

ÉTUDE DU PEUPEMENT DE POISSONS D'UN MILIEU SAUMÂTRE TROPICAL POÏKILOHALIN : la baie de Cocody en Côte d'Ivoire.

par J. DAGET* et J.-R. DURAND**

SOMMAIRE.

1. Introduction.
 - 1.1. — Le milieu étudié.
 - 1.2. — Le peuplement de Poissons échantillonné.
 - 1.3. — Distributions d'abondance et diversité.
2. Similitude entre relevés.
 - 2.1. — Corrélation de Bravais-Pearson.
 - 2.2. — Corrélation de point.
 - 2.3. — Corrélation de rang de Kendall.
 - 2.4. — Distance de Kendall.
 - 2.5. — Analyse factorielle de la matrice de similitude.
3. Relations interspécifiques.
 - 3.1. — Corrélation de Bravais-Pearson.
 - 3.2. — Corrélation de point.
 - 3.3. — Distance de Kendall.
4. Discussion des résultats et conclusion.

RÉSUMÉ

Les auteurs ont étudié l'influence des variations de salinité sur la composition et la structure du peuplement de Poissons de la baie de Cocody (Côte d'Ivoire). Les comparaisons ont été faites entre les échantillons mensuels pris deux à deux et entre les espèces également prises deux à deux. Dans le premier cas, l'influence de la salinité est primordiale. Quant aux espèces, un grand nombre d'entre elles mais non toutes réagissent d'une façon ou d'une autre aux variations de salinité.

Au point de vue méthodologique, l'intérêt d'utiliser des matrices d'intercorrélations, surtout celles obtenues par les statistiques de rang, dans les travaux écologiques a été mis en évidence. L'analyse factorielle d'une matrice d'intercorrélations de Kendall a été faite et les deux premiers facteurs extraits par la méthode de Hotelling ont été interprétés. Le premier facteur bipolaire est fortement lié à la salinité.

* Directeur de Recherches à l'O.R.S.T.O.M., Paris.

** Chargé de Recherches. Centre ORSTOM de Fort-Lamy (Tchad).

SUMMARY

The authors have studied the influence of salinity variations on the composition and structure of fish population in the Bay of Cocody (Ivory Coast). Comparisons have been drawn between monthly samples taken two by two and between species equally taken two by two. In the former case, the influence of salinity is primordial. As to the species, a great number but not the whole of them respond in some way or other to salinity variations.

With the view of methodology, the interest of using intercorrelation matrices, mostly those obtained by rank statistics, in ecological studies has been pointed out. The factor analysis of an intercorrelation matrix of Kendall have been interpreted. The first bipolar factor is firmly bound to salinity.

1. Introduction

1.1. — LE MILIEU ÉTUDIÉ.

La baie de Cocody est un diverticule de la lagune Ebrié, situé entre Abidjan-Plateau et le quartier résidentiel de Cocody. Sa superficie est de l'ordre de 130 à 140 hectares et sa profondeur n'excède pas quelques mètres. Aucun cours d'eau ne se jette dans cette baie où les variations de salinité sont importantes et en partie liées au régime des pluies. Dans le tableau I sont indiquées les valeurs maximales, minimales et les moyennes mensuelles de la salinité et du pH, mesurées quotidiennement en surface à hauteur de Port-I.F.A.N., ainsi que la hauteur de pluie enregistrée à la station météorologique d'Abidjan-ville, pour l'année 1962.

Durant les quatre premiers mois, relativement secs, les eaux de la baie de Cocody sont restées mixopolyhalines, avec en mars un maximum absolu de salinité de 24,6 g de ClNa par litre. Dès le début de la saison des pluies, en mai, la salinité a décru rapidement et les eaux sont devenues mixomésahalines puis mixooligohalines vers la mi-juin. La petite saison sèche en août-septembre a fait légèrement remonter la salinité et les eaux sont redevenues mixomésahalines.

Mois	Salinité		pH		Précipitations hauteur totale
	Max.-Min.	Moy.	Max.Min.	Moy.	
J	22,80-18,30	20,83	7,95-7,60	7,775	7
F	24,50-21,20	22,85	8,08-7,60	7,84	12
M	24,60-21,20	23,15	8,15-7,88	8,015	136
A	24,00-19,40	22,17	8,10-7,94	8,02	78
M	19,80-15,00	17,95	8,08-7,78	7,93	203
J	17,60- 1,20	8,01	8,08-6,00	7,04	758
J	2,60- 0,70	1,10	7,00-6,00	6,50	359
A	11,25- 2,20	7,18	7,69-6,60	7,145	20
S	8,60- 1,00	4,12	7,69-7,00	7,345	2
O	1,20- 0,30	0,63	7,05-6,60	6,825	306
N	4,00- 0,40	2,37	7,15-6,60	6,875	201
D	12,80- 2,20	6,24	7,60-7,00	7,30	120

TABLEAU I

Variations de la salinité, du pH et des précipitations locales pour les 12 mois de l'année 1962 en baie de Cocody. Les salinités sont exprimées en grammes de ClNa par litre et les précipitations en millimètres.

Il convient de signaler que dès le mois de septembre et jusqu'à la fin de l'année, les variations de salinité sont dues à la crue du Komoé beaucoup plus qu'aux précipitations locales. Le Komoé a un bassin versant d'environ 75 000 km² dont 44 % en savane, 27 % en savane boisée et 29 % en

forêt. Son hydrogramme est sans rapport avec la pluviométrie de la zone forestière du sud de la Côte d'Ivoire. Le Komoé possède en effet un régime tropical de transition typique, avec une longue période d'étiage et une seule crue importante à cheval sur la petite saison sèche d'août et la seconde saison des pluies d'octobre. Cette crue se fait sentir dans toute la lagune Ebrié dont le niveau moyen remonte alors de 30 à 50 cm. En conséquence, les eaux de la baie de Cocody sont restées mixooligohalines durant trois mois à partir de la mi-septembre et sont redevenues mixo-mésohalines dans le courant de décembre.

Les variations du pH suivent d'assez près celles de la salinité, les eaux d'origine marine étant basiques et les eaux de pluie ou d'origine continentales étant acides. On notera cependant un net décalage des deux courbes (fig. 1) à partir du mois de septembre c'est-à-dire lorsque la crue du Komoé intervient.

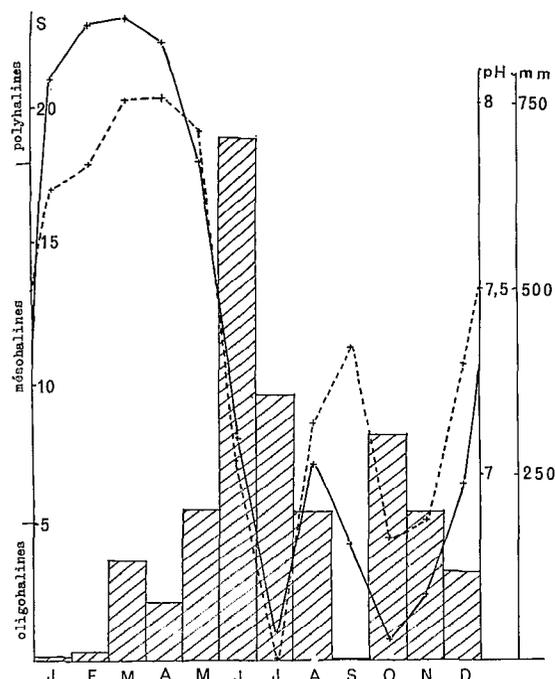


Fig. 1. — Variations mensuelles de la salinité (trait plein), du pH (trait interrompu) et des précipitations (histogramme hachuré) en baie de Cocody durant l'année 1962. Mois en abscisses; salinité S en grammes de ClNa par litre, pH et hauteur de pluie en millimètres en ordonnées.

1.2. — LE PEUPEMENT DE POISSONS ÉCHANTILLONNÉ.

Dans la baie de Cocody, la capture de 69 espèces différentes de Poissons a été signalée (DAGET et ILTIS, 1965), mais toutes n'y sont pas présentes de façon constante. Le milieu est en effet ouvert et le peuplement varie non seulement quantitativement mais aussi qualitativement au cours de l'année. Certaines espèces, venant de la mer par le canal de Vridi, n'y pénètrent qu'à la faveur d'une salinité élevée alors que d'autres, venant des cours d'eau qui se jettent dans la lagune Ebrié, ne rentrent dans la baie de Cocody qu'à l'époque où les eaux de la lagune sont mixooligohalines.

Le tableau II résume les résultats d'une série d'échantillonnages effectués systématiquement tout au long de l'année 1962. Les chiffres qui figurent dans les colonnes de ce tableau ont été obtenus en additionnant les nombres d'individus de chaque espèce capturés lors de pêches expérimentales au filet tournant, effectuées chaque mois à quelques jours d'intervalle en divers points

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
<i>Urogymnus africanus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Dasyatis margarita</i>	1	1	2	0	4	0	0	2	0	0	0	0	10
<i>Elops lacerta</i>	86	46	20	22	36	18	43	107	73	119	71	20	661
<i>Ethmalosa fimbriata</i>	1396	1184	1336	1965	3542	6420	2376	368	2939	1223	387	2034	25.170
<i>Ilisha africana</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Sardinella eba</i>	11	11	5	4	1	0	0	0	0	0	0	0	32
<i>Pellonula afzeliusi</i>	557	0	28	274	7	136	113	354	641	414	172	235	2.931
<i>Lagocephalus laevigatus</i>	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Hepsetus odoe</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
<i>Chrysichthys</i> spp.....	346	331	160	43	103	16	20	8	210	119	35	65	1.456
<i>Eutropius mentalis</i>	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	1	0	5
<i>Strongylura senegalensis</i>	69	25	10	32	15	5	0	12	8	6	4	8	194
<i>Hyporhamphus</i> sp.....	0	0	0	0	0	3	0	3	47	32	0	1	86
<i>Aplocheilichthys spilauchen</i> .	24	9	7	26	11	15	8	3	8	1	0	4	116
<i>Sphyræna piscatorum</i>	27	12	8	20	32	24	18	10	3	5	1	0	160
<i>Liza falcipinnis</i>	25	32	115	85	91	33	4	129	25	49	57	92	737
<i>Polydactylus quadrifilis</i>	125	31	12	0	0	0	2	2	3	9	0	0	184
<i>Galeoides decadactylus</i>	59	43	9	2	3	0	0	2	11	0	0	0	129
<i>Epinephelus aeneus</i>	5	10	9	12	12	4	0	0	0	0	0	0	52
<i>Lutjanus goreensis</i>	15	13	9	19	12	3	4	3	3	6	2	1	90
<i>Pomadasy jubelini</i>	58	15	21	29	17	28	25	6	9	31	42	4	285
<i>Gerres</i> spp.....	498	652	428	516	510	461	66	197	243	433	92	84	4.180
<i>Pseudotolithus senegalensis</i> .	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Corvina nigrita</i>	43	0	2	0	0	0	2	0	1	6	0	0	54
<i>Caranx senegalus</i>	52	27	24	31	55	3	0	13	2	0	0	1	208
<i>Caranx hippos</i>	27	11	1	11	12	8	1	3	14	7	13	3	111
<i>Vomer setapinnis</i>	24	21	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	46
<i>Scyris alexandrinus</i>	16	5	3	4	4	0	0	0	0	0	0	1	33
<i>Hypacanthus amia</i>	6	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	11
<i>Gaesiomorus glaucus</i>	31	68	8	7	4	0	0	0	0	0	0	0	118
<i>Chloroseombrus chrysurus</i> ...	478	411	122	25	23	5	0	0	1	0	0	0	1.065
<i>Trachinotus falcatus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2
<i>Monodactylus sebae</i>	10	12	19	13	3	7	8	3	9	9	6	2	101
<i>Hemichromis fasciatus</i>	84	71	42	39	25	10	12	5	17	11	6	50	372
<i>Tylochromis jentinki</i>	0	3	2	2	7	1	2	0	0	3	5	8	33
<i>Tilapia</i> spp.....	123	120	200	90	328	108	148	309	204	163	40	92	1.925
<i>Cyhium tritor</i>	13	0	1	17	4	0	0	1	0	0	0	1	37
<i>Trichiurus lepturus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Bathygobius soporator</i>	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0	0	0	4
<i>Citharichthys stampflii</i>	14	25	19	36	24	43	14	40	45	29	13	7	309
<i>Synaptura lusitanica</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Cynoglossus senegalensis</i>	10	11	11	5	5	9	4	15	11	10	14	2	107
Total.....	4241	3203	2633	3330	4892	7362	2874	1595	4530	2685	962	2718	41.025

TABLEAU II

Effectifs des diverses espèces figurant dans les échantillonnages effectués en baie de Cocody au cours des douze mois de l'année 1962.

de la baie (Hôtel Relais, Bar Miami, Port-I.F.A.N., Bonne Casserolle, Abattoir, Savonnerie et Indénié). Au total 41 025 poissons ont été capturés, appartenant à 45 espèces. En fait le tableau II ne comporte que 42 lignes car, lors des tris, *Chrysichthys nigrodigitatus* et *C. walkeri*, *Gerres melanopterus* et *G. nigri*, *Tilapia heudelotii macrocephala* et *T. guineensis* n'ont pu être distinguées avec certitude et, comme ces espèces sont deux à deux écologiquement très voisines et presque toujours mélangées, on a jugé préférable de les laisser groupées.

En réalité les échantillonnages n'ont pas porté sur la totalité des Poissons existant en baie de Cocody, mais seulement sur la fraction du peuplement habitant les eaux libres et susceptible d'être capturée par un filet tournant. Les espèces strictement benthiques ou fouisseuses, celles inféodées

à la mangrove ou aux herbiers, celles de taille très petite, etc., n'avaient aucune chance de figurer dans les relevés. Cependant c'est dans la fraction échantillonnée que l'on doit s'attendre à rencontrer la majorité sinon la totalité des formes non sédentaires qui rentrent dans la baie de Cocody ou en sortent au gré des saisons et des variations de salinité, facteur dont nous nous proposons d'étudier plus spécialement l'influence.

1.3. — DISTRIBUTIONS D'ABONDANCE ET DIVERSITÉ.

Chaque échantillonnage mensuel donnant les effectifs observés pour les N espèces capturées constitue une distribution d'abondance caractéristique de la structure du peuplement étudié. Ces distributions sont toutes fortement dissymétriques, le nombre des espèces dont l'effectif est supérieur à la moyenne étant beaucoup plus faible que celui des espèces dont l'effectif est inférieur à la moyenne. Par contre, si l'on prend les logarithmes des effectifs, on s'aperçoit que les distributions deviennent symétriques ou presque. En logarithmes de base 2, les distributions couvrent un certain nombre d'octaves au-dessus de l'octave ayant la moyenne pour point médian, et un certain nombre d'octaves au-dessous. Lorsque ces nombres sont égaux, la distribution est pratiquement symétrique, comme celle du mois de février. On admettra alors que le peuplement de la baie de Cocody comprenait $N+1$ espèces dont les logarithmes des effectifs étaient distribués normalement avec la même moyenne et la même variance que celles de l'échantillon observé.

Rang des octaves	Nombres d'espèces par octaves											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
+10.....						1						1
+9.....						0	1		1			0
+8.....					1	0	0		0			0
+7.....			1	1	0	0	0		1			1
+6.....	1		0	0	1	1	0	4	0	1		3
+5.....	3	2	1	1	1	0	1	2	3	0	1	2
+4.....	1	2	2	1	0	2	1	0	0	2	1	1
+3.....	2	0	2	0	3	1	2	1	3	3	2	0
+2.....	6	1	1	2	2	3	3	3	1	0	4	3
+1.....	7	4	6	8	5	4	2	3	4	4	0	3
0.....	4	6	6	6	6	5	2	6	4	1	3	2
-1.....	4	8	4	2	5	4	4	3	3	3	3	8
-2.....	2	2	1	3	2	0	3	1	2	5	1	—
-3.....	0	2	3	2	3	3	2	—	3	1	1	—
-4.....	5	0	2	1	—	—	—	—	—	1	3	—
-5.....	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-6.....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-7.....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-8.....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-9.....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-10.....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
N.....	35	28	29	27	29	24	21	23	25	21	19	24
N'.....	40	29	32	30	33	29	25	31	31	23	21	36
σ	3,06	2,33	2,89	2,82	3,32	3,63	3,39	3,68	3,89	2,86	2,71	4,41
I.....	3,26	2,95	2,61	2,29	1,65	0,89	1,20	2,93	1,91	2,56	2,85	1,55

TABLEAU III

Nombres d'espèces par octaves au-dessus et au-dessous de l'octave de rang O ayant pour point médian la moyenne des logarithmes des effectifs. N, nombre d'espèces figurant réellement dans les échantillons mensuels; N' et σ , paramètres du modèle lognormal de distribution d'abondance déduits de l'échantillon observé; I, diversité en bit/espèce.

Lorsque la distribution est dissymétrique, le nombre des octaves au dessus de l'octave médiane étant supérieur au nombre des octaves au-dessous, on admettra que les espèces les plus

rare ont échappé à l'échantillonnage et que le peuplement comprenait en réalité N' espèces ($N' > N$) dont les logarithmes des effectifs étaient, comme dans le cas précédent, distribués normalement autour de leur moyenne. Pour évaluer celle-ci, on a retranché 1, 2... p espèces, en commençant par les plus abondantes jusqu'à ce que la distribution résiduelle soit devenue symétrique. On en a déduit la moyenne, puis le nombre $N' = N + p + 1$. On a ensuite calculé la variance sur la distribution complétée. En opérant de cette façon, on a obtenu les résultats indiqués dans le tableau III. Sur la dernière ligne, on a ajouté l'information en bit/espèce, calculée par la formule de Shannon à partir de chacun des échantillons mensuels. Cette valeur correspond à ce que beaucoup d'auteurs appellent la « diversité » du peuplement.

En fait, rien ne permet d'affirmer que les distributions d'abondance dans la baie de Cocody aient été lognormales et que les modèles en N' et σ déduits des échantillons soient de bonnes représentations de la structure réelle du peuplement. Les fortes variations mensuelles indiquées dans le tableau III, notamment en ce qui concerne la diversité I, montrent que cette structure était particulièrement instable. On remarquera seulement que N , N' , σ , et I présentent leurs valeurs maximales en décembre ou janvier, période de l'année où l'arrivée d'eau de mer fait rapidement remonter la salinité, ce qui permet à de nombreux poissons marins de s'incorporer au peuplement de façon plus ou moins durable.

2. Similitude entre relevés

L'étude du degré de similitude entre les différents relevés mensuels permet de grouper ceux-ci uniquement d'après la composition et la structure du peuplement telles qu'elles sont traduites par les échantillons observés. Nous avons utilisé trois coefficients de corrélation différents, le coefficient de corrélation de Bravais-Pearson, le coefficient de corrélation de point, le coefficient de corrélation de rang de Kendall, et enfin la distance de Kendall. Le coefficient de Kendall nous a paru le mieux adapté au cas présent et c'est la matrice de similitude obtenue à partir des valeurs de ce coefficient que nous avons soumise à une analyse multifactorielle pour apprécier l'importance du facteur salinité.

2.1. — COEFFICIENT DE CORRÉLATION DE BRAVAIS-PEARSON.

Ce coefficient a l'avantage de faire intervenir directement les effectifs des espèces observés dans les divers échantillons et par conséquent d'utiliser la totalité de l'information recueillie. C'est d'ailleurs la meilleure estimation de la corrélation dont on puisse disposer, au moins lorsque les variables sont distribuées normalement, condition indispensable pour que sa signification puisse être testée. Il a été calculé sous la forme :

$$r = \frac{\sum xy - \sum x \sum y / N}{\sqrt{\sum x^2 - (\sum x)^2 / N} \sqrt{\sum y^2 - (\sum y)^2 / N}} \times 100$$

x et y étant les effectifs des diverses espèces dans les 12 échantillons pris 2 à 2. Les résultats obtenus sont indiqués dans la matrice de similitude A.

Malgré les réserves que l'on doit faire sur la légitimité de l'emploi de ce coefficient du fait que les distributions d'effectifs sont fort éloignées de la normalité et malgré le danger d'introduire ainsi des artefacts, il nous a paru intéressant d'essayer d'interpréter la matrice A. Pour cela, on a représenté les 12 mois par 12 points équidistants sur une circonférence et on a joint les points entre lesquels r est supérieur à 97,5. Cette valeur a été choisie de façon que 25 % des 66 valeurs inscrites dans la matrice lui soient supérieures.

MATRICE A

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
J	100	92,3	91,0	91,3	86,6	85,5	85,3	73,9	90,8	94,1	91,8	87,5
F		100	94,8	89,6	87,8	84,5	82,7	59,4	83,6	87,8	80,4	82,9
M			100	97,9	97,8	95,5	94,8	68,2	94,5	94,7	91,3	94,9
A				100	98,3	97,7	97,0	69,8	97,9	97,3	94,1	97,6
M					100	99,4	99,1	63,1	97,3	93,0	89,6	98,6
J						100	99,7	59,1	97,8	91,6	89,2	99,4
J							100	61,5	98,3	91,5	89,9	99,6
A								100	70,8	81,8	83,6	64,9
S									100	96,2	95,3	99,2
O										100	97,9	93,3
N											100	92,4
D												100

Sur le diagramme (fig. 2) on voit apparaître trois groupes de mois. Un premier groupe comprend avril, mai, juin, juillet, septembre et décembre, qui constituent les sommets d'un polygone fermé. Un second groupe comprend janvier, février et août, qui sont totalement isolés. Un troisième groupe comprend mars, octobre et novembre qui semblent occuper une position intermédiaire entre les deux premiers groupes. Or il est facile de vérifier que cette répartition schématique est en relation avec le niveau d'information ou diversité du peuplement. En effet, pour les mois du premier groupe, I est compris entre 0,89 et 2,29 (diversité faible), pour les mois du

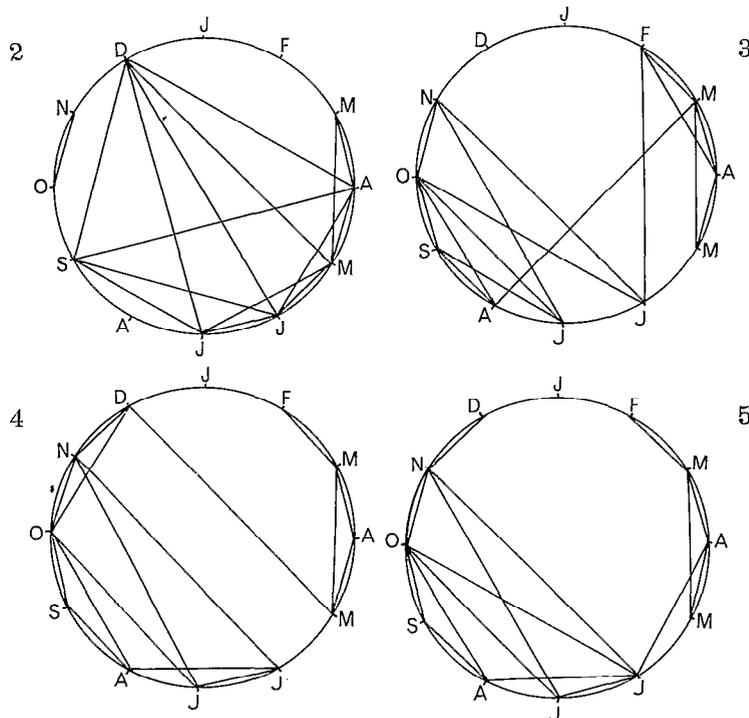


Fig. 2 à 5. — Interprétation, par la méthode des polygones inscrits, des matrices de similitude entre relevés mensuels ; 2, corrélation de Bravais-Pearson ; 3, corrélation de point ; 4, corrélation de rang de Kendall ; 5, distances de Kendall. Les mois sont portés sur la circonférence dans le sens des aiguilles d'une montre. Explications complémentaires dans le texte.

second groupe I est compris entre 2,93 et 3,26 (diversité forte) et pour les mois du troisième groupe I est compris entre 2,56 et 2,85 (diversité moyenne). Rappelons que la diversité maximale théorique qui correspond au cas où les 42 espèces auraient des effectifs égaux, est égale à 5,39 bits/espèce.

Dans le calcul de la diversité, *Ethmalosa fimbriata* joue un rôle prépondérant et le classement précédent est également celui des abondances relatives d'*Ethmalosa*, plus de 59 % dans le premier groupe, moins de 37 % dans le second et de 40 à 51 % dans le troisième. Le coefficient de corrélation de rang de Spearman entre la diversité et le pourcentage d'*Ethmalosa* atteint —0,97. Nous pouvons dire que ce sont les variations d'abondance relative de cette espèce qui ont masqué les variations dans la composition et la structure du peuplement ainsi que l'influence possible du facteur salinité.

2.2. — COEFFICIENT DE CORRÉLATION DE POINT.

Ce coefficient utilise seulement le critère présence-absence et non les effectifs. Il permet d'étudier la composition du peuplement mais non sa structure et néglige une partie importante de l'information qui était contenue dans les échantillons. Mais avec le coefficient de corrélation de point, *Ethmalosa fimbriata* qui, en nombre d'individus, représentait suivant les mois 23 à 87 % du peuplement, ne joue pas un rôle plus important que *Cynoglossus senegalensis* par exemple qui ne représentait que 0,1 à 1,5 % du même peuplement.

Soit a le nombre des espèces communes à deux échantillons, c et b les nombres de celles présentes seulement dans l'un des échantillons et d le nombre de celles absentes dans les deux échantillons. Ici $a + b + c + d = 42$. Le coefficient de corrélation de point, déjà employé pour l'étude des Poissons par NASH (1950), est défini par la relation :

$$\varphi = \frac{ad - bc}{\sqrt{(a+b)(a+c)(b+d)(c+d)}}$$

Ce coefficient présente « l'inconvénient d'avoir une amplitude variable avec les fréquences marginales du tableau de contingence, c'est-à-dire avec les fréquences d'apparition des espèces dans l'ensemble des relevés » (DAGNELIE, 1960). Par contre, le fait que $N\varphi^2 = \chi^2$ permet de tester, si on le désire, la signification de la liaison. Pour plus de rigueur, on a introduit la correction de continuité de Yates en soustrayant $N/2$ du numérateur et on a calculé :

$$\Phi = \frac{(ad - bc) - N/2}{\sqrt{(a+b)(a+c)(b+d)(c+d)}} \times 100$$

Les résultats obtenus sont indiqués dans la matrice de similitude B. Comme précédemment on a tenté l'interprétation de cette matrice en représentant les 12 mois par 12 points équidistants sur une circonférence et en prenant $\Phi > 57,7$ ce qui correspond approximativement à $\varphi^2 = 14/42$ c'est-à-dire à $\chi^2 = 14$.

Sur le diagramme (fig. 3) on voit apparaître trois groupes de mois. Le premier groupe comprend les quatre mois consécutifs de février, mars, avril et mai, le second les six mois consécutifs de juin, juillet, août, septembre, octobre et novembre. Les deux mois de décembre et janvier sont totalement isolés. Cette répartition est en relation étroite avec la salinité. En effet le premier groupe de mois correspond à une période de forte salinité (eaux polyhalines) et le second à une période de faible salinité (eaux oligohalines ou légèrement mésohalines). Les mois de décembre et janvier correspondent à une période de transition où les eaux oligohalines redeviennent rapidement polyhalines. Les valeurs de Φ les plus faibles entre deux mois consécutifs s'observent entre mai-juin ($\Phi = 41$) et entre décembre-janvier ($\Phi = -06$).

MATRICE B

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
J	100	44	47	41	18	-06	00	30	22	13	-04	-06
F		100	67	69	56	60	25	42	37	35	29	23
M			100	74	72	41	42	60	44	55	35	30
A				100	74	51	30	47	35	40	40	51
M					100	41	31	48	34	31	35	41
J						100	53	52	51	63	64	47
J							100	48	58	76	67	34
A								100	66	67	49	52
S									100	68	41	32
O										100	67	53
N											100	55
D												100

On voit que le coefficient de corrélation de point, tenant compte uniquement de la composition du peuplement, conduit à un groupement des mois très différent de celui obtenu précédemment avec le coefficient de Bravais-Pearson (comparer figures 2 et 3) et étroitement lié à la salinité du milieu.

2.3. — COEFFICIENT DE CORRÉLATION DE RANG DE KENDALL.

Ce coefficient ne fait pas intervenir directement les effectifs des espèces comme le coefficient de Bravais-Pearson mais seulement leur rang de classement. La totalité de l'information contenue dans le tableau II n'est donc pas utilisée, mais la perte est moins grande qu'avec le coefficient de corrélation de point car le coefficient de Kendall tient compte de la structure du peuplement.

Pour comparer deux mois i et j, on remplace les effectifs des espèces par leur rang de classement en ordre décroissant de 1 à N, N étant ici égal à 42. Lorsque dans un même mois plusieurs effectifs sont égaux (ex aequo), on les remplace par la moyenne de leurs rangs. On obtient ainsi des couples de valeurs que l'on classe par ordre croissant pour le mois i. A la suite de ce classement, l'ordre des valeurs est quelconque pour le mois j, à moins que toutes les espèces ne se soient trouvées classées exactement dans le même ordre pour les deux mois considérés. On attribue alors à chaque rang de j autant de points positifs qu'il y a de valeurs supérieures venant après lui et autant de points négatifs qu'il y a de valeurs inférieures venant après lui. Les valeurs égales à celle du rang considéré ne sont pas prises en considération pour le compte des points. De plus, lorsque le rang de j correspond à une valeur de i appartenant à un lot de valeurs identiques (ex aequo), le pointage ignore toutes les autres valeurs de j correspondant à ce lot.

La somme algébrique des points ainsi obtenus étant S_{ij} , t_i et t_j étant les nombres d'espèces de chacun des lots d'ex aequo, le coefficient de corrélation de rang de Kendall est donné par la formule :

$$t_{ij} = \frac{2 S_{ij}}{\sqrt{N(N-1) - \sum t_i(t_i-1)} \sqrt{N(N-1) - \sum t_j(t_j-1)}}$$

S'il n'y a pas d'ex aequo $t_{ij} = 2S_{ij}/N(N-1)$. Le coefficient de Kendall prend la valeur +1 si les deux relevés sont identiques en ce qui concerne le classement des espèces, -1 si les deux relevés sont inverses et une valeur comprise entre -1 et +1 dans tous les autres cas. Des tables ont été publiées donnant les valeurs que t doit dépasser en valeur absolue pour être significatif. Avec un risque de 5 % et N = 42, on trouve $t = 0,21$. Dans le cas étudié ici, tous les coefficients sont largement significatifs : multipliés par 100 ils figurent dans la matrice C.

L'interprétation graphique de cette matrice a été tentée selon la méthode utilisée pour les matrices précédentes avec $t > 73$. Sur le diagramme (fig. 4) on voit apparaître deux groupes de mois. Le premier comprend les quatre mois consécutifs de février, mars, avril et mai qui corres-

représentées. Les mêmes groupes de quatre mois, février-mai, et sept mois, juin-décembre, apparaissent. Janvier reste isolé. Les plus grandes distances entre mois consécutifs s'observent entre décembre-janvier ($D = 668$), entre mai-juin ($D = 279$) et entre juillet-août ($D = 275$).

2.5. — ANALYSE FACTORIELLE DE LA MATRICE DE SIMILITUDE.

La matrice de similitude C , qui est une matrice d'intercorrélation, a été soumise à une analyse multifactorielle selon la méthode de Hotelling. Celle-ci nécessite la recherche des valeurs propres et des vecteurs propres de la matrice. Elle aboutit à représenter chaque variable mois par une fonction linéaire de douze facteurs communs, normalisés et indépendants de telle sorte que les coefficients de corrélation entre les variables mois prises deux à deux soient exactement identiques aux valeurs figurant dans la matrice C .

Les résultats sont indiqués dans le tableau IV où ne figurent que les saturations des six premiers facteurs communs sur les douze obtenus. A la dernière ligne se trouvent les pourcentages de la variance totale extraits par chacun des facteurs. Ces pourcentages vont naturellement en diminuant et les six premiers facteurs considérés correspondent à 91,758 % de la variance totale. Les saturations sont les coefficients de corrélation entre les variables mois et les facteurs communs. La somme de leurs carrés est égale à 1 par ligne et égale à la valeur propre par colonne. La somme est dans les deux cas égale à 12.

Mois	Saturations						Somme des carrés
	X	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	
J.....	0,66950	0,49812	0,35312	0,04208	0,35083	0,16661	1
F.....	0,68819	0,58480	0,09895	— 0,00225	— 0,02263	— 0,32953	1
M.....	0,82192	0,33513	— 0,02344	— 0,13171	— 0,33186	— 0,07699	1
A.....	0,86033	0,20566	— 0,26136	— 0,18037	0,07216	0,21414	1
M.....	0,81116	0,24553	— 0,44180	0,10043	— 0,01595	0,00836	1
J.....	0,85786	— 0,23470	— 0,09653	— 0,17435	— 0,07014	0,10103	1
J.....	0,80609	— 0,30395	0,07955	— 0,42624	0,12110	0,02076	1
A.....	0,85257	— 0,09107	0,07541	0,25219	— 0,18815	0,26761	1
S.....	0,82722	— 0,14853	0,35506	0,15002	— 0,13252	0,05679	1
O.....	0,85489	— 0,30773	0,24967	0,09112	— 0,02982	— 0,12543	1
N.....	0,81374	— 0,35832	— 0,01470	— 0,04367	0,10909	— 0,25973	1
D.....	0,80894	— 0,22990	— 0,30017	0,33010	0,21296	— 0,08956	1
Valeurs propres.	7,83981	1,25877	0,69859	0,47911	0,36979	0,26833	12
% de la variance totale.....	65,332	10,490	5,821	3,993	3,081	3,041	

TABLEAU IV

Résultats de l'analyse factorielle de la matrice C .

Pour le premier facteur principal, dit facteur général qui correspond à 65,33 % de la variance totale, toutes les saturations sont positives et possèdent une valeur assez élevée. Le facteur général est un facteur de similitude et les saturations obtenues indiquent que les douze peuplements représentés par les variables mois se ressemblent entre eux, ce qui était évident puisqu'il s'agit en fait du même peuplement évoluant au cours de l'année. On peut également dire que tous les peuplements ressemblent à un même peuplement caractéristique du milieu étudié (baie de Cocody). Le peuplement observé qui se rapproche le plus de ce peuplement type est celui du mois d'avril (coefficient de corrélation 0,86). Les peuplements qui s'en écartent le plus sont ceux de janvier et février (coefficients de corrélation 0,67 et 0,69).

Si on classe les saturations par ordre croissant et qu'on compare leur classement à celui des salinités moyennes mensuelles correspondantes, on constate que le facteur général est pratiquement indépendant de la salinité : le coefficient de corrélation de rang de Spearman est en effet égal à +0,105.

Pour le second facteur commun, dit bipolaire parce que les saturations sont les unes positives et les autres négatives, nous avons de la même façon trouvé, pour le coefficient de corrélation de rang de Spearman avec la salinité, une valeur de $+0,881$. Ceci indique que le premier facteur bipolaire est étroitement lié à la salinité du milieu. Comme nous nous intéressons seulement à l'influence de ce facteur sur la structure du peuplement, nous n'avons pas cherché à interpréter les autres facteurs bipolaires qui jouent un rôle moins important.

Par contre, il nous a semblé intéressant de représenter les douze mois dans un espace factoriel à deux dimensions correspondant aux deux premiers facteurs principaux qui rendent compte de $75,82\%$ de la variance totale. Les points figuratifs s'obtiennent en portant en abscisse et en ordonnée les saturations qui figurent dans chaque ligne des deux premières colonnes du tableau IV. Les sept mois consécutifs de juin à décembre se trouvent groupés dans le quatrième quadrant et les cinq autres mois dans le premier quadrant, avec janvier-février légèrement séparés de mars-avril-mai.

L'analyse factorielle de la matrice de similitude C conduit à une interprétation parfaitement cohérente avec l'analyse rapide que nous avons faite précédemment du diagramme de la figure 4. Elle montre que les variations de salinité ont une importance primordiale dans l'explication des modifications saisonnières de structure du peuplement puisque le premier facteur bipolaire extrait est dans une large mesure un facteur de salinité.

3. Relations interspécifiques

Au lieu de comparer les relevés mensuels entre eux, nous pouvons utiliser l'information contenue dans le tableau II pour comparer les espèces entre elles et essayer de les classer en groupes ou associations spécifiques suivant la façon dont leur importance relative dans le peuplement varie au cours de l'année. Nous avons utilisé pour cela le coefficient de corrélation de Bravais-Pearson, le coefficient de corrélation de point et la distance de Kendall.

3.1. — COEFFICIENT DE CORRÉLATION DE BRAVAIS-PEARSON.

Comme il a été dit plus haut, ce coefficient présente l'avantage d'utiliser la totalité de l'information recueillie. Pour le calcul des corrélations interspécifiques, nous sommes partis non pas des effectifs eux-mêmes tels qu'ils figurent au tableau II mais des pourcentages car nous ne savions rien sur les efforts de pêche déployés chaque mois pour la récolte des échantillons. De plus, pour rendre la matrice d'intercorrélation plus facile à lire, nous avons codé les valeurs trouvées pour le coefficient de Bravais-Pearson et qui variaient de $-0,104$ à $+1,000$ de la façon suivante :

- 0 pour les valeurs inférieures à $+0,100$.
- 1 pour les valeurs comprises de $+0,100$ à $+0,200$ (exclu).
- 2 pour les valeurs comprises de $+0,200$ à $+0,300$ (exclu).
-
- 9 pour les valeurs supérieures à $+0,900$.

Enfin nous avons reclassé les 42 espèces désignées par leur numéro d'ordre systématique du tableau II afin de mettre en évidence sept groupes qui sont encadrés de traits horizontaux et verticaux sur la matrice E.

Le premier groupe comprend dix espèces (1, 5, 8, 23, 38, 24, 17, 28, 29, 12) fortement associées entre elles puisque leurs coefficients d'intercorrélation sont tous supérieurs à $+0,7$ et dont la dominante est *Polydactylus quadrifilis*. Ce sont toutes des formes marines qui pénètrent dans la baie de Cocody lorsque les eaux y deviennent polyhalines mais qui n'y séjournent guère. Si en janvier elles représentent un peu plus de 6% du peuplement, leur importance relative tombe déjà à 2% en février, se maintient à peine supérieure à 1% en mars-avril et reste inférieure à 1% durant les huit derniers mois de l'année.

MATRICE E

Espèces	1	5	8	23	38	24	17	28	29	12	18	27	31	6	30	34	10	37	25	14	15	20	22	19	33	4	26	21	42	35	9	11	3	36	40	16	2	7	13	32	39	41
1 - Urogymnus africanus.....	9	9	9	9	9	9	8	8	8	7	6	6	6	5	2	4	4	4	4	4	3	3	2	1	1	0	3	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 - Ilisha africana.....	9	9	9	9	9	8	8	8	7	6	6	6	5	2	4	4	4	4	4	3	3	2	1	1	0	3	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8 - Lagocephalus laevigatus.....	9	9	9	9	8	8	8	7	6	6	6	5	2	4	4	4	4	4	3	3	2	1	1	0	3	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
23 - Pseudotolithus senegalensis....	9	9	9	8	8	8	7	6	6	6	5	2	4	4	4	4	4	3	3	2	1	1	0	3	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
38 - Trichiurus lepturus.....	9	9	8	8	7	6	6	6	5	2	4	4	4	4	4	3	3	2	1	1	0	3	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
24 - Corvina nigrita.....	9	8	7	7	6	6	6	5	2	4	5	4	4	4	4	3	3	1	2	1	3	2	1	0	0	0	2	1	0	0	0	1	1	0	0	0						
17 - Polydactylus quadrifiliis.....	9	9	8	8	8	8	7	5	6	7	4	6	5	4	5	4	3	3	1	3	2	1	0	0	0	2	1	1	0	1	1	0	0	0	0							
28 - Scyris alexandrinus.....	9	8	8	8	8	6	7	7	6	8	7	6	7	6	6	4	3	4	2	1	0	0	0	1	2	1	1	2	0	0	0	0	0									
29 - Hypacanthus amia.....	8	9	9	8	8	7	7	7	5	6	6	4	5	5	4	2	2	4	2	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0									
12 - Strongylura senegalensis.....	7	7	7	7	5	7	7	7	8	8	7	8	7	6	5	4	6	5	4	6	4	4	2	1	0	4	5	5	5	4	1	0	0	0	0							
18 - Galeoides decadactylus.....	9	9	9	8	7	8	3	6	5	5	6	6	5	4	2	3	2	2	0	0	0	1	2	2	1	2	0	0	0	0	0											
27 - Vomer setapinnis.....	9	8	9	7	7	2	5	4	4	5	5	4	2	1	3	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0												
31 - Chloroscombrus chrysurus.....	9	9	7	8	3	6	5	4	6	6	5	4	2	3	2	1	0	0	0	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0													
6 - Sardinella eba.....	8	8	8	4	7	6	5	7	7	7	5	2	3	2	2	0	0	0	1	2	2	1	3	0	0	0	0	0														
30 - Caesiomorus glaucus.....	7	7	2	5	4	3	5	6	6	3	1	2	1	1	0	0	0	1	1	2	0	2	0	0	0	0	0															
34 - Hemichromis fasciatus.....	8	5	7	7	5	7	7	7	6	6	4	3	3	4	2	0	3	4	4	4	3	1	0	4	0	0																
10 - Chrysichthys spp.....	2	6	5	4	7	7	6	7	5	5	4	4	3	1	0	4	3	4	3	3	1	3	1	1	0																	
37 - Cybium tritor.....	6	8	6	7	4	6	3	3	3	5	1	0	0	0	1	1	3	2	1	1	0	0	0	0																		
25 - Caranx senegalus.....	8	8	8	7	8	5	4	3	2	3	1	0	1	3	5	5	4	7	1	0	1	0	0																			
14 - Aplocheilichthys spilauchen....	8	8	7	7	5	6	3	3	2	1	0	0	2	4	5	3	3	1	0	1	2	1																				
15 - Sphyræna piscatorum.....	8	7	6	5	7	3	3	4	1	0	2	4	7	6	5	6	1	0	1	3	1																					
20 - Lutjanus goreensis.....	9	8	8	6	5	5	4	3	1	1	4	5	6	5	4	1	1	0	1	0																						
22 - Gerres spp.....	7	8	6	5	5	6	4	1	1	6	6	7	6	5	1	3	0	1	0																							
19 - Epinephelus aeneus.....	6	4	2	2	1	1	0	0	0	3	3	3	4	0	0	1	0	0																								
33 - Monodactylus sebae.....	6	6	7	7	6	4	4	6	5	6	6	3	1	2	0	1	0																									
4 - Ethmalosa fimbriata.....	4	4	3	4	2	3	3	5	5	4	2	1	3	4	5	4																										
26 - Caranx hippos.....	9	8	7	7	5	7	3	5	5	1	2	1	0	1	0																											
21 - Pomadasys jubelini.....	8	8	8	7	7	3	5	5	1	2	1	0	0	0																												
42 - Cynoglossus senegalensis.....	7	7	5	9	6	8	8	4	2	2	0	0	0																													
35 - Tylochromis jentinki.....	9	6	6	2	4	6	0	1	0	4	0	0																														
9 - Hepsetus odoe.....	6	6	1	3	5	0	1	0	3	0	0																															
11 - Eutropius mentalis.....	5	1	2	2	0	1	0	0	3	0																																
3 - Elops lacerta.....	7	8	8	4	2	3	0	1	0																																	
36 - Tilapia spp.....	9	8	8	2	3	1	2	0																																		
40 - Citharichthys stampflii.....	8	6	2	4	0	2	0																																			
16 - Liza falcipinnis.....	7	2	1	2	0	0																																				
2 - Dasyatis margarita.....	1	0	1	0	0																																					
7 - Pellonula afzeliusi.....	1	0	0	0																																						
13 - Hyporhamphus sp.....	0	4	0																																							
32 - Trachinotus falcatus.....	1	0																																								
39 - Bathygobius soporator.....	0																																									
41 - Synaptura lusitanica.....																																										

Dans le second groupe (18, 27, 31, 6, 30, 34, 10) comme dans le précédent les coefficients d'intercorrélation sont tous supérieurs à $+0,7$. Ce groupe est relativement abondant au début de l'année puisqu'il représente plus de 24 % de l'ensemble du peuplement en janvier et 29,84 % en février. Son importance relative diminue ensuite rapidement : 13,14 % en mars, un peu plus de 3 % en avril-mai et moins de 0,5 % en juin ; mais elle remonte au voisinage de 4-5 % durant les quatre derniers mois de l'année. En fait ce second groupe n'est pas homogène. Un premier sous-groupe comprend cinq espèces marines (18, 27, 31, 6, 30) dont la dominante est *Chloroscombrus chrysurus*. Leur importance est pratiquement négligeable à partir du mois de juin comme celle des espèces du groupe I mais elles diffèrent de ces dernières en ce que leur importance maximale

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
I.....	6,28	2,00	1,03	1,11	0,39	0,07	0,14	0,88	0,27	0,78	0,42	0,37
II.....	24,36	29,85	13,14	3,60	3,25	0,43	1,12	0,94	5,30	4,84	4,26	4,23
III....	14,96	22,57	18,46	19,25	13,00	6,92	3,35	14,24	5,72	16,58	9,87	3,36
IV.....	33,15	37,34	51,44	59,41	72,47	87,31	82,94	23,25	65,08	45,90	40,85	74,89
V.....	2,25	1,24	1,34	1,41	0,84	0,63	1,21	1,51	0,75	1,89	7,90	0,66
VI.....	5,85	6,97	13,45	6,99	9,79	2,74	7,28	36,67	7,65	13,40	18,82	7,76
VII....	13,15	0,03	1,14	8,23	0,26	1,90	3,96	22,51	15,23	16,61	17,88	8,73

TABLEAU V

Importance relative mensuelle, en % du peuplement, des sept groupes entre lesquels ont été réparties les diverses espèces, sur la base de leurs coefficients d'intercorrélation de Bravais-Pearson.

se situe en février au lieu de janvier. Le deuxième sous-groupe (34,10) ne comprend que des espèces d'origine continentale appartenant aux genres *Chrysiichthys* (deux espèces non distinguées) et *Hemichromis*. Elles se trouvent associées aux précédentes parce que leurs effectifs varient à peu près de la même façon durant les cinq premiers mois de l'année. Mais au lieu de disparaître en presque totalité lorsque les eaux deviennent oligohalines, elles se maintiennent en nombre appréciable et c'est à elles seules que sont dus les 4-5 % du peuplement attribués à l'ensemble du groupe en fin d'année.

Ces deux premiers groupes comprenant 40 % de l'ensemble des espèces, 18 sur un total de 45, représentent en effectif un peu plus de 30 % du peuplement durant les mois de janvier et février, un peu plus de 14 % en mars et moins de 6 % durant le reste de l'année. Il est donc tout à fait normal que l'analyse factorielle de la matrice de similitude effectuée plus haut ait montré que les deux premiers mois de l'année se distinguent des autres en ce qui concerne leur peuplement.

Le troisième groupe comprend un noyau d'espèces (25, 14, 15, 20, 22) fortement associées, leurs coefficients d'intercorrélation étant tous supérieurs à $+0,7$. Le genre *Gerres*, dont les deux espèces n'ont pas été distinguées, y est dominant. A ce noyau nous avons joint deux autres espèces (37, 19) qui possèdent avec les précédentes des coefficients de corrélation un peu moins élevés. Ce groupe, comme le second, présente une importance maximale, avec 22,57 % du peuplement, en février. Mais en fait son importance oscille entre 13,0 % et 22,57 % durant les cinq mois à forte salinité, entre 3,35 % et 16,58 % durant les sept mois à faible salinité. L'opposition entre ces deux périodes de l'année est donc moins accusée que pour les groupes précédents.

Dans le quatrième groupe se trouvent deux espèces (33,4) dont le coefficient de corrélation n'est guère supérieur à $+0,6$ mais qui sont présentes toute l'année. La dominante est *Ethmalosa fimbriata*. L'importance relative de ces deux espèces dans le peuplement est toujours très grande. Elle varie de 23,26 % en août à 87,3 % en juin, sans aucune relation avec la salinité.

Le cinquième groupe comprend cinq espèces (26, 21, 42, 35, 9) fortement associées, leurs coefficients d'intercorrélation étant supérieurs à $+0,7$. On peut leur adjoindre *Eutropiella mentalis* (11) qui possède avec les espèces précédentes des coefficients de corrélation supérieurs à $+0,5$. Ces six espèces, dont la dominante est *Pomadasys jubelini*, ne jouent dans le peuplement qu'un rôle secondaire. Elles n'en représentent que 0,6 à 7,9 % avec une importance relative moyenne un peu plus forte durant les mois à faible salinité.

Le sixième groupe comprend des espèces présentes toute l'année (3, 36, 40, 16) et fortement associées entre elles, leurs coefficients d'intercorrélation étant supérieurs à +0,7. Le genre *Tilapia*, dont les deux espèces *T. guineensis* et *T. heudelotii* n'ont pas été distinguées, y est dominant. Ce groupe dont l'importance relative dans le peuplement ne dépasse pas 13,45 % durant les mois à forte salinité, atteint 36,67 % en août et 18,22 % en novembre, immédiatement après les minima de salinité qui ont été observés en juillet et octobre.

Enfin le septième groupe réunit six espèces (2, 7, 13, 32, 39, 41) qui ne sont ni liées entre elles, ni liées aux espèces des groupes précédents sauf *Dasyatis margarita* (2) qui aurait pu, à la rigueur, être rattachée au sixième groupe ou même au troisième groupe. Ces espèces jouent un rôle assez important dans le peuplement surtout durant les mois à faible salinité, 15,23 % à 22,51 % d'août à novembre.

3.2. — COEFFICIENT DE CORRÉLATION DE POINT.

Défini comme il a été dit plus haut au paragraphe 2.2, ce coefficient ne permet pas de traiter le cas des espèces présentes durant les douze mois de l'année. Ces espèces, au nombre de 16 sur un total de 45, sont les suivantes : 3, 4, 10 (2 espèces), 16, 20, 21, 22 (2 espèces), 26, 33, 34, 36 (2 espèces), 40 et 42. Parmi les autres, il y en a cinq (1, 5, 8, 23, 38) qui ne sont présentes qu'en janvier et dont l'ensemble est désigné par la lettre A dans la matrice F. Celle-ci indique les valeurs du coefficient de corrélation de point, multiplié par 100, les espèces ayant été reclassées de façon

MATRICE F

	24 17	27 A 29	2 18 19 6-30 25 28 31 37	14 12 15 7	13	41 9 11 39 32 35
24	100 71	19 36 -24	-03 03 -17 -03 -29 -03 03 -17	26 -40 26 26	-03	-26 -38 -10 29 -38 -29
17	100	49 26 -11	37 31 -17 03 -12 -17 -03 -17	36 -26 36 -26	03	-36 -53 -29 10 -53 -49
27		100 52 41	29 49 19 29 33 19 49 -19	17 17 17 -52	-10	-17 -26 -33 11 -56 -26
A		100 43	36 26 30 36 17 30 26 30	08 08 08 08	-26	-08 -09 -17 -43 -09 -52
29		100	11 23 35 45 41 71 24 35	14 14 -43 -17	-24	-21 16 -41 16 16 00
2			100 71 51 66 49 51 37 51	26 26 26 -36	-37	-26 -38 -49 -10 08 -29
18			100 51 71 68 71 66 51	36 30 36 -26	-31	-36 -53 26 10 -08 -49
19			100 85 58 67 85 33	30 30 30 -30	-51	30 -45 -19 -19 00 19
6-30			100 49 85 71 51	26 26 26 -36	-71	-26 -38 -49 -10 08 10
25			100 58 68 58	64 64 -17 -17	10	17 -26 -56 -11 26 -33
28			100 51 67	30 -26 -30 -30	-51	-30 00 -49 -19 45 19
31			100 17	36 36 36 -26	-31	26 -53 -49 10 -08 -12
37			100	30 30 -30 30	-17	-30 00 -58 -19 26 -19
14				100 -08 -08 -08	26	08 -68 -52 17 09 -14
12				100 -08 -08	26	08 09 -52 -52 09 -17
15				100 -26 -36	-36	08 -68 17 17 -66 -17
7				100	26	08 09 17 17 09 -17
13					100	36 08 -10 -10 08 -29
41						100 78 52 -17 -14 17
9						100 26 53 35 26
11						100 11 -26 33
39						100 26 -11
32						100 26
35						100

à faire apparaître certains groupements. Une forte corrélation, avec un coefficient supérieur à 0,70, existe entre *Corvina nigrata* (24) et *Polydactylus quadrifilis* (17) déjà associés dans le premier groupe d'après les coefficients de Bravais-Pearson. *Vomer setapinnis* (27) et *Hypacanthus amia* (29) se trouvent rapprochés des cinq espèces du groupe A. On trouve ensuite neuf espèces (2, 18, 19, 6, 30, 25, 28, 31, 37) plus ou moins proches les unes des autres. A part *Dasyatis margarita*, à qui une

position assez incertaine avait été attribuée dans le septième groupe d'après les coefficients de Bravais-Pearson, on remarquera que ces neuf espèces, comme les neuf précédentes, se trouvaient classées dans les trois premiers groupes de la matrice E.

Viennent ensuite les quatre espèces (14, 12, 15, 7) présentes onze mois sur douze et dont l'absence dans l'un des échantillons mensuels pourrait bien être accidentelle ou due au hasard car elle s'est produite, pour chacune des quatre espèces, un mois différent. Ce groupe pourrait donc être rapproché des seize espèces qui sont présentes durant les douze mois de l'année et qui ne figurent pas dans la matrice F.

Enfin restent sept espèces (13, 41, 9, 11, 39, 32, 35) dont trois (41, 9, 11) sont assez nettement associées.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Groupe I (9 espèces).....	9	3	2	1	0	0	2	1	3	2	0	1
Groupe II (9 espèces).....	9	8	9	8	9	3	0	4	3	0	0	3
Groupe III (20 espèces).....	20	19	20	20	20	20	19	20	20	20	19	19
Groupe IV (7 espèces).....	0	1	1	1	3	4	3	1	2	2	3	4
Total (45 espèces).....	38	31	32	30	32	27	24	26	28	24	22	27

TABLEAU VI

Nombre d'espèces présentes dans les douze échantillons mensuels. Les 45 espèces ont été réparties en quatre groupes d'après les valeurs du coefficient de corrélation de point interspécifique.

Les groupements qui apparaissent ainsi dans la matrice F ne sont pas identiques à ceux de la matrice E. Le tableau VI montre la relation qui existe entre ces groupements et les variations saisonnières de salinité. Les neuf premières espèces, toutes présentes en janvier, disparaissent pour la plupart les autres mois de l'année. Les neuf espèces suivantes au contraire se maintiennent durant les cinq mois à forte salinité et disparaissent en partie durant les sept mois à faible salinité. Les quatre espèces suivantes, jointes aux seize qui ne figurent pas dans la matrice F, forment un groupe pratiquement présent toute l'année. Enfin les sept dernières espèces sont plus fréquemment rencontrées dans les eaux oligohalines que dans les eaux polyhalines.

3.3. — DISTANCE DE KENDALL.

Comme les coefficients de corrélation de Bravais-Pearson et pour les mêmes raisons, les distances de Kendall interspécifiques ont été calculées en partant des pourcentages. Ces distances, multipliées par 10, figurent dans la matrice G où la lettre A représente les cinq espèces 1, 5, 8, 23, 38 qui ont le même rang de classement pour chacun des 12 mois de l'année.

En haut et à gauche de la matrice se trouvent quatorze espèces (24, 17, A, 27, 18, 6, 30, 28, 29, 31) dont la dominante est *Chloroscombrus chrysurus*. En janvier et février ce groupe représente un peu plus de 18,5 % du peuplement mais son importance relative diminue ensuite rapidement et devient négligeable durant les mois à faible salinité. Il correspond au premier groupe de la matrice E amputé de *Strongylura senegalensis* (12) et au second groupe amputé du genre *Chrysichthys* (10) et d'*Hemichromis fasciatus* (34).

Dans un second groupe on trouve les espèces du genre *Chrysichthys* et *Hemichromis fasciatus* que les distances de Kendall isolent beaucoup plus nettement que ne le faisaient les coefficients de Bravais-Pearson.

Le troisième groupe comprend dix espèces (20, 22 (2 espèces), 19, 12, 25, 37, 2, 15, 14). Le genre *Gerres* y est dominant. Il correspond au troisième groupe de la matrice E augmenté de *Strongylura senegalensis* et de *Dasyatis margarita* (2). Son importance relative dans le peuplement subit d'importantes fluctuations tout en restant significativement plus élevé durant les mois à forte salinité : 13,3 à 23,3 % contre 3,3 à 16,8 %.

MATRICE G

	24 17 A 27 18 6-30 28 29 31	34 10	20 22 19 12 25 37 2 15	14	4 41 11 9 32 39 35	33 21 42 40 3 26	36 16 7 13	
24	6 6 11 14	14 16 16 16	17 10	16 17 20 21 19 18 18 18	17	22 13 17 18 16 12 24	14 12 16 24 13 21	15 26 17 15
17	7 7 6	9 12 12 12	13 7	11 9 16 14 15 19 10 15	13	32 15 22 21 20 18 27	13 16 12 21 12 19	14 23 23 16
A	4 7	9 7 5 8	9 9	10 12 10 8 8 8 9 9	9	17 5 10 8 8 10 17	13 9 13 17 11 9	16 15 12 13
27	5	7 8 6 7	10 5	11 13 12 11 10 16 12 15	11	23 11 16 13 13 11 22	16 17 15 19 14 8	10 23 19 16
18		4 6 9 4	11 8	8 9 9 7 4 11 7 13	9	32 15 26 21 18 17 31	16 21 15 20 19 14	18 20 25 23
6-30		1 6 1	5 8	3 7 2 6 4 9 8 11	5	26 13 21 19 16 18 20	13 15 19 23 24 13	21 19 30 28
28		3 3	3 9	5 10 5 6 4 7 11 13	5	25 14 24 16 12 20 20	16 18 24 26 26 14	25 19 30 28
29		8	4 10	11 14 10 7 10 10 15 16	9	23 11 19 11 10 19 18	17 17 23 25 22 10	28 19 21 21
31			9 10	6 9 2 9 4 12 9 13	5	24 12 23 21 16 18 26	16 19 22 25 29 15	26 24 34 28
34			7	9 17 10 8 13 13 16 20	12	27 18 22 12 12 22 14	14 17 22 29 23 13	26 17 29 31
10				11 11 15 13 15 21 16 23	14	31 18 24 15 16 18 18	12 16 13 22 15 10	20 21 24 23
20				4 5 5 8 14 12 11	8	32 17 23 20 19 21 21	9 10 15 10 20 11	21 18 27 30
22				8 8 12 14 9 17	15	35 14 26 20 23 23 19	6 15 11 15 19 12	24 14 25 21
19				9 4 8 11 12	5	21 11 21 20 14 19 21	14 18 23 22 31 18	24 19 34 28
12				7 7 10 14	12	37 17 24 15 17 25 23	14 14 14 15 17 7	23 10 20 27
25				4 7 8	6	27 14 28 22 14 18 29	23 24 25 24 28 17	22 19 29 27
37				7 9	10	25 14 21 16 11 18 24	22 20 24 21 24 18	19 13 21 23
2				7	14	29 13 22 18 13 16 22	21 23 15 18 17 20	8 12 23 21
15					7	25 13 18 23 16 15 27	25 18 24 23 22 22	17 24 25 27
14						22 13 20 24 18 16 30	18 19 27 27 31 22	27 29 34 23
4						9 11 15 10 9 19	29 30 38 32 36 34	27 32 30 18
41						6 8 8 10 15	16 14 16 15 18 16	18 17 15 9
11						7 14 11 14	14 12 17 17 15 18	20 21 16 19
9						6 14 6	14 14 14 15 12 12	18 11 11 14
32						9 8	14 23 24 22 20 18	15 12 18 13
39						19	22 23 22 22 17 21	13 25 19 14
35							18 19 22 23 21 19	19 14 24 24
33							6 7 12 15 15	20 16 22 26
21							11 15 12 12	24 21 16 27
42							5 5 13	12 11 11 18
40							11 13	15 11 11 15
3							12	11 16 6 16
26								27 17 15 22
36								13 17 16
16								13 20
7								9
13								

Dans un quatrième groupe six espèces (41, 11, 9, 32, 39, 35) dont les effectifs sont toujours très faibles se trouvent associées à *Ethmalosa fimbriata* (4). L'importance relative de cette espèce et ses variations indépendantes de la salinité ont déjà été soulignées.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
I.....	18,87	18,52	6,11	1,29	0,71	0,07	0,14	0,26	0,37	0,56	0,00	0,08
II.....	10,14	12,55	7,68	2,46	2,62	0,36	1,12	0,81	5,02	4,84	4,26	4,23
III....	16,61	23,38	18,92	20,21	13,39	6,99	3,35	15,12	5,90	16,80	10,29	3,65
IV.....	32,91	37,06	50,80	59,08	72,59	87,24	82,86	23,06	64,92	45,67	40,95	75,19
V.....	4,85	3,74	3,46	3,48	1,99	1,53	3,31	10,92	3,55	7,63	16,53	1,40
VI.....	16,62	4,75	13,03	13,48	8,70	3,81	9,22	49,83	20,24	24,50	27,97	15,45

TABLEAU VII

Importance relative mensuelle, en % du peuplement, des six groupes entre lesquels ont été réparties les diverses espèces, sur la base de leurs distances de Kendall.

Le cinquième groupe comprend six espèces (33, 21, 42, 40, 3, 26) assez proches les unes des autres et dont la dominante est *Elops lacerta* (3). L'importance relative de ce groupe est, en moyenne, plus élevée durant les mois à faible salinité avec un premier maximum (10,92 %) en août et un second (16,53 %) en novembre.

Dans le sixième groupe se trouvent associés le genre *Tilapia* (36, deux espèces), *Pellonula afzeliusi* (7) et deux autres espèces (16, 13). L'importance de ce groupe est aussi, en moyenne, plus grande durant les mois à faible salinité avec un premier maximum (49,8 %) en août et un second plus faible (27,9 %) en novembre. Il est à noter que ces deux derniers groupes, qui comportent en tout onze espèces, présentent deux maxima très nets juste après les minima de salinité qui se situent en juillet et octobre.

4. Discussion des résultats et conclusions

Le problème à étudier consistait à préciser l'influence du facteur salinité sur la composition et la structure du peuplement d'un milieu poïkilohalin ouvert et de faible étendue, par l'analyse d'échantillons mensuels prélevés sur une fraction du peuplement de poissons durant un cycle annuel. La fraction échantillonnée était celle qu'un filet tournant à petites mailles peut capturer. Le facteur salinité était représenté par la moyenne mensuelle de mesures ponctuelles effectuées quotidiennement en surface.

Un examen rapide des distributions d'abondance et de rareté, ainsi que des indices de diversité calculés par la formule de Shannon, montre que le peuplement est instable et varie d'un mois à l'autre de façon parfois très importante mais sans que l'influence du facteur salinité apparaisse.

La comparaison des peuplements entre les douze mois pris deux à deux a été effectuée globalement par l'intermédiaire des coefficients de corrélation de Bravais-Pearson, des coefficients de corrélation de point, des coefficients de corrélation de rang de Kendall et des distances de Kendall. On a obtenu ainsi quatre matrices de similitude intermensuelle, dont l'analyse rapide a été faite par la méthode des polygones inscrits. A ce stade de l'étude, la supériorité des statistiques de rang ou d'ordre est manifeste. Avec les coefficients de Bravais-Pearson, en effet les variations d'effectifs de l'espèce dominante *Ethmalosa fimbriata* sont d'une telle amplitude qu'ils masquent complètement les variations d'effectif des autres espèces. Or *Ethmalosa fimbriata* est précisément une espèce dont l'abondance dans le milieu considéré ne dépend pas de la salinité. Les coefficients de corrélation de point ont l'avantage d'être faciles à calculer et à tester mais ils n'utilisent qu'une faible partie de l'information contenue dans les données initiales et ne conduisent qu'à des résultats moins nuancés et moins satisfaisants que les coefficients ou distances de Kendall.

La matrice correspondant aux coefficients de corrélation de rang de Kendall a fait l'objet d'une analyse multifactorielle (méthode de Hotelling) et l'interprétation des deux premiers facteurs extraits a été recherchée. Le facteur général (65,33 % de la variance totale) est un facteur de similitude. Le premier facteur bipolaire (10,49 % de la variance totale) présente avec le paramètre salinité mensuelle moyenne de surface, un coefficient de corrélation de rang de Spearman égal à $+0,881$. Ceci montre que le principal facteur responsable des variations observées dans le peuplement échantillonné est étroitement lié à la salinité du milieu et que le paramètre choisi est une représentation acceptable de ce facteur.

L'interprétation des dix autres facteurs extraits (24,18 % de la variance totale) n'a pas été recherchée. Dans l'espace factoriel correspondant aux deux premiers facteurs extraits, les mois de janvier et février sont isolés de mars, avril, mai et ces cinq mois sont eux-mêmes isolés des sept autres de juin à décembre. Durant les cinq premiers mois les eaux sont polyhalines, durant les sept autres mois elles sont oligohalines ou faiblement mésohalines.

Des matrices de corrélation interspécifiques ont également été calculées à partir des coefficients de corrélation de Bravais-Pearson, des coefficients de corrélation de point et des distances de Kendall. Il est probable que la présence ou l'absence des espèces rares dans les échantillons mensuels est, en grande partie, due au hasard de l'échantillonnage et que les valeurs obtenues pour les espèces rares n'ont pas le même poids que celles relatives aux espèces plus abondantes. Compte tenu de cette remarque, les distances de Kendall et les coefficients de Bravais-Pearson conduisent à des résultats assez concordants dans leur ensemble.

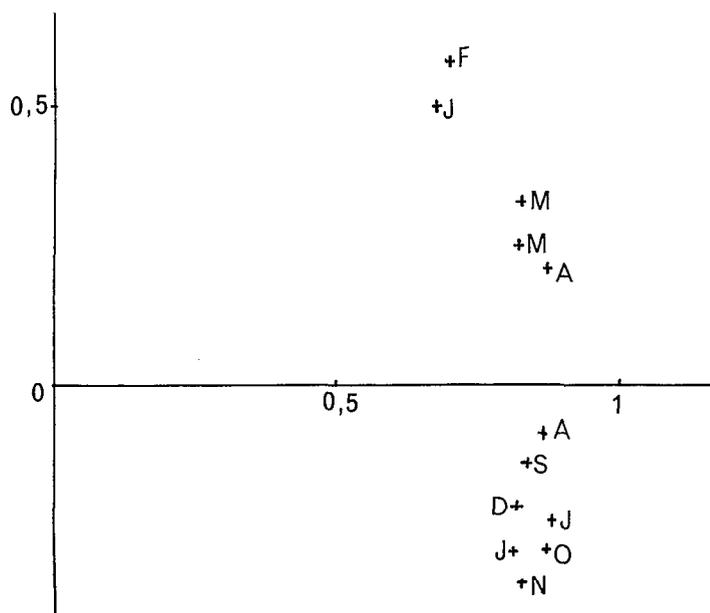


Fig. 6. — Points représentatifs des douze mois dans l'espace factoriel correspondant au facteur général (en abscisses) et au premier facteur bipolaire (en ordonnées). Les mois de Janvier à Mai où les eaux sont polyhalines se trouvent dans le premier quadrant ; les mois de Juin à Décembre où les eaux sont oligohalines ou mésohalines se trouvent dans le quatrième quadrant.

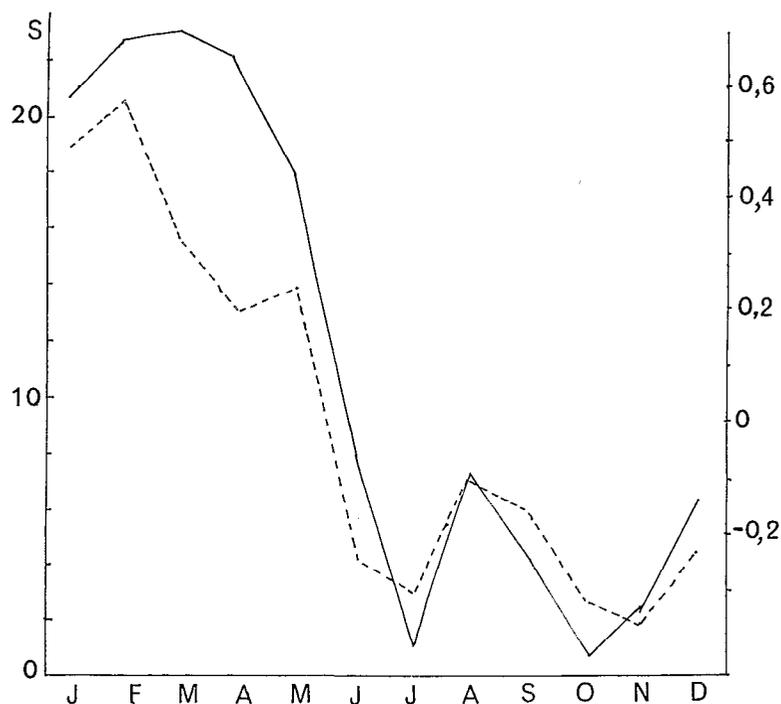


Fig. 7. — Corrélation entre les salinités moyennes de surface (trait plein) et les saturations du premier facteur bipolaire (trait interrompu). Mois en abscisses ; salinités en grammes de ClNa par litre et saturations en ordonnées.

Certaines espèces sont présentes dans le peuplement durant toute l'année et ne semblent pas affectées par les variations de salinité, soit que leurs effectifs restent à peu près constants (cas de *Cynoglossus senegalensis*) soit qu'ils varient mais sans aucune corrélation avec la salinité (cas de *Ethmalosa fimbriata*). D'autres espèces sont significativement plus abondantes dans les eaux oligohalines ou faiblement mésohalines, c'est-à-dire de juin à décembre (cas des *Tilapia*, de *Pellonula afzeliusi* et de *Elops lacerta*). Pour ces espèces, les fréquences relatives maximales s'observent non pas les mois où la salinité devient très faible, mais les mois qui suivent immédiatement comme si ces espèces répondaient avec un certain retard au facteur favorable de salinité minimale.

Un nombre important d'espèces par contre préfèrent les eaux polyhalines. Les unes (cas des *Gerres*) se rencontrent malgré tout, bien qu'en nombre moins important, dans les eaux oligohalines ; les autres (cas de *Chloroscombrus chrysurus*) ne sont abondantes que durant les deux premiers mois, janvier-février, et disparaissent ensuite très rapidement du peuplement. Il s'agit dans ce dernier cas de poissons d'origine marine qui semblent pénétrer dans la baie de Cocody à la faveur d'arrivées d'eau de mer mais auxquels le taux de salinité ne permet pas de rester. Ce sont ces espèces qui expliquent les résultats de l'analyse multifactorielle et la séparation entre les mois de janvier-février et mars-avril-mai.

Assez curieusement quelques espèces d'origine continentale (*Chrysichthys* spp. et *Hemichromis fasciatus*) présentent des variations d'abondance relative comparables à celles d'espèces d'origine marine.

En conclusion, pour le milieu étudié on doit admettre que la salinité joue un rôle primordial dans les variations de composition et de structure du peuplement de poissons. L'abondance relative de la majorité des espèces est liée par une corrélation positive ou négative à ce facteur. Mais il en est d'autres pour lesquelles une telle corrélation n'existe pas et parmi ces dernières figure notamment l'espèce dominante *Ethmalosa fimbriata*.

(Une partie des calculs ont été effectués au Centre Blaise Pascal du C.N.R.S., sur ordinateur C.D.C. 3600. Pour l'analyse multifactorielle nous avons utilisé le programme BMD 03M. Nous tenons à remercier M. VAN DEN DRIESSCHE qui nous a donné de judicieuses indications pour le choix des méthodes et la façon de les utiliser).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BONNET (L.), 1964. — Le peuplement thécamoebien des sols. *Rev. Écol. Biol. Sol.*, 1, fasc. 2, pp. 123-408, 160 fig.
- DAGET (J.) et ILTIS (A.), 1965. — Poissons de Côte d'Ivoire (eaux douces et saumâtres). *Mém. I.F.A.N.*, Dakar, 74, XII+385 p., 212 fig., 4 pl.
- DAGNELIE (P.), 1960. — Contribution à l'étude des communautés végétales par l'analyse factorielle. *Bull. Service Carte Phytogéogr.*, C.N.R.S., Paris, sér. B, 5, fasc. 1, pp. 7-71 et fasc. 2, pp. 93-195, 26 fig.
- HARMAN (H.H.), 1960. — Modern Factor Analysis. *Chicago and London*, 471 p., fig.
- KENDALL (M.G.), 1955. — Rank correlation methods. *London*, 2nd ed., 196 p., fig.
- NASH (C.B.), 1950. — Associations between fish species in tributaries and shore waters of western Lake Erie. *Ecology*, 31, n° 4, pp. 561-566.