

Les annélides polychètes de Côte d'Ivoire

IV. - Relations faune-sédiments

André INTÈS (1) et Pierre LE LÉUEFF (2)

RÉSUMÉ

Le milieu sédimentaire du plateau continental est décrit, l'étude portant particulièrement sur la teneur en éléments fins (lutiles), la valeur de la médiane de la distribution en taille des particules, les taux de carbonate (indice de présence des éléments grossiers) et de matière organique (carbone et azote). Une attention particulière est portée à la matière organique dans le sédiment; sa répartition sur le plateau continental, sa nature et son origine sont discutées en relation avec l'abondance observée des annélides, à partir des résultats d'analyses de variance portant sur les taux de C et N, le rapport C/N, les effectifs des récoltes faunistiques.

L'Analyse de Gradient, choisie comme moyen de traitement, conduit à l'ordination des espèces sur l'échelle des cinq facteurs considérés. La composition, en référence aux grandes catégories trophiques, des groupes d'annélides issus des ordinations sur les facteurs « lutiles » et « matière organique », est étudiée. Un classement des espèces par groupes d'affinités sédimentologiques est obtenu en faisant appel à une méthode de partition (Nuées Dynamiques) dans l'espace des trois principaux facteurs (lutiles, carbone, carbonate), complétée par une représentation hiérarchisée en dendrogramme. On distinguera ainsi des polychètes de sables purs, de sables envasés, de sables vaseux, de vases très sableuses, de vases, de vases très sableuses organogènes, de sables vaseux organogènes.

Ces observations viennent, dans l'ensemble, confirmer les études antérieures sur les relations entre faune annélienne et milieu sédimentaire, dans le golfe de Guinée comme dans l'Atlantique nord-oriental; elles apportent aussi des informations sur une cinquantaine d'espèces dont on ne savait rien ou presque de l'écologie.

MOTS-CLÉS : Benthos — Polychètes — Sédiments — Granulométrie — Matière organique — Écologie — Golfe de Guinée.

ABSTRACT

POLYCHAETA OF IVORY COAST.

IV. RELATIONSHIPS BETWEEN FAUNA DISTRIBUTION AND THE NATURE OF THE DEPOSITS

The environmental conditions of the soft deposits on the continental shelf off Ivory Coast are described. The study deals with the fine particles (lutiles) content, median particle size, carbonate and organic matter (carbon and nitrogen) rates. A special attention is given to the organic matter in the bottom deposits; its repartition on the continental shelf, its nature and origin are discussed in relation with the observed abundance of annelid fauna, from the results of variance analysis applied to carbon and nitrogen rates, C/N ratio, fauna abundance data.

A Gradient Analysis leads to an ordination of the polychaeta species along these five environmental factors. Relationships between the species ordinations, with regards to fine particle and organic matter content, and their diet ethology is studied. Using of a partition method (Nuées Dynamiques) in the three dimensional space of the main factors (lutiles content, carbonate and carbonate rates) and hierarchy analysis, several assemblages of polychaeta species, linked by their sedimentological affinities, are separated into: species of clean sand, dirty sand, muddy sand, very muddy sand, very sandy mud, mud, very sandy calcareous mud, muddy calcareous sand.

(1) Centre ORSTOM, B.P. 529, Papeete, Tahiti, Polynésie Française.

(2) Antenne ORSTOM, Centre IFREMER, B.P. 1049, 44037 Nantes Cedex.

These results confirm earlier studies in the gulf of Guinea and the north-west Atlantic on the relationships between the annelid fauna and the sedimentary environment; they also give new informations on the ecology of about fifty species.

KEY WORDS : Benthos — Polychaeta — Soft deposits — Particle-size distribution — Organic matter — Ecology — Gulf of Guinea.

INTRODUCTION

Ce texte représente le quatrième volet d'un travail d'ensemble sur la faune d'annélides polychètes de Côte d'Ivoire. Les deux premiers (INTÈS et LE LÆUFF, 1975 et 1977) ont permis d'établir l'inventaire systématique des 237 espèces rencontrées et de décrire 13 espèces nouvelles; la troisième (INTÈS et LE LÆUFF, 1984) étudie la répartition des polychètes en fonction des conditions hydroclimatiques du milieu.

Il est prévu de publier une dernière partie, qui tentera de rassembler en une synthèse l'ensemble des observations pour définir et caractériser les taxocénoses annéliennes.

On se reportera utilement aux références précédentes qui donnent l'origine du matériel et exposent les méthodes d'échantillonnage.

1. LE MILIEU SÉDIMENTAIRE

La couverture sédimentaire du plateau continental de Côte d'Ivoire a été sommairement décrite par RANCUREL (1968), puis précisée par DUGAS (1968). C'est cependant des travaux beaucoup plus complets et détaillés de MARTIN (1977), également auteur de la carte sédimentologique de la région (1973), que sont tirées les considérations suivantes.

La largeur moyenne du précontinent au large de la Côte d'Ivoire n'est que de 12 milles; son extension maximum (19 milles) se situe au large de Sassandra et à la frontière orientale avec le Ghana; il est marqué devant Abidjan par un accident majeur, le Trou-sans-fond, vaste canyon sous-marin. A l'exception de lignes d'affleurements rocheux, témoins de formations littorales reliques repérées au-delà des 50 m, et de pointements rocheux du socle dans l'ouest, entre 0 et 40 m, ce plateau est, dans l'ensemble, peu accidenté avec une pente douce et régulière de 2 %. Au niveau de l'isobathe des 15 m on observe cependant un relèvement du fond assez brutal, à l'origine du phénomène de la barre qui interdit pratiquement d'approcher en bateau la frange côtière. La bordure du plateau est marquée par une rupture de pente qui se produit vers 120 m de profondeur.

Les fonds sont caractérisés par l'existence, du littoral à 50-70 m, d'une zone de dépôts de sable d'origine continentale. Au-delà, la fraction grossière des sédiments est un détritique organogène relicte

(mélobésiées, madréporaires, foraminifères). Les formations vaseuses reposent sur ce substratum; les plus anciennes s'étagent tout le long du littoral; actuellement le taux de sédimentation y est faible et l'on peut observer un phénomène de remaniement de la fraction fine par minéralisation des déjections d'organismes benthiques limivores (mollusques, polychètes, sipunculien, échiuriens); des granules solides, verts ou marrons, prennent ainsi naissance, cités par MARTIN (1977) sous le nom de « pelotes fécales ». La teneur du sédiment en « pelotes fécales » peut atteindre jusqu'à 75 % (en poids). Aujourd'hui, les vases continuent de se déposer au débouché des fleuves et s'étendent à l'ouest des estuaires sous l'influence du sous-courant ivoirien (LEMASSEN et RÉBERT, 1968, 1973). Il faut noter, en Côte d'Ivoire, la rareté des sables grossiers et l'absence de graviers.

Le tableau I résume les principales caractéristiques des différents types de fonds meubles rencontrés.

1.1. Les sables

Ils sont définis comme comprenant plus de 95 % d'éléments de diamètre compris entre 50 et 2 000 μm .

Les *sables grossiers* ne figurent pratiquement pas dans les prélèvements. Les *sables moyens* sont présents sur tout le littoral ivoirien; ils sont d'une couleur jaune-roux car la plupart des grains de quartz sont revêtus d'une pellicule d'oxyde de fer. Les *sables fins* sont surtout rencontrés sur la côte est, en association avec les précédents; leur teinte varie du jaune-roux au gris selon la teneur en oxyde de fer. Les *sables très fins*, le plus souvent gris, peuvent contenir des micas et des « pelotes fécales » de même taille que les grains de quartz; ils sont disposés en bandes plus ou moins continues, en recouvrement des sables moyens et fins, sur toute la frange côtière.

Tous les sables sont très bien classés.

1.2. Les sédiments envasés

La limite supérieure de taille des éléments fins, appelés selon les auteurs lutites ou pélites, correspond ici à 50 μm . Les *sables vaseux* peuvent être classés, comme précédemment les sables, en moyens, fins, très fins selon la nature de leur fraction grossière; les deux premières catégories se répartissent à la périphérie des sables alors que les sables vaseux très

TABLEAU I
Caractéristiques des sédiments de la région étudiée
Main deposit features in the studied area

	Taux de lutites (%)	Médiane (µm)	Coefficient de Trask (S0)	Taux de calcaire (%)	Teneur en azote (%)	Extension verticale (m)
sable moyen	< 5	315 à 500	1,4 à 1,5	0,2 à 6,7	0 à 1	0 à 40
sable fin	< 5	160 à 315	1,3	0,7 à 5,0	0 à 1	0 à 40
sable très fin	< 5	50 à 160	1,0 à 1,3	0,9 à 10,4	0 à 1	0 à 30
sable vaseux	5 à 25	90 à 170	1,1 à 2,1	2,8 à 19,9	0 à 1	10 à 60
détritique envasé	14 à 47	60 à 95	2,1 à 5,0	14,4 à 41,0	0 à 1	80 à 150
vase très sableuse	25 à 50	55 à 92	2,0 à 3,4	3,0 à 18,3	0 à 1	20 à 80
vase sableuse	50 à 75	28 à 60	2,0 à 3,2	6,2 à 9,5	0,5 à 1,5	70 à 200
vase	>75	17 à 60	1,7 à 2,8	5,1 à 9,9	1 à 2	35 à 100

fins occupent une position analogue à celle des sables très fins.

Dans les *vases très sableuses* et les *vases sableuses*, la proportion des éléments non quartzeux (« pelotes fécales », débris organogènes) augmente sensiblement; ces sédiments font suite, en allant vers le large, aux sables vaseux.

Les *vases* s'étendent aux embouchures des grands cours d'eau. Trois grandes aires vaseuses sont situées dans la zone d'étude : en liaison avec la Comoé, une grande vaseuse couvre, devant Abidjan, les fonds de 40 à 100 m de part et d'autre du Trou-sans-fond; elle est notablement plus importante à l'est. Les deux autres, au débouché du Bandama et du Sassandra, s'étalent de 20 m jusqu'au rebord du talus.

1.3. Les sédiments organogènes

Sables vaseux et vases sableuses organogènes constituent ce qu'on nommera dorénavant détritique organogène envasé. Ce détritique, à forte teneur en calcaire, se rencontre au voisinage des affleurements rocheux parallèles à la côte, restes d'anciennes lignes de rivage; il s'est formé par désagrégation de ces roches, de nature pétrographique simple; ce sont des grès de plage très fortement calcaires (50 à 90 % de CO₃Ca); ce calcaire est représenté par des éléments

grossiers d'origine biologique et il en constitue également le ciment, sous forme de calcite recristallisée secondairement, provenant de la dissolution de fragments de coquilles, mélobésiées et autres organismes. Le détritique se répartit de 60 m jusqu'au bord du talus. C'est un sédiment hétérogène, mal classé.

2. PRINCIPAUX CARACTÈRES DES SÉDIMENTS PRIS EN CONSIDÉRATION DANS L'ANALYSE

Dans ce contexte sédimentaire, les 113 stations de récolte (1 à 106, 139 à 145) qui font l'objet de l'étude couvrent la plupart des types de fonds rencontrés, à l'exception des sables grossiers, très rares en Côte d'Ivoire sauf dans l'extrême ouest qui n'a pas été exploré, et du détritique organogène à très forte teneur en calcaire (> 50 %), cantonné aux frontières est et ouest.

Pour caractériser les prélèvements et les comparer entre eux, cinq paramètres (tabl. II) dont l'importance pour expliquer la répartition des espèces a été maintes fois soulignée, ont été choisis et mesurés :

— la teneur en fraction fine (lutites) mesure le degré d'envasement du substrat;

— la médiane granulométrique est essentiellement utilisée pour établir des différences entre des sables par ailleurs tous bien classés;

— la teneur en carbonate témoigne de la présence dans le sédiment de débris calcaires de taille variée; on associera donc ce paramètre à la notion d'hétérogénéité;

— la teneur en carbone est l'indice mesurant la matière organique totale dans le sédiment;

— la teneur en azote est le témoin d'une matière organique encore active comme le remarquait déjà FAGE (1951).

Les figures 1, 2, 3, 4 résument l'essentiel de l'information; les prélèvements y sont représentés dans les plans lutites/carbonate, lutites/carbone, lutites/azote, carbone/azote.

2.1. Teneur en carbonate (fig. 1)

La teneur en carbonate est, pour la majorité des prélèvements, inférieure à 10 %, quelle que soit, par ailleurs, la charge en particules fines; dans ce type de sédiments, dont la fraction grossière est, pour l'essentiel, constituée de grains de quartz ou de pelotes fécales, le calcaire tire son origine de la production d'organismes contemporains, mollusques et échinodermes notamment. Un certain nombre d'échantillons, dont le taux de lutites se situe entre 15 et 55 % contiennent une quantité notable de calcaire, supérieure à 12-13 %; la plupart relèvent de la catégorie détritique organogène envasé mais quelques-uns (20, 40, 42, 43, 51, 142) sont des vases sableuses ou sables vaseux coquilliers.

TABLEAU II

Principales données physiques aux stations de prélèvement
Depth and sedimentary data at the worked stations

Code Station	Profondeur (m)	Lutites (%)	Carbonate (%)	Carbone (%)	Azote (%)	Médiane granulométrique (µm)
1	20	10	3.0	1.638	0.113	
2	15	1	0.3	0.078	0.005	300
3	20	1	0.2	0.075	0.005	360
4	25	2	0.8	0.080	0.005	220
5	30	2	2.0	0.080	0.005	260
6	35	2	2.4	0.145	0.009	256
7	40	95	6.5	2.363	0.156	
8	50	94	7.0	2.324	0.164	
9	70	98	5.5	2.464	0.180	
10	100	98	5.0	3.042	0.243	
11	15	8	2.8	0.326	0.040	92
12	22	20	4.3	1.505	0.117	
13	30	80	6.1	1.583	0.154	20
14	40	69	6.3	1.025	0.113	
15	50	75	8.0	1.255	0.088	
16	70	76	7.6	1.367	0.096	
17	100	55	2.8	0.793	0.092	
18	10	33	3.0	0.607	0.042	
19	15	6	4.0	0.214	0.019	
20	22	43	15.0	1.571	0.126	
21	30	45	10.0	1.084	0.082	
22	40	40	9.0	1.348	0.107	
23	50	30	8.0	1.229	0.102	
24	70	20	20.0	0.621	0.054	
25	100	23	10.0	0.725	0.062	
26	200	98				
27	15	1	0.7	0.098	0.006	232
28	20	3	0.9	0.227	0.015	153
29	25	30	9.4	1.690	0.100	85
30	30	46	8.5	1.747	0.105	
31	35	60	9.4	1.690	0.091	43
32	40	52	9.5	1.766	0.102	48
33	50	61	8.2	1.731	0.107	28
34	60	86	7.2	1.848	0.128	27
35	80	91	9.9	1.583	0.123	17
36	100	69	7.8	1.027	0.084	
37	200					
38	15	1	2.3	0.123	0.007	160
39	20	15	4.8	1.201	0.083	120
40	25	23	13.5	1.740	0.103	110
41	30	3	10.4	0.237	0.014	160
42	35	35	19.9	0.850	0.060	
43	40	44	18.3	1.220	0.090	65
44	50	50	8.0	1.216	0.100	73
45	60	75	8.5	1.560	0.130	22
46	80	78	8.1	1.345	0.119	50
47	100	56	4.6	0.920	0.083	40
48	200	22				
49	15	1	0.9	0.094	0.006	265
50	20	2	2.7	0.372	0.021	162
51	25	30	12.9	1.360	0.092	90
52	30	39	8.6	1.392	0.097	90

53	35	48	11.2	1.212	0.071	
54	40	51	9.7	1.292	0.088	40
55	50	61	7.4	1.630	0.116	30
56	60	78	7.7	1.630	0.116	19
57	80	90	9.5	1.193	0.105	27
58	100	57	6.2	0.996	0.080	
59	200					
60	15	1	2.2	0.092	0.007	120
61	30	0	1.7	0.061	0.004	390
62	35	1	2.6	0.076	0.007	360
63	40	1	4.1	0.074	0.004	337
64	50	9	4.6	0.219	0.017	90
65	60	35	6.7	0.426	0.031	85
66	80	43	11.7	0.780	0.074	80
67	100	90	5.6	1.127	0.108	60
68	220					
69	12	3	2.6	0.110	0.006	95
70	20	3	4.2	0.112	0.010	95
71	30	1	3.1	0.081	0.006	315
72	35	1	2.2	0.072	0.010	270
73	40	8	5.6	0.213	0.017	110
74	50	17	6.4	0.380	0.036	130
75	30	28	8.2	0.575	0.045	92
76	80	57	6.5	1.127	0.108	35
77	100	90	4.0	1.517	0.143	
78	200					
79	10	5	2.4	0.120	0.011	96
80	20	1	1.5	0.100	0.007	460
81	30	4	3.1	0.171	0.017	96
82	35	1	6.7	0.073	0.003	410
83	40	7	4.7	0.187	0.010	102
84	50	14	22.4	0.414	0.040	120
85	60	14	27.0	0.411	0.039	185
86	80	33	16.4	0.813	0.080	
87	100	47	14.4	0.994	0.099	55
88	170					
89	20	6	3.2	0.336	0.028	90
90	30	1	0.3	0.077	0.005	315
91	35	1	2.6	0.097	0.006	375
92	40	1	2.6	0.104	0.007	270
93	50	18	9.2	0.575	0.049	170
94	60	25	14.4	0.758	0.069	118
95	80	30	32.6	1.097	0.094	95
96	100	28	28.0	0.820	0.069	90
97	200					
98	20	11	3.2	0.072	0.006	
99	30	3	2.3	0.071	0.010	60
100	35	11	7.7	0.198	0.017	110
101	40	7	6.0	0.351	0.027	100
102	50	20	8.3	0.312	0.031	140
103	60	20	9.0	0.313	0.032	
104	80	41	24.0	0.707	0.067	80
105	100	33	34.8	0.625	0.052	
106	200					
139	44	35	9.0	1.302	0.105	
140	100	23	10.0	0.725	0.062	
141	110	20	41.0	0.805	0.070	
142	41	55	16.0	1.911	0.130	
143	48	93	2.0	3.168	0.240	
144	49	96	3.0	2.816	0.220	
145	42	92	4.0	2.396	0.170	

2.2. Particules fines et matière organique (fig. 2, 3, 4)

De nombreux travaux (par exemple GLÉMAREC, 1969; NICHOLS, 1970; LIE, 1974, 1978; et plus récemment DOMAIN, 1980, dans une étude sur la région Sénégal-Mauritanie) ont souligné la liaison existant entre les teneurs du sédiment en éléments fins et en matière organique, pour deux raisons principales : d'une part cette matière organique s'adsorbe à la surface des grains, d'autre part la compacité des milieux vaseux limite les phénomènes d'oxydation, lui permettant aussi de s'accumuler.

En Côte d'Ivoire on observe également une augmentation des taux de carbone (indice de la teneur en matière organique totale) et d'azote dans les sédiments quand leur proportion de vase augmente (fig. 2 et 3), cette relation apparaissant plus lâche

pour le carbone que pour l'azote. Dans les vases pures (fraction fine > 85-90 %) la matière organique peut atteindre des valeurs particulièrement élevées (teneur en carbone > 2 %). Il y aurait ainsi possibilité d'accumulation et rétention de matière organique à partir d'un certain seuil; le même phénomène a été observé par GLÉMAREC (1969) dans le golfe du Morbihan.

La teneur du sédiment en matière organique est un facteur important de la richesse des fonds en organismes benthiques de substrats meubles. La relation trophique peut être primaire (dépositives et limivores fouisseurs) ou secondaire (carnivores). Chez les polychètes étudiées dans ce travail, les plus communément rencontrées, ces trois groupes trophiques regroupent 94 % des espèces.

La quantité de matière organique présente sur le

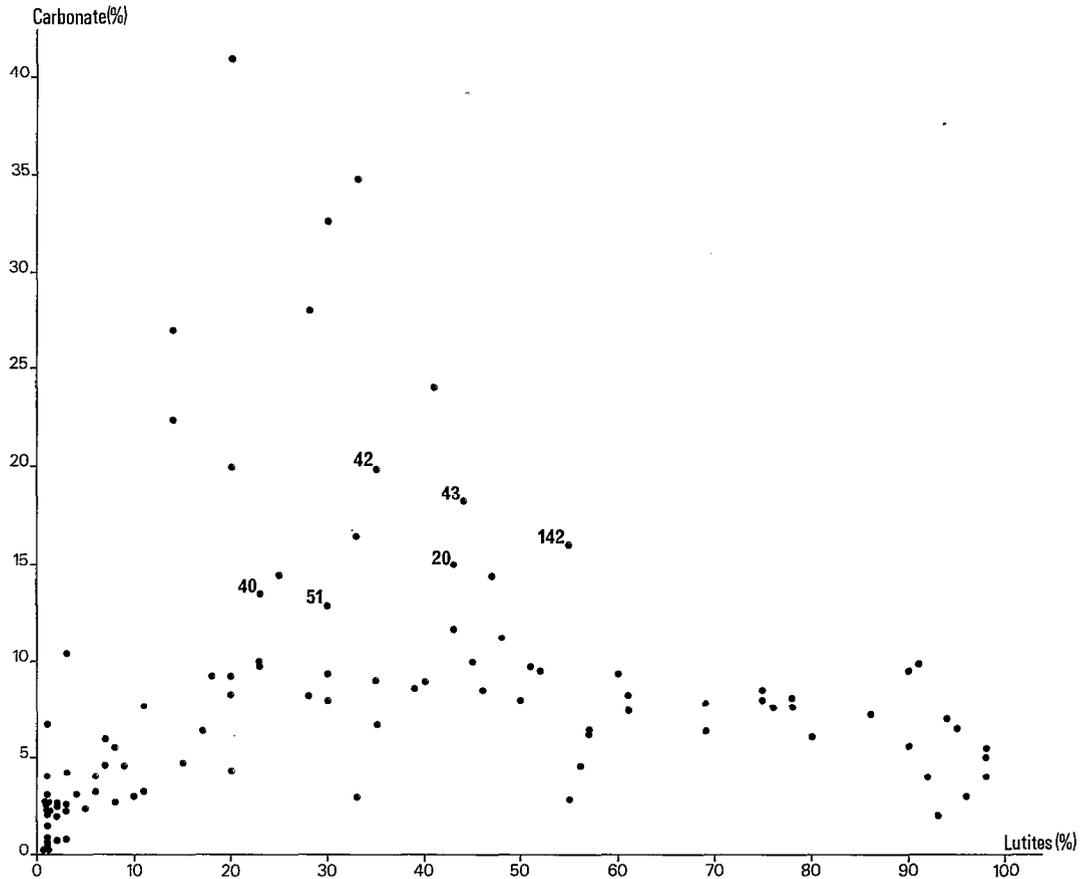


FIG. 1. — Représentation des sédiments aux stations de prélèvement dans le plan des valeurs mesurées de taux de lutites et de teneur en carbonate. Les prélèvements dont le texte fait mention sont désignés par leur numéro de code

Deposits at the worked stations represented by their lutites content and carbonate rate values. Samples which are mentioned in the text are designated by their numerical code

fond est mesurée ici par le taux de carbone ou le taux d'azote, étroitement liés l'un à l'autre (fig. 4). La qualité de cette matière organique trouve son expression dans la valeur du rapport C/N qui, dans la région prospectée, varie de 7,1 à 24,3.

Au cours du processus de minéralisation, la proportion de carbone augmente. Un chiffre de C/N élevé signale la présence de matière déjà dégradée. C'est en particulier le cas de matériel d'origine terrigène, qui, avant sédimentation sur le fond, a subi un transport au cours duquel la dégradation a été déjà amorcée. En revanche, un rapport C/N faible est l'indice d'une matière organique fraîchement déposée (production océanique locale); c'est aussi le signe d'une composante animale importante (taux plus fort de protéides); selon RULLIER (1959) et GLÉMAREC (1964) un chiffre de C/N supérieur à 12 implique une origine végétale dominante de la matière organique. On conclura enfin avec CHARDY

(1975) qu'une matière fraîche et active (C/N faible) implique la présence d'une flore bactérienne abondante accompagnée de la micro et méiofaune qui s'alimente à ses dépens, situation qui tend encore à faire diminuer le rapport.

On étudiera, sur le plateau continental de Côte d'Ivoire, dans les régions intéressées par les prélèvements, la répartition des taux de carbone et d'azote, du rapport C/N, de même que celle des effectifs de polychètes (ramenés à 100 l de sédiment), considérés comme témoignant, faute de pouvoir disposer de meilleur indice, de la richesse biologique des fonds.

Les échantillons, aussi bien sédimentologiques que faunistiques, ont été obtenus sur des radiales à des profondeurs déterminées (échantillonnage systématique). Trois régions ont été prospectées, chacune correspondant à un aspect local de la situation océanographique générale sur le plateau continental de Côte d'Ivoire : à l'ouest, les deux radiales situées

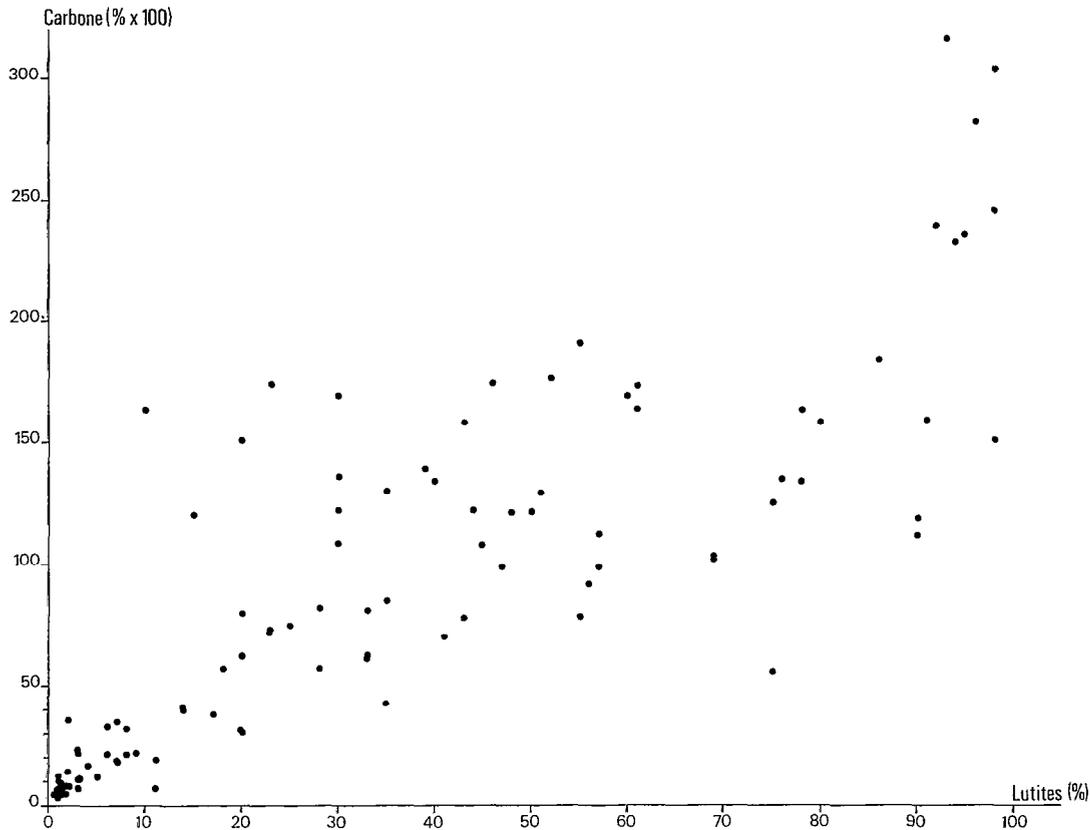


FIG. 2. — Représentation des sédiments aux stations de prélèvement dans le plan des valeurs mesurées des taux de lutites et de carbone

Deposits at the worked stations represented by their lutiles content and carbon rate values

au débouché des fleuves Sassandra et Bandama ($6^{\circ} 01'$ et $5^{\circ} 04' 5''$ W) représentent une zone où les apports continentaux sont importants avec, également, la manifestation d'un upwelling saisonnier puissant; au centre, les cinq radiales entre Jacqueline et Abidjan ($4^{\circ} 20'$; $4^{\circ} 15'$; $4^{\circ} 09'$; $4^{\circ} 05'$; $4^{\circ} 02'$ W) se situent sur des fonds où l'influence terrigène est faible et celle de l'upwelling prépondérante bien que moins intense qu'à l'ouest; enfin, à l'est, au large de Grand-Bassam, séparées des précédentes par le canyon du Trou-sans-fond, 4 radiales ($3^{\circ} 52', 8''$; $3^{\circ} 49', 5''$; $3^{\circ} 48', 7''$; $3^{\circ} 36', 7''$ W) correspondent à une région où se déversent les eaux de la Comoé et du système lagunaire Ébrié, avec un upwelling encore présent.

Une analyse de variance est entreprise sur chaque série de données (C, N, C/N, effectifs), regroupées en trois cellules (chaque cellule représentant une région) et intéressant les profondeurs de 15, 20, 30, 35, 40, 50, 60-70, 80, 100 m. Les effectifs d'espèces dans les échantillons ont subi une transformation $\ln(x+1)$ pour normaliser les distributions et surtout homogénéiser les variances.

RÉSULTATS

— Teneur en carbone (fig. 5 A)

L'analyse met en évidence des effets « région » ($F = 48,37$ pour 2 et 72 DL) et « profondeur » ($F = 8,46$ pour 8 et 72 DL) hautement significatifs, avec une interaction des deux facteurs, hautement significative également ($F = 4,01$ pour 16 et 72 DL).

Un test t portant sur les écarts entre les effets liés aux régions permet de séparer nettement le centre (2) de l'ouest (1) et de l'est (3). Pour 72 DL on trouve $t(1-2) = 6,37$; $t(1-3) = 1,03$; $t(2-3) = 9,29$.

L'interaction est mise en évidence sur la figure 5 A (moyennes des teneurs en carbone aux différentes profondeurs pour chacune des régions); aucun des tracés n'est similaire; les différences peuvent être rattachées au contexte sédimentaire et mettent une nouvelle fois en relief la liaison éléments fins-matière organique : entre Abidjan et Jacqueline les substrats sableux s'étendent jusqu'à 40 m, l'envasement devenant ensuite progressif; au large du Sassandra et du Bandama les vases alluvionnaires sont proches de

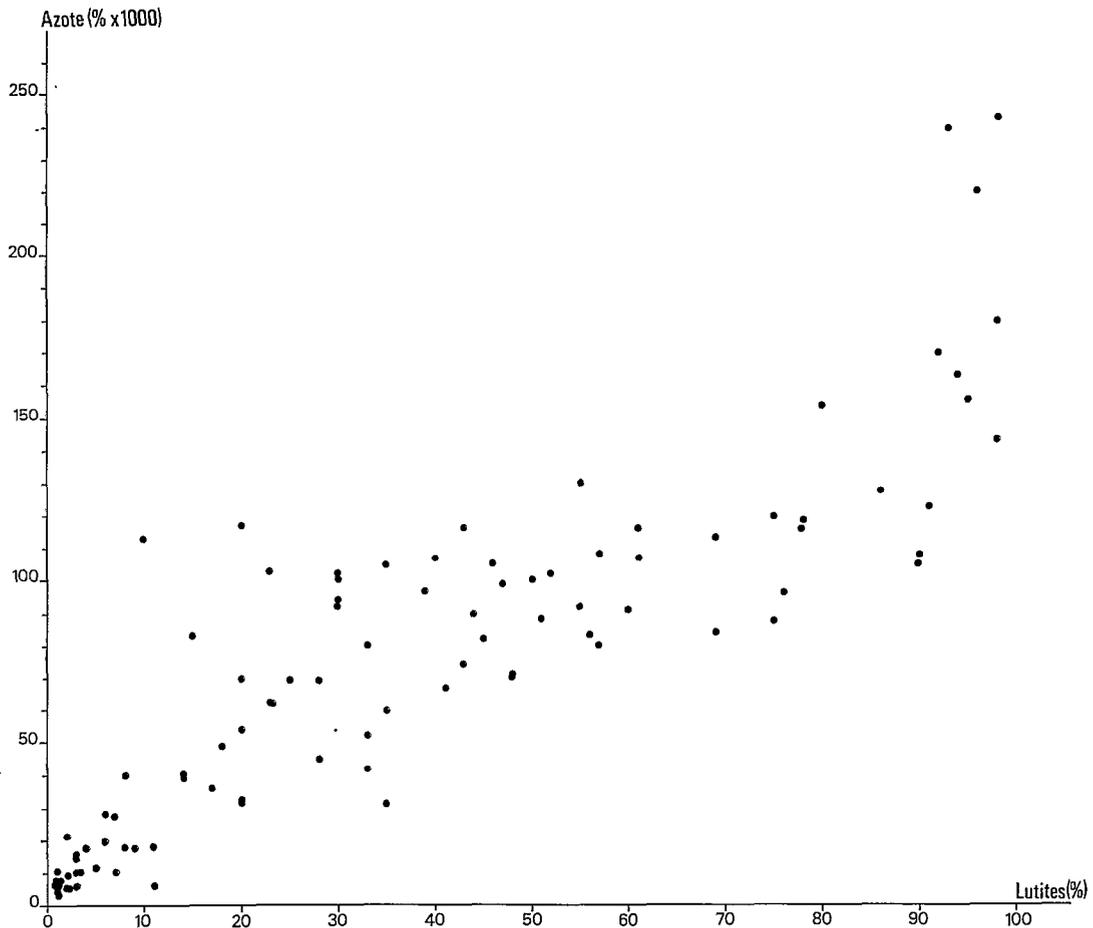


FIG. 3. — Représentation des sédiments aux stations de prélèvement dans le plan des valeurs mesurées des taux de lutites et d'azote
Deposits at the worked stations represented by their luitis content and nitrogen rate values

la côte, alors qu'elles sont plus profondes devant Grand-Bassam.

— *Teneur en azote* (fig. 5 B)

Les résultats sont tout à fait analogues aux précédents avec effets hautement significatifs des facteurs région ($F = 41,64$), profondeur ($F = 11,90$), et interaction des facteurs ($F = 4,19$). La zone centrale se distingue nettement des deux autres ($t(1-2) = 7,16$; $t(1-3) = 0,69$; $t(2-3) = 8,07$).

L'interaction est interprétée de la même façon.

— *Rapport C/N* (fig. 5 C)

Les effets région ($F = 13,42$) et profondeur ($F = 3,21$) sont ici, également, hautement significatifs. Il n'y a pas d'interaction nette ($F = 0,87$). C'est la région est (3) qui apparaît particulière vis-à-vis des

deux autres, qui ne peuvent être différenciées ($t(1-2) = 0,98$; $t(1-3) = 4,36$; $t(2-3) = 4,42$).

— *Effectifs* (fig. 5 D)

On observe encore des effets région ($F = 11,80$) et profondeur ($F = 6,62$) hautement significatifs, avec une interaction significative au seuil 1 % ($F = 2,35$). Comme dans le cas du rapport C/N, la région est s'individualise clairement ($t(1-2) = 0,33$; $t(1-3) = 4,36$; $t(2-3) = 4,42$).

La figure 5 D fait ressortir une grande similitude entre ouest et centre avec un accroissement régulier des effectifs de 15 à 80 m. L'interaction est due aux variations particulières des effectifs à l'est (tracé 3) qui augmentent rapidement de 15 à 35 m, puis diminuent très sensiblement jusqu'au rebord du plateau.

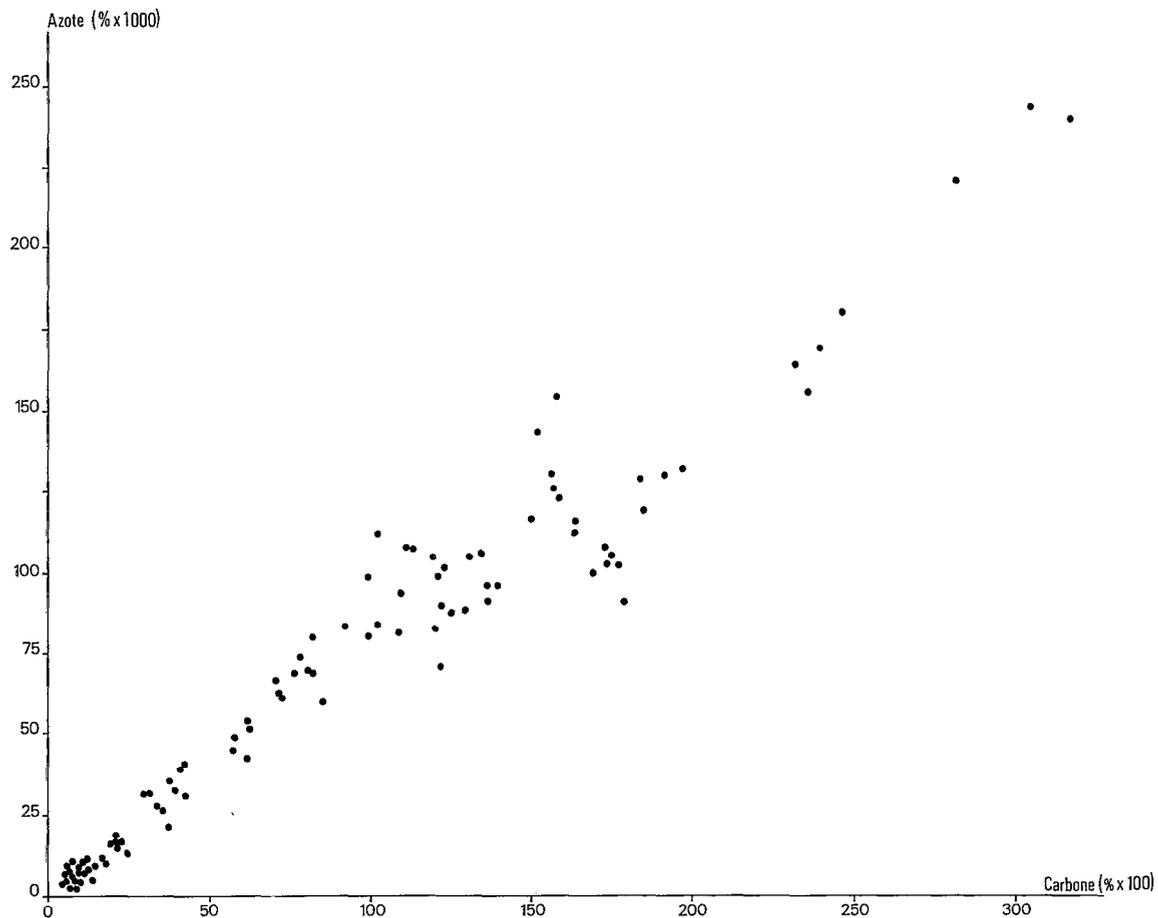


FIG. 4. — Représentation des sédiments aux stations de prélèvement dans le plan des valeurs mesurées des taux de carbone et d'azote
Deposits at the worked stations represented by their carbon and nitrogen rate values

DISCUSSION

Les figures 6 et 7 ainsi que les tableaux III et IV résument l'essentiel de l'information sur les variations des quatre séries de données étudiées en fonction des trois zones océaniques considérées et de la bathymétrie.

Les sédiments sont significativement plus riches en matière organique à l'ouest et à l'est qu'au centre (taux de carbone de 1,08 et 1,2 en moyenne contre 0,38). C'est là qu'on rencontre des fleuves importants (Sassandra, Bandama, Comoé); en saison d'upwelling, de juillet à septembre, les biomasses de phytoplancton (DANDONNEAU, 1972) comme de zooplancton (BINET, 1972) sont sensiblement plus fortes à l'ouest qu'à l'est. Cependant, devant Grand-Bassam, la Comoé, avant de se jeter en mer, draine le vaste système lagunaire Ébrié; d'après DUFOR

(1984), la production primaire de ce système correspond à celle d'un upwelling océanique modéré; l'exportation nette de phytoplancton vers l'océan est supérieure à 3 000 t de carbone/an, l'ensemble des apports lagunaires étant responsable de 9 % de la production annuelle nette du plateau continental ivoirien intéressé par ce transport.

Si l'on considère le rapport C/N, l'analyse de variance sépare la région est (14,7) des deux autres (11,8 et 12,4); de même pour les effectifs (3,7 contre 4,4). A l'ouest, la matière organique tire son origine des apports terrigènes et de la production océanique (upwelling); au centre, le rôle de l'upwelling est largement prépondérant; à l'est enfin se combinent les effets de l'upwelling, de la Comoé, du système lagunaire. Toujours d'après DUFOR (1984), le rapport des biomasses du zoo et du phytoplancton serait compris entre 2,5 et 3,4 % en lagune alors qu'il

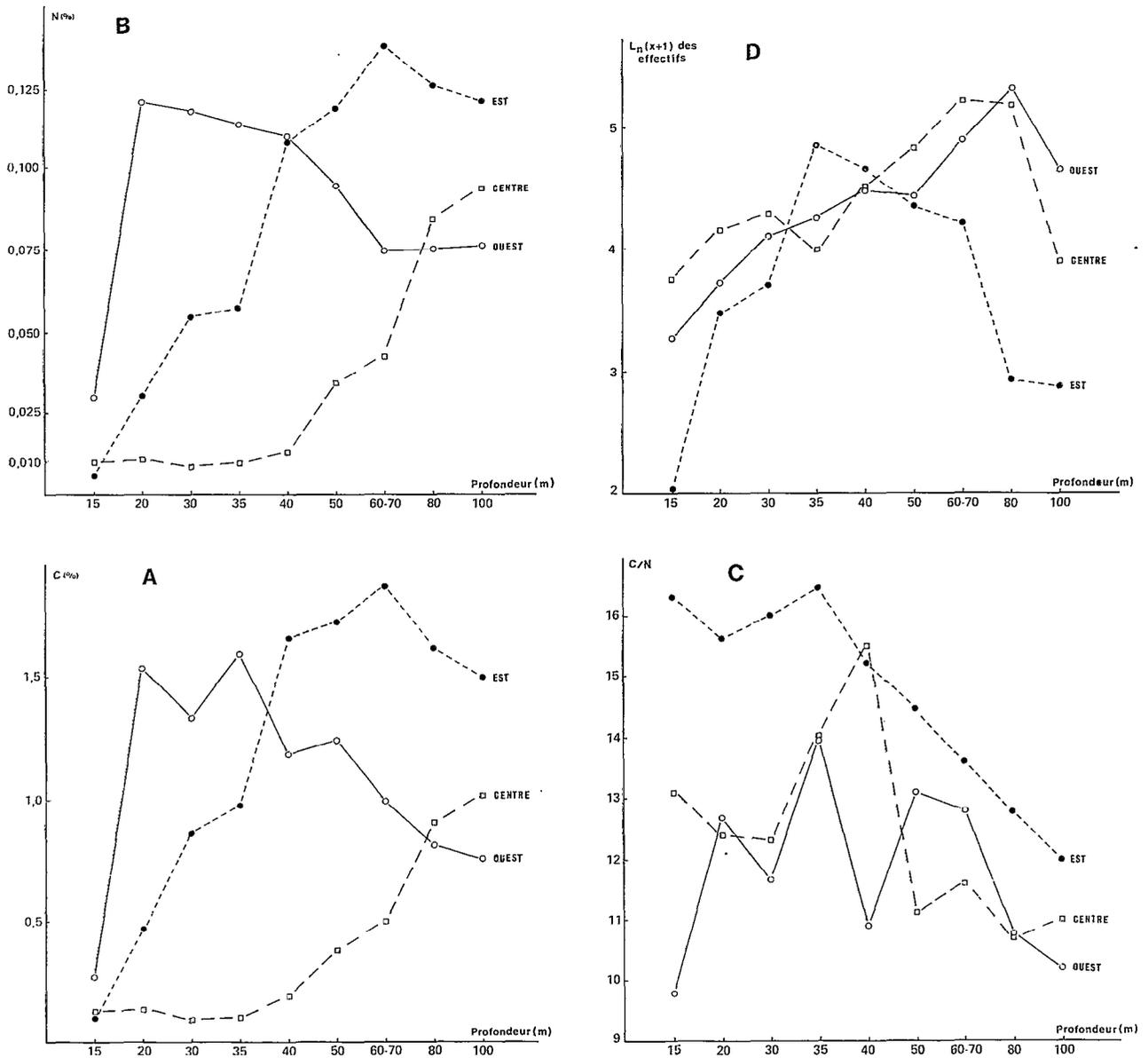


FIG. 5. — Moyennes des teneurs en carbone (5A) et en azote (5B) dans les sédiments, du rapport C/N (5C), des effectifs de polychètes (5D), après transformation $\ln(x - 1)$ aux différentes profondeurs de prélèvement
 Means of carbon (5A) and nitrogen (5B) rates in the deposits, C/N data (5C), abundance ($\ln(x + 1)$) of annelid fauna samples (5D), at the sampled depths

atteindrait 27 % en moyenne dans les eaux néritiques de Côte d'Ivoire. La lagune exporte donc vers le plateau continental de la matière organique en quantité importante, mais essentiellement végétale. Ce caractère particulier des apports continentaux au large de Grand-Bassam peut contribuer à expli-

quer les plus grandes valeurs de C/N rencontrées dans les sédiments de cette région.

Quand on rapproche les chiffres des effectifs de ceux de C, N et C/N on doit conclure que la richesse biologique d'un fond n'est pas directement liée à la quantité de matière organique dans le sédiment.

TABLEAU III

Moyennes et écarts-types (chiffres soulignés) des teneurs du sédiment en carbone et azote, du rapport C/N et des effectifs de polychètes ($\ln(x + 1)$) dans les trois zones océaniques considérées

Means and standard deviations (underlined figures) of carbon and nitrogen rates in the deposits, C/N data, abundance ($\ln(x + 1)$) of annelid fauna samples in the three oceanic studied regions

	région ouest (Sassandra-Bandama)	région centre (Jacqueville-Abidjan)	région est (Grand Bassam)
C	1.08 <u>0.45</u>	0.38 <u>0.37</u>	1.20 <u>0.79</u>
N	0.091 <u>0.034</u>	0.034 <u>0.035</u>	0.085 <u>0.058</u>
C/N	11.77 <u>1.90</u>	12.40 <u>3.10</u>	14.72 <u>1.93</u>
$\ln(x+1)$ des effectifs	4.36 <u>0.81</u>	4.43 <u>0.90</u>	3.69 <u>1.16</u>

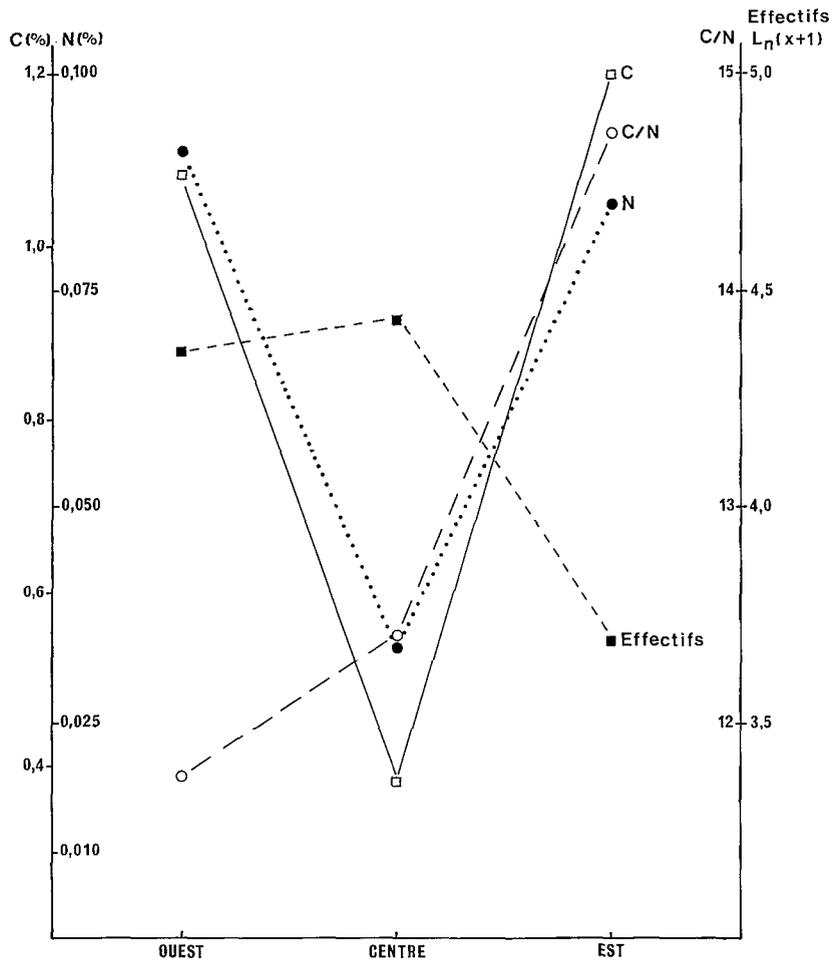


FIG. 6. — Moyennes des teneurs en carbone et azote des sédiments, du rapport C/N, des effectifs de polychètes ($\ln(x + 1)$), dans les trois régions considérées

Means of carbon and nitrogen rates of the deposits, C/N data, annelid fauna abundance ($\ln(x + 1)$) in each studied oceanic region

TABLEAU IV

Moyennes et écarts/types (chiffres soulignés) des teneurs du sédiment en carbone et azote, du rapport C/N et des effectifs de polychètes ($\ln(x + 1)$) aux profondeurs de prélèvement

Means and standard deviations (underlined figures) of carbon and nitrogen rates in the deposits, C/N data, abundance ($\ln(x + 1)$) of annelid fauna samples at the sampled depths

	15m	20m	30m	35m	40m	50m	60-70m	80m	100m
C	0.14 <u>0.07</u>	0.51 <u>0.60</u>	0.60 <u>0.70</u>	0.69 <u>0.71</u>	0.90 <u>0.77</u>	1.03 <u>0.70</u>	1.09 <u>0.72</u>	1.15 <u>0.44</u>	1.14 <u>0.67</u>
N	0.012 <u>0.010</u>	0.039 <u>0.047</u>	0.045 <u>0.054</u>	0.046 <u>0.046</u>	0.066 <u>0.054</u>	0.076 <u>0.045</u>	0.084 <u>0.050</u>	0.098 <u>0.029</u>	0.101 <u>0.053</u>
C/N	13.65 <u>3.22</u>	13.61 <u>1.90</u>	13.52 <u>3.12</u>	14.92 <u>4.46</u>	14.55 <u>2.86</u>	12.73 <u>2.09</u>	12.52 <u>1.64</u>	11.45 <u>1.30</u>	11.22 <u>1.21</u>
$\ln(x+1)$ des effectifs	3.05 <u>1.21</u>	3.83 <u>0.69</u>	4.04 <u>0.69</u>	4.36 <u>0.84</u>	4.56 <u>0.48</u>	4.59 <u>0.55</u>	4.80 <u>0.68</u>	4.40 <u>1.25</u>	3.67 <u>1.05</u>

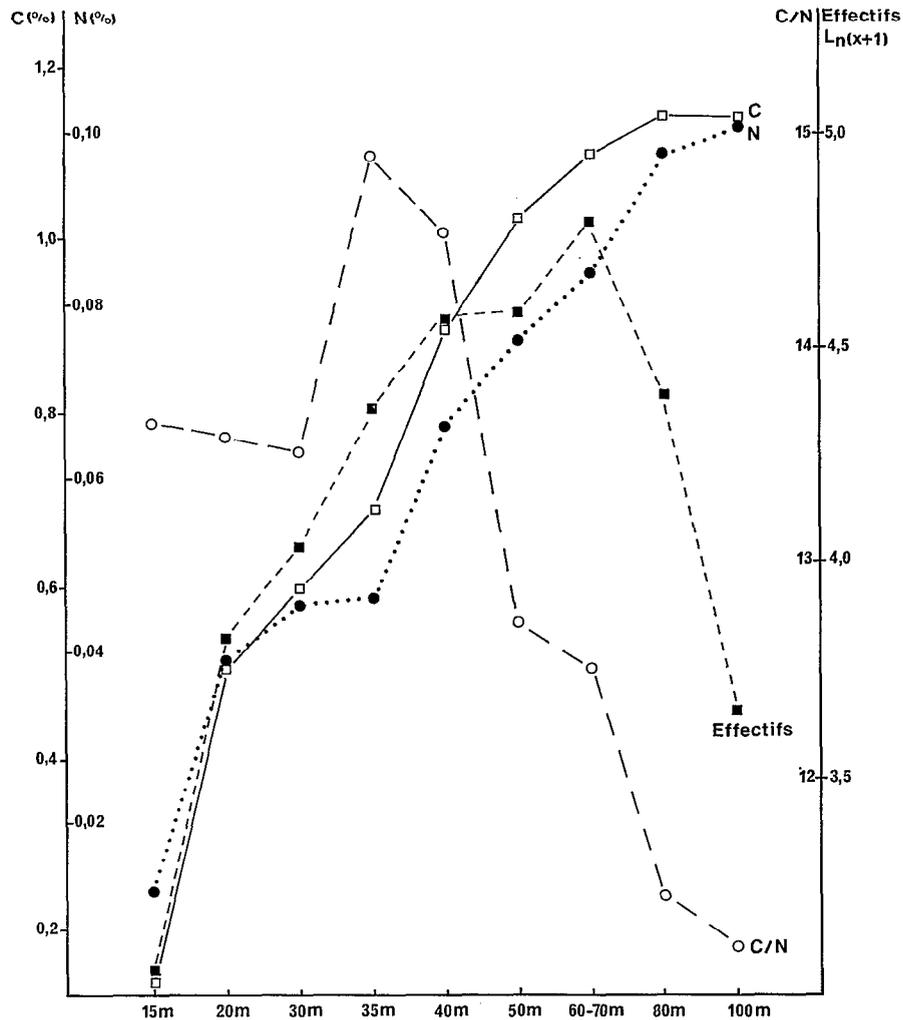


FIG. 7. — Moyennes des teneurs en carbone et azote des sédiments, du rapport C/N, des effectifs de polychètes ($\ln(x + 1)$), aux profondeurs de prélèvement

Means of carbon and nitrogen rates of the deposits, C/N data, annelid fauna abundance ($\ln(x + 1)$) at sampled depths

Le rapport C/N semble être, en revanche, un meilleur indice d'activité biologique. Il faut cependant éviter les interprétations trop simplistes. Si l'on se réfère à la teneur et à la nature de la matière organique, les polychètes devraient être particulièrement abondantes à l'ouest. Or, c'est au centre que les effectifs sont les plus élevés. L'étude montrera plus loin que 55 % des espèces considérées ont leur préférendum, vis-à-vis de la teneur en éléments fins, dans l'intervalle 15-40 %. Les sédiments échantillonnés au large des embouchures du Sassandra et du Bandama d'une part et devant Grand-Bassam d'autre part, ont des teneurs moyennes respectives en lutites de 42 et 43 % alors qu'on ne mesure que 19 % entre Jacqueline et Abidjan. De ce point de vue, la région centre est donc plus favorable à l'installation des polychètes. C'est aussi dans cette zone surtout que se rencontrent les sédiments organogènes envasés qui ont une composition granulométrique hétérogène, comme le recherchent les espèces mixticoles, nombreuses dans le groupe des polychètes.

Les valeurs de C/N relevées en Côte d'Ivoire sont largement supérieures à celles mesurées par DE MIRORELL (1973) et DOMAIN (1980) dans une région (Guinée Bissau, Sénégal, Mauritanie) dont la production est sous la dépendance d'upwellings côtiers intenses (C/N moyen autour de 10). Elles sont du même ordre que celles notées par GLÉMAREC (1969) sur le plateau continental Nord-Gascogne, notamment dans le golfe du Morbihan (C/N entre 12 et 19). On peut citer, comme exemple de situation limite, les résultats de BIANCHI et MASSÉ (1974) sur les fonds infralittoraux de Méditerranée nord-occidentale où le matériel organique résulte de l'accumulation et de la dégradation de métaphytes marins, algues et phanérogames, donnant ainsi un C/N variant de 23,0 à 34,6.

Les taux de carbone et d'azote augmentent régulièrement avec la profondeur (fig. 7), en relation avec l'élévation de la teneur moyenne en lutites : 5 % à 20 m, 33 % à 40 m, 52 % à 60 m, 60 % à 80 m, 66 % à 100 m. Le rapport C/N ne varie pas de façon aussi constante; les valeurs sont élevées dans la frange littorale jusque vers 40 m et chutent quand on descend vers le bord du plateau. Deux arguments peuvent servir à interpréter cette observation.

— Le matériel organique déversé par les fleuves sédimente d'abord dans la zone côtière. Il est à dominante végétale, notamment à Grand-Bassam.

— Il y aurait plus forte consommation de la production primaire par le zooplancton au large que sur le proche plateau; c'est la principale conclusion d'une étude de LONGHURST (1983) portant sur un site voisin, au large de la Sierra Leone.

Les effectifs de polychètes augmentent régulièrement jusqu'à 70 m, puis chutent brutalement alors

que le taux de matière organique du sédiment est élevé et que le rapport C/N est faible, conditions qui sont *a priori* favorables, mais l'envasement devient alors excessif, et l'environnement sédimentaire ne convient plus à une grande majorité d'espèces (oxygénation insuffisante du sédiment).

3. ORDINATION DES ESPÈCES LE LONG DU GRADIENT DES FACTEURS

Pour classer les espèces selon leurs relations avec le facteur du milieu considéré, il est fait appel à une méthode directe d'Analyse de Gradient (WHITTAKER, 1957, 1967; INTÈS et LE LŒUFF, 1984; PLANTE et LE LŒUFF, 1983) qui permet d'ordonner les espèces le long du gradient du facteur en calculant leur « valeur centrale » (« score » chez WHITTAKER), barycentre des distributions d'effectifs observées dans le champ des valeurs du facteur et considéré comme point où se situe le préférendum de l'espèce.

L'application de cette méthode suppose un échantillonnage régulier le long du facteur considéré, condition qu'il n'est pas toujours possible de remplir, en toute rigueur, lorsque l'on s'intéresse à plusieurs facteurs. Des biais dans les valeurs obtenues peuvent alors être introduits dont il faut tenir compte dans l'interprétation des résultats; dans ce travail en particulier, les sédiments les plus sableux sont sur-échantillonnés, d'où des valeurs centrales probablement sous-estimées pour le facteur « lutites ».

3.1. Ordination par rapport à la teneur en éléments fins (lutites)

Le tableau VI donne la liste des espèces rangées par valeurs centrales croissantes sur l'échelle des lutites, de la plus sabulicole (*G. abidjanensis*) à la plus vasicole (*C. gracilis*).

Un diagramme est ensuite construit (fig. 8) où chaque espèce est représentée en abscisse par son rang et en ordonnée par sa valeur centrale. Sur ce diagramme, on note des discontinuités qui coïncident avec des changements de pente et qui limitent plusieurs éléments. Chacun de ces éléments ainsi isolé est un continuum de valeurs qui définit (INTÈS et LE LŒUFF, 1984) un contingent d'espèces.

Le contingent I rassemble les 25 espèces qui fréquentent les sables et les sables envasés (valeurs centrales de 1 à 15).

Le contingent II comprend 77 espèces dont les valeurs centrales s'étalent de 17 à 40 selon un remarquable continuum qui couvre les sables vaseux et les vases très sableuses.

Le contingent III est constitué de 30 espèces (valeurs centrales de 42 à 62) qui vivent sur les vases sableuses.

TABLEAU V

Liste des espèces prises en considération avec leurs numéros de code
Species taken into account in the study, with their numerical code

11 : Harmothoe antilopis	131 : Prionospio pinnata
17 : Euphione sp.	133 : Dispio africana
20 : Lepidasthenia brunnea	134 : Magelona cincta
21 : Lepidasthenia maculata	135 : Magelona papillicornis
22 : Grubeulepis sp.	136 : Magelona cornuta
23 : Eupanthalis kinbergi	137 : Tharyx marioni
25 : Panthalis oerstedii	138 : Tharyx multibranchis
26 : Panthalis bicolor	139 : Tharyx dorsobranchialis
27 : Pholoe minuta	140 : Chaetozone setosa
28 : Sigalion opalinum	141 : Cirratulus cirratus
30 : Thalenassa vazensis	142 : Cirratulus filiformis
31 : Thalenassa dendrolepis	144 : Cirriformia afer
33 : Sthenelais boa	147 : Heterospio longissima
34 : Sthenelais zonata	148 : Disoma orissae
35 : Leanira yhlani	151 : Phyllochaetopterus socialis
36 : Ehlersileanira incisa	152 : Aricia foetida
38 : Chloëia venusta	153 : Aricia cuvieri
39 : Chloëia viridis	155 : Scoloplos armiger
41 : Paramphinome trionyx	156 : Scoloplos chevalieri
43 : Eurythoe rullieri	157 : Scoloplos madagascariensis
44 : Eurythoe parvecarunculata	158 : Aricidea fragilis
50 : Eteone siphonodonta	159 : Aricidea assimilis
53 : Phyllodoce madeirensis	161 : Paraonis gracilis
54 : Phyllodoce lineata	163 : Ophelia kirdegaardi
55 : Phyllodoce capensis	164 : Armandia intermedia
57 : Paralacydonia paradoxa	167 : Cossura coasta
58 : Loandalia maculata	168 : Scalibregma inflatum
59 : Pilargis modesta	169 : Notomastus latericeus
65 : Gymnonereis fauveli	172 : Dasybranchus caducus
67 : Nereis lamellosa	175 : Petaloproctus terricola
72 : Nephtys lyrochaeta	178 : Clymene lumbricoides
73 : Nephtys inermis	179 : Clymene palermitana
74 : Nephtys hombergii	182 : Clymene gracilis
75 : Nephtys cirrosa	183 : Clymene capensis
76 : Glycera tessellata	184 : Clymene affinis
78 : Glycera lapidum	185 : Clymene wolffi
79 : Glycera convoluta	186 : Maldane decorata
80 : Glycera unicornis	187 : Maldane glebifex
81 : Glycera rouxii	188 : Maldane sarsi
82 : Glycera gigantea	189 : Asychis atlantideus
83 : Goniada multidentata	190 : Sternaspis scutata
84 : Goniada congoensis	191 : Owenia fusiformis
87 : Glycinde nordmanni	192 : Galathowenia africana
88 : Goniadides abidjanensis	194 : Brada villosa
89 : Eunice vittata	195 : Pycnoderma congoense
93 : Marphysa kinbergi	196 : Pherusa arenosus
95 : Nematonereis unicornis	197 : Pherusa swakopiana
98 : Hyalinoecia fauveli	198 : Pherusa tropica
99 : Diopatra neapolitana	199 : Pherusa scutigeroïdes
102 : Epidiopatra hufferiana	202 : Lygdamis indicus
104 : Onuphis conchylega	207 : Melinna palmata
105 : Onuphis quadricuspis	208 : Isolda pulchella
106 : Onuphis eremita	209 : Isolda wydahensis
108 : Onuphis amoureuixi	210 : Amphicteis gunneri
109 : Onuphis bihanica	211 : Amphicteis pennata
110 : Lumbriconereis latreilli	213 : Ampharete kerguelensis
111 : Lumbriconereis impatiens	215 : Sosane sulcata
112 : Lumbriconereis heteropoda	216 : Phyllamphicteis collaribranchis
113 : Lumbriconereis coccinea	217 : Lysippe vanelli
114 : Lumbriconereis mucronata	220 : Pterolysippe bipennata
118 : Ninoe africana	221 : Terebellides stroemi
120 : Arabella iricolor	222 : Amaeana accraensis
121 : Orilonereis filum	226 : Pista cristata
123 : Spiophanes bombyx	227 : Pista grubei
126 : Aonides oxycephala	228 : Loimia medusa
127 : Laonice cirrata	229 : Lanice conchylega
129 : Spio multioculata	237 : Jasmineira elegans
130 : Prionospio ehlersi	

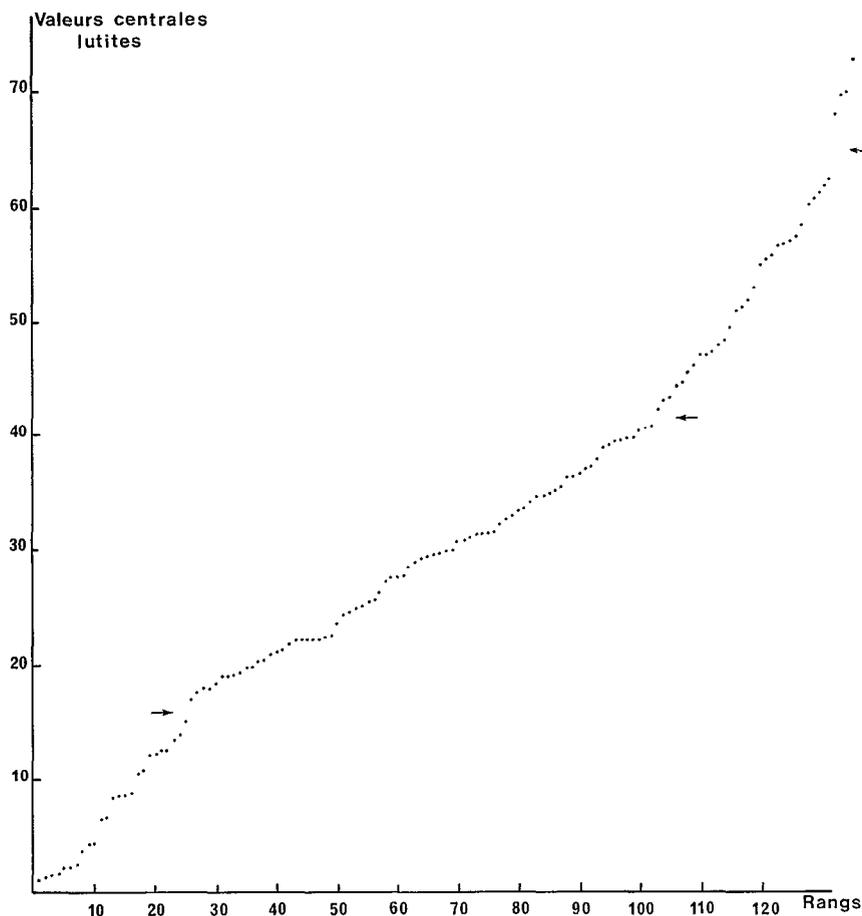


FIG. 8. — Diagramme rangs/valeurs centrales (lutites)
Ranks/scores (lutites content) diagram

Enfin, les quatre espèces les plus vasicoles se détachent pour former le contingent IV.

On notera d'abord que, dans sa grande majorité (79 % des espèces), la faune d'annélides polychètes présente une affinité pour les substrats envasés, mais sans excès (de 15 à 65 % d'éléments fins). Peu nombreuses sont les espèces vraiment sabulicoles et vasicoles. Cette remarque rejoint la réflexion de CHASSÉ et GLÉMAREC (1976) : « les vases sableuses sont le milieu de prédilection des polychètes ».

Les coupures conventionnellement adoptées par les sédimentologues pour définir les types de substrats (5, 25, 50, 75 % de lutites) correspondent mal à celles qui ressortent des études écologiques. Selon GLÉMAREC (1969), « biologiquement deux barrières apparaissent comme essentielles, ce sont les 70 et 90 % de sable », soit, dans un milieu sédimentaire comme celui de la Côte d'Ivoire, sans éléments très grossiers, 30 et 10 % de lutites. Ces limites diffèrent

donc sensiblement, parmi celles qui ont été mises en évidence ici, des deux plus importantes (la suite de l'analyse le montrera) 40 et 15 %, sans pour autant coïncider avec celles des sédimentologues.

Les contingents étant ainsi déterminés on peut, dans chacun d'entre eux, classer les espèces en trois rubriques : strictes, tolérantes, très tolérantes. Une espèce sera dite :

- stricte, si les limites de sa répartition ne dépassent pas celles de son contingent,
- tolérante, si sa répartition ne va pas au-delà des bornes du ou des contingents voisins,
- très tolérante, si sa répartition est plus large.

Ces normes étant admises, il devient possible de construire le tableau VII qui permet de regrouper les espèces selon leur contingent (valeur centrale) ou l'extension de leur habitat. Ainsi *D. africana* appartient au contingent I comme *G. abidjanensis*, mais

est rencontrée dans la même aire de répartition (0-65 % de lutites, couverte par les contingents I, II, III) que *O. conchylega* qui fait partie du contingent III.

Le nombre de polychètes à affinités granulométriques strictes est faible. Elles se classent toutes dans les contingents les plus sabulicoles (I et II), ce qui rejoint les observations de GUILLE (1971). Cette tolérance presque générale des espèces explique pourquoi l'étude des relations avec la granulométrie est toujours complexe, et ce d'autant plus qu'on l'aborde

de façon qualitative; d'où les nombreux désaccords entre auteurs relevés par EISMA (1966), puis GUILLE (1971) qui recommande d'utiliser les distributions d'abondance des espèces plutôt que le simple relevé qualitatif de sa présence. Le calcul de la valeur centrale va dans ce sens en prenant en compte les effectifs.

La définition des coupures comporte bien entendu une part d'arbitraire car l'échantillonnage n'est pas parfaitement adapté et les espèces sont sous l'influence de multiples facteurs qui interfèrent entre

TABLEAU VI

Ordination des espèces sur le facteur lutites
Species ordination along the fine particles content factor

rang	code espèce	libellé espèce	valeur centrale
1	88	G. abidjanensis	1.151
2	163	O. kirkegaardi	1.545
3	31	T. dendrolepis	1.547
4	215	S. sulcata	1.719
5	133	D. africana	2.343
6	75	N. cirrosa	2.345
7	28	S. opalinum	2.624
8	30	T. vazensis	3.809
9	74	G. tessellata	4.659
10	123	S. bombyx	4.669
11	164	R. intermedia	6.258
12	192	G. africana	6.762
13	74	N. hombergii	8.299
14	118	N. africana	8.359
15	34	S. zonata	8.665
16	140	C. setosa	8.901
17	114	L. mucronata	10.806
18	135	M. papillicornis	11.020
19	237	J. elegans	12.144
20	196	P. arenosus	12.173
21	17	Euphione sp.	12.622
22	87	G. nordmanni	12.791
23	22	Grubeulepis sp.	13.690
24	175	P. terricola	14.044
25	104	O. eremita	15.301
26	138	T. multibranchis	16.970
27	224	P. cristata	17.778
28	53	P. capensis	18.010
29	141	C. cirratus	18.019
30	178	C. lumbricoides	18.451
31	95	N. unicornis	18.915
32	198	P. tropica	18.965
33	220	P. bipennata	18.969
34	221	T. stroemi	19.389
35	217	L. vanelli	19.810
36	199	P. scutigeroïdes	19.974
37	183	C. capensis	20.366
38	105	O. quadricuspis	20.601
39	11	H. antilopis	20.936
40	98	H. fauveli	21.202
41	82	G. gigantea	21.214
42	120	A. iricolor	21.686
43	142	C. filiformis	22.016
44	50	E. siphonodonta	22.113
45	222	A. accraensis	22.197
46	152	A. foetida	22.222
47	27	P. minuta	22.262
48	130	P. ehlersi	22.346
49	227	P. grubei	22.812
50	197	P. swakopiana	23.389
51	127	L. cirrata	24.514
52	53	P. madeirensis	24.647
53	73	N. inermis	25.193
54	57	P. paradoxa	25.219
55	188	M. sarsi	25.459
56	54	P. lineata	25.701
57	194	B. villosa	26.119
58	25	P. oerstedii	27.158
59	78	G. lapidum	27.275
60	161	P. gracilis	27.320
61	202	L. indicus	27.585
62	184	C. affinis	28.437
63	209	I. wydahensis	29.094
64	168	S. inflatum	29.447

65	44	E. parvecarunculata	29.538
66	39	C. viridis	29.618
67	172	D. caducus	29.678
68	208	I. pulchella	29.763
69	35	L. yhleni	29.820
70	144	C. afer	30.758
71	158	A. fragilis	30.789
72	112	L. heteropoda	30.953
73	99	D. neapolitana	31.179
74	134	M. cornuta	31.180
75	89	E. vittata	31.278
76	191	O. fusiformis	32.162
77	213	A. kerguelensis	32.806
78	33	S. boa	33.095
79	83	G. multidentata	33.659
80	216	P. collaribranchis	33.712
81	81	G. rouxii	34.015
82	79	G. convoluta	34.694
83	111	L. impatiens	34.784
84	229	L. conchylega	35.204
85	110	L. latreilli	35.240
86	20	L. brunnea	36.645
87	134	M. cincta	36.139
88	72	N. lyrochaeta	36.197
89	139	T. dorsobranchialis	36.410
90	80	G. unicornis	37.082
91	179	C. palermitana	37.179
92	228	L. medusa	37.768
93	210	A. gunneri	38.791
94	169	N. latericeus	38.869
95	207	M. palmata	39.031
96	159	A. assimilis	39.137
97	124	A. oxycephala	39.242
98	211	A. pennata	39.523
99	156	S. chevalieri	40.158
100	190	S. scutata	40.555
101	113	L. coccinea	40.748
102	185	C. wolffi	42.219
103	137	T. marioni	43.066
104	38	C. venusta	43.363
105	129	S. multioculata	44.193
106	67	N. lamellosa	44.406
107	121	D. filum	45.312
108	59	P. modesta	45.915
109	104	O. conchylega	47.006
110	58	L. maculata (Loandalia)	47.010
111	148	D. orissae	47.363
112	84	G. congoensis	47.896
113	102	E. hupferiana	48.106
114	93	M. kinbergi	49.635
115	43	E. rullieri	50.976
116	131	P. pinnata	50.983
117	151	P. socialis	51.636
118	109	O. bihanica	52.968
119	21	L. maculata (Lepidasthenia)	54.788
120	157	S. madagascariensis	55.313
121	26	P. bicolor	55.619
122	155	S. armiger	56.406
123	41	P. trionyx	56.562
124	23	E. kinbergi	56.951
125	65	G. fauveli	57.351
126	147	H. longissima	58.049
127	187	H. glebifex	60.013
128	186	M. decorata	60.508
129	195	P. congoense	61.158
130	36	E. incisa	61.825
131	108	O. amoureuvi	62.131
132	189	A. atlantideus	67.929
133	167	C. coasta	69.278
134	153	A. cuvieri	69.443
135	182	C. gracilis	72.812

eux. Leur intérêt est de permettre un classement synthétique commode, non seulement par continents, mais aussi par groupes d'espèces de tolérance analogue (10 groupes déterminés sur le tableau VII).

3.2. Influence de la taille moyenne des grains (médiane) sur la répartition des espèces sabulicoles

Comme le soulignait déjà GLÉMAREC (1969), l'étude de l'influence de la taille des grains sur la répartition des organismes macrobenthiques n'a de

sens véritable que pour les sédiments chez lesquels la fraction grossière est dominante, l'augmentation du taux d'éléments fins masquant la préférence des espèces pour une catégorie dimensionnelle. C'est pourquoi ne seront prises en compte dans l'analyse que les stations contenant moins de 15 % d'éléments fins (sables et sables envasés), de même que seront seules considérées les polychètes sabulicoles du contingent I.

Sur ces substrats sableux les valeurs de la médiane s'échelonnent de 90 à 460 μm .

TABLEAU VII

Classement des espèces selon leurs affinités granulométriques
Assemblages of species, according to their granulometric affinities

		15	41	65	LUTITES
		I	II	III	IV CONTINGENTS
STRICTES	G. abidjanensis O. kirkegaardii T. dendrolepis S. sulcata N. cirrosa S. opalinum S. bombyx G. africana	①			
			N. inermis M. sarsi B. villosa P. gracilis L. indicus		②
TOLERANTES	T. vazensis G. tessellata N. hombergii P. arenosus Euphione sp. G. nordmanni Grubeulepis sp. P. terricola		P. capensis C. cirratus C. lumbricoides N. unicornis P. tropica C. capensis H. antilopis A. accraensis P. minuta P. grubei P. oerstedii G. lapidum		③
		T. multibranchis P. cristata P. bipennata T. stroemi L. vanelli P. scutigeroides O. quadricuspis H. fauveli A. iricolor	A. foetida P. swakopiana P. madagascariensis C. affinis A. fragilis M. cornuta G. multidentata L. inpatiens T. dorsobranchialis		④
		S. inflatum I. pulchella L. brunnea A. oxycephala		S. multioculata D. orissae O. bihanica	⑤
				T. marioni M. kinbergi L. maculata (Lepidasthenia) S. madagascariensis P. trionyx E. kinbergi G. fauveli H. longissima M. glebifex E. incisa O. amoureuxi	⑥
				A. cuvieri C. gracilis	⑦
TRES TOLERANTES	D. africana A. intermedia N. africana S. zonata L. mucronata C. setosa M. papillicornis J. elegans O. eremita			O. conchylega	⑧
		G. gigantea C. filiformis E. siphonodonta P. ehlersi P. paradoxa P. lineata I. whydahensis E. parvecarunculata C. viridis D. caducus C. afer L. heteropoda D. neapolitana E. vittata O. fusiformis	A. kerguelensis S. boa P. collaribranchis G. convoluta L. latreillei L. conchylega N. lyrochaeta G. unicornis C. palermitana L. medusa N. latericeus A. assimilis A. pennata S. chevalieri S. scutata	C. wolffi C. venusta N. lamellosa D. filum P. modesta L. maculata (Leandalia) G. congoensis E. hupferiana E. rullieri P. pinnata P. socialis P. bicolor S. armiger M. decorata P. congoense	⑨
		L. cirrata L. yhlens G. rouxii M. cincta A. gunneri M. palmata L. coccinea			A. atlantideus C. coasta

TABLEAU VIII

Ordination des espèces sabulicoles sur le facteur médiane
Sandy species ordination along the median particle size factor

rang	code espèce	libellé espèce	valeur centrale
1	123	<i>S. bombyx</i>	103,9
2	17	<i>Euphione sp.</i>	106,0
3	118	<i>N. africana</i>	116,4
4	88	<i>G. abidjanensis</i>	130,4
5	87	<i>G. nordmanni</i>	136,5
6	192	<i>G. africana</i>	156,8
7	196	<i>P. arenosus</i>	162,0
8	75	<i>N. cirrosa</i>	199,9
9	34	<i>S. zonata</i>	207,7
10	106	<i>O. eremita</i>	210,4
11	22	<i>Grubeulepis sp.</i>	210,8
12	164	<i>A. intermedia</i>	211,2
13	28	<i>S. opalinum</i>	215,4
14	175	<i>P. terricola</i>	216,9
15	74	<i>N. hombergii</i>	224,9
16	237	<i>J. elegans</i>	250,5
17	30	<i>T. vazensis</i>	254,5
18	76	<i>G. tessellata</i>	282,8
19	135	<i>M. papillicornis</i>	292,0
20	140	<i>C. setosa</i>	307,7
21	114	<i>L. mucronata</i>	308,0
22	133	<i>D. africana</i>	312,8
23	215	<i>S. sulcata</i>	315,3
24	163	<i>O. kirkegaardii</i>	327,0
25	31	<i>T. dendrolepis</i>	350,0

Les résultats de l'ordination des espèces sont consignés dans le tableau VIII et illustrés par la figure 9.

Une coupure nette (à la limite sédimentologique entre sables très fins et fins) isole un groupe de 7 espèces qui présente des affinités pour les sables très fins, en particulier *S. bombyx* et *Euphione sp.* A l'autre extrémité *O. kirkegaardii* et surtout *T. dendrolepis* ont leur répartition centrée un peu au-delà de la limite des sables moyens. La majorité des espèces témoigne d'une préférence pour les sables fins; on pourrait distinguer deux groupes de part et d'autre de 250 μm , mais le faible nombre d'espèces pris en compte n'incite pas raisonnablement à multiplier les coupures.

3.3. Ordination des espèces sur le facteur teneur en carbonate

Les sédiments à forte teneur en calcaire font partie, pour la plupart, des fonds « organogènes envasés ». On rencontre également quelques vases sableuses et sables vaseux coquilliers. Il faut considérer que le carbonate en tant que tel n'agit pas sur la répartition des espèces mais ses teneurs élevées sont l'indice de la présence dans le substrat d'éléments grossiers.

L'ordination des espèces d'après leurs valeurs centrales sur ce facteur (tabl. IX et fig. 13) se présente sous la forme d'un continuum.

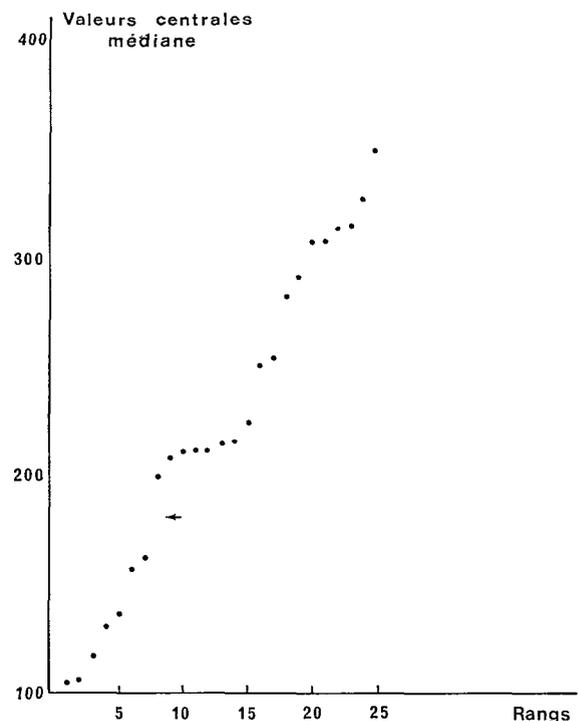


FIG. 9. — Diagramme rangs/valeurs centrales (médiane).
 Seules les espèces sabulicoles sont considérées
Ranks/scores (mean particle size) diagram (sandy species only)

Seules ressortent vraiment les espèces à affinités pour les teneurs très élevées en calcaire (valeurs centrales de 18,5 à 23,4, c'est-à-dire de *S. inflatum* à *N. unicornis*). Ces espèces fréquentent des substrats à envasement modéré, leurs valeurs centrales vis-à-vis des lutites variant de 18,9 (*N. unicornis*) à 40,7 (*L. coccinea*); elles font ainsi partie des contingents II et III, en étant précisément dans les limites à l'intérieur desquelles des teneurs élevées en carbonate peuvent être rencontrées dans les sédiments (fig. 1).

On est surpris de la place parmi ces 9 espèces de *P. arenosus* (valeur centrale lutites = 12,2), qui semble s'opposer complètement aux autres sabulicoles placées, pour la plupart, en tête de l'ordination sur les carbonates; les sables ont, en effet, une faible teneur en calcaire. *P. arenosus* a été récolté avec un fort effectif à la station 85 (lutites 14%; calcaire 27%), qui pèse considérablement dans le calcul de sa valeur centrale; il se trouve que cette polychète, appartenant à la famille des Flabelligeridae, a le

TABLEAU IX

Ordination des espèces sur le facteur teneur en carbonate
Species ordination along the carbonate rate factor

rang	code espèce	libellé espèce	valeur centrale
1	163	O. kirkegaardii	1.642
2	31	T. dendrolepis	1.835
3	133	D. africana	1.965
4	30	T. vazensis	2.036
5	28	S. opalinum	2.251
6	22	Grubeulepis sp.	2.778
7	88	G. abidjanensis	2.802
8	75	N. cirrosa	2.849
9	135	M. papillicornis	3.265
10	109	O. bihanica	3.417
11	17	Euphione sp.	3.495
12	164	A. intermedia	3.861
13	175	P. terricola	3.943
14	215	S. sulcata	4.083
15	192	G. africana	4.280
16	144	L. mucronata	4.592
17	74	N. hombergii	4.609
18	118	N. africana	4.751
19	34	S. zonata	4.793
20	76	G. tessellata	5.220
21	197	P. swakopiana	5.459
22	44	E. parvecarunculata	5.549
23	58	L. maculata (Loandalia)	5.693
24	237	J. elegans	5.706
25	211	A. pennata	6.029
26	41	P. trionyx	6.031
27	141	C. cirratus	6.083
28	123	S. bombyx	6.207
29	39	C. viridis	6.263
30	106	O. eremita	6.711
31	189	A. atlantideus	6.858
32	130	P. ehlersi	6.915
33	167	C. coasta	7.229
34	23	E. kinbergi	7.413
35	111	L. impatientis	7.437
36	144	C. afer	7.515
37	138	T. multibranchis	7.623
38	182	C. gracilis	7.655
39	186	M. decorata	7.746
40	216	P. collaribranchis	7.792
41	151	P. socialis	7.874
42	209	I. wydahensis	8.057
43	50	E. siphonodonta	8.325
44	152	A. foetida	8.331
45	54	F. lineata	8.350
46	221	T. stroemi	8.437
47	36	E. incisa	8.455
48	99	D. neapolitana	8.467
49	217	L. vanelli	8.478
50	140	C. setosa	8.592
51	195	P. congoense	8.632
52	161	P. gracilis	8.641
53	147	H. longissima	8.681
54	82	G. gigantea	8.951
55	220	P. bipennata	9.140
56	199	P. scutigeroïdes	9.151
57	53	P. madeirensis	9.297
58	155	S. armiger	9.382
59	228	L. medusa	9.475
60	148	D. orissae	9.533
61	190	S. scutata	9.600
62	142	C. filiformis	9.676
63	112	L. heteropoda	9.699
64	159	A. assimilis	9.709

45	153	A. cuvieri	9.739
46	59	P. modesta	9.767
47	80	G. unicornis	9.818
48	157	S. madagascanensis	9.968
49	183	C. capensis	10.382
70	26	P. bicolor	10.422
71	45	G. fauveli	10.423
72	108	O. amoureuxi	10.488
73	72	N. lyrochaeta	10.491
74	229	L. conchylega	10.741
75	121	D. filum	10.793
76	131	P. pinnata	10.951
77	79	G. convoluta	10.985
78	104	O. conchylega	10.986
79	120	A. iricolor	11.090
80	227	P. grubei	11.206
81	87	G. nordmanni	11.338
82	187	M. glebifex	11.463
83	27	P. minuta	11.466
84	25	P. oerstedii	11.481
85	137	T. marioni	11.525
86	158	A. fragilis	11.550
87	191	O. fusiformis	11.622
88	55	P. capensis	11.680
89	47	N. lamellosa	11.702
90	156	S. chevalieri	11.793
91	102	E. hupferiana	11.892
92	198	P. tropica	12.142
93	194	B. villosa	12.350
94	83	G. multidentata	12.376
95	136	M. cornuta	12.462
96	93	M. kinbergi	12.544
97	134	M. cincta	12.655
98	43	E. rullieri	13.046
99	178	C. lumbricoides	13.065
100	179	C. palermitana	13.152
101	129	S. multioculata	13.293
102	222	A. accraensis	13.354
103	21	L. maculata (Lepidasthenia)	13.473
104	33	S. boa	13.529
105	185	C. wolffi	13.684
106	73	N. inermis	13.699
107	127	L. cirrata	13.756
108	213	A. kerguelensis	13.988
109	20	L. brunnea	14.438
110	38	C. venusta	14.476
111	202	L. indicus	14.498
112	139	T. dorsobranchialis	14.726
113	84	G. congoensis	15.050
114	33	L. yhleni	15.563
115	89	E. vittata	15.722
116	81	G. rouxii	15.963
117	105	O. quadricuspis	15.975
118	57	P. paradoxa	16.041
119	169	N. latericeus	16.290
120	184	C. affinis	16.429
121	126	A. oxycephala	16.600
122	208	I. pulchella	16.737
123	110	L. latreilli	16.789
124	172	D. caducus	16.823
125	226	P. cristata	17.031
126	98	H. fauveli	17.555
127	168	S. inflatum	18.484
128	11	H. antilopis	18.496
129	188	M. sarsi	18.634
130	210	A. gunneri	18.894
131	113	L. coccinea	18.963
132	196	P. arenosus	19.500
133	207	M. palmata	20.823
134	78	G. lapidum	21.008
135	95	N. unicornis	23.429

corps recouvert de grains ou de débris assez grossiers, qu'elle peut facilement collecter dans un sédiment tel que le détritique organogène.

Les paramètres physiques calcium et lutites apparaissent indépendants (fig. 1); le calcul du coefficient de corrélation de rang de Spearman sur les deux ordinations (lutites-calcium) donne une valeur $r = 0,298$, faible, mais non négligeable, significative à 1 %. Ce résultat est certainement dû à la présence massive, déjà signalée, des espèces sabulicoles en tête de l'ordination sur le facteur calcium.

3.4. Ordination des espèces sur les facteurs carbone et azote

Comme il fallait s'y attendre, les ordinations sur ces deux facteurs sont analogues, ce que confirme le calcul du coefficient de corrélation de rang de Spearman : $r = 0,969$, valeur hautement significative. On notera également une bonne corrélation entre ces ordinations et celle pratiquée sur les lutites avec respectivement $r = 0,905$ (lutites-carbone) et $r = 0,917$ (lutites-azote), valeurs hautement significatives elles aussi.

Tableaux (X et XI) et figures (11 et 12) révèlent l'existence de 2 coupures et donc de 3 contingents.

Le premier correspond à des espèces sans affinité pour des sédiments à forte teneur en matière organique; il regroupe, en fait, la plupart des polychètes sabulicoles. Le second contingent a la forme d'un long continuum où viennent se placer la plupart des espèces. Enfin, le troisième met en évidence les annélides dont la préférence va aux sédiments riches en matière organique. La coupure dans l'ordination sur le facteur carbone apparaît plus tôt que dans

celle sur le facteur azote. On était un peu surpris de voir le Maldanidae *P. terricola* se classer dans les sabulicoles (Valeur Centrale «lutites» = 14,0). Il semble en fait que *P. terricola* fréquente une gamme précise de sables, déjà notablement envasés (10 à 20 % d'éléments fins), contenant une fraction organique importante (plus de 1,2 % en taux de carbone) ce qui apparaît plus en concordance avec l'éthologie alimentaire de ce fouisseur limivore.

L'analogie des deux ordinations étant constatée, une information intéressante peut être trouvée en

TABLEAU X

Ordination des espèces sur le facteur taux de carbone
Species ordination along the carbon rate factor

rang	code espèce	libellé espèce	valeur centrale
1	163	O. kirkegaardi	0.080
2	215	S. sulcata	0.094
3	31	T. dendrolepis	0.099
4	88	G. abidjanensis	0.103
5	133	D. africana	0.104
6	28	S. opalinum	0.109
7	75	N. cirrosa	0.110
8	123	S. bombyx	0.136
9	192	G. africana	0.162
10	76	G. tessellata	0.174
11	74	N. hombergii	0.176
12	30	T. vazensis	0.232
13	164	A. intermedia	0.248
14	34	S. zonata	0.259
15	118	N. africana	0.259
16	140	C. setosa	0.268
17	141	C. cirratus	0.292
18	22	Grubeulepis sp.	0.317
19	135	M. papillicornis	0.318
20	237	J. elegans	0.325
21	114	L. mucronata	0.364
22	87	G. nordmanni	0.392
23	194	P. arenosus	0.409
24	130	P. ehlersi	0.456
25	217	L. vanelli	0.470
26	138	T. multibranchis	0.472
27	106	O. eremita	0.479
28	82	G. gigantea	0.484
29	129	L. conchylega	0.488
30	55	P. capensis	0.493
31	226	P. cristata	0.496
32	194	B. villosa	0.518
33	220	P. bipennata	0.518
34	227	P. grubei	0.524
35	120	A. iricolor	0.534
36	11	H. antilopis	0.545
37	178	C. lumbricoides	0.553
38	17	Euphione sp.	0.562
39	53	P. madeirensis	0.566
40	199	P. scutigeroïdes	0.567
41	50	E. siphonodonta	0.569
42	95	N. unicornis	0.570
43	197	P. swakopiana	0.571
44	105	O. quadricuspis	0.574
45	98	H. fauveli	0.575
46	198	P. tropica	0.578
47	27	P. minuta	0.582
48	25	P. oerstedii	0.590
49	188	M. sarsi	0.590
50	183	C. capensis	0.591
51	221	T. stroemi	0.593
52	57	P. paradoxa	0.601
53	127	L. cirrata	0.612
54	78	G. lapidum	0.629
55	142	C. filiformis	0.640
56	152	A. foetida	0.670
57	81	G. rouxii	0.701
58	54	P. lineata	0.709
59	73	N. inermis	0.712
60	213	A. kerguelensis	0.712
61	172	D. caducus	0.714
62	33	S. boa	0.735
63	35	L. yhleni	0.744
64	184	C. affinis	0.750

65	209	I. wydahensis	0.753
66	191	O. fusiformis	0.759
67	228	L. medusa	0.766
68	211	A. pennata	0.781
69	168	S. inflatum	0.784
70	208	I. pulchella	0.796
71	179	C. palermitana	0.800
72	109	O. bihanica	0.804
73	144	C. afer	0.811
74	39	C. viridis	0.827
75	89	E. vittata	0.834
76	110	L. latreillei	0.835
77	20	L. brunnea	0.855
78	137	T. marioni	0.860
79	216	P. collaribranchis	0.874
80	38	C. venusta	0.880
81	99	D. neapolitana	0.882
82	139	T. dorsobranchialis	0.897
83	83	G. multidentata	0.904
84	136	H. cornuta	0.918
85	210	A. gunneri	0.930
86	158	A. fragilis	0.942
87	93	M. kinbergi	0.943
88	169	N. latericeus	0.945
89	79	G. convoluta	0.960
90	124	A. oxycephala	0.962
91	161	P. gracilis	0.974
92	113	L. coccinea	0.974
93	111	L. impatiens	0.991
94	222	A. accraensis	1.002
95	80	G. unicornis	1.003
96	207	M. palmata	1.020
97	72	N. lynochaeta	1.030
98	185	C. wolffi	1.032
99	202	L. indicus	1.047
100	190	S. scutata	1.053
101	108	O. amoureuxi	1.085
102	134	M. cineta	1.086
103	151	P. socialis	1.095
104	121	D. filum	1.123
105	156	S. chevalieri	1.141
106	43	E. rullieri	1.155
107	131	P. pinnata	1.162
108	44	E. parvecarunculata	1.163
109	102	E. hupferiana	1.172
110	21	L. maculata (Lepidasthenia)	1.182
111	104	O. conchylega	1.189
112	59	P. modesta	1.227
113	159	A. assimilis	1.228
114	36	E. incisa	1.240
115	157	S. madagascariensis	1.241
116	67	N. lamellosa	1.247
117	26	P. bicolor	1.250
118	112	L. heteropoda	1.256
119	182	C. gracilis	1.279
120	129	S. multioculata	1.282
121	167	C. coasta	1.294
122	84	G. congoensis	1.312
123	186	M. decorata	1.334
124	187	M. glebifex	1.409
125	58	L. maculata (Loandalia)	1.415
126	23	E. kinbergi	1.445
127	175	P. terricola	1.450
128	147	H. longissima	1.487
129	148	D. orissae	1.506
130	153	A. cuvieri	1.543
131	155	S. armiger	1.545
132	195	P. congoense	1.592
133	65	G. fauveli	1.598
134	189	A. atlantideus	1.838
135	41	P. trionyx	2.026

relevant les espèces qui s'écartent le plus de la loi générale, c'est-à-dire qui présentent des différences importantes de rang dans les deux classements (rang azote — rang carbone). Deux groupes de polychètes se distinguent :

— celles qui ont une affinité positive pour l'azote (espèces nitrophiles)

<i>O. bihanica</i>	(+ 40)
<i>A. pennata</i>	(+ 25)
<i>T. marioni</i>	(+ 23)
<i>O. amoureuxi</i>	(+ 22)
<i>L. brunnea</i>	(+ 22)

— celles qui ont une affinité négative pour l'azote

<i>L. impatiens</i>	(- 34)
<i>O. conchylega</i>	(- 31)
<i>A. foetida</i>	(- 22)
<i>A. assimilis</i>	(- 21)
<i>A. oxycephala</i>	(- 20)

On constate que les espèces du premier groupe sont plutôt profondes, à l'exception de *A. pennata* (étage infralittoral); ainsi, *O. bihanica* et *L. brunnea* se situent dans l'étage de la marge externe, *O. amoureuxi* et *T. marioni* dans l'étage bathylittoral; elles

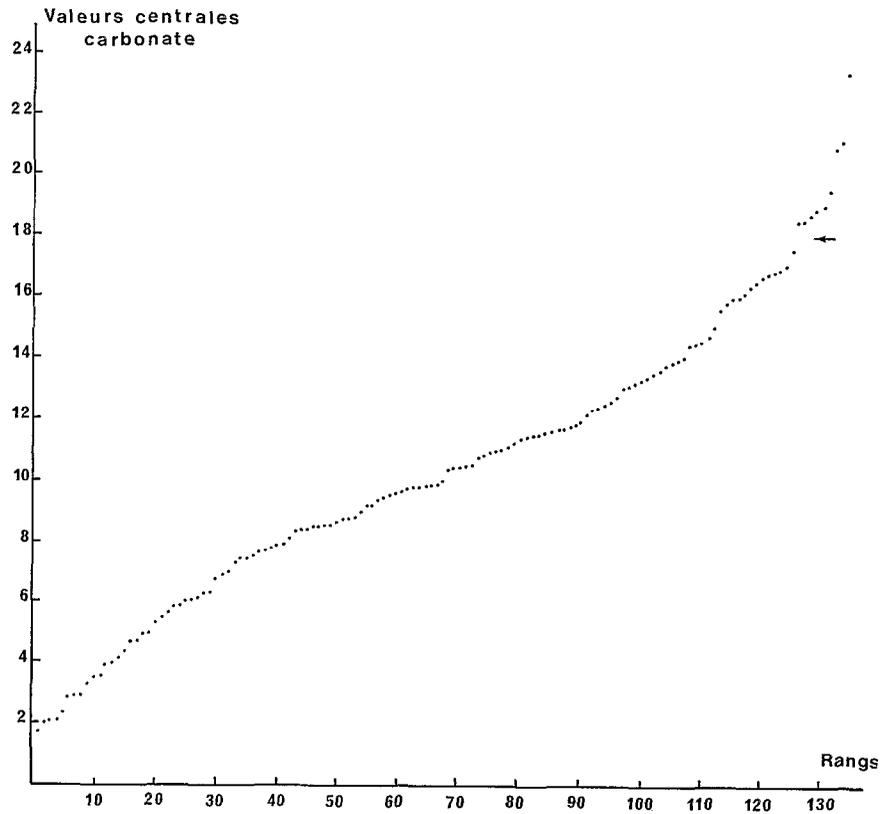


FIG. 10. — Diagramme rangs/valeurs centrales (carbonate)
Ranks/scores (carbonate rate) diagram

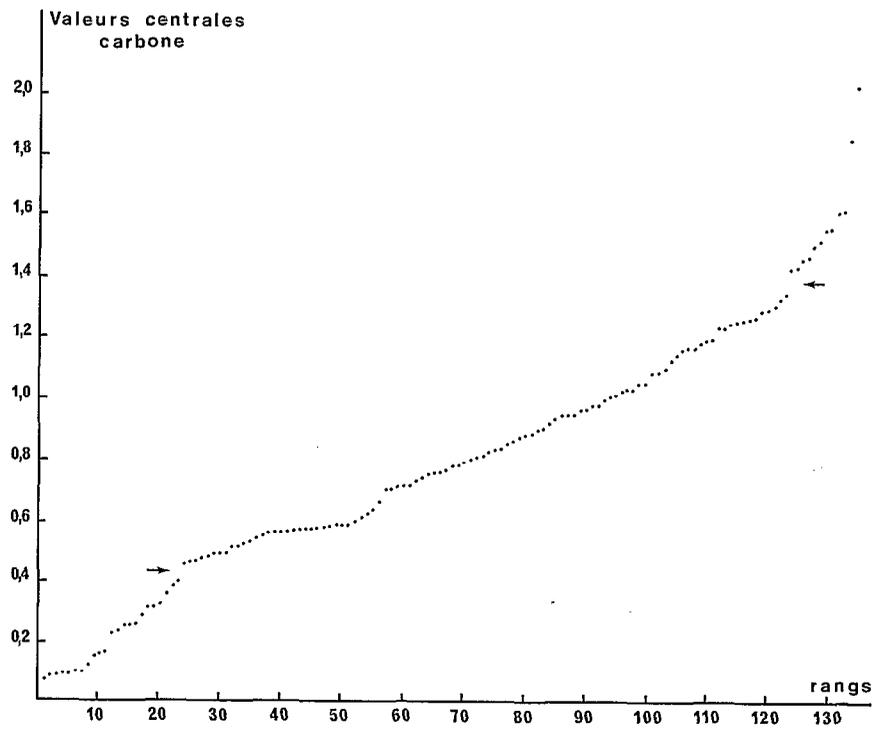


FIG. 11. — Diagramme rangs/valeurs centrales (carbone)
Ranks/scores (carbon rate) diagram

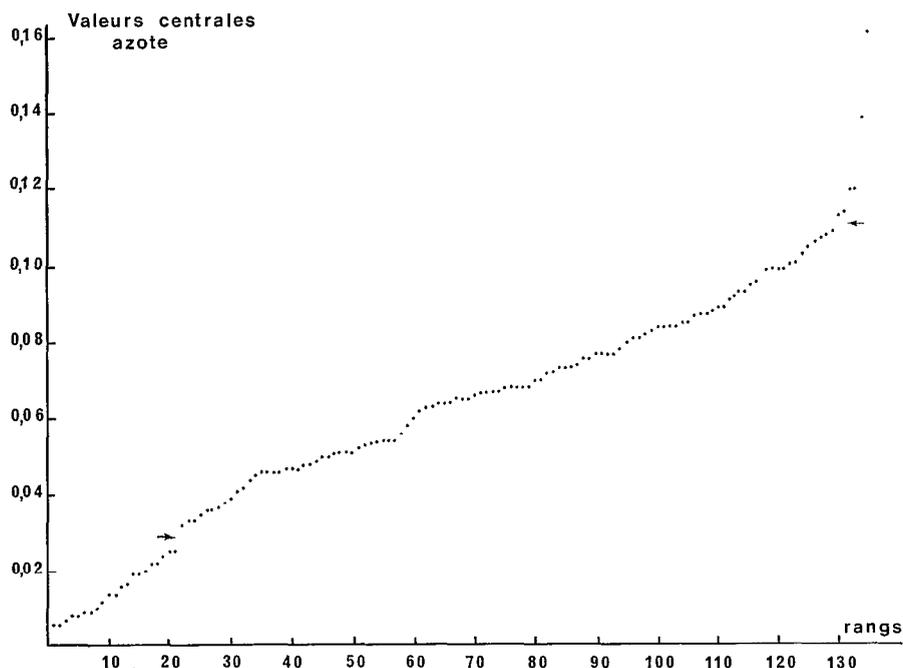


FIG. 12. — Diagramme rangs/valeurs centrales (azote)
Ranks/scores (nitrogen rate) diagram

sont aussi présentes le plus souvent, voire exclusivement, à l'ouest de la Côte d'Ivoire; c'est-à-dire qu'elles fréquentent des zones où le rapport C/N est faible.

Les polychètes du second groupe sont plus littorales : circo-littoral du large pour *L. impatiens*, circo-littoral côtier pour *O. conchylega*, *A. foelida*, *A. assimilis*, *A. oxycephala*, et elles n'ont pas de préférence marquée pour les régions est ou ouest. FAUCHALD et JUMARS (1979) signalent par ailleurs *L. impatiens* comme annélide herbivore. La retrouver dans ce groupe paraît donc tout à fait normal.

4. LES GROUPEMENTS ÉDAPHIQUES D'ESPÈCES

Les représentations des polychètes dans le plan des paramètres pris deux à deux vont permettre d'obtenir une première approche plus synthétique des relations faune - sédiments.

Ont ainsi été figurés les plans lutites/médiane (espèces sabulicoles seules), lutites/carbonate, lutites/carbone. On n'a pas considéré l'azote, l'ordination sur ce facteur présentant une grande analogie avec celle obtenue sur le carbone.

Dans le plan lutites/médiane (fig. 13) aucun groupement bien net n'apparaît, sinon celui que constituent les quatre espèces qui vivent sur des sables

purs à la limite des sables fins et moyens : *T. dendrolepis* (31), *O. kirkegaardii* (163), *S. sulcata* (215), *D. africana* (133).

La figure 14 (plan lutites/carbonate) met en évidence, au sein du contingent II défini dans l'ordination sur le facteur lutites, le groupe d'espèces fréquentant les fonds détritiques organogènes tel qu'il ressort de l'ordination sur le facteur carbonate. *P. arenosus* (196), espèce sabulicole du groupe I se rattache bien à ce groupe comme on l'a déjà signalé. Enfin *O. eremita* (106), *G. nordmanni* (87), voire *G. setosa* (140), classées elles aussi dans les sabulicoles, appartiennent plutôt, de par leur position dans le plan, au groupe B (espèces du contingent II sans affinité particulière pour les débris organogènes).

La représentation dans le plan lutites-carbone (fig. 15) apporte une nouvelle information. Les espèces du contingent II se divisent nettement en deux groupes, B correspondant aux espèces de sables vaseux peu riches en matière organique, auxquelles on peut ajouter *O. eremita* (106) du contingent I, et C aux polychètes de vases très sableuses à teneur plus élevée en matière organique; on peut également inclure dans l'enveloppe C *C. venusta* (38), *T. marioni* (137), *C. wolffi* (185) placées dans le contingent III. Une partition des contingents III et IV, qui tiendrait compte de la coupure apparue dans l'ordination sur le facteur carbone, ne se justifie guère.

Quelques espèces se placent en situation particulière. Ainsi *P. terricola* (175) déjà cité, mais aussi *Euphione* sp (17) polychète qui semble avoir des exigences vis-à-vis de la matière organique supérieures à celles des autres sabulicoles, *A. accraensis* (222) et *P. trionyx* (41) étant dans un cas analogue, tandis que *C. cirratus* (141) et *L. conchylega* (229) ont un comportement inverse.

Un rapide examen de la composition de ces groupes faunistiques, définis d'après l'affinité des espèces

pour les lutites et la matière organique, en prenant pour critère l'éthologie alimentaire, peut être entrepris à partir des données du tableau XII. Les polychètes étudiées sont partagées entre cinq catégories trophiques (carnivores, dépositivores, limivores fouisseurs, filtreurs, herbivores, d'après FAUCHALD et JUMARS, 1979); puis est calculée, dans chaque groupe du plan lutites/carbone (A, B, C, D, E) la proportion des espèces de chaque catégorie trophique.

Les carnivores, nombreux dans tous les groupes,

TABLEAU XI

Ordination des espèces sur le facteur taux d'azote
Species ordination along the nitrogen rate factor

rang	code espèce	libellé espèce	valeur centrale
1	163	<i>O. kirkegaardii</i>	0.006
2	215	<i>S. sulcata</i>	0.006
3	31	<i>T. dendrolepis</i>	0.007
4	88	<i>G. abidjanensis</i>	0.008
5	133	<i>D. africana</i>	0.008
6	28	<i>S. opalinum</i>	0.009
7	75	<i>N. cirrosa</i>	0.009
8	192	<i>G. africana</i>	0.010
9	123	<i>S. bombyx</i>	0.012
10	74	<i>N. hombergii</i>	0.014
11	76	<i>G. tesseleta</i>	0.014
12	164	<i>A. intermedia</i>	0.016
13	30	<i>T. vazensis</i>	0.017
14	118	<i>N. africana</i>	0.019
15	135	<i>M. papillicornis</i>	0.019
16	34	<i>S. zonata</i>	0.020
17	237	<i>J. elegans</i>	0.022
18	140	<i>C. setosa</i>	0.022
19	141	<i>C. cirratus</i>	0.024
20	114	<i>L. mucronata</i>	0.025
21	22	<i>Grubeulepis</i> sp.	0.025
22	82	<i>G. gigantea</i>	0.032
23	87	<i>G. nordmanni</i>	0.033
24	106	<i>O. eremita</i>	0.033
25	229	<i>L. conchylega</i>	0.035
26	138	<i>T. multibranchis</i>	0.036
27	196	<i>P. arenosus</i>	0.036
28	220	<i>P. bipennata</i>	0.037
29	217	<i>L. vanelli</i>	0.038
30	130	<i>P. ehlersi</i>	0.039
31	199	<i>P. scutigeroïdes</i>	0.041
32	17	<i>Euphione</i> sp.	0.042
33	226	<i>P. cristata</i>	0.044
34	152	<i>A. foetida</i>	0.045
35	50	<i>E. siphonodonta</i>	0.046
36	197	<i>P. swakopiana</i>	0.046
37	55	<i>P. capensis</i>	0.046
38	178	<i>C. lumbricoïdes</i>	0.046
39	53	<i>P. madeirensis</i>	0.047
40	194	<i>B. villosa</i>	0.047
41	142	<i>C. filiformis</i>	0.047
42	120	<i>A. iricolor</i>	0.048
43	221	<i>T. stroemi</i>	0.048
44	98	<i>H. fauveli</i>	0.049
45	183	<i>C. capensis</i>	0.050
46	25	<i>F. oerstedii</i>	0.050
47	95	<i>N. unicornis</i>	0.051
48	105	<i>O. quadricuspidis</i>	0.051
49	11	<i>H. antilopis</i>	0.051
50	198	<i>P. tropica</i>	0.051
51	227	<i>P. grubei</i>	0.052
52	209	<i>I. wydahensis</i>	0.053
53	27	<i>P. minuta</i>	0.053
54	78	<i>G. lapidum</i>	0.054
55	188	<i>M. sarsi</i>	0.054
56	127	<i>L. cirrata</i>	0.054
57	57	<i>F. paradoxa</i>	0.054
58	54	<i>F. lineata</i>	0.056
59	111	<i>L. impatiens</i>	0.058
60	144	<i>C. afer</i>	0.060
61	81	<i>G. rouxii</i>	0.062
62	33	<i>S. boa</i>	0.063
63	39	<i>C. viridis</i>	0.063
64	83	<i>G. multidentata</i>	0.064

65	73	N. inermis	0.064
66	35	L. yhleni	0.064
67	89	E. vittata	0.065
68	139	T. dorsobranchialis	0.065
69	191	O. fusiformis	0.065
70	124	A. oxycephala	0.066
71	179	C. palermitana	0.067
72	184	C. affinis	0.067
73	110	L. latreilli	0.067
74	208	I. pulchella	0.067
75	216	P. collaribranchis	0.068
76	213	A. kerguelensis	0.068
77	172	D. caducus	0.068
78	228	L. medusa	0.068
79	99	D. neapolitana	0.068
80	104	O. conchylega	0.070
81	150	A. fragilis	0.070
82	134	M. cornuta	0.072
83	161	P. gracilis	0.072
84	38	C. venusta	0.073
85	222	A. accraensis	0.073
86	113	L. coccinea	0.073
87	168	S. inflatum	0.074
88	210	A. gunneri	0.076
89	72	N. lyrochaeta	0.076
90	169	N. latericeus	0.077
91	79	G. convoluta	0.077
92	80	G. unicornis	0.077
93	211	A. pennata	0.077
94	159	A. assimilis	0.079
95	134	M. cineta	0.080
96	156	S. chevalieri	0.081
97	93	M. kinbergi	0.081
98	190	S. scutata	0.082
99	20	L. brunnea	0.083
100	59	P. modesta	0.084
101	137	T. marioni	0.084
102	185	C. wolffi	0.084
103	21	L. maculata (Lepidasthenia)	0.084
104	44	E. parvecarunculata	0.085
105	43	E. rullieri	0.085
106	131	P. pinnata	0.087
107	121	D. filum	0.087
108	67	N. lamellosa	0.087
109	151	P. socialis	0.088
110	202	L. indicus	0.089
111	207	M. palmata	0.089
112	109	O. bihanica	0.091
113	147	H. longissima	0.092
114	167	C. coasta	0.093
115	112	L. heteropoda	0.093
116	148	D. orissae	0.095
117	129	S. multioculata	0.096
118	182	C. gracilis	0.099
119	102	E. hupferiana	0.099
120	84	G. congoensis	0.099
121	36	E. incisa	0.099
122	157	S. madagascariensis	0.101
123	108	O. amoureuxi	0.101
124	175	P. terricola	0.103
125	24	P. bicolor	0.105
126	58	L. maculata (Loendalia)	0.106
127	184	H. decorata	0.107
128	155	S. armiger	0.108
129	187	H. glebifex	0.109
130	45	G. fauvelli	0.113
131	23	E. kinbergi	0.114
132	195	P. congoense	0.120
133	153	A. cuvieri	0.120
134	189	A. atlantideus	0.139
135	41	P. trionyx	0.162

sont moins importants parmi les espèces qui fréquentent les vases sableuses riches en matière organique (C).

Les déposivores, sur le même plan, en nombre moyen d'espèces, que les carnivores, dominent chez les annélides des substrats à teneur modérée en lutites (B et C), quel que soit le taux de matière organique.

Les fouisseurs limivores voient leur proportion croître régulièrement avec l'augmentation du taux d'éléments fins et de matière organique, observation

qui rejoint celle de PEARSON (1971) dans les lochs écossais; ils laissent cependant toujours, en Côte d'Ivoire, la prépondérance aux deux précédentes catégories.

Filtreurs et herbivores sont peu représentés; les premiers comptent cependant une proportion plus élevée d'espèces parmi les sabulicoles, qui fréquentent des fonds à plus fort hydrodynamisme.

Ces tendances n'ont cependant pas pu être statistiquement confirmées. Un calcul de χ^2 , portant sur la répartition des nombres d'espèces par catégorie

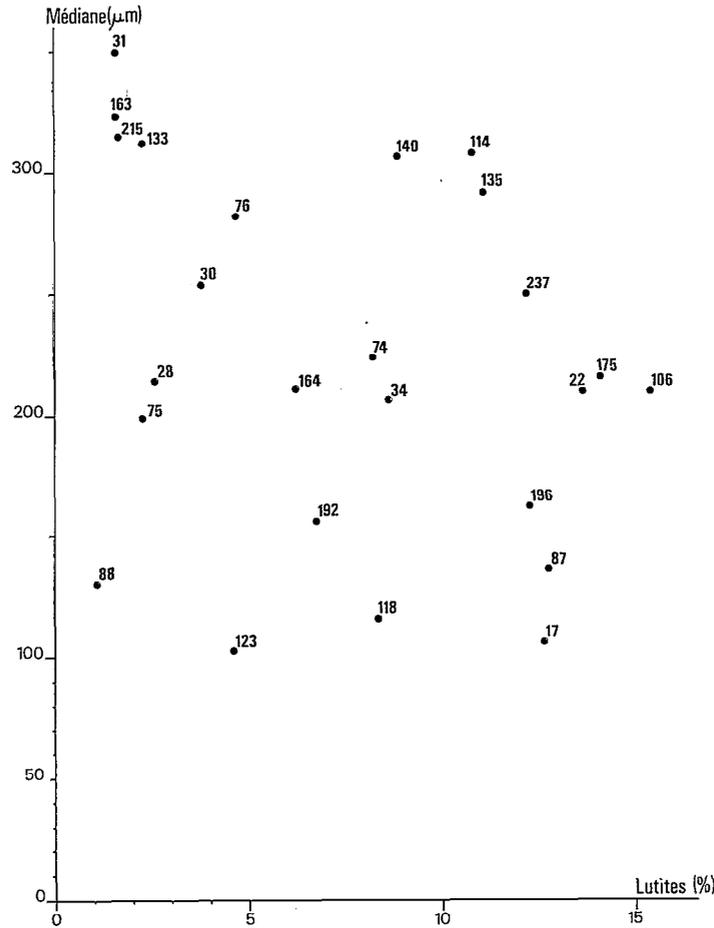


FIG. 13. — Représentation des espèces sabulicoles par leurs valeurs centrales dans le plan lutites/médiane
Sandy species represented by their lutites content scores (horizontal axis) and mean particle size scores (vertical axis)

trophique et par groupe sédimentaire n'a pas donné de valeur significative. On ne peut donc conclure à l'influence du facteur « sédiment » (teneurs en éléments fins et en matière organique) sur la répartition des catégories trophiques d'annélides.

Pour obtenir une synthèse de toutes les observations, aussi objective que possible, en se plaçant dans l'espace lutites/carbonate/carbone, on fera appel à une méthode due à DIDAY (1971), dite de partition par les nuées dynamiques; les « nuées » cherchent à mettre en évidence des classes les plus différentes possibles les unes des autres vis-à-vis de leurs caractéristiques, ici les coordonnées des valeurs centrales sur les facteurs pris en compte (dans une même échelle relative); et chaque classe ou « forme forte » doit être la plus homogène possible vis-à-vis de ces caractéristiques. On trouvera des détails sur les principes de la méthode dans BERTHIER et BOUROCHE (1975), DESSIER (1979), INTÈS (1980).

Pour rendre plus claire la présentation des résultats

et faciliter leur interprétation, une représentation en dendrogramme est donnée; l'analyse hiérarchique utilisée est à liens simples et tient compte des niveaux de similitude entre classes; l'algorithme pour construire cette hiérarchie a été proposé par ROUX (*in* BENZECRI *et al.*, 1973).

L'analyse oppose d'abord (fig. 16), deux grands groupes d'espèces; les sabulicoles, à valeurs centrales faibles sur les trois facteurs, d'une part, et toutes les autres polychètes qui ont des affinités pour des substrats plus ou moins vaseux.

Chez les sabulicoles, deux entités ressortent à un niveau de distinction relativement élevé (niveau 3); la première (*groupe 1*) est formée d'espèces vivant sur des sables pratiquement purs, la seconde (*groupe 2*) d'espèces occupant les sables légèrement envasés avec un certain colmatage des interstices entre les grains.

Parmi les annélides de substrats vaseux, la hiérarchie isole *O. bihanica* (109) qui a la particularité de

préférer des fonds à la fois riches en éléments fins mais pauvres en carbonate comme en matière organique; c'est par ailleurs une espèce profonde du talus

continental. Une coupure de niveau élevé (5) met ensuite en évidence des espèces de sables vaseux à la fois non organogènes et pauvres en matière orga-

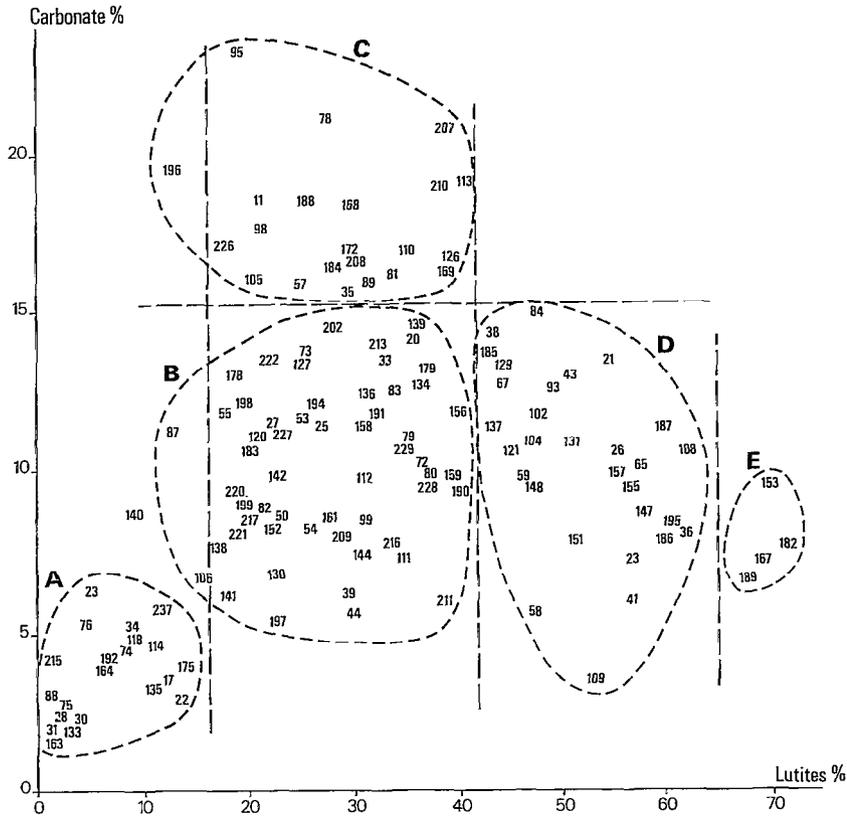


FIG. 14. — Représentation des espèces par leurs valeurs centrales dans le plan lutites/carbonate
Sandy species represented by their lutites content scores (horizontal axis) and carbonate scores (vertical axis)

TABLEAU XII

Proportions des catégories trophiques dans les groupes du plan lutites/carbonate (figure 15)
Trophic categories ratios in species assemblages of figure 15 (lutites content on horizontal axis, carbon rate on vertical axis)

	A	B	C	D et E	Ensemble faune
Carnivores	43.5	40.0	28.3	42.0	37.0
Dépositores	34.8	42.9	41.3	25.8	37.0
Limivores fouisseurs	13.0	14.3	23.9	25.8	20.0
Filtreurs	8.7	-	4.3	3.2	3.7
Herbivores	-	2.8	2.2	3.2	2.2

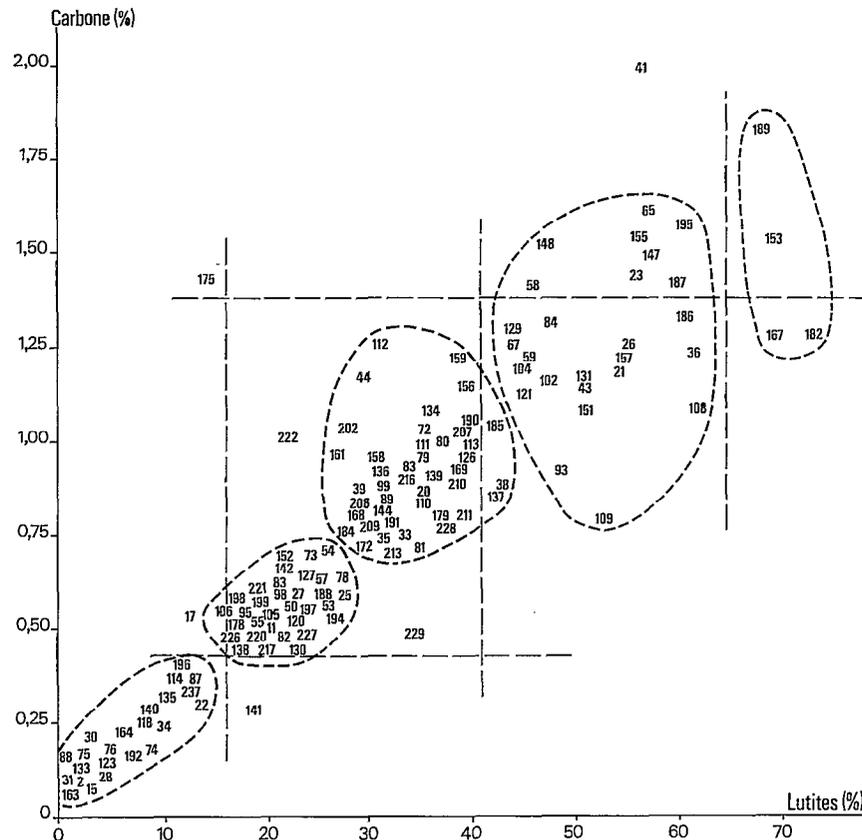


FIG. 15. — Représentation des espèces par leurs valeurs centrales dans le plan lutites/carbone
Species represented by their lutites content scores (horizontal axis) and carbone scores (vertical axis)

nique (*groupe 3*). Au niveau 4, l'analyse fait ressortir quatre entités : elle associe d'abord toutes les polychètes qui présentent des affinités pour des sédiments organogènes, parmi lesquelles on distinguera les espèces des sables vaseux organogènes (*groupe 7*) et celles de vases très sableux organogènes (*groupe 6*, déjà moins homogène). Se caractérisent ensuite de façon très nette les espèces les plus vasicoles (*groupe 5*). Le *groupe 4* est moins bien structuré et correspond aux polychètes des vases très sableux non organogènes ; on lui associera le petit paquet des espèces 136 (*M. cornuta*), 134 (*M. cincta*) et 83 (*G. multidentata*) qui occupent des positions moyennes sur les trois facteurs considérés.

La mise en évidence de ces sept groupes montre que si le facteur teneur en éléments fins reste prépondérant, l'introduction dans l'analyse des autres facteurs permet de l'affiner sensiblement. On assiste en particulier à l'éclatement du grand contingent II dans lequel il n'avait pas été possible d'établir des distinctions. Un résultat un peu surprenant est la disparition du groupe d'espèces correspondant au contingent IV. Ces annélides apparaissaient bien

groupées sur le gradient des lutites ; elles le sont moins sur les autres facteurs, notamment le carbone. Pour que les nuées dynamiques mettent en évidence une forme forte distincte il aurait sans doute fallu disposer d'un nombre plus grand d'espèces ayant les mêmes exigences écologiques.

5. DISCUSSION

Une partition de la faune annélienne étudiée en sept groupes édaphiques a donc été obtenue à partir de l'ordination des valeurs centrales calculées pour trois facteurs sédimentologiques importants : teneur en fraction fine, en carbonate (indice de présence d'éléments grossiers), en carbone (matière organique),

On distinguera :

- les espèces de sables purs,
- les espèces de sables légèrement envasés,
- les espèces de sables vaseux pauvres en matière organique et carbonate,
- les espèces de sables vaseux organogènes,

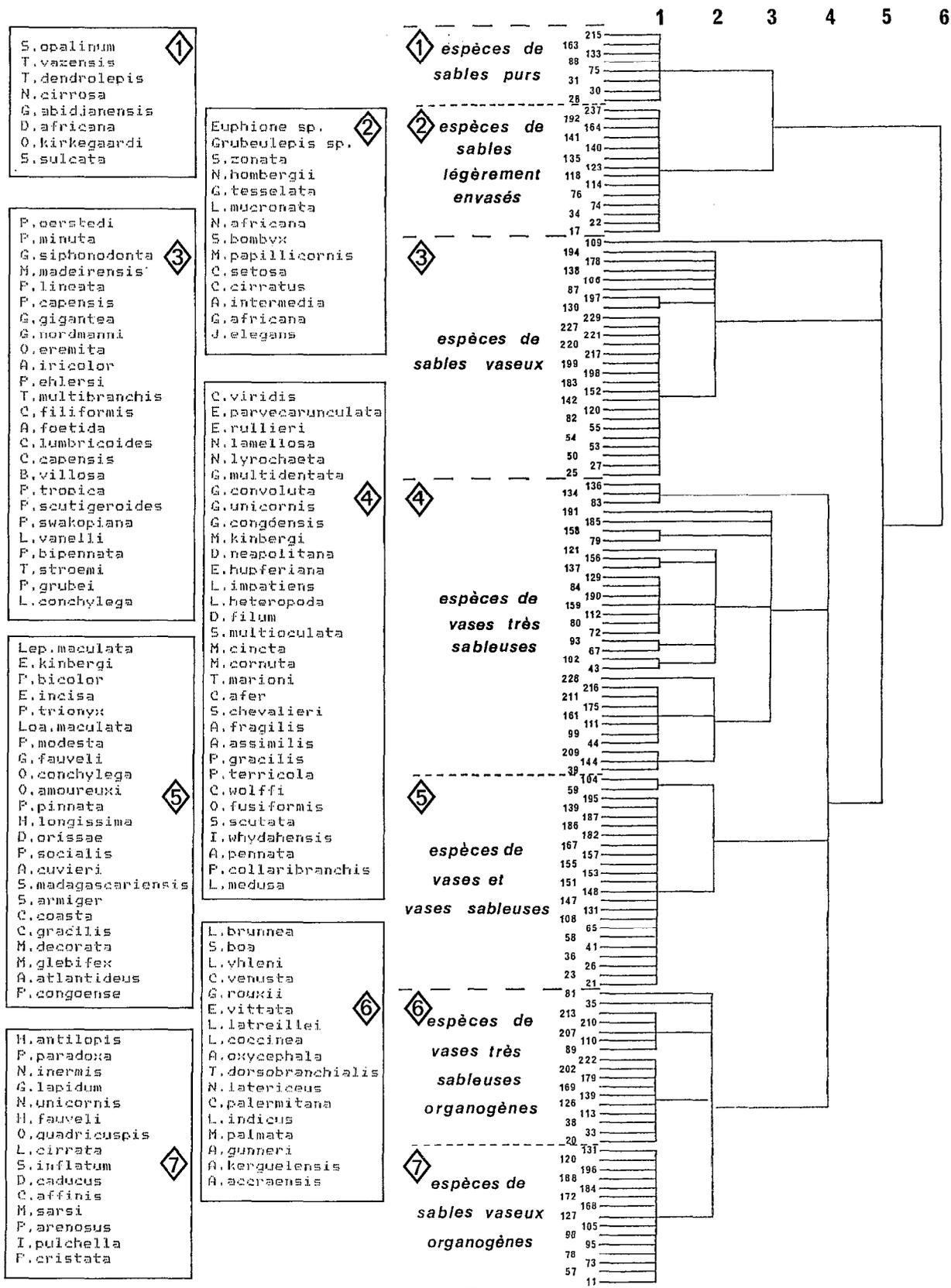


FIG. 16. — Espèces groupées selon leurs affinités sédimentaires dans l'espace lutiles/carbonate/carbone
 Species assemblages according to their sedimentary affinities. Result of analysis in the three-dimensional space of lutiles content, carbonate, and carbon rates

- les espèces de vases très sableuses organogènes,
- les espèces de vases très sableuses,
- les espèces de vases sableuses et vases.

5.1. Comparaison avec des travaux ouest-africains

Peu de travaux portent sur l'écologie benthique des fonds meubles du golfe de Guinée. On trouvera cependant quelques informations chez BUCHANAN (1958), LONGHURST (1958), USCHAKOV (1970).

BUCHANAN a étudié la faune benthique d'une région voisine, le plateau continental ghanéen au large d'Accra; l'analogie des fonds apparaît aux résultats de l'analyse sédimentologique, à un détail près cependant : le détritique organogène est plus développé au Ghana, avec des teneurs très élevées en carbonate, jusqu'à 80 % et, corrélativement, l'apparition d'une fraction très grossière (graviers et sables très grossiers) qui peut atteindre 20 %. Quelques mesures de carbone organique sont publiées qui donnent des valeurs du même ordre que celles obtenues en Côte d'Ivoire. BUCHANAN n'a pris en considération que les espèces les plus communes parmi lesquelles 19 polychètes retrouvées en Côte d'Ivoire. Il a récolté quatre espèces sur sables : *N. hombergii* et *O. eremita* (groupes 2 et 3 en Côte d'Ivoire) ainsi que *O. fusiformis* et *P. collaribranchis* (groupe 4) espèces par ailleurs très tolérantes; cinq espèces sur sables vaseux : *M. sarsi* (groupe 7), *P. bipennata* (groupe 3), *G. multidentata* (groupe 4), *L. yhleni* (groupe 6), ces quatre polychètes tout à fait à leur place, alors que *S. madagascariensis* (groupe 5) est une vasicole très tolérante; une espèce sur vase sableuse, *T. stroemi* (groupe 3, tolérante); enfin neuf espèces sur une vaste gamme de substrats (sable à vase) : *C. filiformis* et *P. scutigeroïdes* (groupe 3), *E. parvecarunculata*, *N. lyrochaeta*, *G. convoluta*, *D. neapolitana*, *L. impatiens*, *S. scutata* (groupe 4), *P. pinnata* (groupe 5) toutes très tolérantes. Dans l'ensemble ces observations ne contredisent pas celles de Côte d'Ivoire.

Trente espèces citées dans cette étude le sont aussi par LONGHURST (Sierra Leone et Gambie). Ce chercheur n'a pas utilisé les polychètes pour caractériser ses communautés, considérant que les plus communes sont des prédateurs présents sur tous les types de fonds. Les données publiées permettent cependant de bien cerner les affinités des espèces vis-à-vis des catégories sédimentaires.

Comme en Côte d'Ivoire, *T. dendrolepis* (groupe 1) a un comportement de sabulicole stricte tandis que *M. papillicornis*, *S. zonata*, *N. hombergii* (groupe 2) fréquentent plutôt des fonds de sables et sables envasés; *P. arenosus* (groupe 7) est exclusive des sables organogènes.

Les observations sur les polychètes de sables vaseux et vases très sableuses, *P. scutigeroïdes*, *T.*

stroemi (groupe 3), *N. lyrochaeta*, *G. convoluta*, *D. neapolitana*, *O. fusiformis*, *S. scutata*, *I. whydahensis*, *A. pennata*, *P. collaribranchis*, *L. medusa* (groupe 4), *S. boa*, *C. venusta*, *E. vittata*, *A. accraensis* (groupe 6), *L. cirrata*, *D. caducus*, *M. sarsi* (groupe 7) ne présentent pas de différences notables; toutes ces espèces sont tolérantes ou très tolérantes.

A. iricolor, *P. grubei* (groupe 3), *G. multidentata* (groupe 4), *G. rouxii* (groupe 6) semblent préférer des fonds plus vaseux en Sierra Leone. *S. madagascariensis* (groupe 5) a, dans les deux cas, une affinité vasicole marquée tandis que *P. bicolor* (groupe 5) est récoltée sur des substrats variés mais à dominante organogène.

Ici encore, autant qu'il soit possible d'établir des comparaisons, il existe une bonne concordance des résultats.

USCHAKOV a essentiellement parcouru, en Guinée, la zone intertidale et on note, dans sa liste faunistique, 17 espèces rencontrées en Côte d'Ivoire dont 6 donnent lieu à des remarques utilisables. La tolérance vis-à-vis du milieu d'espèces comme *A. iricolor* (groupe 3), *D. neapolitana*, *L. heteropoda*, *L. medusa* (groupe 4), *P. socialis* (groupe 5) est confirmée car USCHAKOV les a récoltées dans des sables du médio et de l'infra littoral, ainsi que *P. arenosus* (groupe 7).

5.2. Comparaison avec les résultats obtenus en Atlantique nord-oriental

Une parenté évidente existe entre les faunes annéliennes européennes et guinéennes (INTÈS et LE LŒUFF, 1984) surtout si l'on prend en considération les espèces les plus communément récoltées. Ainsi, par exemple, une cinquantaine d'espèces citées en Côte d'Ivoire figurent dans les publications de PICARD (1965) et GUILLE (1971) qui intéressent la Méditerranée, comme de GLÉMAREC (1969) qui portent sur le plateau continental Nord-Gascogne. On trouvera donc des éléments d'information particulièrement importants chez ces auteurs de même que chez LAUBIER (1966), BELLAN (1964), HILY (1976), entre autres. Au total, parmi les 135 espèces étudiées ici, 67 figurent dans la littérature citée, soit 50 %. Par commodité, chacune des unités faunistiques retenue sera tour à tour passée en revue.

GRUPE 1 (sabulicoles strictes)

Espèces communes : *T. dendrolepis*, *N. cirrosa*, *S. sulcata*.

N. cirrosa est désignée comme peuplant des sables propres, voire dunaires, selon MASSÉ (1962), GLÉMAREC, GUILLE, LAUBIER (sables à *Amphioxus*), HILY, WARWICK et DAVIES (1977) (communauté à *Spisula*). Seul PICARD la considère comme accompagnatrice sans signification précise. *T. dendrolepis*,

qui a la valeur centrale la plus forte sur le facteur médiane, ne trouve pas, en Côte d'Ivoire, son biotope d'élection fait de sables grossiers et graviers. *S. sulcata* a été signalé par GUILLE au large de Banyuls sur les fonds à *Venus ovata* et *Auchenoplax crinita*, biotopes qui ont la particularité d'être relativement profonds et de présenter, dans certains cas, des taux de lutites faibles; en Côte d'Ivoire *S. sulcata* occupe de préférence la frange profonde des sables, vers 50-60 m.

GRUPE 2 (espèces des sables envasés)

Espèces communes : *N. hombergii*, *G. tessellata*, *M. papillicornis*, *S. bombyx*, *G. setosa*, *G. cirralus*, *J. elegans*.

N. hombergii et *M. papillicornis* sont considérées par tous comme des sabulicoles tolérantes. De même, *S. bombyx* est, d'un avis unanime, caractéristique des sables fins bien calibrés. *G. cirralus* est rattachée au groupe 2 dans l'analyse du fait de sa faible valeur centrale sur le gradient carbone. C'est en fait une espèce de sables vaseux, en Côte d'Ivoire comme en Europe.

G. tessellata et *J. elegans* peuplent, en Méditerranée, les herbiers de Posidonies et les fonds coralligènes. Elles occupent en Côte d'Ivoire les substrats qui se rapprochent le plus de ces biotopes.

Une nette divergence apparaît à propos de *G. setosa*; sabulicole très tolérante en Côte d'Ivoire, elle est décrite comme vasicole stricte par PICARD; de même elle fréquenterait, selon GLÉMAREC, les vases à *Melinna* du golfe de Gascogne. On peut se demander si le même terme taxonomique ne recouvre pas plusieurs espèces distinctes car il est bien connu que l'étude systématique des Cirratulidae est particulièrement difficile. *G. setosa* est également signalée du Pacifique nord-est; d'après les données de LIE et KISKER (1970), il serait plus commun sur les substrats sableux que sur les vases.

GRUPE 3 (espèces des sables vaseux)

Espèces communes : *P. oerstedii*, *P. minuta*, *E. siphonodonta*, *P. madeirensis*, *P. lineata*, *G. gigantea*, *G. nordmanni*, *O. eremita*, *A. iricolor*, *T. multibranchis*, *A. foetida*, *B. villosa*, *T. stroemi*, *L. conchylega*, *P. ehlersi*.

G. gigantea est considérée en Europe comme gravellicole préférentielle et ne peut donc trouver en Côte d'Ivoire son biotope de prédilection. *O. eremita* est citée par PICARD comme caractéristique exclusive des sables fins bien calibrés; cet *Onuphis* fréquente sensiblement les mêmes fonds en Côte d'Ivoire en préférant cependant un certain envasement (valeur centrale « lutites » = 15). *P. minuta* est, en Médi-

terrannée, une espèce des fonds coralligènes, qui doit donc s'adapter pour peupler le golfe de Guinée. Pour GUILLE, *G. nordmanni* est une sabulicole tolérante (fonds à *N. hombergii*) mais, n'a pas de signification écologique pour PICARD. *T. multibranchis* et *E. siphonodonta* sont des sabulicoles-vasicoles tandis que *A. iricolor* et *P. madeirensis* sont sans signification écologique particulière et vivent sur des fonds plus ou moins envasés; *T. stroemi* et *P. ehlersi* sont réputées vasicoles. Si *P. lineata* et *L. conchylega* sont, pour PICARD, exclusives des vases terrigènes côtières, elles apparaissent, dans le golfe de Gascogne (GLÉMAREC) et sur les côtes du Roussillon (GUILLE), d'une grande tolérance vis-à-vis de la nature du substrat, comme en Côte d'Ivoire. Toujours pour PICARD, *B. villosa* et *P. oerstedii* sont exclusives des vases profondes; ces polychètes sont ici moins vasicoles et plus côtières.

A. foetida, exclusive des sédiments vaseux en mode calme dans le golfe de Marseille (PICARD), occupe les sables fins infralittoraux des pertuis charentais, en zones calmes (HILY); en Côte d'Ivoire cet *Aricia* évite les turbulences qui se situent près de la côte, pour se réfugier sur des sables vaseux un peu plus profonds (circalittoral côtier) que ceux dans lesquels on le signale en Europe.

GRUPE 4 (espèces des vases très sableuses)

Espèces communes : *G. convoluta*, *G. unicornis*, *D. neapolitana*, *L. impatiens*, *D. filum*, *S. multioculata*, *T. marioni*, *P. gracilis*, *P. terricola*, *O. fusiformis*, *S. scutata*, *L. medusa*.

En Europe, *L. impatiens*, *P. gracilis*, *O. fusiformis* et *L. medusa* occupent des fonds plus ou moins envasés; *P. gracilis* est, en Côte d'Ivoire, assez exigeante vis-à-vis du substrat (15 à 40 % de lutites), les trois autres étant tolérantes ou très tolérantes. *G. unicornis* est vasicole, *S. multioculata*, *T. marioni* et *D. filum* vivent sur des sédiments vaseux ou des détritiques envasés. *S. scutata* est, pour PICARD, exclusive des vases terrigènes côtières à Marseille, tolérante pour les autres auteurs.

Quelques divergences importantes sont à noter : *D. neapolitana*, exclusive des sables fins bien calibrés pour PICARD et récoltée par HILY dans des sables fins côtiers, est tout à fait tolérante en Côte d'Ivoire. De même, *G. convoluta*, préférante des sables fins des hauts niveaux (PICARD), sabulicole tolérante (GLÉMAREC et HILY), est rencontrée sur tous les types de fonds en Côte d'Ivoire, ce qui rejoint les observations de GUILLE. Enfin, *P. terricola* préfère en Côte d'Ivoire des sables envasés, riches en matière organique; cette exigence est retrouvée, en Méditerranée, dans les sédiments vaseux en mode calme dont il serait, selon PICARD, caractéristique exclusive.

GROUPE 5 (vasicoles)

Espèces communes : *Lepidasthenia maculata*, *E. kinbergi*, *O. conchylega*, *P. pinnata*, *P. socialis*, *A. cuvieri*, *S. armiger*, *C. gracilis*, *M. glebifex*.

Les observations concordent bien pour *L. maculata*, exclusive des vases terrigènes côtières selon PICARD et *E. kinbergi*, espèce des vases du littoral du large pour GLÉMAREC. *M. glebifex* et *P. pinnata*, vasicoles strictes, sont préférantes des vases terrigènes côtières (PICARD); ce Spionidae est, par ailleurs, signalé comme espèce préférante des fonds envasés au large de Banyuls (GUILLE), avec *S. armiger*, qui caractérise un faciès de vase sableuse dans la même région. *P. socialis*, *C. gracilis* et *A. cuvieri* peuplent les vases et détritiques envasés, *A. cuvieri* étant strictement vasicole (PICARD). Selon PICARD, *O. conchylega* est une polychète mixticole alors que GLÉMAREC la place parmi les sabulicoles tolérantes, pouvant être récoltée sur des fonds de gravelles et sables grossiers. En Côte d'Ivoire, l'espèce a été rencontrée sur tous les substrats, sauf les vases purs. On peut considérer que le calcul de sa valeur centrale a été biaisé par la présence de nombreux jeunes individus (102) à la station 53 où la teneur en lutites est de 48 %. En fait, *O. conchylega* devrait plutôt venir se placer dans le groupe 3 des espèces de sables vaseux.

GROUPE 6 (espèces de vases très sableuses organogènes)

Espèces communes : *S. boa*, *L. yhleni*, *C. venusta*, *G. rouxii*, *E. vittata*, *L. laireilli*, *L. coccinea*, *A. oxycephala*, *N. latericeus*, *C. palermitana*, *M. palmata*, *A. gunneri*.

E. vittata, *L. laireilli*, *A. oxycephala*, *A. gunneri* et *M. palmata* sont considérés par la plupart des auteurs comme mixticoles, exigeant donc des sédiments avec présence simultanée de fractions fines, sableuses, et plus grossières; PICARD, cependant, ne leur trouve aucune signification écologique précise et va même jusqu'à classer *M. palmata* dans les minuticoles alors que, dans cette étude, l'espèce a une des plus fortes valeurs centrales sur le gradient carbonate (20,8). *C. palermitana* est, selon PICARD, exclusive du détritique envasé; *C. venusta* est signalé sur les vases et détritiques envasés. Jusqu'à présent, l'affinité pour les éléments grossiers n'avait pas été citée pour *N. latericeus* (tous types de substrats vaseux), *S. boa* (sabulicole-vasicole), *L. yhleni* et *G. rouxii* (vasicoles). Enfin, *L. coccinea* appartient au peuplement des faunes coralligènes en Méditerranée; sa valeur centrale carbonate est élevée (18,9) et l'espèce trouve

donc, avec ces sédiments organogènes, un biotope de substitution.

GROUPE 7 (espèces de sables vaseux organogènes)

Espèces communes : *H. antilopis*, *P. paradoxa*, *N. inermis*, *G. lapidum*, *N. unicornis*, *H. fauveli*, *L. cirrata*, *S. inflatum*, *D. caducus*, *C. affinis*, *P. cristata*.

Tous les avis convergent pour classer *H. antilopis*, *N. unicornis*, *H. fauveli* et *P. cristata* dans les mixticoles; de même pour *S. inflatum*, *P. paradoxa*, *D. caducus*, à l'exception de PICARD pour lequel *Scalibregma* est une vasicole stricte, les deux autres n'ayant pas de signification précise. *L. cirrata* est exclusive des vases terrigènes côtières pour PICARD, tolérante selon les autres auteurs. *G. lapidum* est une gravellicole préférentielle et, en Côte d'Ivoire, les sables vaseux organogènes sont les fonds qui présentent les caractères les plus conformes à ses affinités.

5.3. Conclusion

Dans l'ensemble, les résultats obtenus en Côte d'Ivoire confirment les observations déjà réalisées dans le golfe de Guinée comme dans le golfe de Gascogne et en Méditerranée. Les divergences d'opinion constatées chez les auteurs tiennent d'abord aux diverses méthodes utilisées pour l'échantillonnage et le traitement des données. Elles tiennent aussi aux conditions régionales, climatiques et édaphiques, qui sont toujours particulières et qui interviennent pour inciter les espèces à tirer parti de toutes leurs facultés adaptatives. Les polychètes sont, à cet égard, privilégiées, car elles sont capables, des exemples viennent d'en être donnés, d'une plasticité écologique vraisemblablement peu commune dans le domaine marin.

Ce travail le montre une nouvelle fois, la teneur en lutites est, dans un tel milieu, le facteur édaphique prépondérant pour expliquer la répartition d'organismes macrobenthiques comme les polychètes, de même que l'est également, parmi les facteurs climatiques, la température (ou la profondeur qui lui est directement corrélée); cependant, la prise en considération d'autres éléments, comme le taux de matière organique, permet d'affiner et d'approfondir sensiblement l'interprétation des données.

Il convient enfin de souligner que le système de traitement adopté à partir de l'Analyse de Gradient introduit une démarche qui diffère de celle habituellement suivie par les écologistes du benthos; on aboutit, par intégration d'autant de facteurs qu'on le juge utile, à une synthèse finale qui définit des groupes d'espèces en les caractérisant par l'analogie de leur réponse (concrétisée par leur répartition)

aux conditions de milieu. Habituellement, les assemblages sont déterminés d'après le degré d'affinité entre espèces et c'est seulement dans une deuxième phase qu'on précise le système physique auquel ils sont liés.

Ces deux approches ne s'excluent pas; elles sont en fait complémentaires comme le montrera le dernier volet de cette étude sur les annélides polychètes de Côte d'Ivoire qui doit porter sur la définition et la description des peuplements.

BIBLIOGRAPHIE

- BELLAN (G.), 1964. — Contribution à l'étude systématique, bionomique et écologique des annélides polychètes de la Méditerranée. *Rec. Trav. Sta. Mar. Endoume*, 33 (49) : 1-371.
- BENZECRI (J. P.) *et al.*, 1973. — *L'analyse des données. Tome 1. La taxinomie*, 615 p. *Tome 2. L'analyse des correspondances*, 619 p., Dunod, Paris.
- BERTHIER (P.) et BOUROCHE (J. M.), 1975. — *Analyse des données multidimensionnelles*. P.U.F., Paris, 270 p.
- BIANCHI (A.) et MASSÉ (H.), 1974 (1975). — Étude comparée des variations quantitatives de la teneur en matière organique et de la macrofaune de quelques substrats meubles infralittoraux de Méditerranée nord-occidentale. *Téthys*, 6 (4) : 657-666.
- BINET (D.), 1972. — Variations des biovolumes de zooplancton du plateau continental entre le Cap des Palmes et le Cap des Trois Pointes. *Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan*, 3 (2) : 60-93.
- BUCHANAN (J. B.), 1958. — The bottom fauna communities across the continental shelf off Accra, Ghana (Gold Coast). *J. Afr. Zool.*, 130 : 1-57.
- CHARDY (P.), 1975. — Les isopodes asellotes de la plaine abyssale atlantique. Exploitation mathématique des données. *Thèse doctorat, Univ. Pierre et Marie Curie, Paris*, 247 p.
- CHASSÉ (C.) et GLÉMAREC (M.), 1976. — Principes généraux de la classification des fonds pour la cartographie bio-sédimentaire. *J. Rech. Océanogr.*, 1 (3) : 1-18.
- DANDONNEAU (Y.), 1972. — Aspects principaux des variations du phytoplancton sur le plateau continental ivoirien. *Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan*, 3 (2) : 32-59.
- DE MIRO ORELL (M.), 1973. — Sédimentos recientes del margen continental de Mauritania (expedición Sahara II). *Supl. Invest. Pesq., Res. Exp. Cient. B. O. Cornide*, 2 : 1-12.
- DESSIER (A.), 1979. — Écologie dynamique des peuplements zooplanctoniques côtiers et plus particulièrement du sud du golfe de Guinée (côtes du Congo, du Gabon et de l'Angola). *Thèse doctorat, Univ. Pierre et Marie Curie, Paris*, 275 p.
- DIDAY (E.), 1971. — Une nouvelle méthode en classification automatique et reconnaissance des formes. *Rev. Stat. Appl.*, 19 (2) : 19-33.
- DOMAIN (F.), 1980. — Contribution à la connaissance de l'écologie des poissons démersaux du plateau continental sénégal-mauritanien. Les ressources démersales dans le contexte général du golfe de Guinée. *Thèse doctorat, Univ. Pierre et Marie Curie, Paris*, 342 p.
- DUFOUR (P.), 1984. — Production primaire d'une lagune tropicale (Ébrié, Côte d'Ivoire). Facteurs naturels et anthropiques. *Thèse doctorat, Univ. Pierre et Marie Curie, Paris*, 164 p.
- DUGAS (F.), 1968. — Carte sédimentologique provisoire du plateau continental de la Côte d'Ivoire, I-d'Assinie à Fresco. *Doc. Prov. centre ORSTOM Adiopodoumé. Abidjan*, 28 p.
- EISMA (D.), 1966. — The distribution of the benthic marine molluscs of the Main Dutch Coast. *Neth. Jnl Sea Res.*, 3 (1) : 107-163.
- FAGE (L.), 1951. — Influence de la teneur en matière organique des sédiments marins sur la répartition et la densité de la faune benthique profonde. *Ann. Biol.*, 22 (7) : 293-299.
- FAUCHALD (K.) et JUMARS (H.), 1979. — The diet of worms : a study of polychaetes feeding guilds. *Oceanogr. Mar. Biol., Ann. Rev.*, 17 : 193-284.
- GLÉMAREC (M.), 1964. — Bionomie benthique de la partie orientale du golfe du Morbihan. *Cah. Biol. Mar.*, 5 : 33-96.
- GLÉMAREC (M.), 1969. — Les peuplements benthiques du plateau continental Nord-Gascogne. *Thèse doctorat. Univ. Pierre et Marie Curie, Paris*, 167 p.
- GUILLE (A.), 1971. — Bionomie benthique du plateau continental de la côte catalane française : 6, données autécologiques (Macrofaune). *Vie et Milieu, sér. B : Océanogr.*, 22 : 469-527.
- IILY (C.), 1976. — Écologie benthique des pertuis charentais. *Thèse doctorat 3^e cycle. Univ. Bretagne Occidentale. Brest*, 236 p.
- INTÈS (A.), 1980. — Les annélides polychètes du golfe de Guinée central. Systématique, écologie, zoogéographie. *Thèse doctorat. Univ. Bretagne Occidentale. Brest*, 264 p.
- INTÈS (A.) et LE LÉUEFF (P.), 1975. — Les annélides polychètes de Côte d'Ivoire. I : Polychètes errantes, compte rendu systématique. *Cah. ORSTOM, Sér. Océanogr.*, 13 (4) : 267-321.

- INTÈS (A.) et LE LÆUFF (P.), 1977. — Les annélides polychètes de Côte d'Ivoire. II : Polychètes sédentaires, compte rendu systématique. *Cah. ORSTOM, Sér. Océanogr.*, 15 (3) : 215-249.
- INTÈS (A.) et LE LÆUFF (P.), 1984. — Les annélides polychètes de Côte d'Ivoire. III : Relations faune-conditions climatiques. Unités régionales faunistico-climatiques dans le golfe de Guinée. *Océanogr. trop.*, 19 (1) : 3-24.
- LAUBIER (L.), 1966. — Le coralligène des Albères. Monographie biocoenotique. *Ann. Inst. Océanogr.* 43 (2) : 137-316.
- LEMASSON (L.) et RÉBERT (J. P.), 1968. — Observations de courants sur le plateau continental ivoirien. Mise en évidence d'un sous-courant. *Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan*, 22 : 1-66.
- LEMASSON (L.) et RÉBERT (J. P.), 1973. — Les courants marins dans le golfe ivoirien. *Cah. ORSTOM, Sér. Océanogr.*, 11 (1) : 67-96.
- LIE (U.), 1974. — Distribution and structure of benthic assemblages in Puget Sound, Washington, U.S.A. *Mar. Biol.*, 26 : 203-223.
- LIE (U.), 1978. — The quantitative distribution of benthic macrofauna in Fanafjorden, western Norway. *Sarsia*, 63 : 305-316.
- LIE (U.) et KISKER (D. S.), 1970. — Species composition and structure of benthic infauna communities off the coast of Washington. *J. Fish. Res. Bd Canada*, 27 (12) : 2273-2285.
- LONGHURST (A. R.), 1958. — An ecological survey of the west african marine benthos. *Fish. Pubs. col. office. London*, 2 : 1-101.
- LONGHURST (A. R.), 1983. — Benthic-pelagic coupling and export of organic carbon from a tropical Atlantic shelf — Sierra Leone. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 17 : 261-285.
- MARTIN (L.), 1973. — Carte sédimentologique du plateau continental de Côte d'Ivoire. *Notice explicative ORSTOM*, 48, 19 p., 3 cartes.
- MARTIN (L.), 1977. — Morphologie, sédimentologie et paléogéographie du quaternaire récent du plateau continental ivoirien. *Trav. Doc. ORSTOM*, 61, 265 p.
- MASSÉ (H.), 1962. — Cartographie bionomique de quelques fonds meubles de la partie sud-orientale du golfe de Marseille. *Rec. Trav. Sta. Mar. Endoume*, 42 (27) : 221-260.
- NICHOLS (F. H.), 1970. — Benthic polychaetes assemblages and their relationship to the sediment in Port Madison, Washington. *Mar. Biol.* 6 (1) : 48-57.
- PEARSON (T. H.), 1971. — Studies on the ecology of the macrobenthic fauna of lochs Linnhe and Eil, west coast of Scotland. II : Analysis of the macrobenthic fauna by comparison of feeding groups. *Vie et milieu. suppl.*, 2 (1) : 53-91.
- PICARD (J.), 1965. — Recherches sur les biocoenoses marines des substrats meubles dragables de la région marseillaise. *Thèse doctorat. Univ. Aix-Marseille*, 160 p.
- PLANTE (R.) et LE LÆUFF (P.), 1983. — Le benthos marin et les stratégies d'échantillonnage. In S. Frontier édit. : *Stratégies d'échantillonnage en écologie*, Masson, Paris, Les Presses de l'Université Laval, Québec : 325-340.
- RANCUREL (P.), 1968. — Topographie générale du plateau continental de Côte d'Ivoire et du Libéria. *Notice explicative ORSTOM*, 35, 8 p., 7 cartes.
- RULLIER (F.), 1959. — Étude bionomique de l'Aber de Roscoff. *Trav. St. biol. Roscoff. n. sér.*, 10, 350 p.
- USCHAKOV (P. V.), 1970. — Observations sur la répartition de la faune benthique du littoral guinéen. *Cah. Biol. Mar.*, 2 (4) : 435-458.
- WARWICK (R. M.) et DAVIES (J. R.), 1977. — The distribution of sublittoral macrofauna communities in Bristol Channel in relation to the substrate. *Estuarine and Coastal Marine Science*, 5 : 267-288.
- WHITTAKER (R. H.), 1957. — Recent evolution of ecological concepts in relation to the eastern forests of north America. *Am. J. Bot.*, 44 : 197-206.
- WHITTAKER (R. H.), 1967. — Gradient analysis of vegetation. *Biol. Rev.*, 42 : 207-264.