait être inférieur à leur niveau de prélèvement. La courbe passera donc forcément au-dessus des points donnés par la profondeur et l'âge des algues calcaires ou à la rigueur par ces points. On a essayé d'éliminer les pollutions possibles en datant seulement le centre des nodules.

3.5 - Stratigraphie du Quaternaire du plateau continental

Les prélèvements de surface et les carottages sur le plateau continental ont permis de distinguer deux sortes de formations quaternaires :

— Un substratum, formé jusqu'à une profondeur de 60-70 mètres par une formation sableuse ou localement argilo-sableuse pouvant contenir des niveaux de tourbe, et au delà par une formation organogène à amphistégines et algues calcaires (nodules de mélobésiées).

— Une formation de recouvrement, constituée de vase et vase sableuse, pouvant atteindre 25 mètres d'épaisseur. Cette formation constitue des zones discontinues en relation avec les débouchés des cours d'eau et peut s'étendre des fonds de 20 mètres au rebord du plateau continental (120 mètres).

La formation sableuse s'est mise en place au cours de la dernière régression puis a été remaniée tout au long de la transgression qui a suivi. La formation organogène s'est constituée pendant une partie de la régression et le début de la transgression consécutive. La formation de recouvrement s'est mise en place au cours de la transgression et continue à être alimentée.

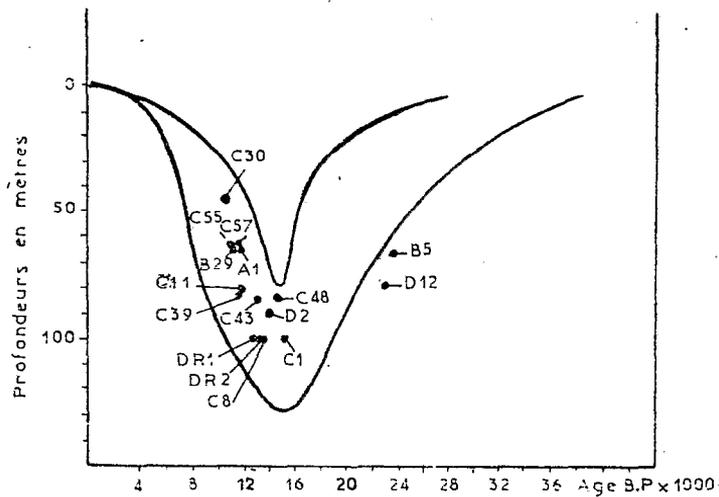


Figure 122 - Comparaison des datations du plateau continental ivoirien avec l'enveloppe des valeurs données par Milleman et Emery pour le plateau continental atlantique des Etats-Unis (1 968)

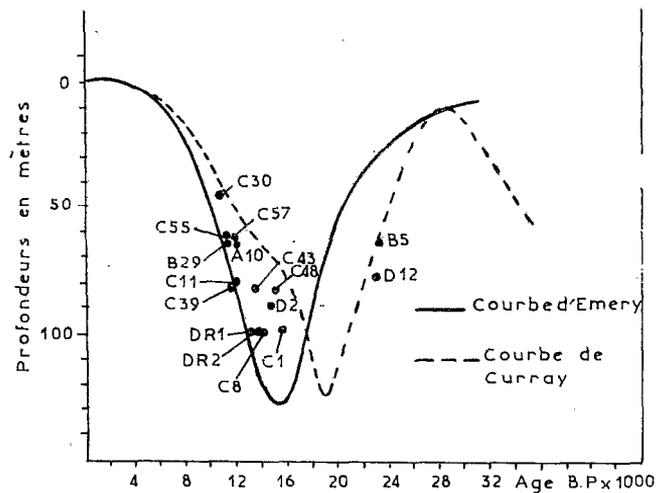


Figure 123 - Position des datations de Côte d'Ivoire par rapport aux courbes de Milliman - Emery (1 968) et Curray (1 966)

3.6 - *Esquisse d'une courbe de variation du niveau de la mer pour la Côte d'Ivoire*

Si nous partons sur un même graphique en ordonnée les profondeurs et en abscisse les âges des divers échantillons datés, nous obtenons une série de points liés aux variations du niveau de la mer. Si nous les comparons à l'enveloppe des valeurs extrêmes données par Milliman et Eméry (1 968) pour le plateau continental atlantique des Etats-Unis, nous constatons que la majorité des points de Côte d'Ivoire sont compris dans cette enveloppe (Fig.122). Si nous comparons les points donnés par les algues calcaires à la courbe déduite par Milliman et Eméry, nous constatons qu'ils sont situés au-dessus de la courbe, ce qui est illogique (Fig.123). Par contre, si nous comparons ces mêmes points à la courbe donnée par Curray (1 965) pour le Texas, nous constatons qu'ils se trouvent sous la courbe, ce qui est logique (Fig.123). Il est vraisemblable que la courbe de remontée pour la Côte d'Ivoire se rapproche de celle de Curray pour le Texas. Cependant, les points donnés par les tourbes se trouvent situés au-dessous de la courbe de Curray, ce qui est illogique pour A 10 qui est un très bon marqueur et devrait se situer sur la courbe. Il est donc probable que la courbe de remontée pour la Côte d'Ivoire doit être décalée vers la gauche par rapport à celle de Curray pour le Texas.

A partir des éléments précédents, nous pouvons ébaucher une courbe de variation du niveau de la mer pour la Côte d'Ivoire depuis 25 000 and (Fig.124).

3.6.1 - COURBE DE DESCENTE

Les formations susceptibles de fournir des échantillons datables ayant subi l'érosion continentale, lors de la dernière régression, il est difficile d'avoir des datations pour cette période. Cependant, nous avons pu obtenir deux dates : l'une sur tourbe l'autre sur algue calcaire. Nous pouvons également utiliser le niveau 103-110 mètres daté, en Guinée, de $18\ 750 \pm 350$ ans B.P. par Mc Master et al. (1 970) et considéré comme un bon marqueur (*). Nous avons vu que le point donné par la tourbe de la carotte B 5 devait être situé légèrement au-dessus de la courbe et que celui donné par l'algue calcaire devait se situer au-dessous. Le plus logique est de faire passer la courbe légèrement sous le point donné par la tourbe et par le niveau daté par Mc Master. Nous n'avons pas fait figurer la partie de la courbe au delà de 25 000 ans car nous ne possédons aucune donnée en Côte d'Ivoire.

(*) Il s'agit d'un corail bien conservé (*Porites bernardi*) encasté dans des formations algales. *Porites bernardi* se trouve actuellement dans la zone des marées, battue par les vagues (Gravier - 1 910).

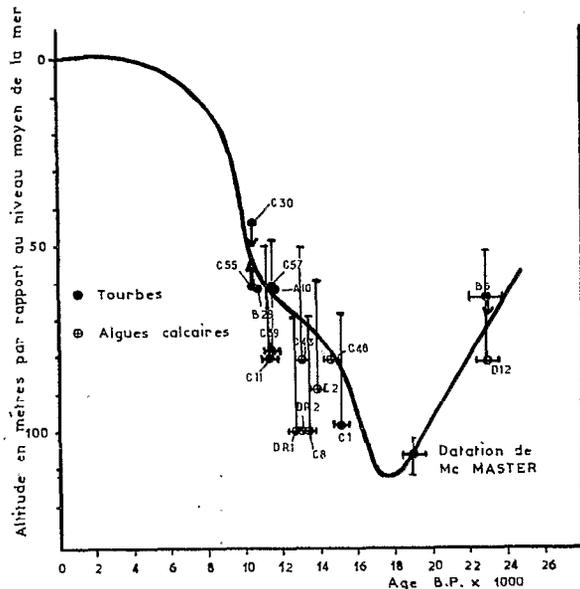
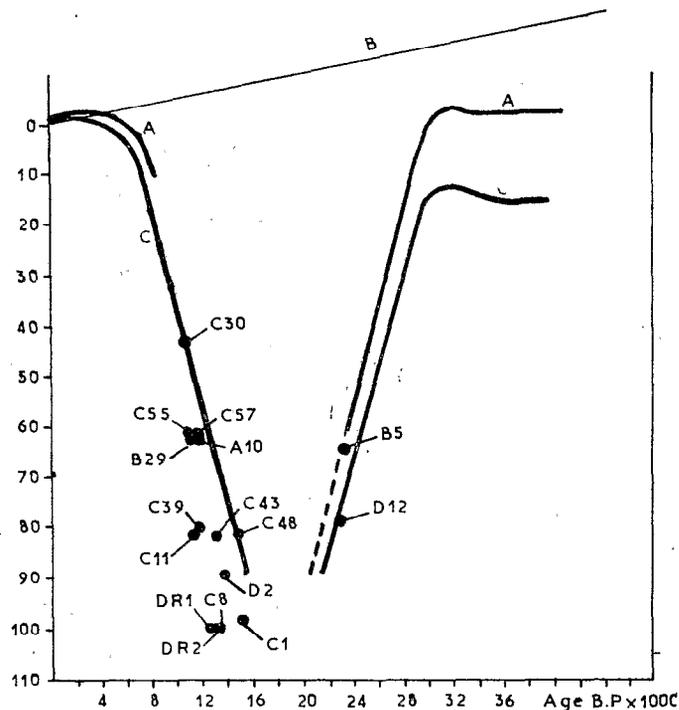


Figure 124 - Schéma des variations du niveau de la mer en Côte d'Ivoire depuis 25 000 ans



A: courbe de variation du niveau marin relative au continent ouest africain.
 B: courbe de variation apparente du zéro marin pour un mouvement positif moyen de 0,50m/1000ans
 C: courbe eustatique calculée pour un mouvement positif de 0,50m/1000 ans

Figure 125 - Position des datations de Côte d'Ivoire par rapport au chronodiagramme de Faure et Elouard (1967).

3.6.2 - MAXIMUM DE REGRESSION

Nous avons vu (Chapitre II) que des données morphologiques nous incitaient à le placer vers 110 mètres sous le niveau actuel. Si nous nous référons à la datation de Mc Master, nous pouvons vraisemblablement le situer entre 17 000 et 18 000 ans B.P.

3.6.3 - COURBE DE REMONTEE

Nous avons vu que les échantillons A 10 et C 48 constituent de très bon marqueurs. La courbe devrait donc passer par ces deux points. De même l'échantillon C 30 doit se situer au-dessus de la courbe et C 55 au-dessous. Les autres points se trouvent alors placés logiquement par rapport à la courbe ainsi définie à l'exception de celui de la tourbe de la carotte B 29. Mais il est possible qu'il y ait eu à cette époque une période de stationnement du niveau de la mer vers moins 60 mètres. N'ayant pas de données chiffrées pour la partie supérieure de la courbe, nous avons utilisé celle donnée par Faure et Elouard (1 967) pour la Mauritanie et le Sénégal (Fig.125). Cependant, plusieurs indices laissent supposer que le niveau de la mer a été légèrement supérieur au niveau actuel lors du maximum de la transgression, mais nous ne possédons pas assez de données pour être affirmatif.

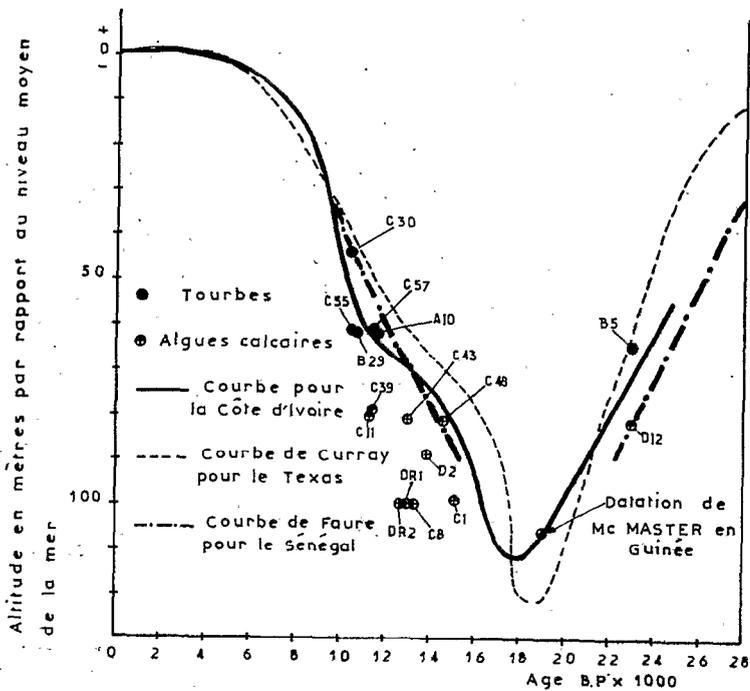


Figure 126 - Courbe de variation du niveau de la mer en Côte d'Ivoire comparée à celles de Faure et Curray

En effet, une tourbe datée de 4 990 ans B.P. se situe vers la cote O, dans un delta où les dépôts essentiellement organiques s'enfoncent progressivement ; on peut penser qu'elle s'est formée à une altitude légèrement supérieure à celle qu'elle occupe actuellement (Assemien - 1 971). Comme il s'agit d'une tourbe de mangrove (pollens de Rizophora), nous admettons que le niveau de la mer était légèrement supérieur au niveau actuel. De plus d'autres éléments militent en faveur d'un niveau légèrement supérieur (delta émergés, traces organiques au-dessus du niveau actuel sur le littoral rocheux (vermets et trous d'oursins).

Si on compare la courbe ainsi définie à celle de Curray (Fig.126) on constate que la courbe de remontée a à peu près la même allure bien que décalée vers la gauche. Si on la compare à la courbe donnée par Faure et Elouard pour le Sénégal et la Mauritanie, on constate qu'il existe un assez bon accord, avec toutefois des variations de détail (Fig.126). La courbe de remontée pour la Côte d'Ivoire serait moins régulière, ce qui d'ailleurs semble logique, car il est vraisemblable que la remontée du niveau de la mer ne s'est pas faite régulièrement. La courbe de descente pour la Côte d'Ivoire se situe entre celle de Faure et Elouard et celle de Curray.

4 - ROLE DE LA TECTONIQUE DANS LES VARIATIONS APPARENTES DU NIVEAU DE LA MER EN COTE D'IVOIRE

La tectonique du bassin sédimentaire est commandée par «l'accident majeur de Côte d'Ivoire» qui sépare un panneau Nord à socle peu profond d'un panneau Sud subsident depuis le Crétacé. Ce dernier est divisé en compartiments par des failles méridiennes. L'étude morphologique des formations quaternaires littorales montre que l'accident majeur a rejoué dans le compartiment central (entre le Trou-sans-fond et la Comoé), postérieurement au dépôt des «bas-plateaux» (Ogolien), en provoquant une légère subsidence. Les autres parties du plateau continental seraient restées stables, du moins les unes par rapport aux autres.

Il apparaît donc que la néotectonique s'est calquée sur les fractures anciennes, dont l'influence dans la morphologie quaternaire est spectaculaire. Cependant, il n'y a aucune raison de penser que la subsidence quaternaire a été supérieure à la moyenne enregistrée dans le bassin depuis le Crétacé inférieur (5 centimètres/1 000 ans environ). Par conséquent, les erreurs d'estimations sur les profondeurs de mise en place des niveaux datés sont donc le plus souvent supérieures à la subsidence.

Nous ne possédons aucune donnée sur un éventuel soulèvement de l'ensemble de la région, alors que cela semble être le cas au Sénégal (Faure et Elouard 1 967).

Aussi, pour l'établissement de la courbe de variation du niveau de la mer pour la Côte d'Ivoire n'avons nous pas tenu compte de la tectonique. Seul le point indiqué par l'échantillon de la carotte C8 devrait être déplacé vers le haut.

5 - DONNEES DE L'ETUDE PALYNOLOGIQUE DES TOURBES SUR LA PALEOCLIMATOLOGIE

L'analyse palynologique des tourbes des carottes B 5 et A 10 a été effectuée par P. Assemien (Assemien et al. - 1 970).

La tourbe de la carotte B 5 est relativement pauvre et peu variée du point de vue pollinique. Le fait remarquable qui la caractérise est la forte proportion des Gramineae et des Cyperaceae. Ces deux taxa constituent, avec quelques petits spores monolètes et lisses de Ptéridophytes, l'essentiel de la flore pollinique. Le milieu naturel où l'on observe, en région tropicale, une nette dominance des Gramineae sur les autres types de végétaux, est la zone relativement sèche des savanes. Ainsi la forte proportion de pollens de Gramineae pourrait indiquer une période de relative sécheresse, avec une végétation pauvre à dominance graminéenne.

La tourbe de la carotte A 10 contient de nombreux pollens mais est surtout riche en spores de fougères. Les espèces suivantes ont pu être déterminées :

- *Microgramma owariense* (Polypodiaceae),
- *Nephroleptis bisserata* (Davalliaceae),
- *Cyathea cameronia* (Cyatheaceae),
- *Lygodium microphyllum* (Schiseaceae),
- *Coraptoteris cornuta* (Adiantaceae),
- *Platyserium stemaria* (Polypodiaceae).

Le pollen le plus fréquemment décelé est celui du palétuvier *Rhizophora racemosa*, qui est l'élément essentiel de la mangrove ; mais celui du palmier à huile, *Elaeis guinensis*, est également présent, ainsi que celui de *Pentaclethra macrophylla* qui est un des grands arbres de la forêt ombrophile. Les pollens des genres herbacés comme *Commelina* (Commelinaceae), *Dessotis* (Melastomaceae) ou arbustifs comme *Phyllanthus* (Euphorbiaceae) offrent une fréquence moyenne, tandis que les représentants des *Rubiaceae*, *Cyperaceae*, *Meliaceae* et *Liliaceae* existent en faible quantité.

La forte fréquence des spores de fougères et leur diversité inclinent à penser que le climat était relativement humide pour permettre le développement de ces plantes qui croissent actuellement dans les forêts humides de la Côte d'Ivoire. *Coraptoteris cornuta* est, quant à elle, une fougère franchement aquatique et dulçaquicole. La présence de son pollen parmi les pollens de *Rhizophora racemosa*, (espèce dont le développement exige un milieu saumâtre), nécessite une explication : dans les parties basses d'un estuaire, soumis aux effets de la marée, se développait la mangrove à *Rhizophora*, tandis que vers l'amont, sur les bords du fleuve ou dans les zones marécageuses que n'atteignait pas l'influence marine, croissaient les espèces dulçaquicoles. Le courant fluvial aurait alors rassemblé tous les pollens dans la mangrove.

Comme les pollens des grands arbres sont rares et peu variés (*Pentaclethra*, *Meliaceae*), on peut penser que la formation végétale arborescente de cette période était plus ouverte que celle de l'époque actuelle.

6 - DONNEES DE LA MICROPALÉONTOLOGIE SUR LA PALEOGÉOGRAPHIE ET LA PALEOCLIMATOLOGIE

Dix carottes, prélevées à 50 et 60 mètres de profondeur entre Port-Bouet à l'Est et Fresco à l'Ouest, ont été étudiées par Madame Cariou-Ogoundare (1 972). Cinq de ces carottes (B 29, A 10, B 5, B 8 et B 11) sont surtout formées de sable, une carotte (B 42) est entièrement formée de vase et 4 carottes (B 37, B 25, A 9 et B 13) sont formées, à la base de sables vaseux et de vases sableuses, au sommet de vase. Nous avons vu que les vases se sont déposées postérieurement aux sables. Les datations de tourbes laissent supposer que la mer est passée par le niveau moins 60 mètres entre 11 000 et 12 000 ans B.P. Les vases se sont déposées entre cette date et l'époque actuelle. Les indications fournies par l'étude micropaléontologique des carottes couvrent donc une période d'environ 12 000 ans.

6.1 - Caractères de la microfaune

L'étude des différentes carottes a montré que toutes avaient la même microfaune. Celle-ci possède plusieurs caractéristiques.

6.1.1 - MICROFAUNE IDENTIQUE A LA POPULATION ACTUELLE

Les deux groupes de carottes étudiés diffèrent non seulement par la nature de la granulométrie des sédiments, mais aussi par le moment des dépôts : les vases se sont déposées et se déposent encore actuellement sur les sables déjà en place. La microfaune est cependant qualitativement identique dans les vases et les sables, seules les quantités de tests présents changent avec les niveaux de prélèvement. Desbrosse (1 966) et Mathieu (1 968) ont déterminé en général, les mêmes espèces (vivantes et mortes) dans les sédiments de la surface. Sur la partie du plateau continental étudiée, la microfaune récente (la plus vieille datant de 11 000 à 12 000 ans) est donc qualitativement identique à la microfaune actuelle vivante.

6.1.2 - MICROFAUNE LITTORALE

Les espèces déterminées appartiennent à trois sous-ordres : les TEXTULARIA, les MILIOLINA et les ROTALINA, représentés quantitativement de façon inégale. Les espèces dominantes sont des ROTALINA (sauf une : *Sigmoëlina tentaculata*) dont l'abondance paraît ici surprenante puisqu'elle se rencontre habi-

tuellement dans les zones bathyales) et la grande majorité d'entre elles sont plutôt littorales. Ce dernier caractère est accentué par la présence d'espèces non dominantes mais considérées comme exclusivement très littorales : *Planor bulina méditerranensis*, *Cibicides lobalutus* et *Ammonia beccarii*. Cela correspond à la faible profondeur des niveaux étudiés.

Les petites formes bathyales récoltées, telles que *Bolivina*, *Uvigerina* et *Lagena*, ne sont en place ni dans les vases ni dans les sables. Il est probable que l'upwelling remonte ces tests sur le plateau continental. On peut vraisemblablement formuler la même hypothèse pour *Sigmoilina tenuis* puisqu'on ne la considère pas comme une forme pouvant s'adapter au caractère littoral ; sa fréquence habituelle dans les carottes laisse supposer qu'elle est extrêmement abondante en profondeur.

6.1.3 - FAIBLE FREQUENCE GENERALE DES TEXTULARIA ET MILIOLES

Les tests arénacés des premières sont extrêmement fragiles. Il est donc tout à fait vraisemblable que de nombreuses coquilles ont été détruites lors de leur transport par les courants. La faune vivante devait certainement être plus abondante ; d'autant plus que les sables observés conviennent bien à la constitution de ces tests particuliers.

Pour les *Milioles*, une destruction mécanique importante des tests est peu probable : ces coquilles calcaires sont, pour la plupart, résistantes et elles s'usent plutôt qu'elles ne se cassent. On peut supposer que la taphocoenose reflète la population vivante qui devait être peu abondante. Aucune hypothèse valable n'explique le faible développement des *Milioles*.

6.1.4 - ESPECES EURYTHERMALES ET STENOTHERMALES

Bien que la majorité des espèces communes à tous les sédiments soit capable de s'adapter à des variations de température de l'eau, certaines espèces, parmi celles-ci quelques unes des plus représentées, survivent difficilement à des variations de température. Nous rencontrons cependant aussi bien des formes préférant les eaux froides telles *Globigerina bulloides*, *Globigerina quinqueloba*, *Textularia truncata*, *Textularia bocki*, *Nonion boueanum* que des formes préférant les eaux chaudes, telles *Globigerinoides rubra*, *Globigerinoides sacculifer*, *Globorotalia menardii*, *Textularia foliaceae*, *Textularia mexicana* et *Elphidium advenum*.

Ce mélange de formes sténothermales froides et chaudes aussi bien chez les foraminifères benthiques que chez les foraminifères planctoniques est, à priori surprenant. D'autant plus que chez ces derniers, l'équilibre entre les deux groupes est à peu près constant. Il est vraisemblable de trouver une explication à ce phénomène dans l'hydrologie assez spéciale du plateau continental de Côte d'Ivoire.

En 1965, H.R. Eckert a entrepris une étude des populations planctoniques vivantes, en face de Grand-Lahou. Il a constaté que de Février à Juillet se développaient des espèces chaudes, remplacées en Septembre par des espèces froides. Cela s'explique facilement par les variations annuelles de la température de l'eau de mer. La grande saison froide étant beaucoup plus courte que la saison chaude, Eckert aurait dû enregistrer une nette dominance des formes chaudes sur les formes froides. Or il n'en est rien. Pour les individus vivants, il y a équilibre entre les deux groupes. Mais d'Avril à Août, les précipitations importantes entraînent une baisse de la salinité et une forte turbidité, défavorables à l'épanouissement des espèces chaudes. Cela peut expliquer que leur fréquence ne soit pas supérieure à celle des espèces froides.

6.2 - Etude globale de la microfaune

Cette étude est faite à l'aide d'un certain nombre de paramètres :

- LE NOMBRE TOTAL DE TESTS BENTHIQUES

On le mesure tout le long de la carotte, ce qui permet de construire des courbes de variation en fonction de la profondeur.

- LA VARIABILITE FAUNALE, V

V représente le nombre d'espèces à individus les plus nombreux et dont le pourcentage cumulatif forme 95 % du nombre total de tests. Le sens de variation de V peut rendre compte des régressions ou des transgressions marines éventuelles.

- LA DOMINANCE FAUNALE

C'est le pourcentage d'individus de l'espèce la plus abondante dans l'ensemble des foraminifères benthiques d'une localité déterminée. Ce pourcentage est inversement proportionnel à la variabilité faunale. Il augmente quand le nombre des espèces diminue. Théoriquement, les résultats obtenus doivent confirmer ceux donnés par le calcul de V.

- LE RAPPORT : $\frac{\text{Nombre de foraminifères planctoniques}}{\text{Nombre de foraminifères benthiques}}$

Ce rapport augmente progressivement de la côte vers la partie externe du plateau continental. Sa variation permet donc, comme celle de V, de mettre en évidence des transgressions ou régressions éventuelles. Cette donnée n'est valable que sur une base régionale et ne permet pas d'études de détail.

— **COMPARAISON ENTRE LE POURCENTAGE DES FORMES FROIDES ET CELUI DES FORMES CHAUDES DE LA FAUNE PLANCTONIQUE**

Si plusieurs espèces sont effectivement sténothermales, ce rapport peut permettre de déceler des variations de température des eaux et par conséquent des variations climatiques, au fur et à mesure du dépôt de la carotte.

A priori, la nature et la granulométrie des sédiments doivent avoir une influence sur la microfaune benthique qui y a vécu.

6.2.1 - CARACTERES COMMUNS A TOUTES LES CAROTTES DE VASE

L'étude de la répartition verticale des foraminifères dans les vases fines récentes permet de dégager quelques remarques générales :

— La faune benthique est abondante et constante quelle que soit la profondeur (entre 1 200 et 1 500 tests pour 5 grammes de sédiment sec et lavé). Les courbes obtenues sont assez proches de la verticale. La même constance se remarque au niveau de chaque espèce, à travers la vase.

— La variabilité faunale garde une amplitude très faible : nulle en B 37 et B 42, elle présente de légères variations en B 25, A 9 et B 13. Le sens de ces variations est comparable pour les trois carottes : très faible augmentation à partir de la base sur 100 à 150 centimètres puis diminution plus nette jusqu'au sommet, sur les 300 à 250 centimètres restants. Cette diminution de V sur la plus grande partie des carottes semble indiquer une tendance régressive des eaux. Mais la variation est faible et la signification peu sûre.

— Le rapport :
$$\frac{\text{Nombre de foraminifères planctoniques}}{\text{Nombre de foraminifères benthiques}}$$
 varie dans de faibles proportions mais dans le sens d'une diminution de la base vers le sommet, pour toutes les carottes. Cette variation pourrait indiquer un mouvement de la côte vers le large, c'est-à-dire une régression qui n'a pu être que très faible. Cependant, cela confirme les indications données par V et l'hypothèse d'une légère régression qui se serait manifestée pendant le dépôt de la partie supérieure des vases, devient plus sûre.

— Qualitativement, la faune benthique des vases présente quelques particularités :

— absence ou rareté des *Textularia* (le faible calibre des grains de sable, d'ailleurs peu nombreux, peut ne pas convenir à la constitution de leur tests), des *Miliolés*, *Lagena*, *Marginulina*, *Oolina* et *Fissurina*.

— abondance surprenante dans ces vases littorales des *Bolivina*. Ces formes froides de profondeur doivent être remontées sur le plateau continental par l'upwelling.

— en général les espèces dominantes (littorales) sont moins abondantes que dans les sables sous-jacents, comme nous le verrons plus loin.

— La faune planctonique est peu représentée par rapport à la faune benthique : la valeur du rapport $\frac{\text{Nb de F.p}}{\text{Nb de F.b}}$ est toujours très faible. De plus, elle se caractérise par une dominance très nette de *Globigerina bulloïdes* et *Globigerinoïdes rubra* (seuls les *Globorotalia* se manifestent quelquefois en quantité non négligeable). D'autre part, les fréquences des deux formes sont constantes et équivalentes, quelle que soit la profondeur.

6.2.2- CARACTERES COMMUNS A TOUTES LES CAROTTES DE SABLE

— La granulométrie plus grossière que dans les carottes précédentes semble mieux convenir à l'ensemble de la microfaune : ici peu ou pas de genres absents de toutes les carottes. Ces absences sont particulières à telle ou telle carotte (par exemple les *Milioles* en B5). D'autre part, les espèces dominantes sont très bien représentées par rapport aux autres.

— Les foraminifères planctoniques, indépendants de la nature des sédiments, se comportent ici comme dans le premier groupe de carottes : très nette dominance de *Globigerinoïdes rubra* et *globigerina bulloïdes*. De plus, au total, ils sont très peu représentés par rapport aux foraminifères benthiques. Cela est valable pour tout le plateau continental.

— Contrairement aux vases récentes dans lesquelles la fréquence de chaque espèce est à peu près régulière tout le long de la carotte, cette fréquence subit ici de nombreuses variations en fonction de la profondeur. Cela est confirmé à la fois par les courbes construites à partir du nombre total de tests benthiques, les sens de variation de V et ceux du rapport $\frac{\text{Nb de F.p}}{\text{Nb de F.b}}$. Ainsi, de la base vers le sommet on constate :

— une croissance lente et faible de la population (sauf en B 11) pour arriver à une période d'expansion brusque et importante qui se maintient un certain temps,
— dans les derniers dépôts, la population amorce une faible régression.

— Les expansions brusques ne peuvent s'expliquer par des variations de granulométrie. D'autre part, l'hypothèse d'une dissolution des tests après la mort des populations ne semble pas satisfaisante, car les teneurs connues en CO_3Ca varient très peu dans tous les sédiments.

6.3 - Essai de Paléoécologie

L'étude des foraminifères planctoniques des carottes correspond à celle d'Eckert sur la faune vivante. Dans les deux cas, nous avons un mélange de formes sténothermales chaudes et froides et les espèces récoltées sont les mêmes. Vu la continuité dans le temps de ces espèces (identiques dans les sables, les vases et les eaux actuelles), on peut admettre que des conditions écologiques comparables à celles qui règnent actuellement dans les eaux superficielles ont présidé au développement de la faune planctonique observée. Le même mélange de formes,

froides et de formes chaudes existe dans la faune benthique actuelle vivante (Mathieu - 1 968) et dans la faune des carottes. Pendant la saison froide, les formes chaudes benthiques se raréfient au profit de formes préférant les eaux froides ou tempérées froides. Le phénomène est moins net que pour la faune pélagique car la plupart des espèces benthiques dites sténothermales, s'accommodent cependant de légères variations de température que ne supportent pas les espèces planctoniques. Etant donné la même continuité des espèces à travers le temps, on peut admettre aussi que la faune benthique a subi des variations annuelles en relation avec les variations de la température des eaux.

En conclusion, on peut penser que depuis environ 11 000 ans le plateau continental ivoirien connaît les mêmes conditions hydrologiques, caractérisées par des variations de la température, de la salinité et de la transparence.

6.4 - Contribution de la micropaléontologie à la connaissance du plateau continental de Côte d'Ivoire

Si nous considérons les variations du nombre total de tests benthiques, de la variabilité faunale et du rapport $\frac{\text{Nb de F.p}}{\text{Nb de F.b}}$ le long des carottes B 5, A 10 et B 29, nous constatons qu'elles indiquent un phénomène transgressif :

— En B 5, la grande rareté des individus jusqu'à 130 centimètres serait due à l'action conjuguée de la nature du fond trop grossière et de la trop faible hauteur d'eau recouvrant les sédiments. La transgression se poursuivant, les foraminifères ont trouvé les conditions de vie favorables à leur épanouissement. De plus, il faut admettre que l'avancée de la mer s'est brusquement accélérée favorisant une brusque augmentation de la microfaune.

— Le niveau sableux situé, dans la carotte B 5, sous la tourbe datée de 23 000 ans, a été considéré d'après ses caractéristiques sédimentologiques comme une formation de plage. La présence de foraminifères atteste ce caractère marin mais les tests recueillis sont très rares. Cette faible fréquence laisse supposer des conditions néfastes au développement de la microfaune ; donc une hauteur d'eau très restreinte ; ce qui est conforme à l'hypothèse d'une formation de plage.

— En B 29 et en A 10, les variations des trois paramètres étudiés indiquent également un épisode transgressif. De même, les brusques expansions de la microfaune sont corrélatives d'une avancée rapide de la mer où les individus trouvent tous les éléments nécessaires à leur développement.

— En A 10 et B 5, dans les niveaux les plus récents, les faibles variations des trois données laissent supposer un épisode régressif.

L'examen des populations de foraminifères dans les différentes carottes sableuses a décelé un même schéma de variation qui laisse supposer un épisode transgressif suivi d'un début de régression. Cela est en accord avec les données obtenues par les datations au 14 C des tourbes des carottes et semble confirmer la légère régression actuelle, que plusieurs indices font entrevoir.

7 - INTERPRETATION DU QUATERNAIRE RECENT

7.1 - *Sur le littoral*

Pendant l'avant dernière transgression (Inchirien du Sénégal ou Oulgien du Maroc), la mer a atteint un niveau supérieur au niveau actuel et développé une falaise dans le continental terminal. Au cours de la régression suivante (Ogolien du Sénégal ou Préflandrien d'Europe) qui a atteint, comme nous l'avons vu, moins 110 mètres entre 17 000 et 18 000 ans B.P., sous un climat beaucoup plus sec que le nôtre et comportant sans doute une saison des pluies bien individualisée, un épandage fluvial de matériaux issus du continental terminal a formé un glaciaire sablo-argileux au pied des falaises («bas-plateaux»). Le passage progressif à un climat plus humide sans que soit encore développé le couvert végétal actuel, a permis le creusement de vallées profondes dans ce matériel fraîchement étalé. Les orientations Est-Ouest et Nord-Sud du réseau hydrographique ont été commandées par la tectonique locale.

Au cours de la dernière transgression (Transgression Nouakchottienne du Sénégal et Flandrienne d'Europe), la mer a pénétré sur le continent, envahissant le réseau hydrographique et créant un gigantesque système de rias. Le niveau de base s'étant élevé, les fleuves alluvionnent et bâtissent des deltas. La dérive littorale certainement identique à la dérive contemporaine ferma les rias de cordons sableux, ce qui donna naissance aux lagunes. L'angle que fait le front de houle avec la côte plus faible à l'Est du Canal de Vridi qu'à l'Ouest, il se forma des dépôts de sable, ce qui explique la grande extension prise par les cordons sableux à l'Est du Trou-sans-fond.

La légère régression actuelle a découvert sur le pourtour des lagunes des régions précédemment immergées. D'autre part, les formations deltaïques du Bandama et de la Comoé ont émergé, isolant plusieurs systèmes lagunaires.

7.2 - *Sur le plateau continental*

Nous venons de voir qu'au cours de la dernière régression, il s'était produit un épandage fluvial sableux ou sablo-argileux issu du continental terminal. Il est vraisemblable que cet épandage a recouvert une partie du plateau continental. A la même époque, les fleuves n'apportant que très peu de particules fines à la mer, la transparence de l'eau a pu devenir suffisante pour que se développe une biocoenose à amphistégines et algues calcaires. La formation de ce faciès organogène a débuté au cours de la régression et s'est poursuivie pendant une partie de la transgression. En effet, des nodules prélevés à 80 mètres de profondeur (Carotte D 12) ont été datés de $22\ 840 \pm 650$ ans B.P. La plupart des autres datations donnent des âges variant entre 15 et 11 000 ans B.P.

Nous avons vu que vers 12 000 ans B.P., le climat était devenu plus humide et devait tendre vers le climat actuel ; les fleuves ont donc dû apporter à la mer

des quantités de plus en plus grandes de particules fines, ce qui a entraîné une turbidité de l'eau suffisante pour arrêter le développement de la biocoenose à amphistéginés et mélobésiées. Les fleuves transportant des particules fines, à leur débouché se sont formées des zones vaseuses qui ont recouvert peu à peu les sédiments antérieurs.

Schématiquement, nous pouvons dire que le plateau continental ivoirien est formé de 0 à 70 mètres de sédiments sableux ou sablo-vaseux et de 70 mètres au rebord du plateau, de sédiments organogènes. Actuellement, ces deux formations sont en voie d'envasement. Celui-ci peut être : soit nul (les sables et la formation organogène sont alors à l'affleurement), soit partiel (nous rencontrons alors à l'affleurement des vases sableuses ou des sables vaseux dont l'épaisseur est faible), enfin total (les sables et la formation organogène sont recouverts par une couche de vase d'épaisseur variable).

CONCLUSION

Située en bordure du golfe de Guinée, la Côte d'Ivoire est un pays de la zone intertropicale, c'est-à-dire de la zone chaude et humide. Au point de vue géologique, elle est formée de deux unités :

a - Un socle ancien appartenant au Libérien (2 300 à 3 000 M.A.) et au Birrimien (1 500 à 2 300 M.A.), couvrant 97,5 % du territoire,

b - Un bassin sédimentaire secondaire-tertiaire formant une mince frange littorale dans la moitié Est du pays.

Ce bassin sédimentaire se poursuit en mer et occupe une grande partie de la marge continentale caractérisée par le prolongement dans le golfe de Guinée des fractures ENE-OSO de la ride médio-atlantique qui prennent en écharpe le continent africain.

Au point de vue morphologique, le littoral ivoirien peut se diviser en deux parties à peu près égales. La moitié Est, située sur le bassin sédimentaire est formée d'une côte basse bordée de lagunes. Dans la moitié Ouest, le socle venant au contact de la mer, la côte est plus escarpée. Cependant, les falaises du socle sont

souvent séparées de la mer par une petite plaine littorale formée de sables quaternaires.

Le plateau continental, d'une largeur variant de 10 à 20 milles (la rupture de pente se produisant à 120 mètres), présente peu d'irrégularités à l'exception de barres de grès parallèles à la côte, qui peuvent se poursuivre sur d'assez grandes distances. En face d'Abidjan, ce plateau est toutefois traversé par un très grand canyon sous-marin, le Trou-sans-fond. Celui-ci débute au ras de la côte, dans les fonds de 10 mètres, et se termine dans la plaine abyssale de Guinée, à 5 000 mètres de profondeur. Son tracé en «baïonnette» laisse supposer que son cours a été influencé par des failles. Bien qu'à l'origine du canyon, il ait pu y avoir une rivière subaérienne, il est indispensable de faire intervenir, pour expliquer son creusement total, des agents érosifs subaquatiques, tels que des écoulements lents, des flots de sable, des éboulements, des avalanches et (ou) des courants de turbidité.

La sédimentation actuelle, sur le plateau continental, est régie par un ensemble de facteurs continentaux et océaniques. «Pays de socle, la Côte d'Ivoire est donc formée d'un matériel qui résiste à la dissolution pure et simple. La forêt dense, qui recouvre toute sa façade maritime est un milieu de choix pour l'altération des roches puisque les conditions les plus favorables à l'élaboration d'un sol s'y trouvent réunies à un degré souvent exacerbé. L'eau est donnée, la température élevée renforce son action, la permanence à la fois de la chaleur et de l'humidité maintient cette action constamment appliquée au matériel attaqué. La forêt égalise la pérennité de l'eau et de la température, la nature fine et latéritique des sols contribue à assurer la présence de l'eau et la planité des surfaces est la condition optimum de son action pédogénétique. De plus, la Côte d'Ivoire est un pays d'eaux mortes absorbées par la formation éponge qui la recouvre plus qu'un pays d'eaux vives». Ces eaux transportent des matières dissoutes, des suspensions fines et quelques produits de fond. La majeure partie des apports à la mer sont constitués par des particules fines. Celles-ci sont prises en charge par les courants marins et se déposent en fonction de ceux-ci. Les études de courantologie ont montré que, sur le plateau continental ivoirien, existaient une circulation de surface portant vers l'Est et sous celle-ci, un sous-courant de direction opposée. Les particules abandonnées par les fleuves sont donc initialement entraînées vers l'Est puis, au fur et à mesure qu'elles s'enfoncent, elles sont reprises par le contre-courant et entraînées vers l'Ouest. La sédimentation actuelle sur le plateau continental de Côte d'Ivoire est caractérisée par l'existence de zones de dépôt assez intense et par des zones dans lesquelles il n'y a pratiquement pas de dépôt. Schématiquement, on peut représenter le plateau continental de Côte d'Ivoire comme étant formé d'un substratum constitué :

a - De 0 à 70 mètres d'une formation sableuse pouvant contenir des argiles et des tourbes continentales,

b - De 70 mètres au rebord du plateau (120 mètres) d'une formation organogène relique à amphistégines et algues calcaires.

Sur ce substratum, reposent les formations vaseuses en relation avec les débouchés des fleuves. L'influence du sous-courant de direction Est-Ouest est attestée par le fait que la plus grande partie des zones vaseuses, qui peuvent atteindre 25 mètres d'épaisseur, se trouve située à l'Ouest des embouchures.

Les sédiments du plateau continental de Côte d'Ivoire sont caractérisés par la présence de granules ovoïdes de 100 à 600 microns de diamètre, de couleur verte à marron. On les trouve, dans la plupart des sédiments, dans des proportions allant de moins de 1 % à plus de 75 % du sédiment total. Leur ressemblance avec des déjections fraîches d'échiuriens, gastéropodes, polychètes, etc permet de penser que ces granules verts et marron résultent de la minéralisation de déjections anciennes. Cette minéralisation s'est accompagnée d'un enrichissement très important en fer et d'une transformation des minéraux argileux. La nature chimique et minéralogique des «pellets» suit une zonation bathymétrique. Dans les petits fonds, les «pellets» sont surtout formés de goethite ; ils contiennent également de la berthiérine, de la kaolinite et un interstratifié à qui Porrenga a donné le nom de «Proto-glaucinite». Au-delà de 50 mètres de profondeur, la goethite disparaît. Il en est de même pour la berthiérine au-delà de 60 mètres. Les «pellets» sont alors surtout constitués de «proto-glaucinite». Ils contiennent également du quartz, de la kaolinite et de la calcite. Contrairement à ce qui se passe sur le plateau continental du Nigeria, on ne rencontre pas en Côte d'Ivoire d'échantillons essentiellement formés de berthiérine. Une température élevée de l'eau de mer semblant favoriser la formation de celle-ci, il est vraisemblable que le faible développement de la berthiérine en Côte d'Ivoire puisse s'expliquer par la différence des conditions hydrologiques entre la Côte d'Ivoire et le Nigeria.

Au cours de la dernière régression, le niveau de la mer a atteint la côte moins 110 mètres vers 17 000 ans B.P. sous un climat beaucoup plus sec que le climat actuel. Au cours de la transgression qui a suivi, le climat est progressivement devenu plus humide et vers 12 000 ans B.P. il devait être assez comparable au climat actuel. Il semble que le maximum de la dernière transgression aux environs de 5 000 ans B.P. ait atteint un niveau légèrement supérieur au niveau actuel.

BIBLIOGRAPHIE

A - BIBLIOGRAPHIE GENERALE

- AGARATE (C.), COT (H.), MONACO (A.) et PAUTOT (G.) - 1 967 - Eléments structuraux des canyons sous-marins et du plateau continental catalan obtenus par «sismique continue». C.R. Ac. Sc., Paris, T.265, pp. 1 278-1 281.
- ALLEN (J.R.L.) and WELLE (J.W.) - 1 962 - Holocene coral banks and subsidence in Niger delta. Journ. of Geol., vol.70, n^o4, pp. 381-397.
- ALLEN (J.R.L.) - 1 964 - The nigerian continental margin : bottom sediments, submarine morphology and geological evolution. Marine Geology, 1, pp. 289-332.
- ALLEN (J.R.L.) - 1 965a - Late Quaternary Niger delta and adjacent areas : sedimentary environments and lithofacies. Bull. Amer. Assoc. of Petrol. Geol., vol.49, n^o5, pp. 547-600.
- ALLEN (J.R.L.) - 1 965b - Coastal geomorphology of eastern Nigeria : beach-ridge, barrier islands and vegetated tidal flats. Geol. en Mijnbouw Nederl., 44, n^o1, pp. 1-21.
- ARENS (G.), DELTEIL (J.R.), VALERY (P.), DAMOTTE (B.), MONTADERT (L.) et PATRIAT (P.) - 1 971 - The continental margin of the Ivory Coast and Ghana. ICSU/SCOR Working party, 31st Symposium, Cambridge 1 970 : The geology of the East Atlantic continental margin. Report 70/16 Institute of Geological Sciences, London, pp. 63-78.
- ASSEMIEN (P.), FILLERON (J.C.), MARTIN (L.) et TASTET (J.P.) - 1 970 - Le Quaternaire de la zone littorale de Côte d'Ivoire. Bull. Ass. Sénégal. et Quatern. ouest Afr., n^o25, pp. 63-78.
- ASSEMIEN (P.) - 1 971 - Etude comparative des flores actuelles et quaternaires récentes de quelques paysages végétaux de l'Afrique de l'ouest. Thèse Sci. Nat., n^o13, Université Abidjan.
- AVENARD (J.M.) - 1 971 - Aspect de la géomorphologie. In : Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. Mémoires ORSTOM, n^o50, pp. 1-72.
- AVENARD (J.M.), ELIDIN (M.), GIRARD (G.), SIRCOULON (J.), TOUCHEBEUF (P.), GUILLAUMET (J.L.), ADJANOHOON (E.) et PERRAUD (A.) - 1 971 - Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. Mémoires ORSTOM, n^o50, 391 p.
- BAGARRE (E.) et TAGINI (B.) - 1 965 - Carte géologique de la Côte d'Ivoire au 1/1 000 000 Dir. Mines et Géol., Abidjan.

- BARRUSEAU (J.P.), BELLAICHE (G.), LEVY (A.), MONACO (A.) et PAUTOT (G.) - 1 966
Variations paléoclimatiques et sédimentologie des dépôts quaternaires des rechs. du
Roussillon. C.R. Ac. Sc., Paris, T.263, pp. 712-715.
- BATTISTINI (R.) - 1 971 - Sur l'existence d' «arrécifes» à Madagascar. C.R. Som. Séances
Soc. Géolog. France, fasc.5, pp. 73-74.
- BELLAICHE (G.), GENNESSEAU (M.), PAUTOT (G.) - 1 968 - Phénomènes pelliculaires
et épidermiques du rech. Bourcart (golfe du Lion) et de la mer hespérienne. C.R.
Ac. Sc., Paris, T.267, pp. 1 079-1 083.
- BELLAICHE (G.), VERGNAUD-GRAZZINI (C.) et GLANGEAUD (L.) - 1 969 - Les épiso-
des de la transgression flandrienne dans le golge de Frejus. C.R. Ac. Sc., Paris, T.268,
pp. 2 765-2 770.
- BELLIN (J.N.) - 1 746 - L'hydrographie française. Paris.
- BENTOR (Y.K.) and KASTENER (M.) - 1 965 - Notes on the mineralogy and origin of glau-
conite. Sed. Petro., 35, pp. 155-166.
- BERRIT (G.R.) - 1 962 - Contribution à la connaissance des variations saisonnières dans le
golfe de Guinée. Observations de surface le long des lignes de navigation. Bull. Infor.
COEC, 14, pp. 719-729.
- BERRIT (G.R.) - 1 966 - Les eaux dessalées du golfe de Guinée. Doc. Scient. prov. - CRO -
Abidjan, n°009.
- BERTHOIS (L.) - 1 960 - La répartition des sédiments actuels sur les plates-formes conti-
nentes. C.R. Ac. Sc., Paris, T.250, pp. 2 339-2 340.
- BERTHOIS (L.) - 1 965 - Essai de corrélation entre le sédimentation actuelle sur le bord
externe des plates-formes continentales et la dynamique fluviale. Progress in Ocea-
nography, G.B., vol.3, pp. 49-62.
- BERTHOIS (L.) et le CALVEZ (Y.) - 1 966 - Etude sédimentologique des dépôts à Jullien-
nella faetida de la région d'Abidjan. Bull. BRGM, vol.1, pp. 45-55.
- BERTON (Y.) - 1 961 - Les formations sédimentaires du Continental terminal en Côte d'Ivoi-
re. Rapport BRGM.
- BLACHE (J.) - 1 941 - Un fossé sous-marin, «le Trou-sans-fond» d'Abidjan. C.R. Rev. Géogr.
Alp. XXIX, fasc.4, pp. 721-725.
- BLACK (R.) - 1 966 - Sur l'existence d'une orogénie riphéenne en Afrique occidentale. C.R.
Ac. Sc., Paris, T.262, pp. 1 046-1 049.
- BLACK (R.) - 1 967 - Sur l'ordonnance des chaînes métamorphiques en Afrique occidentale.
Chron. Mines, Rech. min., n°364, pp. 225-238.
- BONHOMME (M.) - 1 962 - Contribution à l'étude géochronologique de la plate-forme de
l'ouest africain. Ann. Fac. Sc. Univ. Clermont-Ferrand, n°5, 62 p.
- BORCHERT (H.) - 1 960 - Genesis of marine sedimentary iron ores. Transaction of the Ins-
titution of Mining and Metallurgy, 69, pp. 261-279.
- BORCHERT (H.) - 1 965 - Formation of marine sedimentary iron ores. In : Chemical ocea-
nography, Rille-Skarrow London, 2, pp. 159-204.
- BOULANGÉ (B.) - 1 970 - Transport et érosion sur un bassin versant représentatif tributaire
de la rivière Amitoro (Côte d'Ivoire). Rapp. ORSTOM, Abidjan, multigr., 40 p.

- BOURCART (J.) - 1 941 - Essai d'une classification raisonnée des matériaux meubles. Bull. Soc. Géol. Fr. (5), T.XI, pp. 117-153.
- BOURCART (J.) - 1 949 - La théorie de la flexure continentale. C.R. du XVI Congrès Inter. de Géographie, Lisbonne, pp. 167-190.
- BOURCART (J.) - 1 950 - Les hypothèses sur la genèse des gorges sous-marines. Bull. COEC, n^o9, pp. 317-330.
- BOURCART (J.) - 1 952a - Géographie du fond des mers. Payot, Paris, 307 p.
- BOURCART (J.) - 1 952b - Les frontières de l'océan. Albin Michel, Paris.
- BOURCART (J.) - 1 956 - Transgressions et régressions marines. Le point de vue d'un océanographe. Bull. Soc. Belg. de Géol., T.LXV, pp. 138-164.
- BOURCART (J.) et GLANGEAUD (L.) - 1 958 - Perturbations sous-marines et courants de turbidité résultant du tremblement de terre d'Orléanville. Bull. COEC, T.10, n^o10, p. 642.
- BOURCART (J.), OTTMANN (J.M.) et OTTMAN (F.) - 1 958 - Premiers résultats de l'étude des carottes de la baie des anges, Nice. Revue de géographie Physique et Géol. dynamique (2), 1, (3), pp. 167-173.
- BOURCART (J.), GENNESSEAU (M.), KLIMEK (E.) et Le CALVEZ (Y.) - 1 960 - Les sédiments des vallées sous-marines au large dans le golfe de Gênes. C.R. Ac. Sc., Paris, T.251, pp. 1 443-1 445.
- BOURCART (J.), GENNESSEAU (M.) et KLIMEK (E.) - 1 960 - Ecoulements profonds de sables et galets dans la grande vallée sous-marine de Nice. C.R. Ac. Sc., Paris, T.250, pp. 3 761-3 765.
- BOURGEOIS (J.) - 1 963 - Les canyons sous-marins du Cap Lopez (Gabon). Cahiers Océanographiques, XV, n^o6, pp. 372-387.
- BRGM - 1 969 - Cartographie géologique du plateau continental français. Notice pour servir à l'établissement de la carte des dépôts meubles du plateau continental français. BRGM Département géologie Orléans, 18 p.
- BRINDLEY (G.W.) - 1 951 - The crystal structure of some chamosite minerals. Miner. Mag. 29, pp. 502-525.
- BRINDLEY (G.W.) - 1 961 - Kaolin, serpentine and kindred minerals. In : the X-ray identification and crystal structures of clay minerals. G. BROWN editor, Mineralogical Society (Clay mineral group), London, pp. 51-131.
- BROWN (G.) - 1 961 - The X-ray identification and crystal structures of clay minerals. Mineralogical Society (Clay mineral group) London.
- BUBENICEK (L.) - 1 960 - Recherches sur la constitution et la répartition du minéral de fer dans l'Aalénien de Lorraine. Thèse Nancy et Sciences de la terre, T.VII, pp. 5-204, 39 tabl., 16 pl.
- BUCHER (W.H.) - 1 940 - Submarine valleys and related geologic problems of the north Atlantic. Geol. Soc. Amer. Bull., 51, pp. 489-512.

- BUFFINGTON (E.C.) - 1 961 - Experimental turbidity currents on the sea floor. Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., 45 (8), pp. 1 392-1 400.
- BUFFINGTON (E.C.) and MOORE (D.G.) - 1 963 - Geophysical evidence on the origin of gullied submarine slopes, San Clemente California. Journ. Geol., 71 (3), pp. 356-370.
- BULLARD (E.C.), EVERETT (J.E.) and SMITH (A.G.) - 1 965 - The fit of the continents around the Atlantic. Phil. Trans. R. Soc., Ser.A, vol.258, n° 1 088, pp. 41-51.
- BURKE (K.) - 1 969 - Seismic areas of the Guinea coast where atlantic fracture zone reach Africa. Nature, G.B., vol.222, n° 5 194, pp. 655-657.
- BURST (J.F.) - 1 958a - «Glaucinite» pellets : their mineral nature and application to stratigraphic interpretation. Bull. Amer. Assoc. Petr. Geol., 42, pp. 310-327.
- BURST (J.F.) - 1 958b - Mineral heterogeneity in «glaucinite» pellets. Am. Mineralogist, 43, pp. 481-497.
- CAILLERE (S.) et HENIN (S.) - 1 952 - Extraction et étude minéralogique des phyllites des minerais de fer. XIXème Congrès Géol. Intern. Alger, CIPEA, pp. 57-64.
- CAILLERE (S.), HENIN (S.) et ESQUEVIN (J.) - 1 953 - Synthèse à basse température de phyllites ferrifères. C.R. Ac. Sc. Paris, T.237, pp. 1 424-1 426.
- CAILLERE (S.) et KRAUT (F.) - 1 954 - Les gisements de fer du bassin de Lorraine. Mem. Museum Nouvelle série, S.C., 4, fasc.1, 175 p.
- CAILLERE (S.), HENIN (S.) et ESQUEVIN (J.) - 1 955 - Synthèse à basse température de quelques minéraux ferrifères, silicates et oxydes. Bull. Soc. Fr. Min. Crist., 78, pp. 227-242.
- CAILLERE (S.) et HENIN (S.) - 1 959 - Les phyllites des minerais de fer sédimentaires et leur condition de genèse. XXème Congrès Geol. Intern. Mexico (1 956), pp. 9-20.
- CAILLERE (S.) et HENIN (S.) - 1 960 - Propriétés des ions et conditions des synthèses des minéraux argileux : le cas du fer. Congrès Géol. Intern. NORDEN, 24, pp. 73-79.
- CAILLERE (S.) et HENIN (S.) - 1 963 - Minéralogie des argiles. Masson et Cie, Paris.
- CAILLERE (S.) et GRESSE (P.) - 1 967 - Etude minéralogique de diverses «glaucinites» actuelles. Nouvelles contribution à la genèse des minerais de fer sédimentaires. C.R. Ac. Sc. Paris, T.263, pp. 1 804-1 807.
- CAILLERE (S.) et LAMBOY (M.) - 1 970 - Etude minéralogique de la glauconite du plateau continental du nord-ouest de l'Espagne. C.R. Ac. Sc. Paris, T.270, pp. 2 057- 2 059.
- CAILLERE (S.) et MARTIN (L.) - 1 972 - Etude minéralogique d'ovoides minéralisés des sédiments du plateau continental de Côte d'Ivoire. C.R. Ac. Sc. Paris, T.274, pp. 2 273-2 275.
- CAILLEUX (A.) - 1 954 - Ampleur des régressions glacioeustatiques. Bull. Soc. Geolog. Fr. (6), T.4, pp. 243-254.
- CAILLEUX (A.) et TRICART (J.) - 1 959 - Initiation à l'étude des sables et des galets. Centre Documentation Universitaire, édit., Paris T.1, 376 p.
- CARIOU-OGUNDARE (H.) - 1 972 - Analyse micropaléontologique de carottes sur le plateau continental ivoirien. Thèse 3ème cycle Université de Paris Sud, Centre d'Orsay.

- CAYEUX (L.) - 1 909 - Les minerais de fer oolithiques de France. Imprimerie Nationale, Paris.
- C.G.G. - 1 953 - Etude géophysique par la méthode gravimétrique du bassin sédimentaire de Côte d'Ivoire. Rapport inédit, Juin 52 - Mars 53, Compagnie Générale de Géophysique, Paris.
- C.G.G. - 1 954 - Bassin sédimentaire de la Côte d'Ivoire. Etude Géophysique par la méthode sismique (1 953-1 954). Rapport inédit Compagnie Générale de Géophysique, Paris.
- CLOUD (P.E.) - 1 955 - Physical limits of glauconite formation. Bull. Am. Assoc. Petr. Geol., 39, pp. 484-492.
- Mc CONNELL (R.B.) - 1 969 - Fundamental fault zones in the Guiana and west African shields in relation to presumed axes of Atlantic Spreading. Bull. Geol. Soc. Am., vol.80, n°9, pp. 1 775-1 782.
- CORRENS (C.W.) und THIEL (R.) - 1 963 - Zum system alpha Fe00H - alpha Al00H. Die Naturwissenschaften, 50, p. 16.
- COULOMB (J.) - 1 969 - L'expansion des fonds océaniques et la dérive des continents. Presse Universitaire de France Paris, 224 p.
- CROWELL (J.C.) - 1 952 - Submarine canyons bordering central and southern California. Journ. Geol., 60 (1), pp. 58-83.
- CROWELL (J.C.) - 1 957 - Origin of pebbly mudstones. Bull. Geol. Soc. Amer., 68, pp. 993-1 009.
- CURRAY (J.R.) - 1 965 - The Quaternary of the United-States. VIIè Cong. INQUA, Princeton, New-Jersey, pp. 723-735.
- DALY (R.A.) - 1 936 - Origin of submarine «canyons». Amer. Jour. Sci., serv.5, vol.31, n°186, pp. 401-420.
- DANGEARD (L.) - 1 960 - Glissements de vase sous-marines et phénomènes de compaction. Observations faites en bathyscaphe. C.R. Ac. Sc. Paris, T.251, pp. 2 224-2 225.
- DANGEARD (L.) - 1 961 - A propos des phénomènes sous-marins profonds de glissement et de ressédimentation. Cahiers Océanogr., XIII (2), pp. 68-72.
- DANGEARD (L.), LARSONNEUR (C.) et MIGNOT (C.) - 1 965 - Les courants de turbidité, les coulées boueuses et les glissements : résultats d'expérience. C.R. Ac. Sc., T.261, pp. 2 123-2 126.
- DAVIES (O.) - 1 964 - The Quaternary in the coastlands of Guinea. Jackson, son and Company, Glassow, 1. vol., 276 p.
- DAVIES (O.) - 1 971 - Sea-level during the Past 11 000 years (Africa). VIIIè Cong. INQUA Paris 1 969 ; Quaternaria XIV, les niveaux marins Quaternaires, vol.1, Holocène, pp.195.
- DEBYSER (J.) - 1 952 - Observations sur le milieu anaérobi de la lagune Ebrié. C.R. Ac. Sc. Paris, T.235, n°20, pp. 1 238-1 240.
- DEBYSER (J.) - 1 955 - Etude sédimentologique du système lagunaire d'Abidjan. Revue I.F.P., T.10, p.319.

- DEBYSER (J.) - 1 959 - Contribution à l'étude géochimique des vases marines. Thèse Paris, I.F.P., réf. 6 005, Avril 1 961, 250 p.
- DELIBRIAS (G.) and GUILLIER (M.T.) - 1 971 - The sea level on the Atlantic coast and the Channel for the last 10 000 years by the ^{14}C method. VIII^e Cong. INQUA Paris, 1 969 - Quaternaria XIV, Les niveaux marins quaternaires, vol.1, Holocène, pp. 131-135.
- DELIBRIAS (G.) et LABOREL (J.) - 1 971 - Recent variations of the sea level along the Brazilian coast. VIII^e Cong. INQUA, Paris 1 969 - Quaternaria XIV, Les niveaux marins quaternaires, vol.1, Holocène, pp. 45-49.
- DELVIGNE (J.) - 1 965 - Pédogenèse en zone tropicale. La formation des minéraux secondaires en milieu ferrallitique. ORSTOM Paris.
- DESBROSSE (J.) - 1 966 - Les associations de foraminifères sur le rebord du plateau au large de la Côte d'Ivoire. DES, n^o55, Labo. Géol. Dijon, 75 p., 12 tabl., 9 fig., 20 pl.
- De SPENGLER (A.) et DELTEIL (J.R.) - 1 966 - Le bassin secondaire tertiaire de Côte d'Ivoire. In : Les bassins sédimentaires du littoral africain. Ass. Serv. Géol. Afri. Paris pp. 99-113.
- DIATCHENKO (M.G.) et HATUNTSEVA (A.I.) - 1 955 - Sur la genèse de la glauconie (en Russe). Dokl. Akad. Nauk. URSS, 101, pp. 151-153.
- DIETZ (R.S.) - 1 961 - Continent and Ocean basin evolution by spreading of the sea floor. Nature, vol.190, pp. 854-857.
- DIETZ (R.S.) - 1 964 - Origin of continental slopes. American Scientist, 52, Mars 64, pp. 50-69.
- DIETZ (R.S.) KNEBEL (H.J.) and SOMERS (L.H.) - 1 968 - Cayar submarine canyon. Geol. Soc. Amer. Bull., vol.79, pp. 1 821-1 828.
- DIETZ (R.S.) and KNEBEL (H.J.) - 1 971 - Trou-sans-fond submarine canyon : Ivory-Coast, Africa. Deep Sea Research, vol.18, n^o4, pp.
- DILL (R.F.) - 1 964a - Sedimentation and erosion in Scripps submarine canyon head. In : Papers in Marine Geology (Shepard Commem. vol.) Macmillan, New-York pp. 23-41.
- DILL (R.F.) - 1 964b - Contemporary submarine erosion in Scripps submarine canyon head. Thesis Univ. Calif. Scripps Inst. Oceanogr., 263 p.
- DJOUNKOSKI (N.N.) and BOJITCH (P.K.) - 1 959 - La houle et son action sur les côtes et les ouvrages côtiers. Eyrolles et Gauthier Villars Editeurs, Paris.
- DONGUY (J.R.) et PRIVE (M.) - 1 964 - Les conditions de l'Atlantique entre Abidjan et l'équateur. Variations hydrologiques annuelles entre Abidjan et l'équateur. Cahiers Océanogr. 1^{ère} partie, T.XVI, n^o3, pp.193-204 - 2^{ème} partie, T.XVI, n^o5, pp. 393-398 - 3^{ème} partie, T.XVII, n^o1, pp. 33-43.
- DOTT (R.H.) - 1 963 - Dynamics of subaqueous gravity depositional processes. Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., 47, pp. 105-128.
- DUBOIS (J.) et TRICART (J.) - 1 954 - Esquisse de stratigraphie du Quaternaire du Sénégal et de la Mauritanie du Sud. C.R. Ac. Sc. Paris, T.238, pp. 2 183-2 185.
- DUGAS (F.) - 1 968 - Carte sédimentologique provisoire du plateau continental de Côte d'Ivoire d'Assinie à Fresco. ORSTOM Abidjan, 28 p., 1 carte.
- ECKERT (H.R.) - 1 965 - Une station d'observation sur les foraminifères planctoniques actuels dans le golfe de Guinée. Eclogae Geologicae Helveticae, vol.58, n^o2, pp. 1 039-1 058.

- EHLMANN (A.J.), HULLINGS (N.C.) and GLOVER (E.D.) - 1 963 - Stages of glauconite formation in modern foraminiferal sediments. *Sed. Petr.*, 33, pp. 87-96.
- ELDIN (M.) - 1 971 - Le climat in : Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. Mémoires ORSTOM, n^o50, pp. 73-108.
- ELOUARD (P.) - 1 967a - Réunion de la commission du lexique stratigraphique : définition du Nouakchottien. *Bull. Inst. Fond. Afri. Noire*, T.29, n^o2, pp. 836.
- ELOUARD (P.) - 1 967b - Eléments pour une définition des principaux niveaux du Quaternaire sénégal-mauritanien. I/ - Plage à Arca Senilis. *Bull. Inst. Fond. Afri. Noire*, T.29, n^o2, pp. 822-836.
- ELOUARD (P.), FAURE (H.) et HEBRARD (L.) - 1 969 - Quaternaire du littoral Mauritanien entre Nouakchott et Port-Etienne. *Bull. Ass. Sénég. et Quatern. Ouest Afr. Dakar*, n^o23, pp. 15-24.
- EMEL'YANOV (E.M.) - 1 971 - The composition of the glauconitic and hydrogoethite chamosite-glauconite sediments of the west African shelf. ICSU/SCOR Working Party 31 Symposium, Cambridge 1 970 : The geology of the East Atlantic Continental Margin. DELANY editor - Report n^o70/16 *Inst. Geol. Sci. London*, pp. 99-103.
- EMERY (K.O.) and HULSEMANN (J.) - 1 963 - Submarine canyons of southern California. Part 1 : Topography, water and sediments. Allan Hancock Pacific Expedition, 27 (1), Univ. Sc. Calif. Press, Los Angeles, pp. 1-80.
- EMERY (K.O.) and GARRISON (L.E.) - 1 967 - Sea levels 7 000 to 20 000 years ago. *Sci.* 157, 3 789, pp. 684-687.
- EMERY (K.O.) - 1 968 - Relict sediments on continental shelves of world. *Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol.*, vol.52, pp. 445-464.
- EMERY (K.O.) - 1 969 - The continental shelves. *Scientific American*, vol. 221, n^o3, pp. 107-122.
- EMERY (K.O.) - 1 971 - Continental margin of the world. ICSU/SCOR Working Party 31 Symposium, Cambridge 1 970 : The geology of the East Atlantic continental margin. Rep. n^o70/13 *Inst. Geol. Sci. London*. pp. 3-29.
- ERICSON (D.B.) - 1 952 - North Atlantic deep-sea sediments and submarine canyons. *Trans. N-Y Acad. Sci.*, ser. 11, 15 (2), pp. 50-53.
- ERICSON (D.B.), EWING (M.), WOLLIN (G.) and HEEZEN (B.C.) - 1 961 - Atlantic deep-sea sediments cores. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 72, pp. 193-286.
- FAIRBRIDGE (R.W.) - 1 956 - Convergence of evidence on climatic change and ice edges. *Annals of the New-York Academy of Sciences*, vol.95, pp. 542-579.
- FAIRBRIDGE (R.W.) - 1 961a - Eustatic changes in sea level. In : *Physics and chemistry of the Earth 4*, pp. 99-185. Pergamon Press.
- FAIRBRIDGE (R.W.) - 1 961b - Radiations solaires et variations cycliques du niveau marin. *Rev. Géogr. Phys. et Géol. Dyn.*, Paris, (2), vol. IV, pp. 2-14.
- FALL (J.P.), MONTADERT (L.), DELTEIL (J.B.) VALERY (P.), PATRIAT (P.) et SCHILCE (R.) - 1 969 - Prolongation des zones de fractures de l'océan atlantique dans le golfe de Guinée. *Earth and Planetary Science letters 7*, North-Holland publishing Comp. Amsterdam, pp. 413-419.

- FAURE (H.) et HUGO (H.J.) - 1 966 - Chronologie absolue du Quaternaire en Afrique de l'Ouest. Bull. Inst. Fond. Afri. Noire, T.28, série A, n^o1, pp. 384-397.
- FAURE (H.) et ELOUARD (P.) - 1 967 - Schéma des variations du niveau de l'océan Atlantique sur la Côte de l'Ouest de l'Afrique depuis 40 000 ans. C.R. Ac. Sc. Paris, T.265, pp. 784-787.
- FAURE (H.) et DELIBRIAS (G.) - 1 967 - Recommandations pour le prélèvement d'échantillons à dater par le radiocarbone C14. Bull. Ass. Sénégal. et Quatern. Ouest Afr., n^o12 - et Bull. Inst. Fond. Afri. Noire, T.29, série A, n^o2, pp. 837-843.
- FONTES (J.Ch.), LETOILE (R.), FAURE (H.) et ELOUARD (P.) - 1 971 - Paléoclimatologie isotopique et paléocéologie du littoral holocène de Mauritanie. VIII^e Cong. INQUA, Paris 1 969 - Quaternaria XIV, Les niveaux marins quaternaires, 1, Holocène, pp. 208-210.
- FRANCHETEAU (J.) and Le PICHON (X.) - 1 972 - Marginal fracture zones as structural framework of continental margins in south Atlantic Ocean. Bull. Amer. Assoc. of Petrol. Geol., vol.56, n^o6, pp. 991-1 007.
- FURON (R.) - 1 960 - Géologie de l'Afrique. Payot, Paris, 400 p., 32 fig.
- Von GAERNER (H.R.) und SCHELLMANN (W.) - 1 965 - Rezente sediments in kütenbereich der Halbinsel Kaloum, Guinea. Min. Petr. Mitt., III, 10, pp. 349-367.
- GAILLIER (E.W.) - 1 935 - Geology of glauconite. Bull. Amer. Ass. Petr. Geol., 19, pp. 1 569-1 601.
- GAILLIER (E.W.) - 1 939 - Biotite - Glauconite transformation and associated mineral. Re. Mar. Sed., pp. 513-515.
- GENNESSEAUX (M.) - 1 962a - Une cause probable des écoulements turbides dans le canyon sous-marin du Var. C.R. Ac. Sc. Paris, T.254. pp. 2 038-2 039.
- GENNESSEAUX (M.) - 1 962b - Les canyons de la baie des Anges, leur remplissage sédimentaire et leur rôle dans la sédimentation profonde. C.R. Ac. Sc. Paris, T.254, pp. 2 409-2 411.
- GENNESSEAUX (M.) - 1 966 - Prospection photographique des canyons sous-marins du Var et du Paillon (Alpes Maritimes) au moyen de la Troika. Revue Géogr. Phys. et Géolog. Dyn., vol.VIII, fasc.1, pp. 3-38.
- GENNESSEAUX (M.) GUIBOUT (P.) et LACOMBE (H.) - 1 971 - Enregistrement de courant de turbidité dans la vallée sous-marine du Var (Alpes Maritimes). C.R. Ac. Sc. Paris, T.273, pp. 2 456-2 459.
- GEYH (M.A.) and ROHDE (P.) - 1 972 - Weischselian chronostratigraphy C14 dating and statistics. 24^e Congrès Géolog. Intern. Montréal, section 12, Géologie du Quaternaire, pp. 27-36.
- GIGOUT (M.) - 1 971 - Les niveaux marins mondiaux depuis 11.000 ans. VIII^e Congrès INQUA Paris, 1 969 - Quaternaria XIV, Les niveaux marins quaternaires, 1, Holocène, pp. 63-64.

- GIRARD (G.), SIRCOULON (J.), TOUCHEBEUF (P.) - 1 971 - Aperçu sur les régimes hydrologiques. In : Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. Mémoires ORSTOM, n^o50, pp. 108-155.
- GIRESE (P.) - 1 965a - Oolithes ferrugineuses en voie de formation au large du Cap Lopez (Gabon). C.R. Ac. Sc. Paris, T.260, pp. 2 550-2 552.
- GIRESE (P.) - 1 965b - Observations sur la présence de «glauconie» actuelle dans les sédiments ferrugineux peu profonds du bassin gabonais. C.R. Ac. Sc. Paris, T.260, pp. 5 597-5 600.
- GIRESE (P.) - 1 969a - Etude des différents grains ferrugineux authigènes des sédiments sous-marins au large du delta de l'Ogoué. Sciences de la terre, T.XIV, n^o1, pp. 27-62.
- GIRESE (P.) - 1 969b - Essais de sédimentologie comparée des milieux fluviomarins du Gabon, de la Catalogne et du Sud Cotentin. Thèse Université de Caen, 3 T., ronéo., 730 p., 192 fig., XV pl.
- GIRESE (P.) - 1 969c - Carte sédimentologique des fonds sous-marins du delta de l'Ogoué. Cahiers Océanogr., T.XXI, 10, pp. 965-994.
- GLANGEAUD (L.) - 1 938 - Transport et sédimentation dans l'estuaire et à l'embouchure de la Gironde. Caractères pétrographiques des formations fluviales, saumâtres, littorales et néritiques. Bull. Soc. Géol. France, 5, T.VIII, pp. 599-630.
- GLANGEAUD (L.) - 1 941 - Evolution des minéraux et notamment du quartz dans les sols autochtones en AOF. C.R. Ac. Sc. Paris, T.212, pp. 862-864.
- GLANGEAUD (L.) - 1 941 - Corrélation statistique, classification et hiérarchie des facteurs intervenant dans la formation des sédiments. Bull. Soc. Géol. France, 5ème série, T.11, pp. 371-388.
- GLANGEAUD (L.) - 1 942 - 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. Paris, T.215, pp. 360-362.
- GLANGEAUD (L.) - 1 945 - Observations sur le triage granulométrique des sédiments le long des plages à marée. Sédimentation et Quaternaire. Led. Sam. édit., Bordeaux, pp. 95-110.
- GLANGEAUD (L.), SCHLICH (R.), PAUTOT (G.), PATRIAT (P.) et RONFARD (M.) - 1 965 - Morphologie, tectonophysique et évolution géodynamique de la bordure sous-marine des Maures et de l'Esterel. Relation avec les régions voisines. Bull. Soc. Géol. France, n^o7, pp. 998-1 009.
- GLANGEAUD (L.), ALINAT (J.), POLVECHE (A.), GUILLAUME (A.) et LEENHARDT (O.) - 1 966 - Grandes structures de la mer Ligure, leur évolution et leurs relations avec les chaînes continentales. Bull. Soc. Géol. France, 7ème série, n^o7, pp. 921-937.
- GLANGEAUD (L.), BOBIER (Cl.) et BELLAICHE (G.) - 1 967 - Evolution néotectonique de la mer d'Alboran et ses conséquences paléogéographiques. C.R. Ac. Sc. Paris, T.265, pp. 1 672-1 675.
- GLANGEAUD (L.) et REHAULT (J.P.) - 1 968 - Evolution ponto-plio-quaternaire du golfe de Gênes. C.R. Ac. Sc. Paris, T.266, pp. 60-63.

- GORSLINE (D.S.) and EMERY (K.O.) - 1 959 - Turbidity current deposits in San Pedro and Santa Monica basins off Southern California. Bull. Geol. Soc. Amer., 70, pp. 279-290.
- GRANT (N.K.) - 1 967 - Complets late Pre-cambrian to early Palaeozoic orogenic cycle in Ghana, Togo and Dahomey. Nature, vol.212, pp. 609-610.
- GRAVIER (C.) - 1 910 - Madréporaires des îles San Thomé et du Prince (Golfé de Guinée). Ann. Inst. Océanogr., 1 (2), pp. 1-28.
- GRIM (R.E.) - 1 953 - Clay mineralogy. Mac Graw Hill Book Comp. Inc. New-York, 384 p.
- GRUNER (J.W.) - 1 935 - The structural relationship of glauconite and mica. Am. Mineralogist, 20, pp. 699-714.
- GUERIN-VILLEAUBREUIL (G.) - 1 956 - Géologie du bassin sédimentaire de la Côte d'Ivoire. Rapport Direc. Féd. Mines et Géol. Dakar.
- GUILCHER (A.) - 1 954a - Dynamique et morphologie des côtes sableuses de l'Afrique Atlantique. Cahiers de l'Information géographique, n°1, pp. 57-68
- GUILCHER (A.) - 1 945b - Morphologie littorale et sous-marine. Presse universitaire de France, édit. Paris. Collection «Orbis», 216 p.
- GUILCHER (A.) - 1 958 - Coastal and submarine morphology. Methuen and Wiley edit. London, New-York, 274 p.
- GUILCHER (A.) - 1 961 - Océanographie côtière en Côte d'Ivoire. Norois, France, n°29, p.8.
- GUILCHER (A.) - 1 971 - Quaternary events on the continental shelves of the world. ICSU/SCOR Working Party, 31 symposium, Cambridge 1 970 : The geology of the East Atlantic continental margin. Rep. n°70/13 - Inst. Geol. Sci., pp. 3-29.
- GUILLAUMET (J.L.) et ADJANOHOOUN (E.) - 1 971 - La végétation de la Côte d'Ivoire. In : Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire - Mémoires ORSTOM, n°50, pp.157-264.
- HAWKINS (A.B.) - 1 971 - The late Weichselian and flandrian transgression of south west Britain. VIIIè Congrès INQUA Paris - Quaternaria XIV, Les niveaux marins Quaternaires; 1, Holocène, pp. 115-130.
- HEBRARD (L.) - 1 957 - Rapport sur les travaux de reconnaissance effectués sur les indices de titane et de zircon de la région littorale du bassin sédimentaire de Côte d'Ivoire. Direction Fédér. Mines et Géolog. Dakar, sept. 1 957.
- HEEZEN (B.C.) and EWING (M.) - 1 952 - Turbidity currents and submarine slumps and the Grands banks carthquake. Amer. Journ. Sci., 250, pp. 848-873.
- HEEZEN (B.C.) - 1 959 - Dynamic processes of abyssal sedimentation : erosion, transportation, redeposition on the deep-sea floor. Geophys. Journ. Roy. Astronom. Soc., vol.2, n°2, pp. 142-163.
- HEEZEN (B.C.) and LAUGHTON (A.S.) - 1 963 - Abyssal plains. In : The Sea M.N. Hill edit., Interscience Pub. John Wiley and sons, New-York, London, vol.3, pp.312-364.
- HEEZEN (B.C.), ERICSON (D.B.) and EWING (M.) - 1 964 - Further evidence for a turbidity current following the 1 929 Grands Banks carthquake. Deep-Sea Res., 1, pp. 193-202.

- HEEZEN (B.C.), BUNCE (E.T.), HERSEY (J.B.) et THARP (M.) - 1 964 - Chain and Romanche fracture zones. *Deep-sea Res.*, vol.11, pp. 11-22.
- HEEZEN (B.C.) and HOLLISTER (C.) - 1 964 - Deep-sea current evidence from abyssal sediments. *Marine Res.*, 1 (2), pp. 141-174.
- HEEZEN (B.C.), MENZIES (R.J.), SCHNEIDER (E.D.), EWING (W.M.) and GRANELLI (N.C.L.) - 1 964 - Congo submarine canyon. *Bull. Am. Ass. Petrol. Geol.*, vol. 48, n^o 7, pp. 1 126-1 149.
- HENDRICK (S.B.) and ROSS (C.S.) - 1 941 - Chemical composition and genesis of glauconite and celadonite. *Am. Mineralogist*, 26, pp. 683-708.
- HILL (M.N.) - 1 963 - *The sea*. vol.111. John Wiley and sons, New-York, London, 963 p.
- HOOVER (J.) - 1 961 - Some factors concerning the nature and origin of glauconite. *Am. Mineralogist*. 46, pp. 313-334.
- HORN (D.) - 1 964 - Fazies, diagenese und Ölmigration im Dogger beta hauptsamdstein von Plön-ost und Preetz. Thesis Univ. Kiel.
- HUBERT (H.) - 1 919 - Etat actuel de nos connaissances sur la géologie de l'Afrique occidentale. Larose édit., Paris, 2ème édit., 12 p., 1 carte.
- HUBERT (J.F.) - 1 964 - Textural evidence for deposition of many western North Atlantic deep-sea sands by ocean bottom currents. *Journ. Geol.*, 72 (6), pp. 757-785.
- HURLEY (R.J.) - 1 960 - The geomorphology of abyssal plains in the northeast Pacific ocean. Mimeo. rept., Scripps Inst. Oceanogr., ref. 60-7, 105 p.
- JAMES (H.L.) - 1 966 - Chemistry of the iron rich sedimentary rocks. In : Data of geochemistry «6th ed., chapter W, U.S. Geol. Survey Prof. paper, 440W, 62 p.
- JOHNSON (D.W.) - 1 939 - The origin of submarine canyons. Columbia Univ. Press, New-York, 126 p.
- KENNEDY (W.Q.) - 1 965 - The influence of basement structures on the evolution of the coastal (Mesozoic tertiary) basins. In : Salt Basins around Africa (London : Institute of Petroleum).
- KENNEDY (W.Q.) and GRANT (N.) - 1 969 - The late Precambrian to early Paleozoic pan-African Orogeny in Ghana, Togo, Dahomey and Nigeria. *Geo. Soc. Amer. Bull.* v.80 : 45-46.
- KINDLE (E.M.) - 1 931 - Sea bottom samples from the Cabot strait earthquake zone. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 42, pp. 557-574.
- KRAFF (J.C.) - 1 971 - The migration of Holocene sedimentary environments in coastal Delaware North American Continental Shelf. VIII^e Congrès INQUA, Paris 1 969. Quaternaria XIV ; Les niveaux marins Quaternaires, 1, Holocène, pp. 23-38.
- KRAUSE (D.G.) - 1 964 - *Guinea fracture zone in the Equatorial Atlantic*. *Science*, New-York, vol. 148, pp. 57-58.
- KUENEN (Ph. H.) - 1 937 - Experiments in connection with Daly's hypothesis on the formation of submarine canyons. *Leidsche Geologische Mededeelingen*, VIII, pp. 316-351.
- KUENEN (Ph. H.) - 1 950 - *Marine geology*. John Wiley and sons, New-York, 568 p.

- KUENEN (Ph. H.) and MIGLIORINI (C.I.) - 1 950 - Turbidity currents as a cause of graded bedding. *Journ. Geol.*, 58, pp. 91-127.
- KUENEN (Ph. H.) - 1 953 - Origin and classification of submarine canyons. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 64, pp. 1 295-1 314.
- LAFOND (L.R.) - 1 967 - *Etudes littorales et estuariennes en zone intertropicale humide*. Thèse faculté des Sciences Orsay, 794 p.
- LARRAS (J.) - 1 957 - Plages et côtes de sable. Eyroles Edit., Paris, 171 p.
- LATOUCHE (L.) - 1 968 - Etude des minéraux argileux de quelques sols nord-aquitains. *Bull. Inst. de Géol. du Bassin d'Aquitaine*, n°4, pp. 3-188.
- LATOUCHE (L.) - 1 971 - Les argiles des bassins alluvionnaires aquitains et des dépendances océaniques. Contribution à l'étude d'un environnement. Thèse université de Bordeaux, 415 p., 96 fig.
- LAUNAY (J.) et RECY (J.) - 1 972 - Variations relatives du niveau de la mer et néo-tectonique en Nouvelle-Calédonie au Pleistocène supérieur et à l'Holocène. *Rev. de Géogr. Phys. et Géolog. Dyn.*, vol. XIV, fasc. 1, pp. 47-65.
- LAWSON (A.) - 1 893 - The geology of Carmelo Bay. *Univ. Calif. Dept. Geol. Bull.* 1, pp. 1-59.
- Le BOURDIEC (P.) - 1 958 - Contribution à l'étude géomorphologique du bassin sédimentaire et des régions littorales de Côte d'Ivoire. Etude Eburnéenne, T.7, IFAN, Côte d'Ivoire pp. 7-96.
- LECLAIR (L.) - 1 964 - Contribution à l'étude des conditions physico-chimiques favorables à la genèse de la glauconie dans le détroit de Sicile. *C.R. Ac. Sc. Paris*, T. 258, pp. 5 020-5 022.
- LECOLLE (J.) - 1 971 - Sédimentologie des fonds lagunaires et estuariens. Variations morphologiques saisonnières de l'embouchure d'un fleuve en climat intertropical (Le Bandama, Côte d'Ivoire). *Cah. ORSTOM*, sér. géol. 111, 2, pp. 189-220.
- Le FLOCH (J.) - 1 970 - Mesures différentielles de courants au large de la Côte d'Ivoire. *Cahiers Océanographiques*, n°8, pp. 781-799.
- LEMASSON (L.) et REBERT (J.P.) - 1 968 - Observations de courants sur le plateau continental ivoirien. Mise en évidence d'un sous-courant. *Doc. Sci. Prov. - Centre de Recherches Océanographiques d'Abidjan*, n° 22.
- LEMASSON (L.) et REBERT (J.P.) - 1 973 - Les courants dans le golfe ivoirien. A paraître dans les *Cahiers ORSTOM*, série Océanographie.
- LENEUF (N.) - 1 962 - Les pseudo-oolithes ferrugineuses des plages de Côte d'Ivoire. *C.R. Som. Soc. Géol. de France*, n° 5, pp. 142-146.
- LENEUF (N.) - 1 968 - Le Continental terminal. Contribution à l'établissement de la notice explicative de la carte géologique au 1/1.000.000. Faculté des Sciences d'Abidjan.
- LENOIR (F.) - 1 968 - Transport solide en suspension sur le bassin de Korogho. *Rapp. ORSTOM*, Abidjan, multigr., 36 p.
- LENOIR (F.) et MONNET (Cl.) - 1 968 - Mécanismes physiques et chimiques de la marée dans le cours inférieur du Bandama. *Rapp. ORSTOM*, Abidjan, multigr., 17 p., 19 fig., 4 tabl.

- Le PICHON (X.) - 1 968 - Seafloor spreading and continental drift. Journ. Geophys. Res. vol.73 (12), pp. 3 661- 3 705.
- Le PICHON (X.) and HAYES (D.E.) - 1 971 - Marginal oof sets, fracture zones and the early opening of the south Atlantic. Journ. Geophys. Res. vol.76 (26), pp. 6 283-6293.
- Le PICHON (X.), HYNDMAN (R.D.) and PAUTOT (G.) - 1 971 - Geophysical study of the opening of the Labrador Sea. Journ. Geophys. Res. vol.76 (20), pp. 4 724-4 743.
- LUCAS (J.) et CAMEZ (Th.) - 1 959 - Détermination pratique aux Rayons X des minéraux argileux simples et interstratifiés. Bull. Serv. Carte Géolog. d'Alsace et Lorraine, 14, pp. 159-173.
- MALAVOY () - 1 934 - Sur quelques particularités du littoral et des lagunes de la Côte d'Ivoire. C.R. Congrès Int. Géogr., Varsovie, T.11.
- MANGENOT (G.) - 1 955 - Etude sur les forêts des plaines et des plateaux de la Côte d'Ivoire, Etude Eburnéenne, IFAN, T. IV, pp. 5-61.
- MANGENOT (G.) et MIEGE (J.) - s.d. - Esquisse botanique de la Côte d'Ivoire. Carte inédite ORSTOM.
- MANGHANI (M.H.) and HOOVER (J.) - 1 964 - Glauconites : Cation exchange, capacities and infrared spectra. Am. Mineralogist, 46, pp. 586-598.
- MANGIN (J.P.), LECOLLE (J.), MATHIEU (P.), MONNET (C.), PINTAS (S.) et SIRCOULON - 1 966 - Géochimie des eaux naturelles : Le transport en solution par un fleuve de Côte d'Ivoire. C.R. Ac. Sc. Paris, T. 262, pp. 2 204-2 206.
- MARCHE - MARCHAD (I.), ELOUARD (P.) et FAURE (H.) - 1 966 - Témoins d'un bas niveau marin au large des côtes du Sénégal. Bull. Inst. Fond. Afr. Noire, A, vol.29, n^o 2, pp. 852-853.
- MARTIN (L.) - 1 963 - Contribution à l'étude sédimentologique d'échantillons de sondages sous-marins. Thèse 3ème cycle Paris - C.R. Ac. Sc. Paris, T.256, pp. 2 456-2 458.
- MARTIN (L.) - 1 969a - Introduction à l'étude géologique du plateau continental ivoirien. Premiers résultats. Doc. Sci. Prov. - C.R.O. - Abidjan, 166 p., 1 carte.
- MARTIN (L.) - 1 969b - Datation de deux tourbes quaternaires du plateau continental ivoirien. C.R. Ac. Sc. Paris, T. 269, pp. 1 925-1 927.
- MARTIN (L.) - 1 970 - Premières investigations sur l'origine du Trou-sans-fond, canyon sous-marin de la Côte d'Ivoire. C.R. Ac. Sc. Paris. T.270, pp. 32-35.
- MARTIN (L.) - 1 971 - The continental margin from Cape Palmas to Lagos : bottom sediments and submarine morphology. ICSU/SCOR Working Party, 31 symposium, Cambridge 1 970 : The geology of the East Atlantic continental margin. Rep. n^o70/16, Inst. Geol. Sci. London, pp. 79-95.
- MARTIN (L.) et DELIBRIAS (G.) - 1 972 - Schéma des variations du niveau de la mer en Côte d'Ivoire depuis 25 000 ans. C.R. Ac. Sc. Paris, T. 274, pp. 2 848-2 851.
- MARTIN (L.) et TASTET (J.P.) - 1 972 - Le Quaternaire du littoral et du plateau continental de Côte d'Ivoire. Rôle des mouvements tectoniques. Bull. Ass. Sénég. et Quatern. Ouest Afr., n^o 33/34, pp. 17-32.

- MARTIN (L.) - 1 972a - Carte sédimentologique du plateau continental de Côte d'Ivoire. Notice explicative. Publication ORSTOM Paris, 20 p., 3 cartes en couleurs.
- MARTIN (L.) - 1 972b - Variations du niveau de la mer et du climat en Côte d'Ivoire depuis 25 000 ans. Cah. ORSTOM, sér. Géol., vol. IV, n^o 2.
- MARTIN (L.) - 1 972c - Etude des « faecal-pellets » minéralisés des sédiments du plateau continental de Côte d'Ivoire. Cah. ORSTOM, sér. Géol., vol. IV, n^o 2.
- MARTIN (L.) - 1 973 - Les mécanismes de la sédimentation actuelle sur le plateau continental de Côte d'Ivoire. A paraître dans les cahiers ORSTOM, série géologie.
- MASSE (J.P.) - 1 967 - Sur la présence d'une thanatocoenose à amphistégines d'âge Quaternaire à la base du plateau continental de la région de la presqu'île du Cap Vert. VI^e Congrès panaf. de Préh. et d'ét. du Quatern. (Dakar).
- Mc MASTER (R.L.), LACHANGE (T.P.) et ASHRAF (A.) - 1 970 - Continental Shelf geomorphology features of portuguese Guinea, Guinea and Sierra Leone, West Africa. Marine Geology, vol. 9, n^o 3, pp. 203-213.
- MATHIEU (Ph.) - 1 968 - Etude des associations de foraminifères benthiques en quelques stations du plateau continental de Côte d'Ivoire, remarques écologiques. Rapport ORSTOM Abidjan, 36 p., 38 diag., 12 graph.
- MATHIEU (Ph.) et MONNET (C.) - 1 970 - Apports chimiques par les eaux de pluie en savane et sous forêt, en climat intertropical (Côte d'Ivoire). Rapport ORSTOM, multigr., 153 p., 80 fig., annexe 61 fig., 45 tabl.
- MATHIEU (Ph.) et MONNET (C.) - 1 971 - Physico-chimie des eaux de pluies en savane et sous forêt en milieu tropical. Cah. ORSTOM, sér. Géol., 111, 2, pp. 93-114.
- MATHIEU (Ph.) - 1 971a - Erosion et transport solide sur un bassin versant forestier tropical (Bassin de l'Amitioro, Côte d'Ivoire. Cah. ORSTOM, sér. Géol., III, 2, pp. 115-144.
- MATHIEU (Ph.) - 1 971b - Apports chimiques par les eaux de pluie et action des eaux de ruissellement en milieu forestier tropical (Côte d'Ivoire). C.R. Ac. Sc. Paris. T.273, pp. 45-48.
- MAUGIS (P.) - 1 954 - L'activité de la mission de préreconnaissance du bureau de recherche de pétrole dans les bassins sédimentaires de l'AOF. Rev. Inst. Franc. Petr., vol. IX, n^o 1.
- MAUGIS (P.) - 1 955 - Compte rendu des études de préreconnaissance pétrolière en AOF. Bull. Dir. Fed. Mines et Géolog. Dakar.
- MAZEIKA (P.) - 1 968 - Eastward flow within the south equatorial current in the eastern south Atlantic. Journ. Geophys. Res., vol.73, n^o 18, pp. 5 819-5 828.
- MEHRA (O.P.) and JACKSON (M.L.) - 1 960 - Iron oxide removal from soils and clay by a dithionite citrate system buffered with sodium bicarbonate. Clays and clay minerals, Pergamon Press, pp. 317-327.
- MENARD (H.W.) - 1 955 - Deep-sea channels, topography and sedimentation. Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., 39 (2), pp. 236-255.
- MICHEL (P.), ELOUARD (P.) et FAURE (H.) - 1 967 - Nouvelles recherches sur le Quaternaire récent de la région de Saint-Louis (Sénégal). Bull. IFAN, 30 A, pp. 1-38.
- MICHEL (P.) - 1 970 - Chronologie du Quaternaire des bassins des fleuves Sénégal et Gambie. Bull. Ass. Sénég. ét. Quatern. Ouest afr., n^o 25, pp. 53-64 et n^o 26, pp. 25-37.

- MIEGE (J.) - 1 955 - Les savanes et forêts claires de Côte d'Ivoire. Etude Eburnéenne, IFAN, T.IV, pp. 62-81.
- MIDDLETON (G.V.) - 1 966 - Small scale models of turbidity currents and the criterion for auto-suspension. Journ. Earth Sc., 3, pp. 523-546.
- MILLIMAN (J.D.) and EMERY (K.O) - 1 968 - Sea levels during the past 35 000 years, Sciences, vol. 162, n° 3 858, pp. 1 121-1 123.
- MILLOT (G.) - 1 964 - Géologie des argiles. Masson, Paris, 499 p.
- MONNET (C.) - 1 970 - Transport solide en suspension par un fleuve de Côte d'Ivoire : Le Bandama. Rapport ORSTOM Abidjan, multigr., 161 p.
- MOORE (H.B.) - 1 939 - Faecal-pellets in relation to marine deposits. Recent marine sediments. A symposium, Trask edit., pp. 516-523.
- MOORE (D.C.) - 1 956 - Vane shear strength, porosity and permeability relationship of some sieved cohesionless sands. XXè Cong. Geol. Inter. Mexico, pp. 266-267.
- MOORE (D.C.) - 1 960 - Acoustic reflection studies of the continental shelf and slopes off southern California. Bull. Geol. Soc. Amer., 71, pp. 1 121-1 136.
- MOORE (D.C.) - 1 961 - Submarine slumps. Journ. Sed. Petrol., 31 (3), pp. 343-357.
- MORLIERE (A.) - 1 971 - Les saisons marines devant Abidjan. Doc. Sci. - Centre Rech. Océano. Abidjan - , vol.1, n° 2, pp. 1-15.
- MORLIERE (A.) et REBERT (J.P.) - 1 972 - Etude hydrologique du plateau continental ivoirien. Doc. Sci. - Centre Rech. Océano. Abidjan - , vol.III, n°2, pp. 1-30.
- MÖRNER (N.A.) - 1 969 - The late Quaternary history of the Kattegatt sea and the Swedish west Coast. Deglaciation, shorelevel displacement, isostasy and eustasy. Sveridge geologiska undersökning, C 640.
- MÖRNER (N.A.) - 1 971 - Late Quaternary, isostatic, eustatic and climatic changes. VIIIè Congrès INQUA, Paris 1 969 - Quaternaria XIV : les niveaux marins Quaternaires, 1, Holocène, pp. 65-83.
- MÖRNER (N.A.) - 1 972 - World climate during the last 130.000 years. 24ème Cong. Géolog. Intern. Montréal, section 12 Géologie du Quaternaire, pp. 72-79.
- MORNET (J.) - 1 907 - Les lagunes de la Côte d'Ivoire. Suppl. Bull. Comité Afrique française, n°7, pp. 157-163.
- NATLAND (M.L.) and KUENEN (Ph.H.) - 1 951 - Sedimentary history of the Ventura basin, California, and the action of the turbidity currents. Soc. Econ. Paleontol. Mineralogy, Spec. Publ., n°2, pp. 76-107.
- NESTEROFF (W.) - 1 954 - Sur la formation des grès de plage ou «beachrocks» en mer Rouge. C.R. Ac. Sc. Paris T.238, pp. 2 547-2 548.
- NICOLAS (J.) - 1 962 - Sur la présence de «glauconie» en Bretagne Centrale. In : Genèse et synthèse des argiles. Coll. Intern. CNRS 105, Paris, pp. 197-206.
- NIZERY (A.) - 1 949 - Etude hydrographique et océanographique du Trou-sans-fond, près d'Abidjan. Comit. Centr. Océanogr. ét. côtes, Bull. Inf., 1, n°7, pp. 13-19.
- ODIN (G.S.) - 1 971 - Sur la genèse de glauconies et leur signification sédimentologique, d'après l'étude détaillée du sondage du Mont-Cassel. C.R. Ac. Sc. Paris, T.272, pp. 697-699.

- ODIN (G.S.) et GIRESSE (P.) - 1 972 - Formation de minéraux phylliteux (berthiérine, smectites ferrifères, glauconites ouvertes) dans les sédiments du golfe de Guinée. C.R. Ac. Sc. Paris, T.275, pp. 177-180.
- OTTMANN (F.) - 1 960 - Une hypothèse sur l'origine des «arrecifes» du Nord-Est brésilien. C.R. Som. Soc. Géol. Fr., fasc. 7, pp. 175-176.
- OTTMANN (F.) - 1 965 - Introduction à la géologie marine et littorale. Masson et Cie Paris, 259 p.
- PELLISIER (L.) - 1 942 - Note sommaire sur les travaux hydrographiques et océanographiques exécutés dans la région du Trou-sans-fond. Annexe 2 de l'instruction technique n° 204 S.H.M. Paris.
- PELNARD - CONSIDERE (J.) - 1 935 - Le port d'Abidjan. Etudes actuelles et essais sur modèle réduit. Ann. Phys. Globe France Outre-Mer, n°10.
- PETITJOHN (F.J.) - 1 957 - Sedimentary rocks. Harper and brothers, edit., New-York.
- PETRANEK (J.) - 1 964 - Shallow-water origin of early paleozoic oolitic ores. Developments in sed., vol.1 : Deltaic and shallow-water marine deposits, Elsevier, Amsterdam, pp. 319-322.
- PINOT (J.P.) - 1 968 - Littoraux wurmiens submergés à l'Ouest de Belle-Ile. Bull. Assoc. Franç. Etude Quatern., 3, pp. 197-216.
- PORRENGA (D.H.) - 1 965 - Chamosite in recent sediments of the Niger and Orinoco deltas. Geologie en Mijnbouw, 44, pp. 400-403.
- PORRENGA (D.H.) - 1 966 - Clay minerals in recent sediments of the Niger delta. Clays and clay minerals, Proc. 14th Natl. Conf., pp. 221-233.
- PORRENGA (D.H.) - 1 967a - Glauconite and chamosite as depth indicators in the marine environment. Marine Geology, vol.5, n°5/6, pp. 495-501.
- PORRENGA (D.H.) - 1 967b - Clay mineralogy and geochemistry of recent marine sediments in tropical areas. Stoik-Dordt edit. Amsterdam, 145 p.
- PRATT (W.L.) - 1 961 - The origin and distribution of glauconite and related clay mineral aggregates off Southern California. First National Coastal and shallow-water. Research Conf., pp. 656-658.
- PRATT (W.L.) - 1 963 - Glauconite from the sea floor of southern California. Essays in Marine Geology in honor of K.O. EMERY. Los Angeles.
- PRUNET (J.) - 1 938 - La géologie de la région d'Abidjan. Bull. Com. Etudes Hist. et Scient. AOF, XXI, n°1, pp. 1-19.
- RANCUREL (P.) - 1 968 - Topographie générale du plateau continental de la Côte d'Ivoire et du Libéria. Publication ORSTOM Paris.
- REYMENT (R.A.) - 1 966 - Sedimentary sequence of the Nigerian coastal basin. In : Bassins sédimentaires du littoral africain. Ass. Serv. Geol. Afri. Paris, pp. 115-142.
- REYMENT (R.A.) - 1 971 - Experimental studies of Cretaceous transgressions for Africa. Bull. Geol. Soc. America.
- REYMENT (R.A.) - 1 972 - Cretaceous (Albian-Turonian Geology of the South Atlantic). Proceeding of the Conference on African Geology. Department of Geology University of Ibadan, pp. 505-512.

- RICHARDS (H.G.) - 1 971 - Sea level during the past 11 000 years as indicated by data from North and South America. VIII^e Congrès INQUA Paris 1 969. Quaternaria XIV : les niveaux marins quaternaires, 1, Holocène, pp. 7-15.
- RIVIERE (A.) - 1 948 - Observations sédimentologiques sur la côte vendéenne. Sédimentation littorale et estuarienne, leurs lois générales. Rev. Gén. Hydraulique, n^o48.
- RIVIERE (A.) - 1 952 - Expression analytique générale de la granulométrie des sédiments meubles. Indices caractéristiques et interprétation géologique. Notion de faciès granulométriques. Bull. Soc. Géol. Fr. (2), n^o1/3, p. 115.
- RIVIERE (A.) - 1 960 - Généralisation de la méthode des faciès granulométriques par extension de la notion d'indice d'évolution. Détermination de celui-ci. C.R. Ac. Sc. Paris T.250, n^o 17, pp. 2 917-2 919.
- RIVIERE (A.) et VISSE (L.) - 1 954 - L'origine des minéraux des sédiments marins. Bull. Soc. Géol. Fr., 4. pp. 467-474.
- ROCCI (G.) - 1 965 - Essai d'interprétation des mesures géochronologiques. La structure de l'Ouest africain. Colloque Intern. de Géochronologie absolue. Nancy, 3-8 Mai 1 965.
- ROUGERIE (G.) - 1 960 - Le façonnement actuel des modelés en Côte d'Ivoire forestière. Mémoire IFAN, n^o58, 542 p.
- SABATIER (G.) - 1 949 - Recherches sur la glauconie. Bull. Soc. Fr. Miner. et Cristal., T.72, pp. 475-541.
- SHELLMANN (W.) - 1 966 - Secondary formation of chamosite from goethite. Zeitschrift für Erzbergbau und Metallhüttenwesen, 19, pp. 302-305.
- SCHNELDERHOEHN (P.) - 1 964 - Ueber das vorkommen des aluminiums in einer ooidische eisenerze enthaltenden marinen Schichtfolge. Beitr. Miner. Petrogr., 10, pp. 141-151.
- SCHOEFFLER (J.) - 1 965 - Le Gouf de Cap-Breton, de l'Eocène inférieur à nos jours. In : Submarine geology and geophysics, W.F. Whittard and R. Bradshaw eds. Butterworths London, pp. 265-270.
- SERVANT (M.), SERVANT (S.) et DELIBRIAS (G.) - 1 969 - Chronologie du Quaternaire récent des basses régions du Tchad. C.R. Ac. Sc. Paris, T.269, pp.1 603-1 606.
- SERVANT (M.) - 1 970 - Données stratigraphiques sur le Quaternaire supérieur et récent au Nord-Est du lac Tchad. Cah. ORSTOM, sér. Géol. II, 1, pp. 95-114.
- SERVICE HYDROGRAPHIQUE DE LA MARINE.
Carte n^o 4 820 (1 894) : de Grand-Berreby au Cap des Trois Pointes
Carte n^o 6 075 (1 965) : du Cap des Palmes à Grand-Berreby. Minutes de sonde des Missions de l'Atlantique Sud 1 962 et 1 964.
- SHEPARD (F.) - 1 954 - High velocity turbidity currents, a discussion. Proc. Roy. Soc. A, 222, pp. 323-326.
- SHEPARD (F.) - 1 961 - Deep-sea sands. 21 st. Intl. Geol. Congr. Repts. Pt. 23, pp. 26-42.
- SHEPARD (F.) - 1 963 - Submarine geology. 2nd. ed., Harper and Row, New-York, 557 p.

- SHEPARD (F.) - 1 965 - Submarine canyons explored by Cousteau's Diving saucer. In : Submarine geology and geophysics, W.F. Whittard and R. Bradshaw eds. Butterworths, London, pp. 303-311.
- SHEPARD (F.) and DILL (R.F.) - 1 966 - Submarine canyons and others sea valleys. Rand Mc Nally and Comp. Chicago, 381 p.
- SHEPARD (F.) and CURRAY (J.R.) - 1 967 - Carbon 14 determination of sea level changes in stable areas. Progr. Oceanogr., vol.4, pp. 283-291.
- SOCIETE AFRICAINE DES PETROLES - 1 959 - Logs des forages Bt1, GL1, Vt1 et Vt2. Inédit, ELF-ERAP Paris.
- SONNENDRUCKER (P.) - 1 965 - Reconnaissance pour sables vitrifiables sur l'île Boulay et sur le cordon littoral. Rapport SODEMI n°97, Abidjan.
- STEINBERG (M.) VERNHET (S.) et RIVIERE (A.) - 1 966 - Sur l'interprétation des spectres d'agrégats orientés donnés par les argiles en présence d'Hydrates ferriques non cristallisés. C.R. Ac. Sc. Paris, T.262, pp. 968-972.
- STETSON (H.C.) - 1 949 - The sediments and stratigraphy of the East Coast continental margin. Paper in Phys. Oceanogr. and Meteorol. Mass. Inst. Tech. and Woods Hole Oceanog. Int., II (2), 60 p.
- SUNDBORG (A.) - 1 956 - The river Klarälvon a study of fluvial processes. Meddelanden Frau Uppsala Univ. Geografiska Inst., n°115, pp. 128-316.
- TAGINI (B.) - 1 972 - Esquisse structurale de la Côte d'Ivoire. Essai de géotectonique régionale. Thèse Université Lausanne. Bull. n°5, Direc. Mines et Géol. Côte d'Ivoire - Publication SODEMI Abidjan.
- TAKAHASHI (J.) and YAGI (T.) - 1 929 - The peculiar mud-grains in the recent littoral and estuarine deposits with special reference of the origin of glauconite. Econ. Geol., vol.24, pp. 838-852.
- TASTET (J.P.) - 1 971 - Le contexte géologique du site d'Abidjan. Ann. Univ. Abidjan, sér. G: T.3, fasc.1.
- TASTET (J.P.) - 1 971 - Sur un rejeu Quaternaire probable du grand accident de bordure du bassin sédimentaire de Côte d'Ivoire. Trav. Géol. Afr. Centr. Rech. Zones arides Fr.
- TASTET (J.P.) - 1 972 - Côte d'Ivoire: A paraître dans «The Encyclopedia of world regional geology» R.W. Fairbridge editor.
- TASTET (J.P.) - 1 972 - Quelques considérations sur les classifications des côtes. La morphologie côtière ivoirienne. Ann. Univ. Abidjan, section Sci., n°8 (sous presse).
- TERZACHI (K.) - 1 956 - Varieties of submarine slops failures. Proc. 8th Texas Conf. on soil Mech. and Found Engr., Spec. Publ. 29. Bur. Engr. Res. Univ. Texas Austin, 41 p.
- TRICART (J.) - 1 957 - Aspects et problèmes géomorphologiques du littoral occidental de la Côte d'Ivoire. Bull. IFAN, sér.A, T.19, n°1, pp. 1-20.

- TRICART (J.) - 1 962 - Etude de la desserte portuaire de la «Sasca». Les sites portuaires, leurs caractéristiques morphodynamiques et leurs possibilités d'aménagement.
1ère partie : Bull. COEC, T.XIV, n°2, pp. 89-92,
2ème partie : Bull. COEC, T.XIV, n°3, pp. 146-161.
- TRIPLEHORN (D.M.) - 1 966 - Morphology internal structure and origin of glauconite pellets. Sedimentology, vol.6, n°4.
- VALERY (P.) - 1 969 - Campagne bathymétrique sur la pente continentale de Côte d'Ivoire au sud-ouest d'Abidjan. Mission «Reine Pokou». Rapport inédit ERAP - IFP, Paris.
- VANNEY (J.R.) et PINOT (J.P.) - 1 969 - La campagne du DISCOVERER au large de l'Atlantique tropicale. Bull. Assoc. Géogr. Franç. n° 368/369, p. 311-324.
- VARLET (F.) - 1 958a - Le régime de l'Atlantique près d'Abidjan (Côte d'Ivoire). Essai d'océanographie littorale. Etude Eburnéenne (IFAN), n°7, pp. 97-222.
- VERSTRAETE (J.M.) - 1 970 - Etude quantitative de l'upwelling sur le plateau continental ivoirien. Doc. Scient. - Centre Rech. Océanogr. Abidjan, vol.1, n°3, pp. 1-17.
- WEGNER (A.) - 1 924 - The origin of Continents and Oceans. Eng. Translation from German 3rd edit., E.P. Dutton and Co, New-York, 212 p.
- WILSON (J.T.) - 1 965 - A new class of faults and their bearing on continental drift. Nature Lond., vol.207, n°4 993, pp. 343-347.
- WILSON (J.T.) - 1 968 - Révolution dans les sciences de la terre. Vie et Milieu, 19, pp. 395-424.
- WINTERRE (E.L.) and DURHAN (D.L.) - 1 962 - Geology of southern Ventura Basin, Los Angeles Country, California. U.S. Geol. Surv. Prof. Paper 334 H, pp. 275-366.
- ZENKOVICH (V.P.) - 1 967 - Processes of Coastal Development. Oliver and Boyd - Edinburgh and London, 783 p.

B - BIBLIOGRAPHIE ANALYTIQUE

Cette bibliographie contient les travaux cités dans le texte et ceux choisis pour établir des comparaisons. Le classement se fait par chapitre et par ordre alphabétique. Pour connaître la référence complète, le lecteur voudra bien se reporter à la bibliographie générale.

CHAPITRE I

1 - Travaux concernant la géologie de la Côte d'Ivoire et de l'Afrique de l'Ouest.

BAGARRE et TAGINI (1 965) - BERTON (1 961) - BLACK (1 966, 1 967) - BON-HOMME (1 962) - Le BOURDIEC (1 958) - CGG (1 953, 1 954) - FURON (1 960) - GRANT (1 967) - GUERIN-VILLAUBREIL (1 956) - HUBERT (1 919) - KENNEDY and GRANT (1 969) - LENEUF (1 968) - MAUGIS (1 954, 1 955) - REYMENT (1 966) - ROCCI (1 965) - SOCIETE AFRICAINE DES PETROLES (1 959) - De SPENGLER et DELTEIL (1 966) - TAGINI (1 972) - TASTET (1 971, 1972).

2 — Travaux concernant la structure de la marge continentale

ARENS, DELTEIL, VALERY, DAMOTTE, MONTADERT et PATRIAT (1 971) - FAIL, MONTADERT, DELTEIL, VALERY, PATRIAT et SCHLICH (1 969) - FRANCHE-TEAU et Le PICHON (1 972) - HEEZEN, BUNCE, HERSEY and THARP (1 964) - KENNEDY (1 965) - KRAUSE (1 964) - Le PICHON (1 968) - Le PICHON and HAYES (1 971) - Le PICHON, HYNDMAN and PAUTOT (1 971) - REYMENT (1 971, 1 972) - WILSON (1 965, 1 968).

3 — Travaux concernant les facteurs de la sédimentation actuelle

a) Facteurs continentaux

AVENARD, ELGIN, GIRARD, SIRCOULON, TOUCHEBEUF, GUILLAUMET, ADJANOHOON et PERRAUD (1 971) - BOULANGE (1 970) - DELVIGNE (1 965) - GLAUGEAUD (1 941, 1 942) - LECOLLE (1 971) - LENOIR (1 968) - LENOIR et MONNET (1 968) - MANGENOT (1 955) - MANGIN, LECOLLE, MATHIEU, MONNET, PINTA et SIRCOULON (1 966) - MATHIEU (1 971a, b et c) - MATHIEU et MONNET (1 970, 1 971) - MIEGE (1 955) - MONNET (1 970) - ROUGERIE (1 960).

b) Facteurs océaniques

BERRIT (1 962, 1 966) - DONGUY et PRIVE (1 964) - Le FLOCH (1 970) - GUILCHER (1 961) - LEMASSON et REBERT (1 968, 1 973) - MAZEIKA (1 968) - MORLIERE (1 971) - MORLIERE et REBERT (1 972) - VALERY (1 969) - VARLET (1 958a et b) - VERSTRAETE (1 970).

CHAPITRE II

1 — Travaux concernant la morphologie du littoral, du plateau et de la pente continentale

ALLEN (1 964, 1 965b) - BATTISTINI (1 967) - GUILCHER (1 954) - MALAVOY (1 934) - MORNET (1 907) - NESTEROFF (1 954) - OTTMANN (1 960) - PELNARD - CONSIDERE (1 935) - RANCUREL (1 968) - TASTET (1 973) - TRICART (1 957, 1 962).

2 — Travaux concernant le Trou-sans-fond et les canyons sous-marins

AGARATE, COT, MONACO et PAUTOT (1 967) - BARRUSSEAU, BELLAICHÉ, LEVY, MONACO et PAUTOT (1 968) - BELLIN (1 746) - BELLAICHE, GENNESSEAUX et PAUTOT (1 968) - BLACHE (1 941) - BOURCART (1 949, 1 950) - BOURCART, GENNESSEAUX, KLIMEK et Le CALVEZ (1 960) - BOURCART, GENNESSEAUX et KLIMEK (1 960) - BOURCART et GLANGEAUD (1 968) - BOURCART, OTTMANN et OTTMANN (1 958) - BOURGEOIS (1 963) - BUCHER (1 940) - BUFFINGTON (1 961) - BUFFINGTON and MOORE (1 963) - CROWELL (1 952, 1 957) - DANGEARD (1 960, 1 961) - DANGEARD - LARSONNEUR et MIGNOT (1 965) - DIETZ, KNEBEL and SOMERS (1 968) -

DIETZ and KNEBEL (1 971) - DILL (1 964a et b) - DOTT (1 963) - EMERY, HULSEMANN (1 963) - ERICSON (1 952) - ERICSON, EWING, WOLLIN and HEEZEN (1 961) - GENNESSEAUX (1 962a et b, 1 966) - GENNESSEAUX, GUIBOULT et LACOMBE (1 971) - GLANGEAUD, BOBIER et BELLAICHE (1 967) GLANGEAUD et REHAULT (1 968) - GLANGEAUD, SCHLICH, PAUTOT, BELLAICHE, PATRIAT et RONFARD (1 965) - GORSLINE and EMERY (1 959) - HEEZEN (1 959) HEEZEN, ERICSON and EWING (1 954) - HEEZEN and HOLLISTER (1 964) - HEEZEN and LAUGHTON (1 963) HEEZEN, MENZIES, SCHNEIDER, EWING and GRANELLI (1 964) - HUBERT (1 964) - HURLEY (1 960) - JOHNSON (1 939) - KINDLE (1 931) KUENEN (1 937, 1 953) - KUENEN and MIGLIORINI (1 950) - LAWSON (1 893) - MARTIN (1 969, 1 970, 1 971) - MENARD (1 955) - MIDDLETON (1 966) - MOORE (1 956, 1 960, 1 961) - NATLAND and KUENEN (1 951) - NIZERY (1 949) - PELISIER (1 942) PRUNET (1 938) - SCHOEFFLER (1 965) - SHEPARD (1 954, 1 961, 1 965) - SHEPARD and DILL (1 966) - STETSON (1 949) - SUNDBORG (1 956) - TERZACHI (1 956) - VANNEY et PINOT (1 969) - WINTERER and DURHAN (1 962).

CHAPITRE III

Travaux concernant les sédiments actuels et les mécanismes de la sédimentation

ALLEN (1 964, 1 965a) - BERTHOIS (1 960, 1 965) - BERTHOIS et Le CALVEZ (1 966) - BOURCART (1 941) - BRGM (1 969) - CAILLEUX et TRICART (1 959) - DEBYSER (1 952, 1 955, 1 959) - DUGAS (1 968) - EMERY (1 968) - GLANGEAUD (1 938, 1 941, 1 945) - HEBRARD (1 957) - LAFOND (1 967) - MARTIN (1 963, 1 969, 1 971, 1 972a, 1 973) - RIVIERE (1 948, 1 952, 1 960) - RIVIERE et VISSE (1 954).

CHAPITRE IV

Travaux concernant les «faecal-pellets» minéralisés, la glauconie, la berthiérine et le fer

BENTOR and KASTENER (1 965) - BORCHERT (1 960, 1 965) - BRINDLEY (1 951, 1 961) - BUBENICEK (1 960) - BURST (1 958a et b) - CAILLIERE et GIRESSÉ (1 967) - CAILLIERE et HENIN (1 952, 1 959, 1 960) - CAILLIERE, HENIN et ESQUEVIN (1 953, 1 955) - CAILLIERE et KRAUT (1 954) - CAILLIERE et LAMBOY (1 970) - CAILLIERE et MARTIN (1 972) - CAYEUX (1 909) - CLOUD (1 955) - CORRENS et THIEL (1 963) - DALY (1 936) - DIATCHENKO et HATUNTSEVA (1 955) - HELMANN, HULLINGS and GLOVER (1 963) - EMELYANOV (1 971) - Von GAERNER und SCHELLMANN (1 965) - GAILLIER (1 935, 1 939) - GIRESSÉ (1 965a et b, 1 969a et b) - GRUNER (1 935) - HENDRICK and ROSS (1 941) HOOVER (1 961) - HORN (1 964) - JAMES (1 966) LATOUCHE (1 968, 1 971) - LECLAIR (1 964) - LENEUF (1 962) - LUCAS, GAMEZ et MILLOT (1 959) - MANGHANI et HOOVER (1 964) - MARTIN (1 969, 1 971, 1 973) - MEHRA and JACKSON (1 960) - MOORE (1 939) - NICOLAS (1 962) - ODIN (1 971) - ODIN et GIRESSÉ (1 972) - PETRANEK (1 964) - PORRENGA (1 965, 1 966, 1 967a et b) PRATT (1 961, 1 963) - SABATIER (1 949) - SCHELLMAN (1 966) - SCHNELDERHOEHN (1 964) - STEINBERG, VERNHET et RIVIERE (1 966) - TARAHASHI and YAGI (1 929) - TRIPLEHORN (1 966).

CHAPITRE V

Travaux concernant le Quaternaire récent : Variations du niveau de la mer et du climat

ALLEN and WELLS (1 962) - ASSEMEIEN (1 971) - ASSEMEIEN, FILLERON, MARTIN et TASTET (1 970) - BELLAICHE, VERGNAUD-GRAZZINI et GLANGEAUD (1 969) - BOURCART (1 956) - CAILLEUX (1 954) - CARIOU-OGUNDARE (1 972) - CURRAY (1 965) - DAVIES (1 964, 1 971) - DELIBRIAS and GUILLIER (1 971) - DELIBRIAS and LABOREL (1 971) - DESBROSSE (1 966) - DUBOIS et TRICART (1 954) - ECKERT (1 965) - ELOUARD (1 967a et b) - ELOUARD, FAURÉ et HEBRARD (1 969) - EMERY and GARRISON (1 967) - FAIRBRIDGE (1 956, 1 961a et b) - FAURE et ELOUARD (1 967) - FAURE et DELIBRIAS (1 967) - FAURE et HUGOY (1 966) - FONTES, LETOLLE, FAURE et ELOUARD (1 971) - GEYH and ROHDE (1 972) - GIGOUT (1 971) - GRAVIER (1 910) - GUILCHER (1 971) - HAWKINS (1 971) - KRAFF (1 971) - LAUNAY et RECY (1 972) - MARCHE-MARCHAD, ELOUARD et FAURE (1 966) - MARTIN (1 969a et b, 1 971, 1 973) - MARTIN et DELIBRIAS (1 972) - MARTIN et TASTET (1 972) - MASSE (1 967) - Mc MASTER, LACHANGE and ASHRAF (1 970) - MATHIEU (1 968) - MICHEL (1 970) - MICHEL, ELOUARD et FAURE (1 967) - MILLIMAN and EMERY (1 968) - MORNER (1 969, 1 971, 1 972) - PINOT (1 968) - RICHARDS (1 971) - SERVANT (1 970) - SERVANT et DELIBRIAS (1 969) - SHEPARD and CURRAY (1 967) - SONNENDRUCHER (1 965) - TASTET (1 971).

Ouvrages généraux

BOURCART (1 949, 1 952a et b) - BROWN (1 961) - DJOUNKOSKI and BOJITCH (1 959) - CAILLERE et HENIN (1 963) - GRIN (1 953) - GUILCHER (1 954b, 1 958) - HILL (1 963) - KUENEN (1 950) - LARRAS (1 957) - MILLOT (1 964) - PETIT-JOHN (1 957) - SHEPARD (1 963) - WEGNER (1 924) - ZENKOVICH (1 967).

Les Editions de l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer tendent à constituer une documentation scientifique de base sur les zones intertropicales et méditerranéennes, les pays qui en font partie et sur les problèmes posés par leur développement.

CAHIERS ORSTOM (séries périodiques)

- **biologie**: études consacrées à diverses branches de la biologie végétale et animale: agronomie, biologie et amélioration des plantes utiles, entomologie agricole, nématologie.
- **entomologie médicale et parasitologie**: systématique et biologie des arthropodes d'intérêt médical et vétérinaire, parasitologie, épidémiologie des grandes endémies tropicales, méthodes de lutte contre les vecteurs et les nuisances.
- **géologie**: pétrologie et cycles des éléments (géochimie) - hydrogéologie - altération et érosion - sédimentologie - stratigraphie - orogénèse continentale - métallogénèse - paléogéographie - structure et évolution des fonds océaniques.
- **hydrologie**: études, méthodes d'observation et d'exploitation des données concernant les cours d'eau intertropicaux et leurs régimes.
- **océanographie**: hydrologie, physico-chimie, hydrodynamique, écologie, caractérisation des chaînes alimentaires, niveaux de production, dynamique des stocks, prospection faunistique (Sud-ouest Pacifique, Canal de Mozambique et environs, Atlantique Tropical Est).
- **hydrobiologie**: physico-chimie, écologie, caractérisation des chaînes alimentaires, dynamique des stocks, action des insecticides sur la faune (Bassin Tchadien, Côte d'Ivoire).
- **pédologie**: problèmes soulevés par l'étude des sols: morphologie, caractérisation physico-chimique et minéralogique, classification, relations entre sols et géomorphologie, problèmes liés aux sels, à l'eau, à l'érosion, à la fertilité.
- **sciences humaines**: études géographiques, sociologiques, économiques, démographiques et ethnologiques.

MÉMOIRES ORSTOM: consacrés aux études approfondies (synthèses régionales, thèses...) dans les diverses disciplines scientifiques (85 titres parus).

ANNALES HYDROLOGIQUES: depuis 1959, deux séries sont consacrées: l'une, aux Etats africains d'expression française et à Madagascar, l'autre aux Territoires et Départements français d'Outre-Mer.

FAUNE TROPICALE: collection d'ouvrages principalement de systématique, pouvant couvrir tous les domaines géographiques où l'ORSTOM exerce ses activités (19 titres parus).

INITIATIONS/DOCUMENTATIONS TECHNIQUES: mises au point et synthèses au niveau, soit de l'enseignement supérieur, soit d'une vulgarisation scientifiquement sûre (33 titres parus).

TRAVAUX ET DOCUMENTS DE L'ORSTOM: cette collection, diverse dans ses aspects et ses possibilités de diffusion, a été conçue pour s'adapter à des textes scientifiques ou techniques très variés quant à leur origine, leur nature, leur portée dans le temps ou l'espace, ou par leur degré de spécialisation (66 titres parus).

Les études en matière de géophysique (gravimétrie, sismologie, magnétisme...) sont publiées, ainsi que certaines données (magnétisme) dans des séries spéciales: **GÉOPHYSIQUE** et **OBSERVATIONS MAGNÉTIQUES**.

L'HOMME D'OUTRE-MER: cette collection, exclusivement consacrée aux sciences de l'homme, est réservée à des textes d'auteurs n'appartenant pas à l'ORSTOM, mais dont celui-ci assure la valeur scientifique (co-édition Berger-Levrault) (10 ouvrages parus).

De nombreuses **CARTES THÉMATIQUES**, accompagnées de **NOTICES**, sont éditées chaque année, intéressant des domaines scientifiques ou des régions géographiques très variées.

BULLETIN ANALYTIQUE D'ENTOMOLOGIE MÉDICALE ET VÉTÉRINAIRE (périodicité mensuelle; ancienne dénomination jusqu'en 1970: Bulletin signalétique d'entomologie médicale et vétérinaire) (XXIV^e année).

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER

Direction générale

24, rue Bayard, 75008 PARIS

Service des Publications

70-74, route d'Aulnay, 93140 BONDY, FRANCE

Imprimerie Ateliers Morel

— O.R.S.T.O.M. Éditeur —

Dépôt légal : 2^e trim. 1977

— I.S.B.N. 2-7099-0442-X —