

ÉTUDE DE CERTAINS PEUPELEMENTS ICHTYOLOGIQUES PAR DES PÊCHES AU POISON (1^{re} NOTE)

par G. LOUBENS*

RÉSUMÉ

L'étude de certains peuplements ichtyologiques du bassin tchadien a été entreprise depuis quelques années à l'aide de pêches au poison. Ces pêches permettent de donner des estimations de densités et de biomasses et de décrire la composition spécifique numérique et pondérale de ces peuplements. La similitude entre les relevés et les associations spécifiques sont étudiées grâce au coefficient de corrélation de rang de Kendall. La similitude entre les relevés devient plus uniforme tout en augmentant légèrement lorsque l'on considère les biomasses au lieu des effectifs. Quatre groupes d'espèces associées apparaissent, mais la nature de leurs liaisons reste à déterminer.

SUMMARY

The study of certain ichthyological populations in Tchad basin has been undertaken these last few years by means of poisoning. These fishing operations allow to give estimations of density and biomass, and to describe composition as regards numbers and weights. Similarity between samples and associations of species are studied with the rank correlation coefficient of Kendall. Similarity between samples becomes more uniform while slightly increasing when we look at biomasses instead of numbers. Four groups of associated species come into sight but the nature of their connections are unknown.

* Centre O.R.S.T.O.M., B. P. 65, Fort-Lamy (Tchad).

INTRODUCTION

Depuis 1965, le centre O.R.S.T.O.M. de Fort-Lamy utilise couramment pour ses recherches ichtyologiques dans le bas réseau fluvial du Chari et le lac Tchad une poudre renfermant environ 5 % de roténone, l'Aquatox (1). Cette poudre est inoffensive pour l'homme, du moins avec la fréquence d'utilisation assez faible qui en a été faite, et les poissons restent consommables.

Les empoisonnements peuvent être de faible importance et avoir simplement pour but la capture des poissons de petite taille dans certains micromilieus peu accessibles ; ils peuvent aussi être de plus grande envergure et avoir pour objet, non seulement la récolte de renseignements sur chacune des espèces rencontrées, mais encore l'étude des peuplements ichtyologiques dans certains biotopes, tant au point de vue de leur structure et de leur évolution dans le temps que des associations spécifiques, des densités et des biomasses. Il ne s'agira ici essentiellement que de 16 pêches effectuées de novembre 1965 à mars 1968.

1. MODE OPÉRATOIRE

1.1. Description.

Après repérage préalable de la zone à empoisonner, la poudre, très fine et sèche, subit une première préparation la transformant par adjonction d'eau en un liquide épais prêt à l'emploi immédiat. La zone à empoisonner est alors isolée à l'aide de filets, un premier filet solide à grandes mailles chargé d'arrêter les grands poissons, puis un deuxième filet à petites mailles (10 mm de nœud dans nos pêches) barrant le passage aux petits individus. Cette disposition protège le filet à petite maille tout en évitant les fuites.

Le poison est ensuite versé dans l'eau après délayage et réparti le mieux possible dans toute la zone de pêche (agitation de l'eau par des pagaies, passages en hors-bord). Nous avons utilisé des doses d'environ 5 g/m³, comme le recommande le fournisseur pour la France ; l'effet du poison semble être plus rapide en pays tropical, car alors qu'en France les poissons sortent en 24 heures, au Tchad ils commencent déjà à apparaître au bout d'un quart d'heure, et souvent, au bout de quelques heures, il ne reste apparemment aucun poisson vivant.

Il faut ensuite faire la récolte à l'aide d'épuisettes et de harpons. Il est important à cette phase de disposer du plus grand nombre possible de ramasseurs et d'embarcations, car les poissons de taille notable, supérieure à 10 cm, viennent nager un moment en surface, puis coulent dans leur grande majorité ; il faut donc guetter leur apparition et les capturer aussitôt. Par contre les petits poissons restent souvent en surface même après leur mort. Le ramassage est rendu long et pénible par la multitude des poissons de moins de cinq centimètres qui constituent généralement la plus grande partie des peuplements échantillonnés.

Les poissons qui ne dépassent pas environ 10 cm de longueur standard sont immédiatement formolés et conservés. Les autres sont étudiés sur place. De toutes façons, pour chaque espèce, on mesure un certain nombre d'individus pris au hasard et on compte le nombre total d'exemplaires. Cela permet d'obtenir la distribution des effectifs et, par l'intermédiaire des courbes longueur-poids, la distribution des biomasses spécifiques.

(1) Umupro, B. P. 202, Lyon (II^e).

1.2. Avantages et inconvénients.

1.2.1. CHOIX DES ZONES A EMPOISONNER.

Les zones à empoisonner doivent être faciles à isoler rapidement de façon à ce que le processus d'isolement, c'est à dire la pose des filets, ne provoque pas la fuite de tous les poissons de taille notable ; elles doivent être aussi à l'abri du courant et du vent afin d'éviter le départ du poison qui n'aurait pas le temps d'agir suffisamment et l'entraînement hors de la zone de pêche des poissons de très petite taille susceptibles de passer à travers les filets.

Jusqu'à présent les empoisonnements n'ont eu lieu que sur de petites superficies (1 hectare au maximum) bien abritées et de préférence déjà entourées par le rivage sur plusieurs de leurs côtés. On voit tout de suite les limites imposées par ces caractéristiques de zones de pêche : si l'on peut espérer avoir une bonne connaissance des peuplements ichtyologiques de bordure ou de milieux restreints, ceux qui existent au large resteront difficiles à échantillonner.

1.2.2. CAUSES D'ERREURS.

On peut distinguer cinq principales causes d'erreurs.

Les oiseaux piscivores (mouettes, aigles pêcheurs, cormorans, etc...) prélèvent parfois quelques poissons avant que les ramasseurs aient pu s'en emparer.

Il est impossible d'isoler complètement une zone présentant une végétation aquatique abondante ; il reste toujours quelques passages que certains poissons peuvent emprunter dans un sens ou dans l'autre.

Beaucoup de poissons avalent avant de mourir une bonne quantité de petits exemplaires déjà morts, soit qu'ils cherchent vraiment à s'en nourrir, soit qu'ils les absorbent accidentellement au moment où ils nagent en surface la gueule ouverte. On pourrait évidemment ouvrir tous les estomacs de ces poissons pour récupérer leur contenus, mais le temps manque.

Certains poissons restent coincés dans la végétation immergée qui les cache.

La cause d'erreur la plus importante provient des poissons qui coulent au fond avant d'avoir pu être recueillis à l'épuisette et peut-être aussi des poissons qui ne montent pas du tout en surface. Une fois au fond, ils ne peuvent généralement pas être récupérés à cause de la turbidité ou de la profondeur ou de ces deux facteurs à la fois. La composition spécifique de l'ensemble des poissons échappant ainsi au ramassage n'est probablement pas la même que celle des poissons ramassés d'où un biais qualitatif et quantitatif dont l'importance est encore inconnue. Sous l'action du poison, toutes les espèces semblent monter plus ou moins en surface, mais la proportion des individus récoltés chez les espèces coulant rapidement est évidemment plus faible que pour les autres. La taille des poissons intervient sans doute aussi. Des expériences en étangs vidangeables ou des marquages seraient nécessaires pour estimer l'importance de l'erreur ainsi commise.

On remarquera que ces causes d'erreurs entraînent une sous-estimation des effectifs et des biomasses sauf dans le cas où la zone n'est pas isolée et où il peut donc y avoir entrée de carnassiers et d'omnivores. Cependant, la pêche au poison est finalement le seul moyen, outre peut-être la pêche électrique, capable de donner en aussi peu de temps des résultats quantitatifs valables.

2. MILIEUX ÉTUDIÉS

Quatre empoisonnements (1 à 4) ont eu lieu à différentes époques de l'année dans une petite crique de la région de Matafo (près de Bol), au nord-est du lac, dans la zone dite de l'archipel. Cette crique, bien abritée, d'une superficie d'environ un hectare comprend une épaisse bordure de végétaux semi-immergés (*Vossia*, *Papyrus*, *Phragmites*, etc.) et immergés (*Ceratophyllum*)

entourant une zone d'eau libre. L'eau est claire, la profondeur atteint rapidement 2,5 mètres. Cette crique, qui sera appelée crique de Matafo, ne paraît avoir rien de particulier en dehors du fait qu'elle est bien abritée et encerclée sur trois côtés par la végétation.

Les empoisonnements 5 et 8 ont été faits également dans l'archipel. La zone 5 était une passe entre deux îles où le courant a assez vite entraîné le poison, sauf près des rives. Il faudra donc considérer cette pêche comme un échantillonnage des poissons vivant dans ou à proximité immédiate des herbiers. La pêche 8, entre les îles de Tandal et Iga, à proximité de Bol, concerne un petit plan d'eau encombré de *Ceratophyllum* et situé entre le rivage dunaire et la grande bordure végétale habituelle qui relie à ce niveau les deux îles sans solution de continuité.

Deux pêches (6 et 7) ont été effectuées dans la région de Sangaria, à proximité de la rive sud-est du lac, dans des emplacements légèrement différents. Là, des îlots-bancs abritent du vent et de l'agitation des vagues des plans d'eau claire encombrés de vastes herbiers où dominent les *Potamogeton*.

Dans le réseau fluvial, nous avons opéré pendant les basses eaux ou la première partie de la crue, avant que le courant ne rende la pêche très difficile. Un bras secondaire du Chari, dans la région de Maïlao à 60 km au sud de Fort-Lamy, a été empoisonné partiellement quatre fois (9 à 12) en trois ans à une époque variant entre le 13 mars et le 22 juin. Ce bras ne coule que de façon intermittente ; aux basses eaux il est réduit à un chapelet de mares très turbides. La zone empoisonnée était située dans la partie aval de ce bras qui reste en communication avec le Chari ; les eaux y sont moins turbides, sans doute plus fraîches, plus oxygénées et plus riches en plancton que dans les mares. Le fond sableux est recouvert de vase fine. Il n'y a pratiquement pas d'abris aux basses eaux en dehors d'un ou deux arbres morts, de coquilles d'*Ætheria* et de quelques phanérogames semi-immérgés. La profondeur, faible dans l'ensemble, peut atteindre deux mètres en certains endroits.

La mare de Mahé (13) dans le grand yaéré du Nord-Cameroun à une centaine de kilomètres au sud de Fort-Lamy a été empoisonnée partiellement le 18 juin 1966. C'est une mare assez grande (environ trois hectares), riche en végétaux aquatiques, aux eaux assez turbides moins chargées cependant que la plupart des autres mares.

En avril 1967, du poison a été jeté un peu en amont d'un banc d'*Ætheria* à moitié exondé du lit majeur du Chari dans la région de Maïlao (14). La pêche 15 concerne une petite mare résiduelle très limoneuse d'un autre bras intermittent du Chari dans la même région. Enfin, la pêche 16 a été faite dans une fraction du Senou. C'est un bras secondaire intermittent du Logone, prenant naissance un peu en aval de Logone Gana et rejoignant le fleuve à Logone Birni. En juillet 1967, ce bras était encore isolé. L'empoisonnement a été fait en amont, juste après la zone exondée séparant le bras secondaire du bras principal. A cette époque, les eaux étaient assez claires avec de nombreux herbiers à *Potamogeton* et *Nymphaea*.

Deux échantillonnages très incomplets quant au ramassage des petits poissons (17 et 18) apportent quelques renseignements supplémentaires sur les milieux du Chari. Pour le premier, il s'agit d'une fraction d'une mare permanente du lit majeur en relation aux hautes eaux avec le premier bras intermittent de Maïlao. Quant au second, il a eu lieu dans le lit mineur du Chari aux environs de Fort-Lamy (Chagoua) à la fin de la décrue dans une mare de très faible profondeur, encore en communication par l'aval avec le courant principal.

3. RÉSULTATS D'ENSEMBLE

3.1. Densités et biomasses.

Les tableaux I et II donnent les principaux renseignements concernant les 16 échantillonnages principaux et les deux échantillonnages secondaires. Au cours de ces derniers, le ramassage des petits poissons avait été négligé, mais les résultats en biomasse restent à peu près valables, comme on le verra plus loin.

TABLEAU I

Caractéristiques des zones empoisonnées. Effectifs et poids totaux.

Numéros des pêches	Dates	Surfaces (m ²)	Profondeurs (m)	Volumes (m ³)	Effectifs	Poids (kg)
Lac Tchad						
1	26.11.65	6.000	2,5	15.000	10.567	112
2	7.2.66	1.200	2,5	3.000	6.845	85
3	24.2.67	6.000	2	12.000	6.312	155
4	1.5.66	6.600	2	13.000	29.802	543
5	14.10.65				1.336	
6	16.10.65	2.400	2	4.800	10.444	335
7	2.2.66	3.000	1,5	4.500	2.990	12
8	2 7.66	3.200	1	3.200	2.025	99
Réseau fluvial						
9	6.4.66	1.800	1	1.800	13.000 (1)	1.011
10	7.6.66	1.800	1,3	2.340	2.713	288
11	22.6.67	3.000	1	3.000	22.350	645
12	13.3.68	4.550	1,5	6.825	13.505	168
13	18.6.66	10.000	0,5	5.000	5.769	701
14	8.4.67				2.584	17
15	27.6.67	1.000	0,7	700	4.182	85
16	22.7.67	6.000	0,9	5.400	51.788	723
17	15.9.65	1.200	1,0	1.200	625 (2)	260
18	27.3.66	360	0,3	208	545 (3)	31

Les nombres et les poids par m² et par m³ indiqués dans le tableau II doivent être considérés comme des ordres de grandeur. Si le procédé de la pêche entraîne presque toujours des erreurs par défaut sur les effectifs et les poids, les estimations des surfaces et des volumes peuvent entraîner des erreurs dans les deux sens. Les poids par m³ sont les données les plus imprécises puisqu'aux erreurs sur les profondeurs moyennes s'ajoutent les erreurs provenant de l'utilisation des courbes longueur-poids qui ne reflètent évidemment pas exactement la condition des poissons au moment de la pêche. Il est probable que les valeurs réelles oscillent au moins entre la moitié et le double des valeurs observées. La précision pourra être améliorée par des mesures plus rigoureuses des superficies et des profondeurs, et surtout par l'estimation des pourcentages spécifiques de poissons échappant à la récolte.

3.1.1. DENSITÉS.

Les densités sont très variables : de 0,6 à 8,6 poissons par m² et de 0,6 à 9,6 poissons par m³.

A Matafo, les nombres de poissons par m² varient de 1,0 à 5,7 avec moyenne de 3,2 ; à Maïlao (9 à 12) de 1,5 à 7,5 avec une moyenne de 4,7 ; le maximum a été obtenu dans le Senou avec 8,6

(1) Valeur approximative estimée (ramassage partiel des petits poissons).

(2) Poissons atteignant au moins 10 cm.

(3) Poissons atteignant au moins environ 5 cm.

TABLEAU II
 Nombres d'espèces, densités et biomasses

Numéros des pêches	Nombres d'espèces	Nombres de poissons		Poids		% poissons < 10 cm		% poissons ≥ 10 cm	
		par m ²	par m ³	g/m ²	g/m ³	nombre	poids	nombre	poids
1	45	1,8	0,7	19	7	97,6	9,3	2,4	90,7
2	41	5,7	2,3	71	28	98,4	9,3	1,6	90,7
3	40	1,0	0,5	26	13	98,3	3,7	1,7	96,3
4	46	4,5	2,3	82	41	95,7	4,0	4,3	96,0
5	33					97,8		2,2	
6	49	4,4	2,2	140	70	96,3	2,7	3,7	97,3
7	28	1,0	0,7	4	3	98,9	41,7	1,1	58,3
8	25	0,6	0,6	31	31	61,2	37,5	38,8	62,5
9	49	7,2	7,2	562	562	70,0	1,0	30,0	99,0
10	46	1,5	1,2	160	123	74,2	0,6	25,8	99,4
11	65	7,5	7,5	215	215	84,4	1,2	15,6	98,8
12	72	3,0	2,0	37	25	90,8	5,9	9,2	94,1
13	34	0,6	1,2	70	140	0,4	0,03	99,6	99,97
14	34					96,4	58,9	3,6	41,1
15	48	4,2	6,0	85	121	78,9	20,0	21,1	80,0
16	60	8,6	9,6	121	134	93,5	2,5	6,5	97,5
17				217	217				
18				87	201				

poissons par m². Les points de comparaisons ont rares. On peut signaler cependant que HUET et TIMMERMANS (1) ont obtenu 17,4 poissons au m² dans un bras mort de la Meuse, peu après, il est vrai, la saison de reproduction des *Cyprinidae* dont les jeunes constituaient l'essentiel du peuplement. Par contre, BACKIEL en Pologne opérant avec un appareil électrique dans de petits ruisseaux n'a obtenu que 0,3 poisson par m².

En nombres de poissons par m³, les valeurs moyennes obtenues à Matafo et à Maïlao sont de 1,45 (0,5 à 2,3) et 4,4 (1,2 à 7,5) ; la densité maximale est observée dans le Senou avec 9,6 poissons au m³. Les valeurs les plus élevées proviennent naturellement du réseau fluvial aux basses eaux.

Pour avoir une première idée sur la composition des peuplements, on peut séparer les poissons en deux classes de longueur standard : longueur inférieure à 10 cm et longueur supérieure ou égale à 10 cm. Le tableau II montre que très souvent le peuplement comprend surtout des petits

(1) Ces renseignements et la plupart des suivants sur les biomasses proviennent de DAGET (1969).

poissons. Cela est particulièrement net à Matafo et Sangaria où ils constituent de 95,7 à 98,9 % du total. Dans le réseau fluvial, ils représentent souvent encore au moins les trois quarts de l'effectif total. Toutefois à Mahé, ils étaient pratiquement absents (résultat de l'action prédatrice des *Polypterus senegalus* qui y pullulaient ?).

3.1.2. BIOMASSES.

Les variations sont énormes : de 4 à 562 g/m² et de 3 à 562 g/m².

La crique de Matafo présente une biomasse relativement stable avec des extrêmes de 19 et 82 g/m² et une moyenne de 50 g/m². Les deux échantillonnages de Sangaria ont donné au contraire des résultats fort différents : 140 et 4 g/m² ; pour une raison inconnue (fuite des poissons à l'arrivée des pêcheurs ou absence réelle à cette heure de la journée ?), il ne se trouvait presque aucun poisson de taille notable dans la zone empoisonnée au cours du deuxième échantillonnage.

Le premier bras intermittent (9 à 12) du Chari à Mailao a une biomasse moyenne de 243 g/m², très variable (37 g/m² à 562 g/m²), nettement supérieure à celle observée dans le bras mort de la Meuse dont il a été question plus haut (82 g/m²). Les autres milieux du Chari présentent des valeurs variant de 70 à 217 g/m². Toutes ces valeurs sont assez élevées puisque BOURLIERE trouve aux U.S.A. une moyenne de 62,5 g/m² dans les bras morts et de 18,7 g/m² en rivière ; GERKING, dans les cours d'eau de l'Indiana, des moyennes de 6 à 105 g/m² selon les secteurs étudiés ; HUET et TIMMERMANS (1966) dans l'Ourthe et la Semois (Belgique) des valeurs variant de 10 à 29 g/m². Il est vrai, qu'en ce qui concerne le Chari et le Logone, il s'agit, d'une part d'une époque de concentration maximale où la superficie couverte par les eaux est très faible, d'autre part de zones calmes où se tiennent de préférence tous les poissons non rhéophiles.

Les variations très fortes que nous avons observées dans un même endroit ou entre deux endroits apparemment peu différents semblent être la règle jusqu'à présent dans ce genre de travail. Elles ne peuvent s'expliquer que très partiellement par des erreurs systématiques ou accidentelles. Il y a en outre de fortes variations intrinsèques traduisant la multiplicité des causes pouvant modifier la valeur de la biomasse à l'échelle réduite où l'on opère. L'une de ces causes, parmi les plus importantes, pourrait être les déplacements des poissons qui les amènent, en fonction de leurs besoins d'abri, de repos, de nourriture, etc... à changer d'emplacement selon des rythmes circadiens, infradiens et annuels. Dans ces zones de faible étendue, il suffit de la présence ou de l'absence de quelques gros poissons pour modifier sensiblement la biomasse. Ainsi, dans la pêche 9, l'énorme biomasse de 562 g/m² est due dans une proportion de 20 % à la présence de six gros *Lates* ; de même, dans la pêche 6, trois *Lates* représentent 29 % de la biomasse. Pour éliminer en partie la variabilité due aux déplacements des poissons, il faudrait opérer sur une zone plus vaste où seraient compris ces déplacements, du moins ceux d'amplitude modeste en liaison avec les rythmes circadiens. Le ramassage des petits poissons serait impossible, mais il suffirait en général d'ajouter 5 à 10 % à la valeur trouvée pour corriger cette erreur, comme nous allons le voir plus loin. Les densités, dépendant surtout des poissons de petite taille aux déplacements plus modestes, sont beaucoup moins variables (1 à 14 au lieu de 1 à 140 pour les biomasses).

En ce qui concerne la taille des poissons, ceux qui font au moins 10 cm constituent généralement l'essentiel de la biomasse : 93,4 % en moyenne à Matafo ; 97,8 dans le premier bras intermittent de Mailao ; pratiquement 100 % à Mahé. Dans la pêche 14 (banc d'*Ætheria*) nous n'étions pas en mesure de récolter correctement les poissons de taille notable qui ont dû d'ailleurs échapper pour la plupart à l'action du poison en s'enfuyant. Nous avons vu plus haut ce qu'on pouvait penser de la pêche 7 (absence inexplicquée des poissons de taille notable). Quant à la pêche 8, il s'agit d'un milieu très particulier avec une végétation aquatique immergée très dense et coupé des eaux libres par une barrière végétale serrée ; ces deux raisons permettent de comprendre la rareté des grands poissons. En conclusion, dans la mesure où des observations confirmeraient ces résultats et permettraient de les étendre à certains types de milieux, on obtiendrait des estimations très correctes de la biomasse en considérant celle représentée par les poissons atteignant au moins 10 cm et en la majorant légèrement.

3.2. Composition spécifique.

3.2.1. NOMBRES D'ESPÈCES.

La diversité spécifique est grande. On trouve couramment 40 à 50 espèces sur des superficies d'environ un demi hectare. En Belgique, HUET et TIMMERMANS n'en trouvent qu'une vingtaine dans les zones de superficies et de caractéristiques comparables. Cela est en accord avec la richesse bien connue en espèces des eaux douces tropicales.

3.2.2. COMPOSITION NUMÉRIQUE.

Certaines espèces voisines n'ont pas toujours été distinguées et ont dû être regroupées. Il s'agit des deux espèces d'*Auchenoglanis*, des trois espèces de *Clarias*, des *Synodontis schall* et *S. gambiensis*, des espèces du genre *Aplocheilichthys* et celles du genre *Epiplatys*. Au total, il a été trouvé une centaine d'espèces au cours de ces pêches au poison.

On notera l'absence de *Gnathonemus tamandua*, *Marcusenius harringtoni*, *Hepsetus odoe*, de quelques espèces de *Barbus*, de *Clarotes macrocephalus*, *Heterobranchus longifilis*, *Siluranodon auritus* et *Glenopoma muriei*. Toutes ces espèces ont déjà été signalées dans des biotopes analogues à ceux qui ont été empoisonnés.

En fait, 38 espèces représentent la quasi-totalité des effectifs. En effet, 3 espèces seulement atteignent au moins une fois 50 % ; 12 espèces 20 % ; 30 espèces 5 % ; 38 espèces 3 % ; 57 espèces 1 % ; 35 espèces n'atteignent jamais 1 %. Les 38 espèces atteignant au moins une fois 3 % représentent entre 88,3 et 98,2 % du peuplement comme l'indique le tableau III.

TABLEAU III

Sommes des pourcentages des 38 espèces atteignant au moins une fois 3 % de l'effectif total.

Pêches	1	2	3	4	5	6	7	8
%	97,8	98,2	97,5	95,6	93,7	95,2	94,7	97,6
Pêches	9	10	11	12	13	14	15	16
%	88,3	90,6	94,1	95,0	90,0	95,1	90,1	96,3

Pour fixer les idées, nous appellerons petites les espèces dont la taille maximale observée est inférieure à 10 cm ; moyennes celles dont la taille maximale observée est comprise dans l'intervalle 10-39 cm, bornes comprises, et grandes celles dont la taille est supérieure ou égale à 40 cm. Cette classification a l'avantage de séparer les espèces présentes dans la région d'étude en trois groupes à peu près égaux de 35 à 40 espèces.

Dans ces conditions, l'essentiel de ces peuplements de bordure ou de milieux résiduels de fin de saison sèche est constitué par des espèces de petite taille auxquelles s'ajoutent parfois les jeunes de quelques espèces moyennes ou grandes.

Dans la crique de Matafo, 7 petites espèces et les jeunes *Alestes baremoze* forment entre 86 et 93 % du peuplement. Ce sont par ordre d'importance établi d'après la moyenne des 4 pourcentages : *Barbus pleuropholis*, *Haplochromis wingatii*, *Micralestes acutidens*, *Alestes baremoze*,

Barbus leonensis, *Alestes dageti*, *Petersius intermedius* et *Barbus callipterus*. A Mandi-Sawa et Sangaria, les espèces importantes sont presque toutes les mêmes ; dans le premier cas, il faut ajouter les jeunes *Synodontis* du groupe *schall-gambiensis* ; dans le second, les *Alestes dageti* et surtout les *A. baremoze* sont beaucoup moins nombreux, alors que pullulent les jeunes *Distichodus rostratus* et les *Paradistichodus dimidiatus*. La parenté de ces 7 relevés se trouvera confirmée dans le chapitre 5. La pêche 8 (Tandal-Iga) montre un peuplement en partie original à base de *Barbus leonensis*, *Neolebias unifasciatus*, de *Tilapia* des 4 espèces (mais surtout *Tilapia galilaea*), d'*Haplochromis wingatii* et d'*Hemichromis bimaculatus*.

Les *Barbus* constituent encore dans les pêches 9 à 12 le groupe généralement le plus important avec *Barbus pleuropholis*, *B. punctitaeniatus*, *B. anema*, *B. lawrae*, *B. macrops*. *Micralestes acutidens* abonde. Les autres éléments notables sont des *Synodontis nigrata* et *S. eupterus* sans doute proches de l'âge adulte ; des *Tilapia nilotica*, *T. galilaea* et *T. zillii* de tailles variées ; des *Alestes baremoze*, *A. dentex*, *A. nurse* et des *Hydrocyon forskali* comprenant surtout des jeunes. La mare dans le bras du Chari (pêche 15) a un peuplement un peu différent : les *Barbus* sont moins nombreux ; les *Synodontis nigrata* et *S. eupterus* sont presque absents, mais il y a de nombreux jeunes *Labeo senegalensis*.

Le bras intermittent du Logone (pêche 16) se signale par l'extrême abondance de *Petersius intermedius* qui atteint le pourcentage record de 79 %. Il y a aussi 13 % de *Barbus*, le reste étant évidemment réduit à peu de choses.

Dans la mare de Mahé (pêche 13), ce sont les *Polypterus senegalus* qui dominent de beaucoup (57 %). On peut signaler en outre *Synodontis nigrata*, *Tilapia aurea* toujours rare (1) ailleurs sauf d'une façon inattendue à Tandal-Iga, *Schilbe mystus* rare aussi partout ailleurs, *Synodontis batensoda* et *Polypterus bichir*.

Enfin, le banc d'*Ætheria* de Maïlao (pêche 14) a un peuplement particulièrement original composé essentiellement, outre les *Micralestes acutidens* qui vivent au voisinage, par les jeunes d'espèces moyennes ou grandes qui trouvent là un milieu particulièrement favorable. Ces jeunes appartiennent soit à des espèces abondantes comme les *Synodontis schall-gambiensis* et *S. eupterus*, soit surtout à des espèces rares ou assez rares comme *Mormyrops deliciosus*, *Labeo coubie*, *Synodontis courteli*, *Chrysichthys auratus*, *Bagrus docmac*, *Malapterurus electricus*. Enfin, c'est là seulement qu'on a été trouvés des *Petrocephalus simus*, des *Nannocharax fasciatus* et *Synodontis filamentosus*.

On voit que les peuplements fluviaux prospectés sont plus variés que ceux du lac. D'ailleurs, dans ce dernier 18 espèces seulement atteignent au moins une fois 3 % tandis qu'il y en a 29 dans le réseau fluvial. Le tableau IV indique leurs noms ainsi que les milieux où elles constituent parfois 3 % du peuplement. Au total 74 espèces ont été observées dans le lac contre 86 dans le réseau fluvial, pour des nombres de poissons récoltés quelque peu différents il est vrai : 70.000 dans le lac, 116.000 dans le réseau fluvial.

3.2.3. COMPOSITION PONDÉRALE.

Les pourcentages en poids des différentes espèces n'ont été établis que pour 14 des 16 pêches principales, car les pêches 5 et 14 ont été faites dans des endroits où régnait un courant faible, mais sans doute suffisant pour entraîner le poison avant qu'il n'ait eu le temps d'agir sur les gros poissons. Les 14 autres échantillons ont permis de récolter entre 12 et 1.011 kg de poisson (moyenne 322 kg). En tenant compte des pêches 17 et 18, 1.350 kg ont été pris dans le lac et 3.900 dans le réseau fluvial, soit un peu plus de 5 tonnes au total.

((1) Espèce rare : espèce présente en un petit nombre d'exemplaires chaque fois ; antonyme d'abondante. Espèce fréquente : espèce présente dans une forte proportion des relevés.

TABLEAU IV

Espèces constituant au moins une fois 3 % de l'effectif total et milieux correspondants.

Espèces	Lac	Réseau fluvial
6 <i>Mormyrops deliciosus</i>	Matafo, Mandi-Sawa — —	Mailao (Ætheria)
16 <i>Hydrocyon forskali</i>		Mailao (9-12)
19 <i>Alestes dentex</i>		Mailao (9-12)
20 <i>Alestes baremoze</i>		Mailao (9-12 et 15)
22 <i>Alestes daqeli</i>		
23 <i>Alestes nurse</i>		Mailao (9-12 et 15)
24 <i>Micralestes aculidens</i>	Matafo, Sangaria Sangaria — Mandi-Sawa, Tandal-Iga	Mailao (9-12 et 14-15)
26 <i>Petersius intermedius</i>		Senou
34 <i>Distichodus rostratus</i>		
36 <i>Paradistichodus dimidiatus</i>		
37 <i>Neolebias unifasciatus</i>		
38 <i>Barbus pleuropholis</i>	partout sauf Tandal-Iga Matafo, Mandi-Sawa	Mailao (9-12)
39 <i>Barbus callipterus</i>		
40 <i>Barbus macrops</i>	partout	Mailao (9-12)
41 <i>Barbus punctitaeniatus</i>		Mailao (9-12 et 15)
42 <i>Barbus lawrae</i>		— — — —
44 <i>Barbus leonensis</i>		Senou
46 <i>Barbus anema</i>		Mailao (9-12)
48 <i>Labeo senegalensis</i>		Mailao (15)
49 <i>Labeo coubie</i>		Mailao (Ætheria)
52 <i>Bagrus docmac</i>		— —
54 <i>Chrysichthys auratus</i>		— —
58 <i>Clarias spp.</i>		Mahé
62 <i>Synodontis batensoda</i>	Mandi-Sawa	Mahé
67 <i>Synodontis nigrita</i>		Mailao (9-12), Mahé
68 <i>Synodontis eupterus</i>		Mailao (9-12)
70 <i>Synodontis schall</i> et <i>S. gambiensis</i>		Mailao (Ætheria)
71 <i>Synodontis courteti</i>		— —
74 <i>Malapterurus electricus</i>		— —
77 <i>Lates niloticus</i>	Matafo Tandal-Iga	
79 <i>Hemichromis bimaculatus</i>		
80 <i>Tilapia nilotica</i>	—	
81 <i>Tilapia aurea</i>	—	Mahé
82 <i>Tilapia galilaea</i>	—	Mailao (9-12 et 15)
83 <i>Tilapia zillii</i>	—	— — — —
84 <i>Haplochromis wingatii</i>	partout	
89 <i>Polypterus senegalus</i>		Mahé
90 <i>Polypterus bichir</i>		—

Les espèces formant une part notable de la biomasse sont un peu moins nombreuses que celles intervenant dans les distributions numériques.

Une seule dépasse une fois 50 % ; 5 atteignent au moins une fois 20 % ; 28 5 % ; 33 3 % ; 47 1 % ; 42 restent toujours inférieures à 1 %. Les 33 espèces atteignant au moins une fois 3 % représentent entre 83,3 et 98,2 % de la biomasse (tableau V).

TABLEAU V

Sommes des pourcentages des 33 espèces atteignant au moins une fois 3 % du poids total.

Pêches	1	2	3	4	6	7	8
%	90,4	90,8	94,5	94,4	95,1	92,3	98,2
Pêches	9	10	11	12	13	15	16
%	92,0	94,5	91,5	83,3	94,8	94,9	93,5

Ces 33 espèces ainsi que les milieux où elles forment parfois 3 % de la biomasse sont indiqués dans le tableau VI. Trois d'entre elles, entre parenthèses dans le tableau, sont introduites par la deuxième pêche à Sangaria ; ce sont *Tetraodon fahaka*, *Paradistichodus dimidiatus* et *Hemichromis fasciatus* ; leur importance était probablement exceptionnelle pour le milieu considéré.

A Matafo, 16 espèces seulement atteignent 3 % et représentent ensemble au moins 90 % de la biomasse. Il s'agit surtout de *Lates niloticus*, *Tilapia galilaea*, *Citharinus latus*, puis *Heterotis niloticus* et *Gymnarchus niloticus*. Dans le premier échantillonnage de Sangaria, il y a surtout des *Lates niloticus*, *Distichodus rostratus*, *Tilapia nilotica* et *Citharinus latus*.

Les espèces qui interviennent notablement dans la biomasse du premier bras intermittent de Maïlao sont plus nombreuses : 20 atteignent au moins une fois 3 %, mais aucune ne domine vraiment. Les plus importantes sont *Tilapia nilotica*, *Lates niloticus*, *Synodontis nigrita*, *Heterotis niloticus*, *Tilapia galilaea* et *Polypterus endlicheri*.

A Mahé, il faut citer *Polypterus senegalus* et, loin derrière, *Tilapia aurea* et *Clarias*. La mare résiduelle de Maïlao (pêche 15) montre un peuplement de composition voisine de celle du premier bras intermittent avec *Lates*, *Tilapia*, surtout *Tilapia zillii*, et *Labeo senegalensis*. Les nombreux jeunes *Alestes baremoze* arrivent à faire une masse notable (7 %). Enfin dans le Senou domine *Polypterus bichir*, puis *Heterotis niloticus*, *Lates niloticus* et *Polypterus senegalus*.

On peut dire un mot des échantillonnages secondaires dont la biomasse n'est que peu affectée par le ramassage partiel des petits poissons. Dans la mare permanente en liaison avec le Chari (pêche 17), l'essentiel consiste, dans l'ordre, en *Hyperopisus*, *Tilapia* (*galilaea*, *nilotica* et *zillii*), *Labeo senegalensis* et *Polypterus*. La mare-flaque du Chari à Chagoua (pêche 18) renfermait surtout des *Polypterus senegalus* et des jeunes *Tilapia zillii*, *Tilapia nilotica* et *Tilapia galilaea*.

En classant les principaux groupes par ordre d'importance décroissante, on trouve donc les *Lates niloticus* ; les *Tilapia* ; les *Polypterus*, les *Synodontis nigrita*, *Synodontis eupterus* et *Synodontis schall-gambiensis*, les *Labeo senegalensis*, ces trois derniers genres surtout dans le réseau fluvial ; les *Citharinus latus* et *Citharinus citharus* ; les *Heterotis niloticus* ; les *Distichodus rostratus*, surtout dans le lac, et les *Hyperopisus bebe*. Il suffit de considérer 22 espèces dans le lac (19 en laissant de côté la pêche 7) et 25 dans le réseau fluvial pour avoir en toutes circonstances l'essentiel de la biomasse (tableau VI).

TABLEAU VI

Espèces constituant au moins une fois 3 % de la biomasse totale et milieux correspondants.

Espèces	Lac	Réseau fluvial
2 <i>Heterotis niloticus</i>	Matafo	Mailao (9-12), Senou
3 <i>Hyperopisus bebe</i>	— , Sangaria	
5 <i>Mormyrus rume</i>	—	Mailao (9-12)
6 <i>Mormyrops deliciosus</i>	—	
14 <i>Gymnarchus niloticus</i>	—	Mahé
15 <i>Tetraodon fahaka</i>	(Sangaria)	
18 <i>Hydrocyon brevis</i>	Matafo	Mailao (9-12), Mahé
19 <i>Alestes dentec</i>		Mailao (9-12)
20 <i>Alestes baremoze</i>		Mailao (9-12 et 15)
23 <i>Alestes nurse</i>		Mailao (9-12)
28 <i>Citharinus citharus</i>	Matafo	Mailao (9-12)
29 <i>Citharinus latus</i>	— , Sangaria	
34 <i>Distichodus rostratus</i>	— , Sangaria	
35 <i>Distichodus brevipinnis</i>		Senou
36 <i>Paradistichodus dimidiatus</i>	(Sangaria)	
48 <i>Labeo senegalensis</i>	Sangaria	Mailao (9-12 et 15)
53 <i>Bagrus bayad</i>		Mailao (9-12 et 15)
55 <i>Claroies laticeps</i>		Mailao (15)
56 <i>Auchenoglanis</i> spp.....		Mailao (9-12)
58 <i>Clarias</i> spp.....		Mahé, Mailao (15), Senou
67 <i>Synodontis nigrita</i>		Mailao (9-12), Mahé, Senou
68 <i>Synodontis eupterus</i>		Mailao (9-12)
70 <i>Synodontis schall-gambiensis</i>	Matafo	Mailao (9-12 et 15)
77 <i>Lates niloticus</i>	partout	partout sauf à Mahé
78 <i>Hemichromis fasciatus</i>	(Sangaria)	
80 <i>Tilapia nilotica</i>	partout	partout sauf au Senou
81 <i>Tilapia aurea</i>	Matafo, Tandal-Iga	Mahé
82 <i>Tilapia galilaea</i>	partout	Mailao (9-12 et 15)
83 <i>Tilapia zillii</i>	Sangaria	Mailao (9-12 et 15), Senou
84 <i>Haplochromis wingatii</i>	Matafo, Sangaria	Mailao (9-12), Mahé, Senou
89 <i>Polypterus senegalus</i>	Tandal-Iga	Mailao (9-12), Mahé, Senou
90 <i>Polypterus bichir</i>	Matafo	Mailao (9-12), Mahé, Senou
91 <i>Polypterus endlicheri</i>		Mailao (9-12)

3.3. Quelques remarques sur les peuplements et les espèces.

3.3.1. LES PEUPELEMENTS.

Nous venons d'indiquer les principaux éléments entrant dans la composition numérique et pondérale de certains peuplements. Les caractéristiques de ces peuplements ne peuvent encore être étendues dans l'espace aux peuplements en poissons de certains types de milieux (petites criques de l'archipel, zone à potamots du sud-est du lac, bras intermittents du Logone et du Chari aux basses eaux, mares de différents types, bancs d'*Ætheria*) ; d'autres prospections sont

nécessaires avant de pouvoir généraliser. Dans le temps, une certaine stabilité s'observe dans les deux séries de quatre échantillons concernant Matafo et le premier bras intermittent de Maïlao. Cette stabilité sera mise en évidence de façon plus précise au chapitre 4.

Dans le cas de la crique de Mafato et de la zone de Sangaria, on a l'impression qu'il existe en réalité deux peuplements assez différents qui ont été échantillonnés en même temps : d'une part, le peuplement des herbiers immergés à cératophylles ou potamots où vivent des multitudes de *Barbus*, de petits *Characidae*, d'*Haplochromis wingatii* et de nombreux *Hemichromis bimaculatus*; d'autre part, le peuplement des petites zones d'eau libres voisines, bien abritées et moins profondes que celles situées plus au large. Ce peuplement comprendrait surtout des poissons de grande ou moyenne taille mais relativement beaucoup moins nombreux. Les distributions numériques dépendraient essentiellement du peuplement des herbiers, les distributions pondérales du peuplement des eaux libres; les surfaces échantillonnées devraient alors être considérées comme trop grandes dans un cas, mais trop petites dans l'autre. Il faut donc savoir s'il existe vraiment deux peuplements relativement isolés l'un de l'autre et à quel peuplement appartiennent les jeunes de certaines espèces comme *Alestes baremoze*, les *Tilapia*, *Lates niloticus*. Bien que de petite taille, les *Alestes dageti* sont probablement à rattacher au peuplement de ces eaux libres, les jeunes *Distichodus rostratus* au peuplement des herbiers. Nous essaierons, quelle qu'en soit la difficulté pratique, de séparer ces deux milieux au cours des pêches ultérieures.

3.3.2. LES ESPÈCES ET LES GROUPES D'ESPÈCES.

3.3.2.1. Rôle dans les distributions numériques et pondérales.

On peut distinguer plusieurs groupes d'espèces en fonction du rôle que celles-ci jouent dans les distributions. Nous garderons le même seuil de 3 % pour apprécier l'importance de ce rôle, tout en faisant abstraction de l'échantillonnage 7.

Quatorze espèces interviennent de façon notable dans les distributions pondérales mais sont presque toujours négligeables dans les distributions numériques. Il s'agit d'espèces de grande taille dont on capture surtout des adultes ou des prématures, mais dont les très jeunes individus ne sont jamais assez nombreux pour constituer plus de 2 à 3 % de l'effectif total (groupe 1). Ce sont *Heterotis niloticus*, *Hyperopisus bebe*, *Mormyrus rume*, *Gymnarchus niloticus*, *Hydrocyon brevis*, *Citharinus citharus*, *Citharinus latus*, *Distichodus brevipinnis*, *Bagrus bayad*, *Clarotes laticeps*, *Auchenoglanis spp.*, *Lates niloticus*, *Polypterus bichir* et *P. endlicheri*.

A l'opposé, il y a quinze espèces importantes dans les distributions numériques mais négligeables dans les distributions pondérales (groupe 2). Ce sont presque toutes des petites espèces, petits *Characinidae* (*Alestes dageti*, *Micralestes acutidens*, *Petersius intermedius*) ou *Citharinidae* (*Paradistichodus dimidiatus*, *Neolebias unifasciatus*), les *Barbus pleuropholis*, *B. callipterus*, *B. macrops*, *B. punctitaeniatus*, *B. lawrae*, *B. leonensis*, *B. anema*, et un petit *Cichlidae*, *Hemichromis bimaculatus*; il faut ajouter deux espèces moyenne ou grande (*Hydrocyon forskali*, *Synodontis batensoda*) dont les adultes sont trop peu nombreux pour constituer une biomasse notable.

Vingt espèces (groupe 3) peuvent jouer un rôle dans les deux sortes de distributions, simultanément ou non. Ce sont *Mormyrops deliciosus*, des *Alestes* (*A. dentex*, *A. baremoze* et *A. nurse*), *Distichodus rostratus*, *Labeo senegalensis*, *L. coubie*, *Bagrus docmac*, *Chrysiichthys auratus*, les *Clarias* pris dans leur ensemble, des *Synodontis* (*S. nigrita*, *S. eupterus*, *S. schall-gambiensis*, *S. courteti*), les *Tilapia* (*T. nilotica*, *T. aurea*, *T. galilaea*, *T. zillii*), *Haplochromis wingatii* et *Polypterus senegalus*. Les *Tilapia* interviennent généralement sous la forme d'individus de tailles très variées et sont donc souvent importants simultanément en nombre et en poids.

Le groupe 4 comprend dix-neuf espèces rares mais fréquentes. Comme celles du groupe 5, elles ne jouent qu'un rôle très faible dans les distributions numériques et pondérales. Il s'agit de *Mormyrus hasselquistii*, *Gnathonemus cyprinoïdes*, *Marcusenius isidori*, *Tetraodon fahaka*,

Hydrocyon lineatus, *Alestes macrolepidotus*, *Ichthyoborus besse*, *Citharinus distichodoides*, *Nannocharax ansorgei*, *Barbus wernerii*, *Heterobranchus bidorsalis*, *Schilbe mystus*, *Synodontis membranaceus*, *Synodontis frontosus*, *Mochocus brevis*, *Malapterurus electricus*, *Aplocheilichthys* spp., *Hemichromis fasciatus*, *Parophiocephalus obscurus*.

Enfin le groupe 5 renferme vingt trois espèces à la fois rares et peu fréquentes dans nos relevés. Ce sont : *Xenomystus nigri*, *Gnathonemus niger*, *Gnathonemus senegalensis*, *Petrocephalus simus*, *Petrocephalus bovei*, *Petrocephalus bane*, *Micralestes stormsi*, *Nannocharax fasciatus*, *Distichodus engycephalus*, *Barbus pumilus*, *Barbus gourmansis*, *Barilius niloticus*, *Barilius senegalensis*, *Eutropius niloticus*, *Physalia pellucida*, *Synodontis clarias*, *Synodontis sorex*, *Synodontis filamentosus*, *Mochocus niloticus*, *Epiplatys* spp., *Ctenopoma petherici*, *Protopterus annectens*.

3.3.2.2. Distribution géographique.

En se basant uniquement sur les résultats des pêches au poison, les espèces peuvent être classées selon leur répartition à l'intérieur de la zone d'étude, c'est-à-dire le bas réseau fluvial et la moitié sud du lac de 11° 30' à 13° 30' de latitude nord. Grosso modo la plupart des espèces sont ubiquistes. Quelques-unes cependant paraissent proliférer davantage dans les milieux fluviaux comme *Mormyrus rume*, *Alestes dentex*, *Labeo senegalensis*, *Labeo coubie*, *Polypterus senegalus* et *Polypterus bichir*; d'autres dans les milieux lacustres comme *Paradistichodus dimidiatus*, *Neolebias unifasciatus*, *Barbus leonensis*.

Quelques espèces sont uniquement ou principalement lacustres. Il s'agit d'*Alestes dageti*, *Barbus callipterus*, tous les deux très abondants dans l'archipel, beaucoup moins à Sangaria, et d'*Haplochromis wingatii* qui pullule dans tous les types d'herbiers; ces trois espèces sont totalement absentes du réseau fluvial. *Marcusenius isidori*, qui constitue environ 0,5 % des effectifs dans le lac, est absent dans tous les milieux fluviaux excepté le Senou où ont été capturés quelques exemplaires.

Les espèces uniquement ou principalement fluviales sont beaucoup plus nombreuses. Espèces uniquement fluviales : *Mormyrus hasselquistii*, *Gnathonemus niger*, *G. senegalensis*, *Hydrocyon lineatus*, *Ichthyoborus besse*, *Barbus punctitaeniatus*, *B. anema*, *Barilius niloticus*, *B. senegalensis*, *Bagrus bayad*, *Synodontis membraceus*, *Polypterus endlicheri*. Espèces principalement fluviales (rencontrées une seule fois dans le lac) : *Hydrocyon brevis*, *Alestes nurse*, *Barbus macrops*, *B. lawrae*, *B. wernerii*, *Chrysichthys auratus*, *Synodontis nigrita* et *S. eupterus*.

On peut aussi rechercher les espèces caractéristiques de certains milieux, du moins à certains stades car il est bien rare qu'une espèce de poisson reste confinée dans un seul biotope depuis la naissance jusqu'à la mort et ce sont seulement certains stades de développement qui peuvent être considérés comme caractéristiques d'un milieu donné. L'espèce est une unité souvent trop vaste pour qu'on puisse lui assigner des exigences écologiques précises.

Nous avons déjà parlé du peuplement très particulier des bancs d'*Ætheria* et de celui des herbiers du lac. Les jeunes *Heterotis* (24 à 38 cm, $\bar{L} = 33$ cm), *Gymnarchus* (38 à 59 cm, $\bar{L} = 48$ cm de longueur totale), *Distichodus brevipinnis* (14 à 23 cm, $\bar{L} = 17$ cm), *Hydrocyon brevis* et *Synodontis balensoda*, les *Clarias* et les *Schilbe mystus* n'ont été trouvés en abondance qu'à Mahé.

Neolebias unifasciatus pullule particulièrement à Tandal-Iga. Enfin, le premier bras intermittent du Chari à Mailao renferme parfois de grandes quantités d'*Hydrocyon forskali*, *Alestes baremoze*, *A. dentex*, *A. nurse*, *Synodontis nigrita* et *S. eupterus* sous la forme de jeunes ou de prématures.

4. SIMILITUDE ENTRE LES RELEVÉS

Après avoir décrit les éléments importants entrant dans la constitution des distributions numériques et pondérales et indiqué qualitativement la composition de certains peuplements, on peut chercher, à partir de ces mêmes distributions, à établir de façon plus précise le degré de

similitude qui existe entre les relevés et à mettre en évidence des types de milieux caractérisés par certains peuplements de composition relativement constante.

Les données de bases sont les pourcentages en nombre et en poids des différentes espèces dans les relevés. Les effectifs et poids bruts ne sont pas utilisables étant donné que les efforts de pêche ont été très différents.

4.1. Méthode.

Nous avons utilisé les coefficients de corrélation de rang de Kendall, k .

Les calculs de ces coefficients ont été faits à l'aide d'une machine I.B.M. CDC/3600. Dans le programme dont nous disposons, chaque caractère ne pouvait présenter plus de 10 états différents. Les pourcentages ont donc du être répartis en 10 classes, ce qui a été fait de façon à introduire le moins possible d'ex-aequo. Il y a ainsi une modification par élévation des valeurs de k , puisqu'on attribue le même rang à des espèces qui devraient avoir des rangs différents, ce qui élimine une partie des différences entre peuplements. Mais cette élévation n'est pas considérable, car le principal groupe des ex-aequo, constitué ici par les espèces absentes, reste exactement le même. Dans le cas des relevés 1 et 2 qui représente un cas moyen, le regroupement en 10 classes des pourcentages élève la valeur de k de 0,572 à 0,588.

Il existe une table (1) indiquant avec un coefficient de risque de 5 % les seuils au-dessus desquels le coefficient k peut être considéré comme significatif, mais elle n'est valable que dans le cas où il n'y a pas d'ex-aequo ; il nous faut donc examiner ce qui se produit dans le cas où il y en a.

On sait que, pour le calcul de k , on classe l'une des séries dans l'ordre des rangs croissants, l'ordre de l'autre série étant alors quelconque. On accorde à chaque rang de cette deuxième série autant de points plus qu'il y a de valeurs supérieures venant après et autant de points moins qu'il y a de valeurs inférieures venant après. Dans le cas d'une valeur de la deuxième série correspondant à un lot d'ex-aequo de la première série, le pointage ignore toutes les valeurs de la deuxième série correspondant à ce lot. On fait ensuite la somme algébrique de tous ces points, somme appelée S .

KENDALL a montré que la distribution d'échantillonnage de S tend rapidement vers une distribution normale quand l'effectif augmente et qu'elle peut être considérée comme telle à partir de $n = 10$. Les seuils de signification de S , et donc de k qui s'en déduit par simple proportionnalité, sont donc fournis avec un coefficient de risque de 5 % par la formule $\frac{S}{\sigma_s} = 1,96$ ou plus exactement $\frac{S-1}{\sigma_s} = 1,96$ si on veut faire la correction de continuité ; σ_s est l'écart-type de la distribution d'échantillonnage de S , c'est-à-dire l'erreur standard.

La variance σ_s^2 , assez facile à calculer lorsqu'il n'y a pas d'ex-aequo, est donnée dans le cas contraire par la formule :

$$\sigma_s^2 = \frac{1}{18} \left[n(n-1) (2n+5) - \sum t(t-1) (2t+5) - \sum u(u-1) (2u+5) \right] + \frac{1}{9n (n-1) (n-2)} \left[\sum t(t-1) (t-2) \right] \left[\sum u(u-1) (u-2) \right] + \frac{1}{2n (n-1)} \left[\sum t(t-1) \right] \left[\sum u(u-1) \right]$$

avec $n =$ effectif des 2 séries,

$t =$ nombres des ex-aequo dans les différents lots d'ex-aequo de la première série,

et $u =$ nombres des ex-aequo dans les lots d'ex-aequo de la deuxième série.

(1) Cette table nous a été communiquée par M. Van den Driessche, O.R.S.T.O.M., Paris. Elle peut d'ailleurs être facilement retrouvée à partir des tables données par KENDALL (1962).

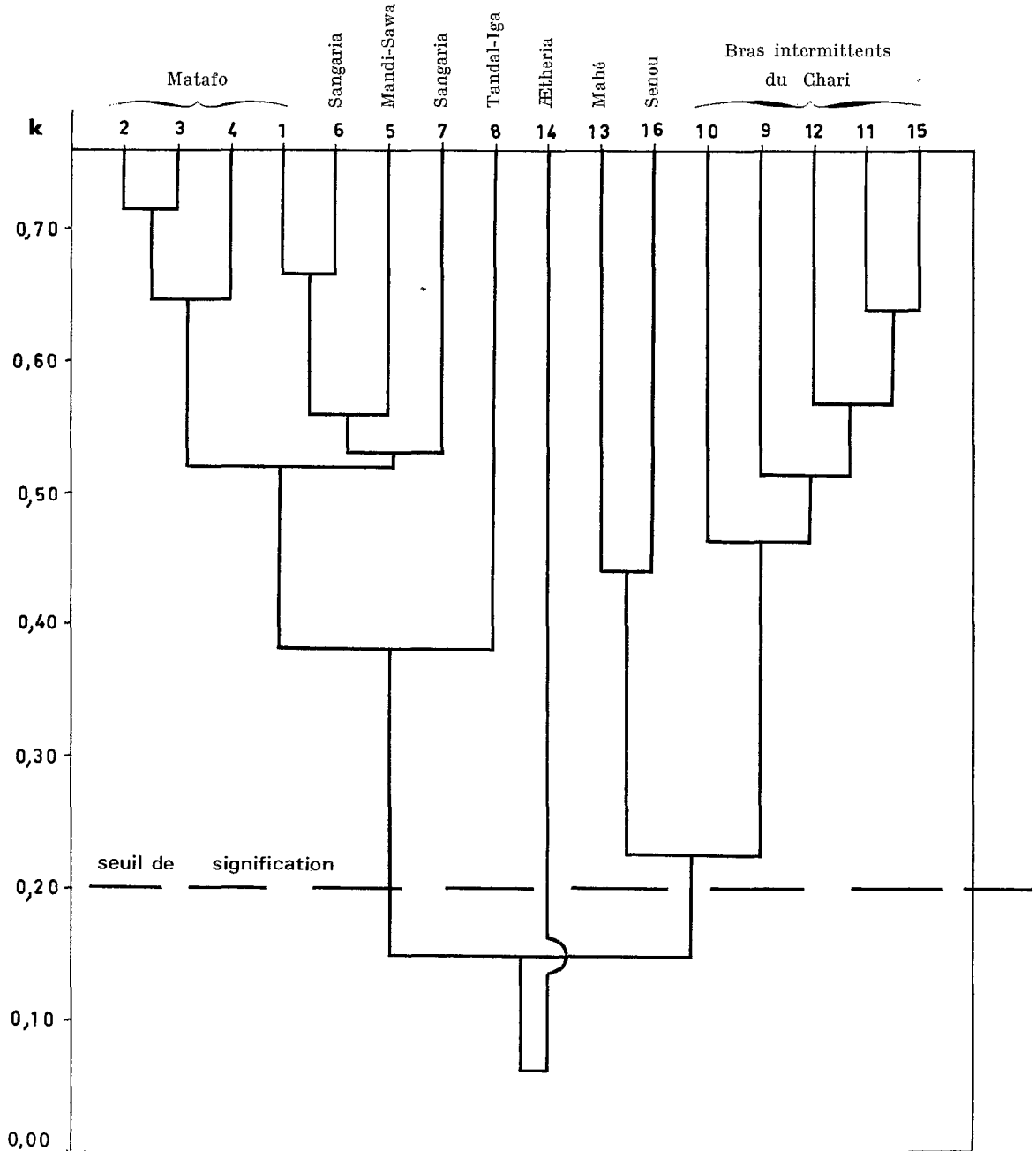


Fig. 1. — Dendrogramme montrant les relations entre les divers peuplements d'après les effectifs spécifiques.

Le calcul est donc assez laborieux. Toutefois nous avons déjà tenu compte précédemment des ex-aequo introduits par la répartition en classes des pourcentages. Il n'y a qu'un seul groupe notable d'ex-aequo, celui des espèces absentes.

Le seuil de signification de k s'obtient donc par la formule approchée :

$$k = \frac{2 \times 1,96 \sigma_s}{\sqrt{n(n-1) - t(t-1)} \sqrt{n(n-1) - u(u-1)}}$$

dans les deux séries.

TABLEAU VII

Coefficients de corrélation de rang entre les relevés d'après les effectifs, exprimés en millièmes.

1																
2	588															
3	534	716														
4	523	656	636													
5	610	440	486	525												
6	664	548	531	488	508											
7	529	608	506	468	484	579										
8	381	439	397	537	339	294	272									
9	<i>33</i>	<i>174</i>	<i>141</i>	<i>5</i>	<i>104</i>	<i>182</i>	<i>108</i>	<i>94</i>								
10	<i>115</i>	<i>224</i>	<i>220</i>	<i>188</i>	<i>209</i>	<i>233</i>	<i>229</i>	<i>179</i>	453							
11	<i>72</i>	<i>234</i>	<i>144</i>	<i>132</i>	<i>66</i>	<i>178</i>	<i>166</i>	<i>186</i>	592	523						
12	<i>119</i>	<i>177</i>	<i>132</i>	<i>154</i>	<i>117</i>	<i>204</i>	<i>256</i>	<i>150</i>	465	487	584					
13	<i>-10</i>	<i>142</i>	<i>201</i>	<i>111</i>	<i>10</i>	<i>82</i>	<i>-47</i>	<i>270</i>	<i>276</i>	<i>165</i>	<i>200</i>	<i>83</i>				
14	<i>-27</i>	<i>37</i>	<i>-47</i>	<i>-5</i>	<i>83</i>	<i>-43</i>	<i>101</i>	<i>21</i>	<i>145</i>	<i>-197</i>	<i>173</i>	<i>273</i>	<i>-144</i>			
15	<i>98</i>	<i>105</i>	<i>11</i>	<i>33</i>	<i>96</i>	<i>133</i>	<i>142</i>	<i>115</i>	487	396	637	554	<i>104</i>	<i>138</i>		
16	<i>143</i>	<i>272</i>	<i>227</i>	<i>172</i>	<i>29</i>	<i>177</i>	<i>188</i>	<i>261</i>	231	226	342	340	441	<i>-43</i>	294	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

En l'absence d'ex-aequo et pour $n = 92$, le seuil de signification, avec un coefficient de risque de 5 %, est de 0,139. Ce seuil est à peine relevé par la présence des ex-aequo comme l'indique les quelques valeurs approchées calculées en faisant les approximations que nous venons d'indiquer :

échantillons	1-2	7-8	11-12	12-13
seuils	0,164	0,179	0,150	0,158

Il faudrait théoriquement calculer tous les seuils correspondant à tous les couples de relevés, ce qui serait long et superflu car ces seuils sont très peu différents les uns des autres.

Pour tenir compte d'une part du fait que les valeurs réelles de k seraient un peu plus faibles si l'on n'avait pas groupé les pourcentages en classes, d'autre part du relèvement des seuils de signification dû à la présence des ex-aequo, c'est-à-dire pratiquement des espèces absentes, nous avons finalement choisi un seuil de signification de 0,200 avec un coefficient de risque d'environ 5 %, et en fait d'environ 2,5 % puisqu'il s'agit toujours de corrélation positive.

4.2. Similitude d'après les coefficients.

La matrice des coefficients de corrélation de rang entre les relevés d'après les effectifs exprimés en % est donnée dans le tableau VII et illustrée par la figure 1. Les valeurs considérées comme non significatives, c'est-à-dire inférieures à 0,200, ont été inscrites en italiques.

4.2.1. PARENTÉ DES MILIEUX LACUSTRES AVEC LES MILIEUX FLUVIAUX.

Le point qui apparaît immédiatement est la rareté des valeurs significatives entre milieux lacustres d'une part et milieux fluviaux d'autre part : sur les 64 coefficients reliant les relevés lacustres aux relevés fluviaux, 13 seulement dépassent légèrement le seuil de signification avec un maximum à 0,272 ; la moyenne est de 0,125. Toutefois il subsiste une certaine similitude car les valeurs de k , sans être significatives, sont généralement nettement positives ; et si l'existence d'une seule valeur positive, mais non significative, peut être le fait du hasard, celle d'un grand nombre de valeurs positives dont quelques-unes significatives ne peut s'expliquer de la même façon. Bien que faible, on doit conclure à une certaine parenté des peuplements lacustres avec les peuplements fluviaux, mis à part le cas du banc d'*Ætheria*. En effet si on analyse les résultats par milieu, on obtient le tableau VIII suivant (k est en millièmes).

TABLEAU VIII

Parenté des milieux lacustres avec les milieux fluviaux.

Milieux fluviaux	Tous milieux lacustres		
	\bar{k}	extrêmes	n_k
Premier bras intermittent.....	153	2 à 256	32
Mahé.....	95	— 47 à 270	8
Banc d' <i>Ætheria</i>	15	— 47 à 101	8
Second bras intermittent.....	91	11 à 142	8
Senou.....	183	29 à 272	8

Seul le peuplement du banc d'*Ætheria* peut être considéré comme n'ayant aucun rapport avec les milieux lacustres. Il faut observer que Tandal-Iga est lié de façon notable avec les milieux du Logone (mare de Mahé et le Senou).

4.2.2. SIMILITUDE DES MILIEUX LACUSTRES ENTRE EUX.

Tous les coefficients sont significatifs et cela d'une façon très nette sauf pour Tandal-Iga. Le maximum de parenté s'observe entre les différents échantillons faits aux mêmes endroits : 0,609 en moyenne pour les 4 relevés de la crique de Matafo ; 0,579 pour les deux relevés de Sangaria. Mais la moyenne du coefficient de Kendall entre Matafo et Sangaria est presque aussi élevée (0,543). Il s'agit en somme d'un même ensemble. Mandi-Sawa présente des coefficients un peu plus faibles, en raison sans doute du caractère réduit de l'échantillonnage. C'est Tandal-Iga qui s'écarte le plus des autres relevés tout en s'en approchant cependant davantage que de n'importe quel milieu fluvial.

4.2.3. SIMILITUDE DES MILIEUX FLUVIAUX ENTRE EUX.

L'ensemble est nettement moins homogène et les coefficients généralement moins élevés. Les différents peuplements observés dans le premier bras intermittent du Chari sont voisins les uns des autres ($\bar{k} = 0,517$), mais la mare résiduelle du lit majeur de la même région (15) a le même

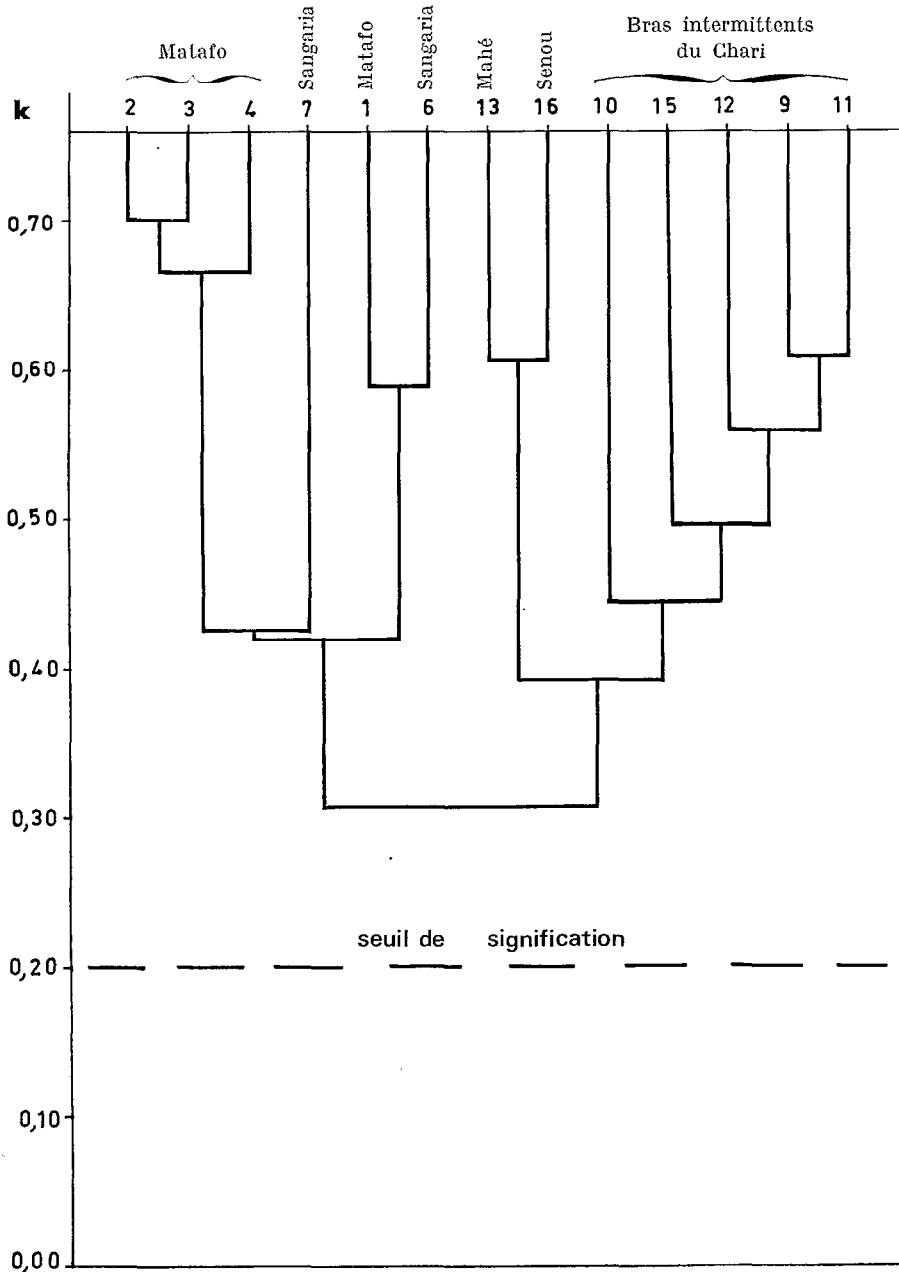


Fig. 2. — Dendrogramme montrant les relations entre les divers peuplements d'après les biomasses spécifiques.

niveau de parenté ($\bar{k} = 0,518$). Le bras intermittent du Logone (Senou) et la mare de Mahé sont davantage liés entre eux ($\bar{k} = 0,441$) qu'avec les milieux précités du Chari ($\bar{k} = 0,287$ pour le Senou ; $\bar{k} = 0,166$ pour Mahé). La parenté Logone-Chari paraît relativement faible. Enfin le peuplement du banc d'*Ætheria* est étranger à tous les autres, sauf peut-être à celui des bras voisins du Chari ($\bar{k} = 0,185$, une valeur significative sur 5).

Le dendrogramme de la figure 1 montre les relations existant entre les divers peuplements échantillonnés. On voit apparaître les peuplements de la crique de Matafo et de la région de Sangaria d'une part, ceux des bras intermittents du Chari d'autre part, et celui du banc d'*Ætheria* complètement isolé.

Il y a donc une bonne stabilité des peuplements observés au même endroit et à différentes époques de l'année. Dans le cas du lac, il faudra voir si cette stabilité s'étend à la période des pluies pour laquelle il n'y a pas de relevés. Dans le cas des bras intermittents du Chari, elle n'a été observée qu'aux basses eaux, de mars à juin ; il est probable que le peuplement se modifie considérablement avec l'arrivée de la crue.

4.3. Similitude d'après les poids.

La matrice des coefficients de corrélation (tableau IX illustré par la figure 2) ne concerne que 13 relevés, les pêches ou les données recueillies n'étant pas correctes quantitativement dans le cas des relevés 5, 8 et 14.

TABLEAU IX

Coefficients de corrélation de rang entre les relevés d'après les poids, exprimés en millièmes.

1													
2	393												
3	340	698											
4	341	633	697										
6	589	476	491	481									
7	399	450	420	401	445								
9	121	390	343	223	333	146							
10	83	281	346	309	250	235	426						
11	120	365	328	277	279	148	608	505					
12	47	227	314	212	231	204	508	465	607				
13	6	317	350	242	180	47	437	332	427	407			
15	128	131	50	72	213	131	462	383	510	512	234		
16	105	310	319	216	178	149	417	315	512	466	608	376	
	1	2	3	4	6	7	9	10	11	12	13	15	16

Par comparaison avec la matrice relative aux effectifs, et en faisant évidemment abstraction pour cette matrice des coefficients relatifs aux relevés 5, 8 et 14, on constate que la dispersion des coefficients est nettement moins forte. En effet, pour les poids k varie de 0,006 à 0,698 avec une moyenne de 0,330 et un écart-type de 0,223 ; pour les effectifs de 0,047 à 0,716 avec une moyenne de 0,289 et un écart-type de 0,271. Cette diminution de la dispersion se fait par élévation des faibles valeurs de k et par diminution des valeurs élevées, la moyenne générale se trouvant un peu augmentée. Si on compare pour chaque couple de relevés le coefficient obtenu d'après les effectifs à celui obtenu d'après les poids, les valeurs de k relatives aux effectifs et inférieures à 0,300 subissent presque toujours une augmentation puisqu'il y a 36 valeurs en augmentation,

9 stationnaires (1) et 5 en diminution ; les valeurs comprises entre 0,300 et 0,500 restent à peu près stationnaires (4 en augmentation, 5 stationnaires, une en diminution) ; les valeurs supérieures à 0,500 sont généralement diminuées (1 valeur en augmentation, 5 stationnaires, 12 en diminution). La similitude entre les relevés tend à s'uniformiser tout en devenant en moyenne un peu plus forte. Cela provient du fait que les espèces de grande et moyenne taille qui jouent un rôle important dans les distributions pondérales ont une plus large répartition et sont moins nombreuses globalement que les espèces de petite taille prépondérantes dans les distributions numériques ; ces dernières sont davantage confinées à un milieu ou à un certain type de milieu. Le nombre des biotopes habités par une espèce est en moyenne une fonction croissante de sa taille.

Si on considère les biomasses et non les effectifs, les espèces de taille moyenne ou grande augmentent la parenté de biotopes assez différents entre eux, mais par contre diminuent celle des biotopes semblables, car, dans ce dernier cas, le petit nombre d'espèces qui y pullulent est remplacé par un nombre plus élevé d'espèces notables dans les distributions pondérales. Par exemple, à Matafo il suffit de 7 espèces, 6 petites et une moyenne, pour avoir environ 90 % de l'effectif total ; il en faut 16, toutes grandes ou moyennes sauf une, pour avoir le même pourcentage du poids total. Pour le premier bras intermittent du Chari à Mailao, les nombres d'espèces sont de 14 (6 petites, 5 moyennes, 3 grandes) pour les effectifs et de 20 (toutes grandes ou moyennes) pour les poids.

La comparaison des figures 1 et 2 montre que le système de parenté établi pour les effectifs reste valable pour les poids. Le relevé 1 à Matafo se signale par des coefficients nettement plus faibles que ceux qui relient les 3 autres entre eux ; cela était déjà perceptible d'après les effectifs. Cette pêche a eu lieu en novembre, les autres en février et mai, il s'agit peut-être d'une évolution du peuplement en fonction des saisons. La similitude des relevés fluviaux entre eux est dans l'ensemble nettement augmentée. Les coefficients relatifs aux liaisons des relevés 9 à 12 et 15 entre eux (bras intermittents) sont peu modifiés ; par contre le Senou et la mare de Mahé sont bien plus proches l'un de l'autre et des milieux du Chari si on considère les poids au lieu des effectifs.

5. ASSOCIATIONS SPÉCIFIQUES D'APRÈS LES EFFECTIFS

5.1. Méthode.

Les données de base sont toujours les pourcentages dans les différents échantillons. Les pourcentages ont été traités de façon à obtenir les coefficients interspécifiques à partir des 16 relevés. Il est nécessaire de se demander tout d'abord quelle est la valeur du coefficient de corrélation de rang pour la mise en évidence des associations. Puis deux problèmes devront être abordés : le sens d'une comparaison entre deux espèces de probabilité d'occurrence très différente et la détermination du seuil de signification.

5.1.1. LES TYPES D'ASSOCIATION ET LE COEFFICIENT DE CORRÉLATION DE RANG.

On peut distinguer dans les associations spécifiques entre poissons celles qui résultent de véritables liaisons interspécifiques (prédation, parasitisme, commensalisme, mutualisme) et les rassemblements d'espèces sans lien direct entre elles, dus à certains facteurs du milieu. Le coefficient de corrélation de rang mettra en évidence les relations entre deux espèces dont les effectifs

(1) k est considéré comme stationnaire quand la variation ne dépasse pas 0,030.

auront entre eux toujours à peu près le même rapport ; en effet, si la valeur du coefficient est élevée, les espèces seront abondantes et rares dans les mêmes relevés ce qui implique une certaine constance du rapport de leurs effectifs. Mais ce rapport peut être très différent selon les couples et la même valeur du coefficient peut être obtenue avec des espèces d'égale abondance ou d'abondances très différentes. Cela peut se trouver réalisé dans les deux types d'associations (liaisons interspécifiques ou simples rassemblements).

De plus, la méthode peut échouer dans certains cas. On sait par exemple, dans le cas d'une relation prédateur-proie, que les effectifs des deux espèces peuvent parfois être représentés par deux courbes d'allure sinusoïdale décalées l'une par rapport à l'autre. Dans ce cas, le rapport des effectifs varie beaucoup dans le temps et peut-être aussi dans l'espace, les cycles d'abondance et de rareté n'étant pas obligatoirement en phase dans les différentes zones ; le coefficient de rang peut alors être très bas.

On ne peut donc espérer mettre ainsi en évidence tous les types d'associations ; d'autre part, la distinction entre les divers types d'associations restera fonction des connaissances acquises sur la biologie des espèces en cause.

5.1.2. COMPARAISON ENTRE ESPÈCES DE PROBABILITÉ GLOBALE D'OCCURRENCE TRÈS DIFFÉRENTES.

Il est toujours possible, lorsqu'on étudie la liaison entre deux espèces à l'aide du coefficient de Kendall, de rendre la valeur de ce coefficient significative par adjonction d'un certain nombre de relevés dans lesquels les deux espèces sont absentes. Prenons par exemple le cas d'*Hyperopisus bebe* et de *Marcusenius isidori* en utilisant les huit relevés lacustres relatifs aux effectifs. Ces deux espèces sont présentes 7 fois dans le lac et il n'y a pas d'ex-aequo. Le coefficient de corrélation de rang de Kendall a une valeur de 0,214 ; le seuil pour $n = 8$ est de 0,566. En ajoutant un groupe de 10 relevés où les espèces seraient absentes toutes les deux, il est alors égal à 0,775 avec un seuil de signification de 0,394. Les espèces sont alors nettement reliées. Mais il n'est légitime de faire cette opération que si les deux espèces ont effectivement des chances de se trouver dans les milieux prospectés. Il serait absurde d'ajouter par exemple des relevés relatifs à une zone géographique complètement différente.

On doit donc éliminer lorsqu'on compare deux espèces les relevés dans lesquels elles n'ont aucune chance de se trouver, car cela augmenterait artificiellement leur liaison. Or, on ignore généralement si tel est le cas. Il ne faut donc comparer deux espèces que si elles sont présentes chacune un nombre assez élevé de fois, ce qui montre que la plupart des biotopes de la série, sinon tous, ne leur sont pas étrangers et peuvent donc être utilisés pour une comparaison correcte.

La difficulté réside dans le choix d'un seuil pour ce pourcentage de présences dans les échantillons. Nous avons adopté arbitrairement un seuil légèrement inférieur à 50 %, soit 7 présences au moins sur les 16 possibles, sauf dans le cas de *Synodontis membranaceus* présent 6 fois seulement. Les unités taxinomiques plurispécifiques étant éliminées, il reste alors 48 espèces.

5.1.3. SEUIL DE SIGNIFICATION.

Il nous faut résoudre, comme dans l'étude de la similitude entre relevés, le problème de la détermination du seuil de signification en fonction, d'une part du classement préalable des pourcentages en 10 classes, d'autre part de la présence d'un groupe plus ou moins important d'ex-aequo constitué par les relevés où les deux espèces sont absentes.

5.1.3.1. Influence du classement préalable des pourcentages.

Quelques calculs à partir des pourcentages utilisés tels quels permettent de se faire une idée de la correction moyenne à faire.

espèces	3-13	19-20	40-42	90-91
k sans classement préalable	0,519	0,203	0,620	0,564
k avec classement préalable	0,595	0,225	0,682	0,565

La correction, assez variable, est en moyenne de 0,040.

5.1.3.2. Influence des relevés nuls sur le seuil de signification.

Une fois considérées les modifications de k dû à l'introduction d'ex-aequo par le classement préalable des pourcentages, il ne reste plus à envisager que le relèvement du seuil dû aux groupes des relevés où les espèces sont absentes, car ce sont les seuls groupes notables d'ex-aequo.

Le seuil pour $n = 16$ et un coefficient de risque de 5 % est de 0,363 lorsqu'il n'y a pas d'ex-aequo ; il est peu modifié par leur présence, le relèvement moyen étant de 0,037.

espèces	3-13	19-20	40-42	90-91
seuils de significations	0,411	0,367	0,411	0,412

Nous adopterons finalement 0,450 comme valeur approximative du seuil de signification de façon à tenir compte des deux causes de modifications de ce seuil.

5.1.4. MODE OPÉRATOIRE.

Sont considérées comme associées les espèces pour lesquelles les valeurs de k relatives à leurs intercorrélations sont toutes significatives. Autour de ces noyaux se trouvent parfois des espèces qu'on peut qualifier de satellites ; elles sont reliées aux espèces associées du noyau par des coefficients pas toujours significatifs, mais toujours nettement positifs et avec une moyenne générale voisine du seuil de signification ou même supérieure à lui. Par contre, les coefficients relatifs aux couples d'espèces satellites peuvent être faibles.

5.2. Résultats.

La matrice d'intercorrélation entre les 48 espèces d'après les 16 relevés permet de mettre en évidence 5 groupes dont les caractéristiques sont indiquées dans le tableau X.

TABLEAU X

Associations spécifiques d'après les effectifs : valeurs du coefficient de corrélation k en millièmes et nombres de présence dans le lac et le réseau fluvial.

groupe A

		23	40	42	54	68	91	\bar{k}	Nombres de présences	
									lac	fleuve
									espèces associées	
	23. <i>Alestes nurse</i>							639	1	8
	40. <i>Barbus macrops</i>	633						639	1	7
	42. <i>Barbus lawrae</i>	758	682					668	1	7
	54. <i>Chrysichthys auratus</i>	536	620	643				636	1	6
	68. <i>Synodontis eupterus</i>	674	723	713	841			713	1	7
	91. <i>Polypterus endlicheri</i>	594	536	548	538	616		566	0	7
espèces satellites										
	19. <i>Alestes dentex</i>	473	544	379	338	391	740	477	7	7
	21. <i>Alestes macrolepidotus</i>	335	418	600	494	447	427	453	4	6
	63. <i>Synodontis membranaceus</i> .	569	531	554	358	478	743	538	0	6
	67. <i>Synodontis nigrita</i>	517	310	339	398	503	543	435	1	7

TABLEAU X (suite)

groupe B

		18	19	63	90	91	\bar{k}	Nombres de présences	
								lac	fleuve
espèces associées	18. <i>Hydrocyon brevis</i>						567	1	6
	19. <i>Alestes dentex</i>	539					593	7	7
	63. <i>Synodontis membranaceus</i>	468	628				574	0	6
	90. <i>Polypterus bichir</i>	587	468	458			519	4	7
	91. <i>Polypterus endlicheri</i>	675	740	743	565		680	0	7
espèce satellite	67. <i>Synodontis nigrita</i>	446	234	346	458	743	445	1	7

groupe C

		3	13	22	34	38	84	\bar{k}	Nombres de présences	
									lac	fleuve
espèces associées	3. <i>Hyperopisus bebe</i>							594	7	3
	13. <i>Marcusenius isidori</i>	595						634	7	1
	22. <i>Alestes dageti</i>	713	772					688	7	0
	34. <i>Distichodus rostratus</i>	498	595	599				536	8	6
	38. <i>Barbus pleuropholis</i>	681	528	619	427			545	8	6
	84. <i>Haplochromis wingatii</i>	485	682	737	564	470		587	8	0
espèces satellites	15. <i>Tetraodon fahaka</i>	445	445	590	301	366	362	418	7	8
	44. <i>Barbus leonensis</i>	236	463	355	496	313	537	400	8	3
	79. <i>Hemichromis bimaculatus</i>	176	544	479	454	278	668	433	8	5

groupe D

		48	80	82				\bar{k}	Nombres de présences	
						lac	fleuve			
espèces associées	48. <i>Labco senegalensis</i>							484	6	7
	80. <i>Tilapia nilotica</i>	466						517	7	7
	82. <i>Tilapia galilaea</i>	503	569					536	8	8
espèce satellite	83. <i>Tilapia zillii</i>	469	360	401				410	7	7

groupe E

		5	16	20				\bar{k}	Nombres de présences	
						lac	fleuve			
espèces associées	5. <i>Mormyrus rume</i>							496	3	5
	16. <i>Hydrocyon forskali</i>	540						503	6	5
	20. <i>Alestes baremoze</i>	451	466					459	7	6

TABLEAU XI

Caractéristiques du groupe AB : valeurs des coefficients d'intercorrélation et moyennes de ces valeurs.

	18	19	23	40	42	54	63	67	68	91	\bar{k}
18 <i>Hydrocyon brevis</i>											414
19 <i>Alestes dentex</i>	539										481
23 <i>Alestes nurse</i>	408	473									573
40 <i>Barbus macrops</i>	381	544	633								552
42 <i>Barbus lawrae</i>	267	379	758	682							543
54 <i>Chrysichthys auratus</i>	200	338	536	620	643						496
63 <i>Synodontis membranaceus</i>	464	628	569	531	554	358					519
67 <i>Synodontis nigrita</i>	446	234	517	310	339	398	346				404
68 <i>Synodontis eupterus</i>	356	391	674	723	713	841	478	503			588
91 <i>Polypterus endlicheri</i>	675	740	594	536	546	538	743	543	616		615

Les groupes A et B sont étroitement liés puisque toutes les espèces du groupe B sauf *Polypterus bichir* font partie du groupe A à titre d'espèces associées ou satellites. Si on laisse de côté *Alestes macrolepidotus* très peu lié aux espèces du groupe B et *Polypterus bichir* très peu lié aux espèces du groupe A, on obtient un grand groupe AB d'une dizaine d'espèces dont les caractéristiques sont inscrites dans le tableau XI.

Toutes les liaisons ne sont pas significatives, mais leurs moyennes k sont toujours très proches du seuil et quelquefois nettement supérieures. D'ailleurs, comme le risque de 5 % est réparti de part et d'autre de la distribution et qu'il s'agit ici de corrélation positive, la probabilité de dépasser 0,450 par le seul effet du hasard est d'environ 2,5 % seulement. Ces dix espèces ont été observées presque uniquement dans le fleuve sauf *Alestes dentex* répandu partout.

Le groupe C comprend des espèces surtout lacustres ou ubiquistes. Quatre d'entre elles (*Marcusenius isidori*, *Distichodus rostratus*, *Barbus pleuropholis* et *Haplochromis wingatii*) peuvent être qualifiées d'espèces d'herbiers. Les deux petits groupes D et E comprennent des espèces rencontrées presque partout.

Les liaisons qui doivent être considérées comme les moins sujettes à caution sont celles qui sont basées sur le plus grand nombre moyen de présences, car il y a alors très peu de chances pour que l'on ait introduit des biotopes étrangers aux espèces en cause. Il s'agit surtout des groupes D et E.

La nature des liens entre les espèces de ces différents groupes ne peut guère être explicitée étant donné la rareté des données biologiques concernant la quasi-totalité des espèces en cause. Il ne s'agit pas de toutes façons de liaisons proies-prédateurs, sauf peut-être dans deux cas : dans le groupe AB celui des *Polypterus* et d'*Hydrocyon brevis* qui peuvent se nourrir aux dépens de certaines espèces du groupe ; celui d'*Hydrocyon forskali* dans le groupe E.

6. ASSOCIATIONS SPÉCIFIQUES D'APRÈS LES POIDS

6.1. Méthode.

On procède pour les poids de la même façon que pour les effectifs. Cependant, on ne dispose ici que de 13 relevés au lieu de 16, ce qui fait passer le seuil de signification à 0,412 au lieu de 0,363 dans le cas où il n'y aurait pas d'ex-aequo, soit une élévation de 0,049. Nous prendrons donc ici la valeur 0,500 comme seuil approximatif de signification (0,450, seuil dans le cas des effectifs, + 0,050).

Il faut tout d'abord se demander quel est le sens du coefficient de corrélation de Kendall relatif aux poids. Un coefficient élevé implique une certaine constance du rapport entre les poids des deux espèces considérées, ce rapport pouvant être évidemment très différent pour une même valeur de k . Théoriquement, la constance de ce rapport implique que les deux espèces sont liées, mais inversement, comme pour les effectifs, deux espèces peuvent être liées sans que le rapport de leurs poids soit constant. Pratiquement il peut s'agir aussi d'une coïncidence fortuite qui a d'autant plus de chances de se produire que le nombre de relevés est faible ; d'une similitude artificiellement introduite par un trop grand nombre de relevés relatifs à des biotopes étrangers aux espèces en cause ; d'un échantillonnage portant sur un trop petit nombre d'individus ce qui, par suite du classement préalable des pourcentages, entraîne un nivellement des différences de pourcentage très important ; d'échantillons prélevés à une même période de l'année où les peuplements des différentes espèces se retrouvent donc très semblables à eux-mêmes. L'utilisation conjointe du coefficient relatif aux effectifs et du coefficient relatif aux poids permet de trancher dans certains cas. Si les poids et les effectifs sont tous les deux liés, on peut dire que les deux espèces sont associées. Si un seul des deux coefficients est significatif, il est difficile de conclure lorsque les relevés ont été relativement peu nombreux comme ici. Nous remarquerons toutefois que deux espèces peuvent être réellement associées avec un coefficient relatif aux effectifs élevé et un coefficient relatif aux poids quelconque : les effectifs peuvent être liés par suite de la similitude des caractéristiques de la reproduction (périodes, fécondités, taux de survie des jeunes) suivie de conditions de vie également favorables, tandis que le rapport des poids évolue en raison d'une différence dans la vitesse de croissance.

6.2. Résultats.

Les différents groupes qui apparaissent figurent dans le tableau XII. Nous avons ajouté à ces groupes les espèces qui en font partie si on considère les effectifs et non les poids. Le tableau XIII donne les coefficients relatifs aux poids pour les groupes AB, B, D et E de façon à montrer comment évoluent les niveaux de liaison.

Les groupes A (Tableaux X) et A' (Tableau XII) sont presque identiques. *Alestes macrolepidotus* et *Synodontis nigrila* ne font pas partie du groupe A' tandis que *Labeo senegalensis* est en dehors du grand groupe A ($\bar{k} = 0,273$ avec les espèces associées de A). Les espèces du grand groupe fluviatile AB restent presque toujours fortement liées par leurs poids. On peut donc considérer qu'elles sont véritablement associées.

Les groupes C et C' sont aussi très semblables. Toutefois, *Distichodus rostratus* et *Tetraodon fahaka* ne figurent pas dans C' tandis qu'apparaissent dans ce groupe *Petersius intermedius* et *Citharinus latus*. Il y a donc finalement un deuxième groupe de sept espèces associées.

Les espèces ubiquistes des deux petits groupes D et E voient leurs inter-relations diminuer et passer en dessous du seuil de signification tout en restant dans l'ensemble assez fortes, sauf pour *Tilapia galilaea*.

Nous avons pu mettre en évidence 4 groupes d'espèces assez fortement reliées entre elles aussi bien par leurs effectifs que par leurs poids, mais il n'est pas possible pour le moment d'expliquer la nature de ces liaisons.

TABLEAU XII

Associations spécifiques d'après les poids : valeurs du coefficient de corrélation k (en millièmes) entre les espèces liées.

groupe A'

		19	23	40	42	63	68	91	\bar{k}
espèces associées	19. <i>Alestes dentex</i>								621
	23. <i>Alestes nurse</i>	603							696
	40. <i>Barbus macrops</i>	636	733						614
	42. <i>Barbus lawrae</i>	528	860	611					669
	63. <i>Synodontis membranaceus</i>	630	709	579	709				642
	68. <i>Synodontis eupterus</i>	536	588	550	574	509			578
	91. <i>Polypterus endlicheri</i>	795	684	577	734	715	712		702
espèces satellites	48. <i>Labeo senegalensis</i>	383	591	591	516	667	339	424	502
	54. <i>Chrysichthys auratus</i>	293	501	340	541	280	709	649	447
espèces hors groupe	21. <i>Alestes macrolepidotus</i>	151	198	140	403	294	213	233	233
	67. <i>Synodontis nigrita</i>	304	483	281	374	261	545	504	393

groupe C'

		13	22	38	44	79	84	\bar{k}
espèces associées	13. <i>Marcusenius isidori</i>							675
	22. <i>Alestes dageti</i>	744						725
	38. <i>Barbus pleuropholis</i>	530	688					625
	44. <i>Barbus leonensis</i>	645	633	613				708
	79. <i>Hemichromis bimaculatus</i>	615	650	618	886			710
	84. <i>Haplochromis wingatii</i>	840	881	678	737	780		783
espèces satellites	3. <i>Hyperopisus bebe</i>	478	605	561	290	237	462	439
	26. <i>Petersius intermedius</i>	456	552	515	766	597	523	568
	29. <i>Citharinus latus</i>	502	580	582	407	358	504	488
espèce hors groupe	34. <i>Distichodus rostratus</i>	232	429	364	327	245	353	325

groupe F'

		24	30	36	\bar{k}
espèces associées	24. <i>Micralestes acutidens</i>				556
	30. <i>Citharinus distichodoïdes</i>	538			561
	36. <i>Paradistichodus dimidiatus</i>	574	584		579

TABLEAU XIII

Coefficients de corrélation k relatifs aux poids pour les espèces associées par leurs effectifs.

Groupe A B

	19	23	40	42	54	63	67	68	91	\bar{k}
19. <i>Alestes denlex</i>										541
23. <i>Alestes nurse</i>	603									645
40. <i>Barbus macrops</i>	636	733								538
42. <i>Barbus lawrae</i>	528	860	611							616
54. <i>Chrysichthys auratus</i>	293	501	340	541						447
63. <i>Synodontis membranaceus</i>	630	709	579	709	280					549
67. <i>Synodontis nigrita</i>	304	483	281	374	440	261				399
68. <i>Synodontis eupterus</i>	536	588	550	574	709	509	545			590
91. <i>Polypterus endlicheri</i>	795	684	577	734	469	715	504	712		649
18. <i>Hydrocyon brevis</i>	337	420	337	262	-18	316	281	250	373	284

Groupe B

	18	19	63	90	91	\bar{k}
18. <i>Hydrocyon brevis</i>						432
19. <i>Alestes denlex</i>	337					481
63. <i>Synodontis membranaceus</i>	622	630				567
90. <i>Polypterus bichir</i>	397	161	302			271
91. <i>Polypterus endlicheri</i>	373	795	715	226		527
67. <i>Synodontis nigrita</i>	281	304	261	678	504	406

Groupe D

Groupe E

	48	80	83	\bar{k}	5	16	20	\bar{k}
48. <i>Labeo senegalensis</i>				279	5. <i>Mormyrus rume</i> ...			388
80. <i>Tilapia nilotica</i>	316			333	16. <i>Hydrocyon forskali</i>	333		415
83. <i>Tilapia zillii</i>	243	351		297	20. <i>Alestes baremoze</i> ...	443	497	470
82. <i>Tilapia galilaea</i>	243	-15	-145	28				

CONCLUSION

Cette note concernant les principales pêches au poison effectuées de novembre 1965 à mars 1968 constitue une première approche de l'étude des peuplements ichtyologiques dans certains milieux d'étendue restreinte contigus à la rive. Il n'est pas encore possible de généraliser les résultats ni de mettre en relation des types de milieu avec des types de peuplement. Il faut tout d'abord améliorer la méthode d'échantillonnage par un ramassage plus complet, des mesures plus précises de superficie et de volume, et surtout une estimation en fonction de la taille et de l'espèce des pourcentages de poissons non récoltés ; il faut aussi multiplier ces échantillonnages.

Cependant, certaines relations apparaissent déjà tant en ce qui concerne les biotopes que les espèces et même les couples biotope-espèces. Quant aux densités et surtout aux biomasses, la grande dispersion des résultats n'est finalement pas très surprenante si on considère d'une part l'échelle réduite à laquelle on opère, d'autre part la grande hétérogénéité des conditions de milieu entraînant une hétérogénéité comparable des peuplements. La petitesse des superficies empoisonnées entraîne une grande variabilité des résultats en raison des déplacements, rythmiques ou non, des poissons en fonction de l'heure, de l'état d'agitation de l'eau, de l'ensoleillement, etc.. Les poissons de taille notable sont ainsi amenés à quitter ou à rentrer dans la zone qui va être empoisonnée. Quant à l'hétérogénéité du milieu, il suffit de se déplacer dans ces milieux aquatiques voisins des rives pour constater les variations incessantes des proportions relatives d'eaux libres et d'herbiers, de la composition des herbiers, de la nature du fond, de la profondeur, etc... Chaque zone de pêche est constituée de nombreux micromilieus de différents types qui constituent, dans chaque cas, des pourcentages différents de la superficie totale.

BIBLIOGRAPHIE

I. Publications où figure la description des principaux biotopes de la région étudiée.

- DEJOUX (C.), 1968. — Le Lac Tchad et les chironomides de sa partie est. *Ann. zool. fenn.*, 5, 27-32.
- DURAND (J. R.), LOUBENS (G.), 1969. — La croissance en longueur d'*Alestes baremoze* (Joannis 1835) dans le bas Chari et le lac Tchad. *Centre O.R.S.T.O.M., Fort-Lamy*, 70 p., multigr.
- GRAS (R.), 1964. — Rapport sur la détermination sommaire des principaux biotopes du lac Tchad. *C.T.F.T.*, Paris, 41 p.
- GRAS (R.), ILTIS (A.), LEVÊQUE-DUWAT (S.), 1967. — Le plancton du Bas Chari et de la partie est du lac Tchad. *Cah. O.R.S.T.O.M., série Hydrobiol.*, 1, 1-4, 25-100.
- LEVÊQUE (C.), 1967. — Mollusques aquatiques de la zone est du lac Tchad. *Bull. I.F.A.N., sér. A*, 29, 4, 1494-1533.

II. Publications utilisées.

- DAGET (J.), 1969. — Échantillonnage des peuplements de poissons d'eau douce.
- DAGET (J.), DURAND (J. R.), 1969. — Étude du peuplement de poissons d'un milieu saumâtre tropical poikilohalin : la baie de Cocody en Côte d'Ivoire. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, 11, 2, 91-111.
- GAUDIN (O.), VACHERAT (R.), 1938. — Recherches sur la roténone et les pouvoirs ichthyotoxiques de quelques plantes du Soudan français. *Bull. Soc. Pharmacol.*, 10, 385-394.
- HUET (M.), TIMMERMANS (J. A.), 1966. — La population piscicole de l'Ourthe. *Verh. internat. Verein. Limnol.*, 16, 1192-1203.
- KENDALL (M. G.), 1962. — Rank correlation methods. 3rd ed., Griffin, London, 199 p.
- KRUMHOLZ (L. A.), 1948. — The use of rotenone in fisheries research. *J. Wildlife Manag.* 12, 3, 305-317.
- LEONARD (J. W.), 1938. — Notes on the use of derris as a fish poison. *Trans. amer. Fish. Soc.*, 68, 269-280.