

Migrations de poissons vers le lac Tchad à la décrue de la plaine inondée du Nord-Cameroun

III. Variations annuelles en fonction de l'hydrologie

Vincent BÉNECH (1) et Jacques QUENSIÈRE (1)

RÉSUMÉ

De nombreuses espèces de poissons du bassin tchadien effectuent des migrations longitudinales et/ou latérales. La plaine d'inondation du Logone, dans le Nord-Cameroun, est un milieu-nourricier pour beaucoup d'entre elles et, à la décrue, une partie des jeunes poissons quitte ce « Yaéré » par l'El Beid, dévalant ainsi vers le lac Tchad (fig. 1). Ces dévalaisons concernent à la fois des migrateurs fluvio-lacustres et des « sédentaires », suivant des modalités déjà précisées (BÉNECH, QUENSIÈRE 1982). La sécheresse sahélienne 1972/73 supprima l'inondation du Yaéré deux années de suite, provoquant l'assèchement des mares résiduelles ; par ailleurs, en abaissant le niveau du lac, elle est aussi à l'origine d'une régression lacustre de « Tchad Normal » en « Petit Tchad » — marécages prédominants — et d'une restructuration de la composition spécifique des stocks.

Nous estimons que les migrations de l'El Beid permettent d'appréhender en partie l'influence de la sécheresse et de l'intensité de la crue du Logone sur les caractéristiques de la production du Yaéré et des échanges fluvio-lacustres. Nous étudions dans ce but les variations qualitatives et quantitatives entre les résultats de six campagnes d'échantillonnage (1968 ; 1974 à 1978).

Les variations d'abondance des espèces sédentaires conduisent à penser que l'occupation du Yaéré par les stocks autochtones pourrait freiner la colonisation annuelle par les espèces fluviales. La disproportion entre les deux stocks est maximale après l'assec 1972/73 mais toutes les situations intermédiaires sont possibles en fonction de l'état d'assèchement du Yaéré entre deux crues.

Après la sécheresse, le remaniement de l'importance relative des migrateurs fluvio-lacustres s'effectue au profit de certains Mormyridae et de Brachysynodontis batensoda (fig. 6). Ces espèces se répartissaient essentiellement dans la cuvette sud du Tchad Normal, elles présentent un régime insectivore et une bonne résistance à l'hypoxie qui favorisent leur adaptation aux conditions de Petit Tchad.

L'influence de la crue annuelle se manifeste à un niveau global dans une corrélation positive entre la production halieutique et le volume de crue (fig. 11) ; elle s'applique essentiellement aux migrateurs fluvio-lacustres. Les Tilapia-Sarotherodon sont à l'origine d'une distorsion de cette relation. A la suite de l'assec 1972/73, ils fournissent un supplément à la production attendue pour la faible crue 1974 (fig. 11).

Au niveau spécifique, les fortes crues favorisent la croissance individuelle (fig. 12). Elles autorisent sans doute un allongement de la période de reproduction qui se traduit chez certaines espèces par l'individualisation d'une deuxième cohorte de jeunes (fig. 14 et 15). Les crues faibles entraînent une réduction des effectifs et, chez les espèces autochtones du Yaéré, cette influence se répercute sur le recrutement de l'année suivante.

Les variations interannuelles des migrations dans l'El Beid montrent la complémentarité des milieux fluvio-lacustres pour les peuplements du bassin tchadien et quelques mécanismes induits par l'hydrologie qui sont à la base de la dynamique des peuplements de la région.

MOTS-CLÉS : Afrique — Bassin tchadien — Poissons — Plaines inondées — Migrations — Juvéniles — Sécheresse sahélienne — Influence de la crue — Variations annuelles — Pêche.

(1) Hydrobiologistes de l'O.R.S.T.O.M., 24, rue Bayard, 75008 Paris.

ABSTRACT

FISH MIGRATIONS TOWARDS LAKE CHAD DURING THE FALL OF THE NORTHERN CAMEROONS FLOODPLAIN.
III. ANNUAL VARIATIONS IN RELATION TO HYDROLOGY

Most fish species in the Lake Chad Basin undertake longitudinal and/or lateral migrations. The Logone River floodplain in northern Cameroon serves as a nursery for many of the species and, at the subsidence of the flood, many of the juveniles leave the « Yaéré » through the El Beid River in a downstream migration toward Lake Chad (Fig. 1). These migrations which involve both fluvio-lacustrine and non-migrant species have already been described by BÉNECH and QUENSIÈRE (1982). The Sahelian drought (1972/73) suppressed the flooding of the Yaéré for two consecutive years, drying up the residual ponds. Moreover, in lowering the lake level, the drought induced a lacustrine regression from the « Tchad Normal » to the « Petit Tchad » (marsh predominating) state and a corresponding adjustment in composition of the stocks.

We think that the fish migrations in the El Beid River make it possible to understand at least in part the effects of the drought and the influence of the flood on the characteristics of fish production in the Yaéré and on the fluvio-lacustrine exchanges. To this end, we study the qualitative and quantitative variations between the data from six sampling seasons (1968; 1974/78).

The variations in abundance of sedentary species lead to the conclusion that the autochthonous stocks of the Yaéré could restrict the annual colonization from the fluvial stocks. The disproportion between the two stocks was maximal after the drying up of the plain in 1972/73 but all the intermediary situations are possible following the degree of the drying of the Yaéré between two floods.

After the drought, the restructuring of the species composition of the fluvio-lacustrine migrants favoured some Mormyridae species and *Brachysynodontis batensoda* (Fig. 6). These species were distributed mostly in the southern basin of the « Tchad Normal ». They have an insectivorous diet and good resistance to hypoxia which facilitated their adaptation to the conditions of the « Petit Tchad ».

The influence of the annual flood appears as a positive correlation between fisheries production and the flood volume (Fig. 11). This relationship fits best with the fluvio-lacustrine migrants. The *Tilapia-Sarotherodon* species create a distortion in this relationship. After the 1972/73 desiccation they supplement the estimated low production resulting from the small flood of 1974 (Fig. 11).

At a specific level strong floods promote individual growth (Fig. 12), they also permit a longer spawning period which results in the production of a second cohort of juveniles by some species (Fig. 14 and 15). Small floods restrict the numbers of broodfish and in the autochthonous species thereby affect the next year's recruitment.

The variations in migrations between years in the El Beid show the complementarity of the fluvio-lacustrine biotopes for fish communities in the Chad Basin. They also demonstrate some hydrological mechanisms which form the basis for the fish community dynamics in this region.

KEY WORDS : Africa — Lake Chad Basin — Fish — Floodplains — Migrations — Juveniles — Sahelian drought — Flood influence — Between year variations — Fisheries.

INTRODUCTION

La situation du Bassin du lac Tchad implique une grande variabilité annuelle de la pluviométrie et par conséquent du volume des crues. Les étendues d'eaux peu profondes telles que le lac Tchad et la plaine d'inondation nord-camerounaise (« Yaéré »; fig. 1) sont particulièrement sensibles à la variation des crues; selon son amplitude, elle module ou bouleverse la composition des peuplements ichtyologiques de ces milieux.

Le Yaéré est un milieu-nourricier pour la plupart des espèces de poissons du bassin; nous avons présenté ses caractéristiques dans une précédente note (BÉNECH *et al.*, 1982). A la décrue du Logone, une partie des jeunes poissons quitte la plaine inondée en passant par l'El Beid et fait l'objet d'une

pêche traditionnelle au cours de sa dévalaison vers le lac Tchad (fig. 1). La première description de la dévalaison du peuplement ichtyologique du Yaéré a été réalisée par DURAND (1970, 1971) d'après les captures de la pêcherie du barrage de Daga au cours de la saison de pêche 1968/1969. Cet auteur mettait l'accent sur l'utilisation des relevés des captures dans l'El Beid pour appréhender un aspect des échanges ichtyologiques fluvio-lacustres dont l'importance constituait alors une originalité du bassin tchadien.

La sécheresse exceptionnelle de 1972 et 1973 limita l'inondation du Yaéré aux abords du Logone; elle interdit deux années de suite l'accès de la plus grande partie de la plaine aux juvéniles et supprima leurs migrations de décrue par l'El Beid; elle entraîna aussi l'assèchement et la destruction des

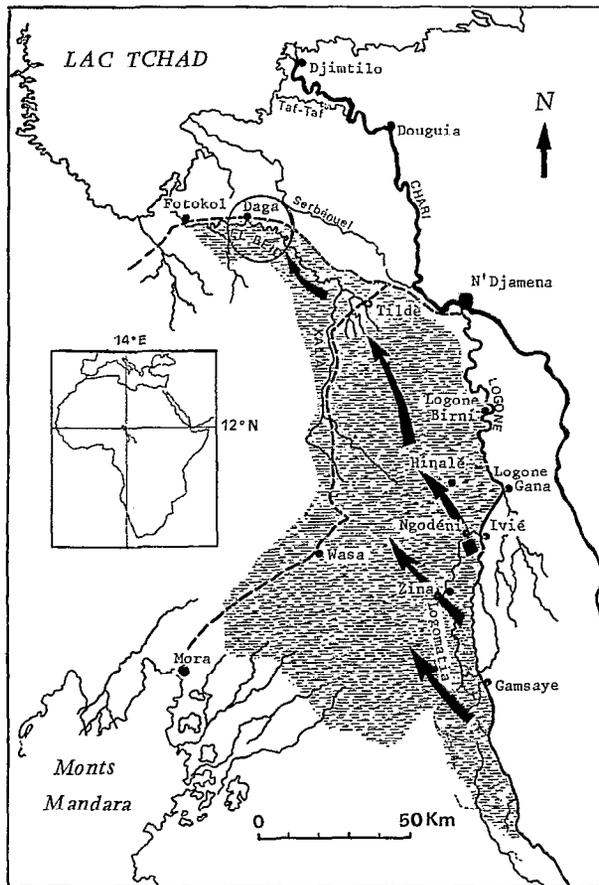


FIG. 1. — Carte de situation. Le lieu d'échantillonnage est encadré. Les migrations des jeunes poissons vers l'El Beïd sont indiquées par des flèches. Le réseau routier est en tireté

Location map. The sampling site is encircled. Migrations of young fishes towards the El Beïd are represented by arrows and the road network is represented by broken lines

stocks des mares résiduelles éloignées du fleuve. Ces crues faibles, accélérant la baisse de niveau du lac, précipitent l'évolution du « Tchad Normal » vers le stade « Petit Tchad » (TILHO, 1928). On assiste à l'isolement de la cuvette nord et de l'archipel sud-est et au développement de vastes régions marécageuses au détriment des zones d'eaux libres et d'archipels (CARMOUZE et LEMOALLE, 1983). Ces modifications ont bouleversé la structure des peuplements lacustres en décimant notamment les stocks d'espèces non adaptées aux conditions hypoxiques (BÉNECH *et al.*, 1976).

Nous référant aux travaux de DURAND (1970, 1971), nous avons repris l'étude des migrations de l'El Beïd de 1974 à 1978, à partir d'une station d'échantillonnage installée au barrage de Daga

(fig. 1 ; BÉNECH et QUENSIÈRE, 1982). Cette collecte de données pluriannuelles avait pour but d'apprécier l'influence des variations hydrologiques sur les migrations de juvéniles et partant sur les échanges fluvio-lacustres. D'après la distribution statistique des crues de l'El Beïd fournie par TOUCHEBŒUF (1969), la période qui nous intéresse représente un bon échantillonnage des « possibilités » hydrologiques de cette rivière et par extension de l'ensemble du Yaéré. 1969 et 1970 se situent parmi les fortes crues. A l'opposé, 1974 et 1977 constituent des crues faibles. 1975, 1976 et 1978 sont proches de la médiane, enfin 1972 et 1973 sont exceptionnellement faibles et ne donnent lieu à aucun écoulement.

La composition spécifique des migrations de l'El Beïd dépend étroitement des phases hydrologiques (DURAND, 1971 ; BÉNECH et QUENSIÈRE, 1982, 1983). De 1974 à 1978, cette structure saisonnière présente des variations annuelles en liaison avec la sécheresse d'une part et l'intensité de la crue du Logone d'autre part (BÉNECH et QUENSIÈRE, 1982). Nous précisons ici ces deux modalités des variations annuelles en les replaçant dans le contexte des échanges fluvio-lacustres et en considérant leur incidence halieutique.

1. INFLUENCE DE LA SÉCHERESSE 1972/1973

A partir de 1974, les captures de l'El Beïd traduisent les conséquences d'un double impact de la sécheresse, à savoir :

- la destruction de certains stocks de poissons,
- et la transformation du milieu lacustre en Petit Tchad.

Le premier aspect est une phase d'évolution brutale, le second, l'instauration d'une phase de stabilisation dans de nouvelles conditions de milieu.

La destruction des stocks résulte à la fois des mauvaises conditions de recrutement et de l'accroissement des taux de mortalités. En 1972 et 1973, l'inondation marginale du Yaéré conduit d'une part à l'assèchement des mares de l'intérieur du Yaéré et à la destruction des stocks autochtones, d'autre part à de mauvaises conditions de reproduction auxquelles s'ajoute la diminution des migrations anadromes des géniteurs retenus dans la cuvette nord isolée du reste du lac (QUENSIÈRE, 1976). L'abaissement du niveau lacustre entraîne par ailleurs une dégradation du milieu provoquant des mortalités massives, principalement de 1972 à 1974 (BÉNECH *et al.*, 1976).

A partir de 1975 les caractéristiques du Petit Tchad sont fixées. La cuvette nord isolée est en cours d'assèchement ; les échanges fluvio-lacustres se limitent à la cuvette sud. Par rapport au Tchad Normal, l'importance des macrophytes crée

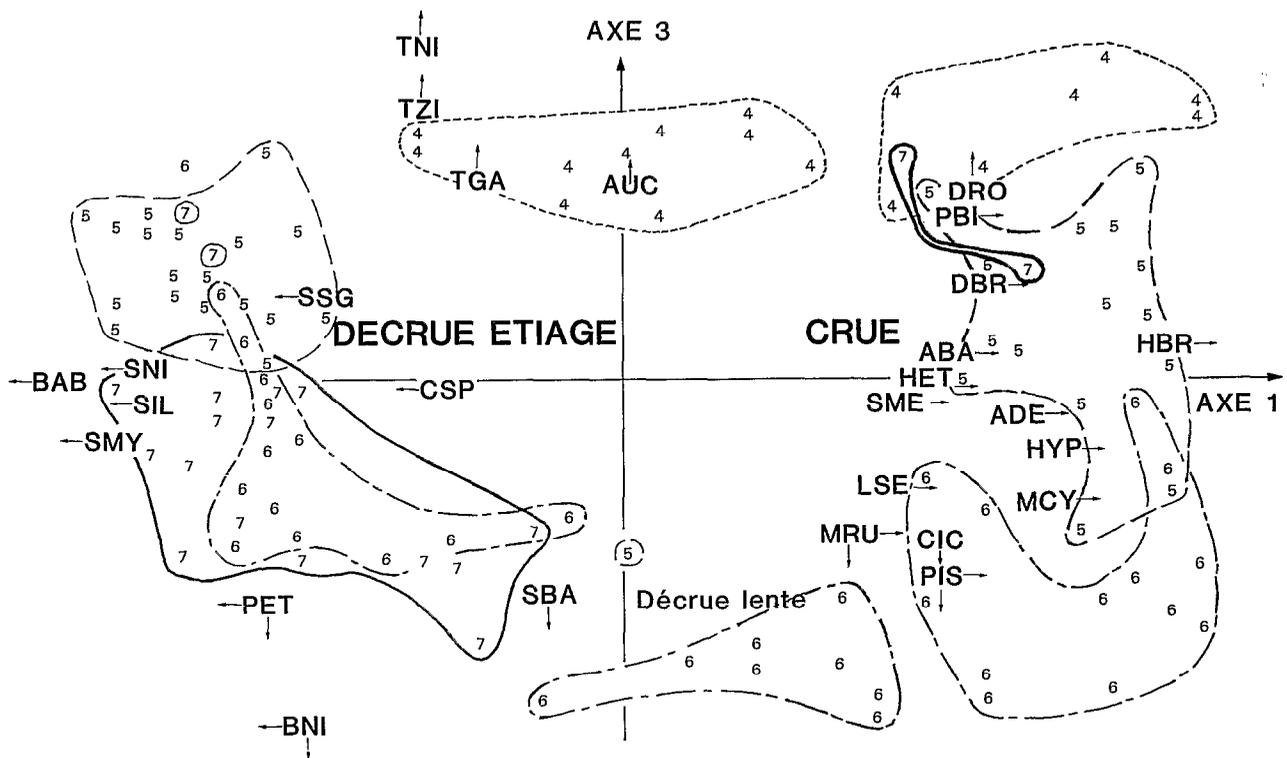


FIG. 2. — Analyse factorielle des correspondances sur les données brutes des pêches de l'El Beïd de 1974 à 1977 recodées en classes d'abondance spécifiques équiprobables. Plan de projection des axes 1-3. Seuls figurent les prélèvements ayant une contribution à l'un des axes supérieure à la contribution moyenne. Les espèces mentionnées (cf. liste des abréviations tabl IX) présentent une corrélation à l'un des axes supérieure à la corrélation moyenne. Les enveloppes réunissent les prélèvements d'une même année en tenant compte des phases hydrologiques. 4 : 1974 ; 5 : 1975 ; 6 : 1976 ; 7 : 1977

Correspondence analysis made on the raw data concerning catches in the El Beïd from 1974 to 1977 which are coded into specific equiprobable classes of abundance. Projection plane of axes 1-3. Only the samples whose contribution to one of the axes is higher than the mean contribution are mentioned. The species mentioned (cf. list of abbreviations in Table IX) show a correlation to one of the axes which is higher than the mean correlation. The envelopes gather the samples taken in the same year in relation to the hydrological periods. 4: 1974; 5: 1975; 6: 1976; 7: 1977

de nouvelles conditions physiques et biotiques (LEMOALLE, 1979) : isolement des zones d'eaux libres, hypoxie, ressources alimentaires différentes... Ce milieu stabilisé autorise la restauration des stocks décimés dans les limites de ce potentiel lacustre diminué.

1.1. Conséquences de la destruction des stocks

Dans l'El Beïd, les captures de crue et de décrue constituent deux ensembles d'espèces bien distincts que nous aborderons successivement. Les migrateurs fluvio-lacustres sont surtout capturés à la crue alors qu'à la décrue on observe plutôt des espèces moins mobiles et souvent aptes à une vie palustre (DURAND 1971 ; BÉNECH et QUENSIÈRE 1983).

1.1.1. LES ESPÈCES DE DÉCRUE

L'opposition saisonnière crue-décrue est très peu marquée en 1974. Ce fait est illustré par la figure 2 qui résulte d'une analyse factorielle des correspondances détaillée dans une précédente note (BÉNECH et QUENSIÈRE, 1982). Les prélèvements de décrue de 1974 se distinguent nettement de leurs homologues des années suivantes, ils ne contribuent pas à la définition du premier axe factoriel qui oppose les espèces de crue à celles de décrue. En effet, certaines espèces de décrue comme *Brienomyrus niger*, *Siluranodon auritus* et *Ctenopoma spp.* sont rares voire absentes des captures de 1974 (fig. 3). Ces espèces subsistent habituellement dans les mares résiduelles du Yaéré pendant la saison sèche. Leur rareté en 1974 est très probablement liée à l'assèche-

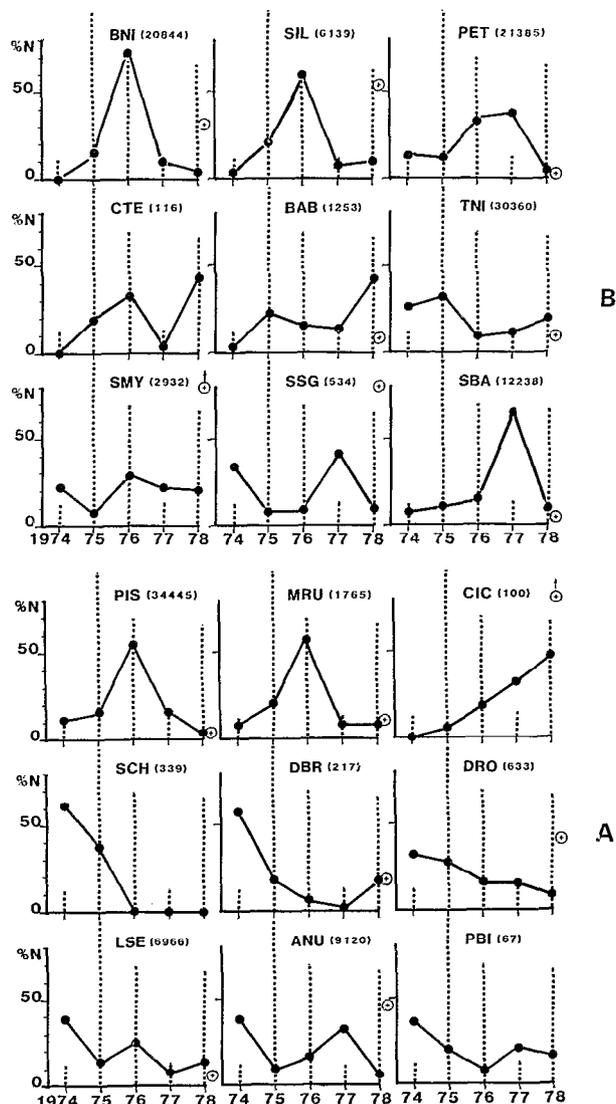


FIG. 3. — Évolution de l'abondance des captures de quelques espèces dans l'El Beïd de 1974 à 1978. A : espèces de crue ; B : espèces de décrue. N : total des captures d'une espèce de 1974 à 78 (effort de pêche annuel constant). La croix encadrée situe l'importance relative des captures de 1968 (crue comparable à 1978). L'importance des crues est indiquée par le tireté

Evolution of the catches (individuals) of a few species in the El Beid from 1974 to 1978. A : flood species ; B : subsidence species. N : total number of catches of one species from 1974 to 1978 (constant annual fishing effort). The encircled cross shows the relative importance of the catches made in 1968 (flood similar to that of 1978). Broken lines indicate the importance of floods

ment des mares résultant de l'inondation marginale du Yaéré en 1972 et 1973.

L'analyse factorielle montre également une évolution annuelle des pêches de décrue et d'étiage.

Les prélèvements annuels s'ordonnent chronologiquement sur l'axe 3 de 1974 à 1976 et suggèrent une transformation progressive de la composition des captures pendant cette période. Les prélèvements de décrue-étiage de 1977 recouvrent ceux de 1976 indiquant alors une stabilisation de la structure du peuplement (fig. 2). Les espèces concernées par l'opposition entre 1974/75 et 1976/77 sont essentiellement les *Tilapia-Sarotherodon* d'une part, *Petrocephalus* spp. *Brienomyrus niger* et *Brachysynodontis balensoda* d'autre part. Les *Tilapia-Sarotherodon* importants en 1974/75 régressent à partir de 1976 alors que c'est l'inverse pour *Petrocephalus* spp. ; *B. niger* et *B. balensoda* sont respectivement abondants en 1976 et 1977 (fig. 3).

L'importance des *Tilapia-Sarotherodon* en 1974 et 1975 traduit un effet à court terme de l'assèchement du Yaéré. Ces espèces paraissent profiter de la recolonisation incomplète du milieu par les sédentaires déjà cités. A partir de 1976, les *Petrocephalus* spp. et *Brienomyrus niger* caractérisent les pêches de décrue. On retrouve en outre, une structure saisonnière comparable à celle observée par Durand en 1968

1.1.2. LES ESPÈCES DE CRUE

Pour les prélèvements de crue, l'évolution chronologique de 1974 à 1976 (fig. 2) repose essentiellement sur l'abondance de *Pollimyrus isidori*, *Mormyrus rume* et *Citharinus citharus* qui croît de 1974 à 1976 (fig. 3), tandis que celle de *Schilbe uranoscopus*, *Distichodus brevipinnis* et *Distichodus rostratus* décroît pendant la même période. On peut interpréter cette évolution comme une influence décroissante de la sécheresse qui, en remaniant les stocks lacustres, provoqua des changements dans les migrations anadromes des géniteurs et les migrations catadromes de leur descendance.

L'abondance régulièrement croissante de *Citharinus citharus* peut correspondre à la reconstitution progressive de ses stocks décimés par la sécheresse. La rareté des effectifs en 1974 et 75 correspond à la reproduction des classes creuses alors âgées de 2 à 3 ans.

Une évolution inverse comme celle de *Schilbe uranoscopus*, *Distichodus brevipinnis* et *D. rostratus* s'expliquerait par une meilleure résistance aux effets de la sécheresse et une maturation plus tardive (3 à 4 ans) qui déplacerait l'influence des classes creuses sur 1976 et 77. Cependant, pour *S. uranoscopus*, l'absence de recrutement se poursuit en 1978 laissant supposer que les jeunes de 1974 et 1975 ne se sont pas adaptés aux conditions de Petit Tchad.

Les profils de *Pollimyrus isidori* et *Mormyrus rume* sont plus complexes et ne répondent pas à une influence simple de la sécheresse qui ne paraît pas

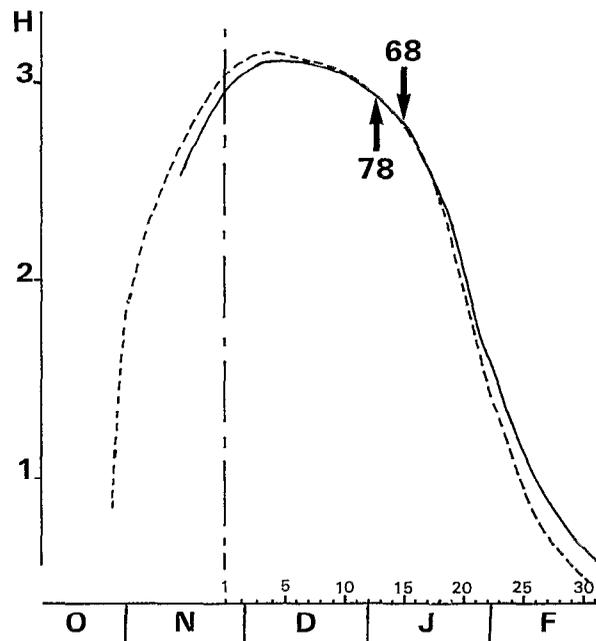


FIG. 4. — Comparaison des variations du niveau d'eau de l'El Beïd à Daga en 1968 (trait continu) et 1978 (tireté). Indication des dates de changement de rythme nyctéméral (flèches) et de la période de comparaison des captures des deux années (prélèvements numérotés de 1 à 31; cf. § 1.2.)

Comparison between the variations in the water level of the El Beïd at Daga in 1968 (continuous line) and in 1978 (broken line). The variation in the diel rhythm is represented by arrows and the period of comparison between the catches made in the two years is indicated by samples which are numbered from 1 to 31 (cf. § 1.2.)

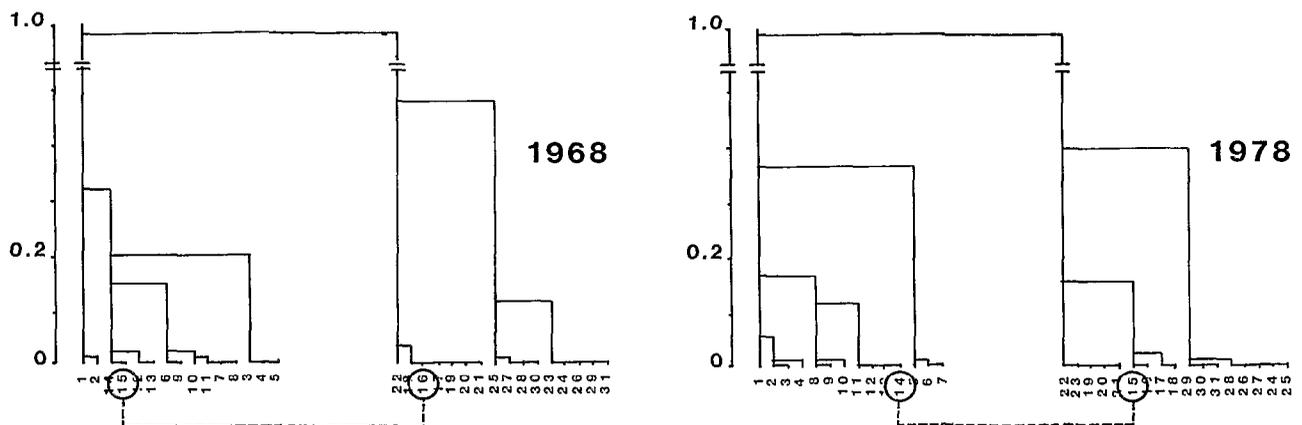


FIG. 5. — Classifications ascendantes hiérarchiques des prélèvements respectifs de 1968 et 1978. Les prélèvements de chaque saison de pêche sont numérotés dans l'ordre chronologique (cf. fig. 4). Le clivage de la saison de pêche en deux périodes distinctes se situe entre les prélèvements 14 et 15 en 1978; 15 et 16 en 1968

Hierarchical ascending classifications of the respective samples taken in 1968 and 1978. Samples taken in each fishing season are numbered chronologically (cf. fig. 4). The fishing season is divided into two distinct periods corresponding to samples 1-14 and 15-31 in 1978 and to samples 1-15 and 16-31 in 1968

TABLEAU I

Captures au boulou à Daga de fin novembre à fin février en 1968/1969 et en 1978/1979. L'effectif n'est pas indiqué pour les espèces rares (+ : présence). Les pourcentages sont calculés sur la somme des effectifs indiqués

Catches made through the « boulou » from late November to late February in 1968/1969 and 1978/1979. The number of rare species is not mentioned (+ = presence). Percentages are calculated on the sum of fish numbers of this table

Espèces	1968		1978	
	Rang	NT %	Rang	NT %
Brienomyrus niger	1	8692 13,99	9	1060 2,70
Schilbe mystus	2	6896 11,40	12	883 2,25
Marcusenius cyprinoides	3	5942 9,56	4	4568 11,64
Alestes nurse	4	5929 9,54	14	683 1,74
Hyperopisus bebe	5	4790 7,71	3	4795 12,22
Siluranodon auritus	6	4707 7,57	13	861 2,19
Sarotherodon niloticus	7	4411 7,40	1	9791 24,95
Sarotherodon galilaeus	8	3779 6,08	16	360 0,92
Clarias spp	9	3063 4,93	2	5048 12,86
Sarotherodon aureus	10	2851 4,59	9	1177 3,00
Alestes baremoze	11	1873 3,01	17	258 0,66
Pollimyrus isidori	12	1802 2,90	5	2197 5,60
Alestes dentex	13	1793 2,89	26	52 0,13
Ichthyborus besae	14	1013 1,63	29	0 0
Synodontis schall	15	915 1,47	20	101 0,26
Petrocephalus spp	16	744 1,20	8	1599 4,07
Labeo senegalensis	17	742 1,19	7	1638 4,17
Brachysynodontis batensoda	18	547 0,88	6	1717 4,37
Distichodus rostratus	19	444 0,71	21	94 0,24
Citharinus citharus	20	306 0,49	25	65 0,17
Mormyrus rume	21	263 0,42	18	209 0,53
Tilapia zillii	22	154 0,25	10	1113 2,84
Synodontis nigrita	23	134 0,22	29	+ -
Barbus spp	24	132 0,21	15	685 1,69
Distichodus brevipinnis	25	73 0,12	24	68 0,17
Polypterus bichir	26	50 0,08	29	+ -
Polypterus senegalus	27	48 0,08	29	+ -
Lates niloticus	28	47 0,08	29	+ -
Hydrocynus brevis	30	+ -	19	104 0,26
Hemisyndontis membranaceus	30	+ -	22	74 0,19
Ctenopoma spp	30	+ -	23	69 0,18
Heterotis niloticus		+		+
Micralestes acutidens		0		+
Malapterurus electricus		+		+
Alestes macrolepidotus		+		+
Xenomystus nigri		0		+
Auchenoglanis spp		+		+
Schilbe uranoscopus		+		+
Mormyrus hasselquisti		+		+
Marcuseffius senegalensis		+		+
Tetraodon fahaka		+		+
Labeo coubie		+		0

avoir beaucoup affecté ces stocks comme on le verra au § 1.2.

1.2. Conséquences de la transformation du lac Tchad

Pour préciser les différences de recrutement entre le Petit Tchad qui se développe à partir de 1973 et le Tchad Normal qui prend fin en 1971, nous comparerons les deux saisons d'échantillonnage les plus écartées de la période de sécheresse (1968 et 1978) ; elles constituent de ce fait, les exemples les plus typés des systèmes de Tchad Normal et de Petit Tchad.

Le protocole d'échantillonnage étant le même en 1968 qu'en 1978, la comparaison est parfaitement licite dans la mesure où les crues du Logone diffèrent peu ; l'indice de crue atteint 1,02 en 1968 et 1,31 en 1978 (cf. BÉNECH *et al.*, 1982). Les courbes de crue de l'El Beïd, très comparables (fig. 4), indiquent des inondations similaires du Yaéré. Cependant, pour tenir compte de la modification saisonnière des captures, nous avons été amenés à recalculer les données 1978 sur celles de 1968 d'après les dates de clivage entre peuplements de crue et de décrue (cf. classification ascendante hiérarchique fig. 5), confirmés par les dates du bouleversement du rythme nycthé-

méral contemporain de ce clivage (fig. 4 et BÉNECH, QUENSIÈRE, 1983).

1.2.1. DIFFÉRENCES GLOBALES ENTRE 1968 ET 1978

En ne tenant pas compte des espèces rares — moins d'une cinquantaine de poissons dans toute la saison de pêche —, la comparaison concerne les espèces qui constituent 99,6 % des captures totales dans l'une ou l'autre des deux saisons (tabl. I et II). On dénombre deux espèces de plus en 1968 ; la diversité spécifique exprimée par l'indice de Shannon diminue de 1968 à 1978, notamment pour la période de décrue.

TABEAU II

Comparaison globale des captures de 1968 et 1978 pour la période de fin novembre à fin février (statistiques sur 99,6 % des captures ; cf. texte)

Global comparison between the catches made from late November to late February in 1968 and 1978 (statistics are concerned with 99,6 % of the catches ; cf. § 1.2.1.)

	1968			1978		
	Total	Crue	Décrue	Total	Crue	Décrue
Nbre d'individus	62140	27902	34238	39249	21014	18235
Poids (kg)	1411	797	614	1451	777	674
Poids moyen (g)	22,7	28,6	17,9	37,0	37,0	37,0
Indice de Shannon	3,962	3,571	3,466	3,598	3,478	3,058
Nbre d'espèces	28	28	28	26	26	26
Equitabilité	0,824	0,743	0,721	0,765	0,740	0,651

TABEAU III

Coefficients de corrélation de rang de Spearman entre 1968 et 1978 pour un nombre d'espèces constituant 95 %, 99 % et la totalité des captures (NT). ** : significatif au seuil de 1 %.

* : significatif au seuil de 5 %

Spearman rank correlation coefficients between 1968 and 1978 determined for a number of species representing 95 % of the catches, 99 % of them and all of them (NT). **: significant at the 1 % level. * : significant at the 5 % level

	NT	99%NT	95%NT
Saison entière	0,631**	0,362	0,015
Crue	0,687**	0,453*	0,209
Décrue	0,667**	0,400*	0,311

Le rendement pondéral de la pêche est le même pour les deux années. En revanche, on observe une baisse de l'abondance de 37 % entre 1968 et 1978 (25 % pour la période de crue ; 47 % pour la décrue).

Le poids individuel moyen est donc nettement plus élevé en 1978 et notamment pour la décrue (tabl. II).

Nous allons voir ce que ces différences globales recouvrent au niveau spécifique d'après l'analyse de la composition des captures et d'après leur distribution dans le temps.

1.2.2. COMPOSITION SPÉCIFIQUE

D'une année à l'autre, on retrouve toutes les espèces sauf quatre : *Ichthyborus besse* et *Labeo coubie* absentes en 1978 ; *Micralestes acuidens* et *Xenomystus nigri* absentes en 1968. Hormis *I. besse* (1,68 % de l'effectif de 1968), il s'agit d'espèces rares dont la capture peut résulter de circonstances fortuites.

Quantitativement, la composition spécifique n'est pas du tout la même avant et après la sécheresse. Beaucoup d'espèces bien représentées numériquement se retrouvent dans des proportions différentes. Lorsqu'on limite la comparaison aux 23 espèces les plus abondantes (99 % des captures), le coefficient de corrélation de Spearman (Rs ; tabl. III) se situe au-dessous du seuil de signification et il avoisine zéro lorsqu'il est calculé sur 17 espèces (95 % des captures). On aboutit à un résultat similaire lorsqu'on considère séparément les captures de crue et de décrue. La distribution des effectifs spécifiques est donc profondément remaniée après la sécheresse.

Nous avons examiné les variations d'abondance des espèces représentant chacune au moins 0,5 % de l'effectif l'une ou l'autre année (tabl. I et IV). Il nous a paru intéressant de procéder de même pour trois groupes éthologiques : les migrateurs fluvio-lacustres, les sédentaires et les prédateurs.

D'une façon générale, les espèces en régression sont plus nombreuses et cela s'accorde avec la baisse de diversité spécifique mise en évidence par l'indice de Shannon (tabl. II).

L'effectif des prédateurs (tabl. V) varie peu (rapport 1978/1968 = 1,23). En 1968 cette catégorie trophique rassemble 6 espèces (ou groupe d'espèces) : *Clarias* spp., *Ichthyborus besse*, *Lates niloticus*, *Polypterus bichir*, *P. senegalus* et *Hydrocynus brevis*. On retrouve les mêmes composantes en 1978, sans *Ichthyborus*. Malgré les faibles effectifs, on notera l'augmentation d'*Hydrocynus brevis*. La baisse de diversité spécifique rencontrée chez les prédateurs (Indice de Shannon : 1,082 pour 1968 contre 0,223 pour 1978) résulte de la dominance des *Clarias* (97 %) et de l'absence des *Ichthyborus* en 1978.

Pour le groupe des migrateurs fluvio-lacustres, le rapport des captures (1,58) est à l'avantage de 1968. L'indice de Shannon varie peu, le stock de migrateurs s'est restructuré en restant diversifié.

TABLEAU IV

Comparaison des captures de prédateurs, migrateurs et autres espèces « sédentaires » dans l'El Beid en 1968 et 1978. N : nombre de poissons. % : pourcentage par rapport à l'ensemble des captures de la saison de pêche. I : indice de Shannon. Nesp : nombre d'espèces
 Comparison between the catches of predatory, migratory and other « sedentary » species made in the El Beid in 1968 and 1978. N: number of fishes. %: percentage as related to the whole catches made during the fishing season. I: Shannon index. Nesp: number of species

Groupes d'espèces		N	%	I	Nesp	Equitabilité
Prédateurs	{ 1968	4236	6,8	1,082	6	0,418
	{ 1978	5196	13,1	0,223	5	0,096
Migrateurs	{ 1968	26386	42,4	2,940	14	0,772
	{ 1978	16719	42,6	2,685	14	0,705
Autres espèces ("sédentaires")	{ 1968	31533	50,7	2,684	10	0,808
	{ 1978	17378	44,3	2,272	10	0,684

TABLEAU V

Poissons prédateurs capturés en 1968 et en 1976 dans l'El Beid
 Predatory fishes caught in the El Beid in 1968 and 1978

Espèces	1968		1978	
	N	%	N	%
Clarias spp	3063	72,31	5048	97,15
Ichthyoborus besse	1013	23,91	0	0
Polypterus bichir	50	1,18	22	0,42
Polypterus senegalus	48	1,13	3	0,06
Lates niloticus	47	1,11	19	0,37
Hydrocynus brevis	15	0,35	104	2,00
Total	4236	100	5196	100

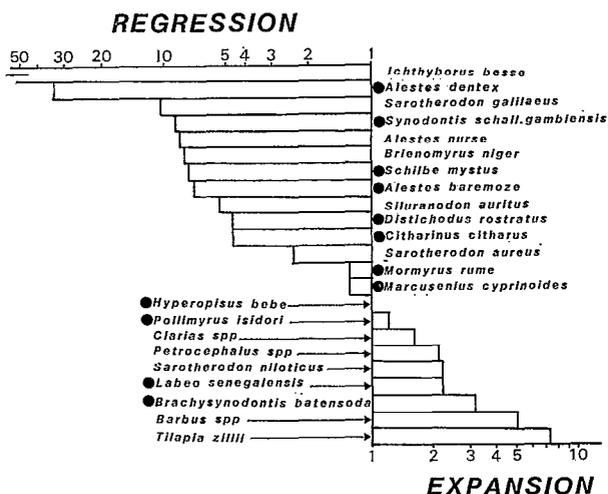


FIG. 6. — Évolution des captures dans l'El Beid entre 1968 et 1978 d'après la valeur — supérieure à 1 et portée en abscisse — du rapport des effectifs spécifiques pêchés ces deux années (cf. tabl. I). ● : migrateurs fluviolacustres

Evolution of catches in the El Beid from 1968 to 1978 according to the ratio of the specific number of fishes caught in these two years which is higher than 1 and whose abscissa is plotted (cf. table I). ● : fluviolacustrine migratory species

Parmi les espèces bien représentées (fig. 6) :

— 6 sont en forte régression : *Alestes dentex*, *Synodontis schall-gambiensis*, *Schilbe mystus*, *Alestes baremoze*, *Distichodus rostratus* et *Citharinus citharus* ;

— 4 sont stationnaires : *Mormyrus rume*, *Marcusenius cyprinoïdes*, *Hyperopisus bebe* et *Pollimyrus isidori* ;

— 2 sont en expansion : *Labeo senegalensis* et *Brachysynodontis batensoda*.

Dans le groupe des sédentaires non prédateurs :

— *Sarotherodon galilaeus*, *Alestes nurse*, *Brienomyrus niger*, *Siluranodon auritus* et *Sarotherodon aureus* sont en régression ;

— *Petrocephalus* spp., *Sarotherodon niloticus* et surtout *Barbus* spp. et *Tilapia zillii* sont en augmentation.

L'appauvrissement de la diversité spécifique en décrue résulte de l'importance de *S. niloticus* et de la diminution de *B. niger* et *S. auritus* en 1978.

L'examen de la figure 3 complète la comparaison entre Tchad Normal et Petit Tchad. L'abondance de nombreuses espèces ne suit pas une évolution

régulière, c'est le cas de *Brienomyrus niger* et *Siluranodon auritus* qui avaient dès 1976 retrouvé leur importance d'avant la sécheresse. Le rapport des captures 1976/1968 atteignait respectivement 2,53 et 1,27. Les captures de ces deux espèces sont dépendantes de l'intensité de la crue (cf. § 2.3.2. et 2.3.3.) et de l'importance des stocks du Yaéré. La faible crue de 1977 est responsable des faibles effectifs de l'année et de la suivante.

Les principales espèces qui ont en 1978 des effectifs équivalents ou supérieurs à ceux de 1968 sont, d'une façon générale, mieux représentées qu'en Tchad Normal pendant toute la période d'échantillonnage de Petit Tchad : *Petrocephalus* spp., *Sarotherodon niloticus* et *Brachysynodontis batensoda* pour les espèces de décrue, *Pollimyrus isidori*, *Mormyrus rume* et *Labeo senegalensis* pour les espèces de crue. Inversement, les espèces moins bien représentées en 1978 (*Schilbe mystus* et *Synodontis schall-gambiensis* pour la décrue ; *Citharinus citharus*, *Distichodus rostratus* et *Alestes nurse* pour la crue) le sont pour toute la période du Petit Tchad.

L'augmentation des *Barbus* spp. en Petit Tchad correspond en fait à un biais d'échantillonnage. Les modifications intervenues dans les caractéristiques de l'engin de pêche (BÉNECH, QUENSIÈRE, 1982) sont responsables de l'importance des captures de ces espèces en 1978. La réduction de la taille de maille et la suppression de la bande de nappe à grandes mailles du pourtour de l'engin sont des éléments favorables pour retenir dans le filet ces poissons de très petite taille.

1.2.3. DISTRIBUTION TEMPORELLE DES CAPTURES

Évolution saisonnière du rendement et de la diversité spécifique (fig. 7)

En 1968 la pêche dans l'El Beïd présente deux périodes de rendements élevés qui correspondent respectivement aux captures du peuplement de crue et du peuplement de décrue ; les rendements les plus faibles apparaissent au cours de la transition entre ces deux peuplements. En 1978 l'évolution du rendement de la pêche est plus complexe, on observe une fluctuation irrégulière des captures totales. La baisse de rendement bien marquée, observée en 1968, n'est pas nette en 1978, pas plus qu'au cours des autres saisons de pêche postérieures à la sécheresse (fig. 7 et 10). La proportion différente des espèces paraît se répercuter sur la distribution des rendements dans le temps.

De même, l'évolution de la diversité spécifique de 1968 diffère de celle de 1978 où l'on observe deux minima, le premier au moment de la transition entre crue et décrue, le second en fin de décrue.

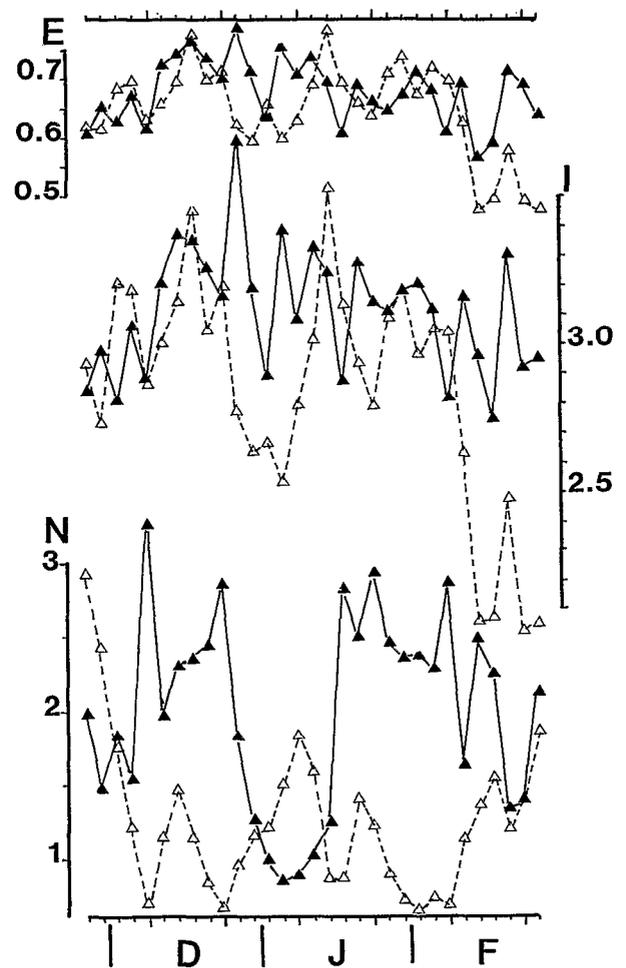


FIG. 7. — Variation saisonnière des captures totales (N en 10^3 individus), de l'indice de Shannon (I) et de l'équitabilité (E) en 1968 (trait plein) et 1978 (tireté). 1978 est recalé sur 1968 (cf. § 1.2.)

Seasonal variation of the whole catches (N expressed in 10^3 individuals), of the Shannon index (I) and equitability (E) in 1968 (continuous line) and 1978 (broken line). 1978 is adjusted according to 1968 (cf. § 1.2.)

Structure spécifique des captures

On procède à une analyse factorielle des correspondances sur une matrice de (26 « espèces 1968 » + 26 « espèces 1978 ») \times 31 prélèvements — les prélèvements de 1978 sont recalés sur ceux de 1968 comme cela est expliqué précédemment § 1.2 —. Seules sont considérées les espèces communes aux captures des deux années.

Le plan de projection des axes 1-2 (fig. 8) restitue 53 % de l'inertie totale. On distingue trois phases

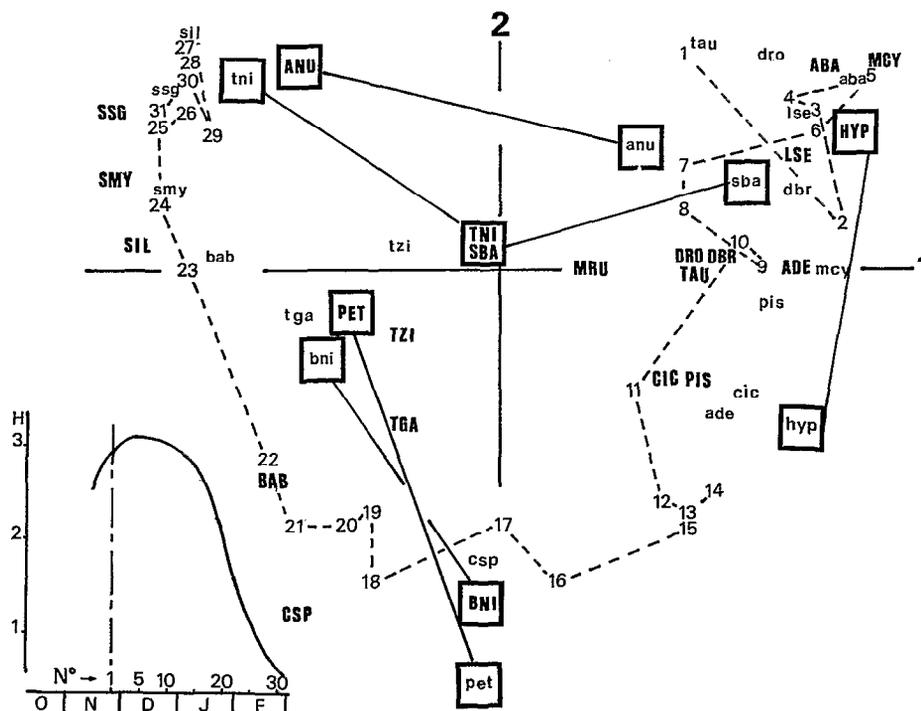


FIG. 8. — Plan de projection des axes 1-2 d'une analyse factorielle des correspondances sur les captures des 26 espèces communes à 1968 et 1978 de fin novembre à fin février. Les prélèvements sont numérotés selon l'ordre chronologique et reliés par un tireté. La situation hydrologique en encart est valable pour les deux années. Les abréviations des noms d'espèces (cf. liste des abréviations tabl. IX) sont indiquées en capitales pour 1968, en minuscules pour 1978. Les espèces remarquables sont encadrées

Projection plane of axes 1-2 of a correspondence analysis made on 26 species caught from late November to late February both in 1968 and 1978. Samples are numbered chronologically and linked with a broken line. The hydrological situation mentioned can be applied to the two years. Abbreviations of species (cf. list of abbreviations in table IX) are mentioned with capital letters for the year 1968 and with small letters for the year 1978. Remarkable species are represented by squares

successives dont les deux extrêmes s'opposent sur l'axe 1, il s'agit de la crue (prélèvements 1 à 15) et de la décrue (prélèvements 18 à 31). La phase médiane s'oppose aux deux précédentes sur l'axe 2 ; elle correspond à une transition : l'amorce et la première partie de la décrue.

Certaines espèces paraissent se comporter de façon semblable quant à la répartition de leurs captures par rapport aux phases hydrologiques car on retrouve à proximité les projections des deux années :

— pour la crue : *Alestes baremoze*, *Labeo senegalensis*, *Distichodus rostratus*, *D. brevipinnis*, *Sarotherodon aureus*, *Marcusenius cyprinoides*, *Citharinus citharus*, *Pollimyrus isidori* et *Alestes dentex* ;

— pour la phase intermédiaire : *Clarias* spp. ;

— pour la décrue : *Siluranodon auritus*, *Synodontis schall-gambiensis* et *Schilbe mystus*.

Sarotherodon niloticus et *Brachysynodontis baten-*

soda ne contribuent pas à l'axe 1 pour 1968 (proximité de l'origine ; fig. 8) ; cette année-là ces deux espèces présentent effectivement un profil de captures étalé tout au long de la saison, sans prépondérance pour une phase hydrologique comme c'est le cas en 1978 (fig. 9). Le changement est encore plus radical pour *Alestes nurse* qui se situe plutôt dans la phase de crue en 1978 alors qu'elle est caractéristique de la décrue en 1968.

Des différences du même type, mais secondaires, apparaissent sur l'axe 2. *Petrocephalus* spp. et *Brienomyrus niger* caractérisent la phase intermédiaire pour l'une des deux années (respectivement en 1978 et 1968) et tendent à se situer plutôt en décrue au cours de l'autre année. Un glissement analogue apparaît pour les *Hyperopisus bebe*, espèce proche de la phase intermédiaire en 1978 et située au maximum des hautes eaux en 1968. Ce glissement correspond à une vague de migration prononcée à l'amorce de la décrue 1978 (fig. 9) ; il s'agit d'une

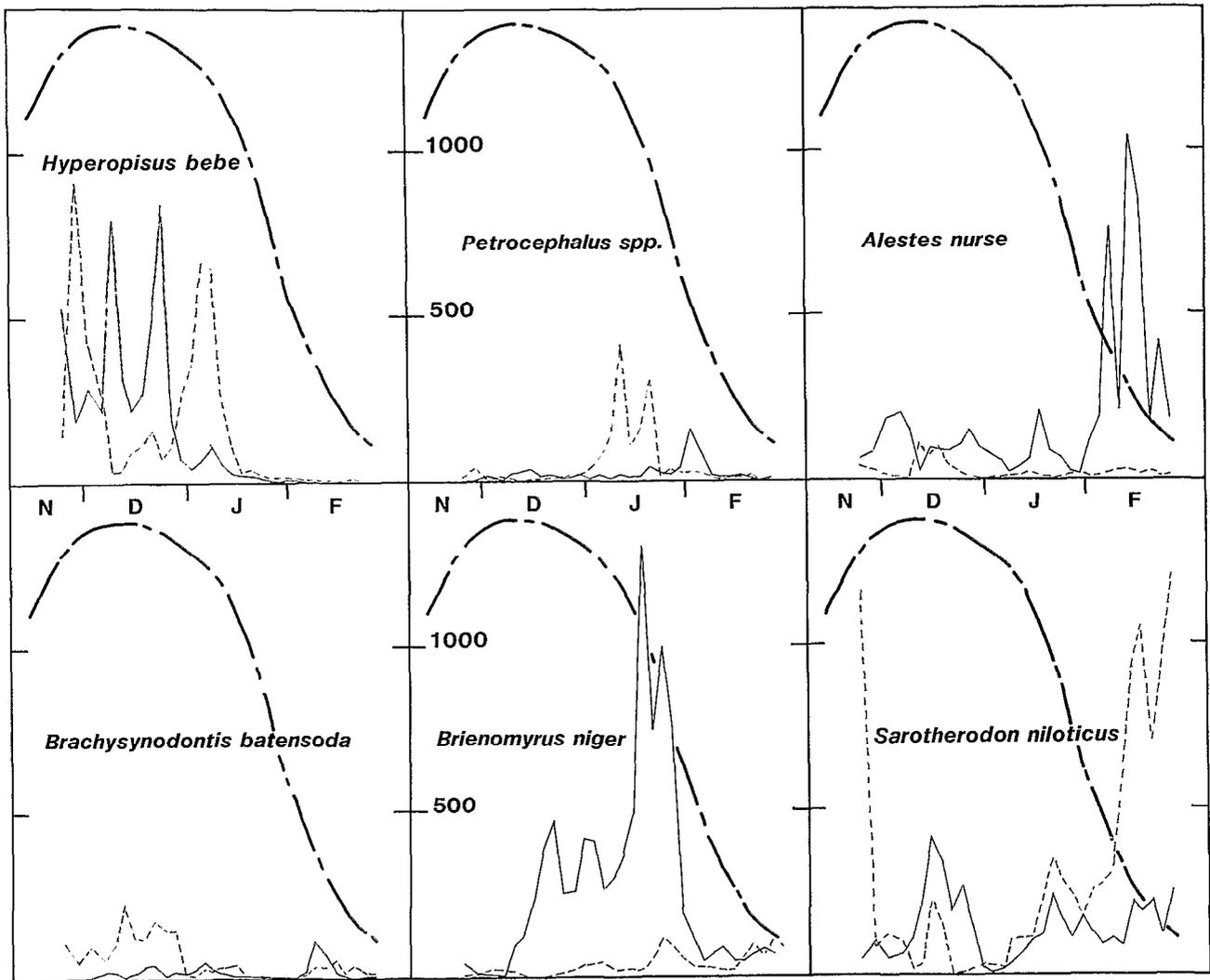


FIG. 9. — Profils des captures en nombre des espèces qui ont des comportements migratoires différents en 1968 (trait plein) et 1978 (tireté). La courbe de crue est valable pour les deux années

Profiles of the catches (individuals) of species which get different migratory behaviours in 1968 (continuous line) and in 1978 (broken line). The flood curve can be applied to the two years

retraite caractérisée par un changement de rythme nyctéméral (BÉNECH, QUENSIÈRE, 1983).

Petrocephalus spp. et *Brienomyrus niger* présentent alternativement une abondance maximale au cours de la période intermédiaire, l'année où ils sont le plus abondants. Il pourrait y avoir alternance de la dominance de ces espèces. Le même phénomène d'alternance pourrait se produire avec *Sarotherodon niloticus* et *Alestes nurse* pour la période de décrue (fig. 9). Ces quatre espèces « sédentaires » sont caractérisées par la présence de plusieurs cohortes dans les captures de l'El Beïd (cf. § 2.3.). Les parti-

cularités annuelles du milieu pouvant privilégier une cohorte, il ne s'agirait pas à proprement parler d'un déplacement de leur période de migration dans le calendrier hydrologique, mais de la prépondérance locale d'une cohorte.

1.3. Discussion

Les différences qualitatives entre les captures de l'El Beïd de 1968 et 1978 (espèces présentes, répartition saisonnière) sont minimales devant la redistribution des effectifs. Celle-ci se traduit globalement

par une baisse de la diversité spécifique en 1978, tendance qui s'accorde avec la jeunesse du peuplement fluvio-lacustre du système de Petit Tchad.

L'élaboration de ce peuplement résulte de la sécheresse selon les deux modalités que nous avons distinguées. Les mécanismes diffèrent selon qu'il s'agit de migrateurs fluvio-lacustres ou d'espèces sédentaires.

1.3.1. LES SÉDENTAIRES

Dans l'El Beïd, les variations de la composition spécifique des sédentaires correspondent d'une part à l'importance des stocks autochtones du Yaéré et, d'autre part, à l'influence des conditions de Petit Tchad.

— Influence de l'importance des stocks autochtones :

Pour une surface inondée donnée, l'importance de la colonisation du Yaéré par les stocks fluviaux d'espèces sédentaires est sans doute fonction du taux d'occupation de la plaine par les stocks autochtones. Ceux-ci ayant été décimés en 1972 et 73, la crue « normale » de 1974 ouvre un champ libre à la colonisation. La reconstitution des stocks autochtones s'effectue en 1974 et 75 jusqu'à un « équilibre » autour duquel les fluctuations des années suivantes dépendent du volume des crues.

Différentes études de la composition des stocks des milieux isolés (LOUBENS, 1971 ; LEK et LEK, 1978 ; BÉNECH et QUENSÈRE, 1983) ont montré l'affinité particulière de *Brienomyrus niger* et *Siluriodon auritus* pour les mares résiduelles. Les *Tilapia-Sarotherodon* paraissent préférer retourner au fleuve à la décrue et les *Petrocephalus* spp. sont ambivalents. La répartition géographique des espèces aux basses eaux et l'antagonisme supposé entre stocks fluviaux et stocks résiduels au moment de l'inondation du Yaéré explique certaines fluctuations d'abondance observées dans l'El Beïd :

— Les variations annuelles d'abondances opposées (fig. 3) des *Tilapia Sarotherodon* essentiellement fluviales et des *B. niger*, *S. auritus* et *Petrocephalus* spp. qui demeurent plus facilement dans les mares résiduelles. L'importance des *Tilapia-Sarotherodon* en 1974 et 75, résulte de leur aptitude à coloniser plus rapidement un milieu libre.

— La persistance de captures élevées de *Petrocephalus* pour la faible crue 1977 alors que celles de *B. niger* et *S. auritus* décroissent cette année-là. Comme nous le verrons aux paragraphes 2.3.2. et 2.3.3., l'abondance de *B. niger* et de *S. auritus* dans l'El Beïd correspond à des jeunes de l'année dont le nombre est fonction de l'importance de la crue. Le recrutement des *Petrocephalus* est soumis à des

conditions différentes du fait de ses stocks fluviaux qui sont également à l'origine de leur bonne représentation dès 1974 dans les captures de l'El Beïd.

— Influence des conditions de Petit Tchad :

La comparaison 1968/1978 met en évidence une composition spécifique différente au sein du groupe *Tilapia-Sarotherodon* (tabl. 1) dont l'effectif demeure constant (rapport des effectifs 1978/1968 = 1,11). En petit Tchad on observe dans l'El Beïd une prédominance de *S. niloticus* (plus de 80 % des *Tilapia-Sarotherodon*) alors qu'en 1968, *S. niloticus*, *S. galilaeus* et *S. aureus* présentaient des effectifs voisins.

Dans les pêches du Logomatia (cf. fig. 1), les *S. galilaeus* sont plus nombreux que les *S. niloticus* en 1977 et 1978 (VIDY, Comm. pers.). Ces deux espèces ne traversent donc pas le Yaéré dans les mêmes proportions ou, si cela est, la forte proportion de *S. niloticus* dans l'El Beïd en Petit Tchad résulte d'une colonisation du Yaéré à partir des stocks lacustres de *Tilapia-Sarotherodon*.

Cette dernière possibilité est confortée par d'autres observations. Ces espèces ont des caractéristiques écologiques différentes, *S. niloticus* et *T. zillii* sont très résistantes aux conditions hypoxiques, plus que *S. galilaeus* (JOHNSON, 1974 ; BÉNECH et LEK, 1981). Avec l'instauration du Petit Tchad, il s'ensuit une prépondérance croissante des espèces les plus résistantes comme nous l'avons déjà noté pour la cuvette nord (BÉNECH *et al.*, 1976). La régression de *S. galilaeus* dans l'El Beïd correspondrait donc à la diminution de sa colonisation à partir du lac et inversement pour l'augmentation de *S. niloticus* et *T. zillii*. Nous pensons que la régression d'*Alestes nurse* peut s'expliquer de façon équivalente ; nous avons déjà évoqué son « remplacement » possible par *S. niloticus*.

Les évolutions inverses de *Clarias* et *Ichthyborus* peuvent mieux s'expliquer en termes de remplacement de l'un par l'autre en tant que prédateurs du peuplement.

La régression de captures d'*Ichthyborus besse* dans l'El Beïd reçoit une explication cohérente quant à l'effet des conditions de Petit Tchad. *I. besse* présentait en 1968 des effectifs non négligeables dans les captures de l'El Beïd. Son absence en 1978 correspond bien à une réalité postérieure à la sécheresse puisqu'à l'exception de quelques rares individus, cette espèce n'a pas été pêchée à Daga de 1974 à 1978. D'après DURAND (*in* CARMOUZE *et al.*, 1972), en Tchad Normal cette espèce n'est pêchée que devant l'embouchure de l'El Beïd et nulle part ailleurs dans le lac. En Petit Tchad, LEK et LEK (1978) la trouvent bien représentée dans le delta du Chari et le Logomatia (bordure orientale

du Yaéré, fig. 1). On peut en déduire que la présence de cette espèce à Daga en 1968 correspondait plutôt à une migration anadrome à partir du lac qu'à une dévalaison en provenance du Yaéré. En effet, en 1978 comme en 1968, rien ne s'oppose à la traversée du Yaéré par les *Ichthyborus* du Logomatia. En revanche, la migration anadrome paraît difficile car les formations végétales qui entourent l'embouchure de l'El Beïd ont chassé de cette région les *Ichthyborus* qui fréquentent surtout les drains dépourvus de végétation. En Petit Tchad, la population lacustre de ce petit consommateur d'alevins sévit dans le delta du Chari.

1.3.2. LES MIGRATEURS FLUVIO-LACUSTRES

Le recrutement dépend du stock de géniteurs sans être forcément proportionnel à son importance. On peut considérer qu'au-dessus d'un certain seuil le potentiel de reproduction représenté par le stock est supérieur à la capacité d'accueil du milieu et que ce sont les facteurs de l'environnement qui modulent la réussite du recrutement (volume et déroulement de la crue, compétition au niveau des frayères, prédation, etc.). En Petit Tchad, la supériorité de certains recrutements spécifiques — par rapport au Tchad Normal — pourrait s'expliquer de cette façon. Malgré la réduction des migrations anadromes, le potentiel de reproduction de ces espèces se situerait au-dessus du seuil défini ci-dessus.

En considérant les données de l'El Beïd comme une mesure représentative du recrutement, pour en comprendre l'évolution il importe de prendre en compte les variations des stocks de géniteurs lacustres mais également les répercussions des variations de composition spécifique des migrations anadromes dans la compétition interspécifique au niveau des zones de reproduction fluviales. La disparition massive des *Alestes baremoze*, *A. dentex* et *Schilbe uranoscopus* qui constituaient l'essentiel des stocks de géniteurs anadromes (LOUBENS, 1971, QUENSIÈRE, 1976) diminue grandement la compétition et doit favoriser le recrutement des espèces concurrentes. Ne disposant que de peu d'éléments sur ce point, nous discuterons des variations du recrutement de quelques espèces essentiellement à partir des variations de leurs stocks lacustres de géniteurs et de leurs caractéristiques biologiques.

Les stocks de Tchad Normal répartis dans les différentes régions lacustres suivant une zonation écologique particulière (BÉNECH, DURAND, QUENSIÈRE, 1983) ont une destinée fonction de leur situation géographique et de leurs caractéristiques biologiques. Un des premiers effets de l'abaissement du niveau d'eau est d'isoler la cuvette nord et l'archipel sud-est, les migrants ne pouvant plus en sortir au stade

adulte ni y pénétrer au stade jeune. Ensuite, ces régions isolées s'assèchent ou se transforment complètement, seules les eaux libres de la cuvette sud conservent leurs caractéristiques d'avant la sécheresse :

— En Tchad Normal, les *Alestes baremoze* sont rares dans les eaux libres, les stocks de cette espèce se trouvent principalement dans la cuvette nord et l'archipel sud-est. DURAND (1978) envisage même vers la fin de cette période une émigration des stocks de l'archipel vers la cuvette nord. L'isolement de cette dernière élimine l'essentiel du potentiel reproducteur de l'espèce et détruit ses principaux biotopes lacustres. En Petit Tchad, le recrutement d'*A. baremoze* plus de sept fois inférieur à celui de Tchad Normal, constitue un exemple des répercussions de la réduction des stocks de géniteurs par la sécheresse et de l'impossibilité de leur restauration dans les conditions de Petit Tchad non favorables à cette espèce.

— Contrairement à *A. baremoze*, la cuvette sud constituait le biotope préférentiel de *Citharinus citharus* en Tchad Normal. Le stock lacustre de cette espèce sensible à l'hypoxie a été sévèrement touché par la sécheresse, mais en Petit Tchad la disponibilité de son biotope lui offre une possibilité de se reconstituer. On assiste dans l'El Beïd à un accroissement régulier du recrutement de *C. citharus*, indice probable de cette reconstitution des stocks lacustres.

— Les stocks lacustres de certaines espèces plus rustiques comme *Schilbe mystus* et *Synodontis schall-gambiensis* ont certainement moins souffert de la sécheresse et devraient se maintenir dans la cuvette sud du Petit Tchad. Leur recrutement est cependant très réduit et ne présente pas de tendance évolutive. Il s'agit de deux espèces considérées comme des migrants anadromes de reproduction mais, dans l'El Beïd, le profil des captures des jeunes, (maximum à l'étiage, cf. fig. 8) ne s'apparente pas à ceux de la catégorie des migrants fluvio-lacustres typiques (BÉNECH et QUENSIÈRE, 1983). De 1974 à 78, on observe les plus faibles captures de *S. mystus* pour la plus forte crue (1975, fig. 3) ; l'abondance à peu près égale des quatre autres années est presque huit fois inférieure à celle de 1968. L'abondance de *S. schall-gambiensis* et l'intensité de la crue varient de façon inverse (fig. 3) et en 1978 les captures sont neuf fois moins élevées qu'en 1968. Le système fluvio-lacustre de Petit Tchad est sans aucun doute moins favorable au recrutement de ces espèces, mais l'incertitude sur leur comportement migratoire ne nous permet pas de proposer une explication.

— Le remaniement de l'importance relative des captures de l'El Beïd en migrants fluvio-lacustres s'effectue au profit de plusieurs espèces appartenant à la famille des Mormyridés : *Pollimyrus isidori*,

Hyperopisus bebe, *Marcusenius cyprinoïdes* et *Mormyrus rume*. Ces espèces benthiques insectivores ont une bonne résistance à l'hypoxie ; elles sont présentes dans la cuvette sud du Tchad Normal et s'y maintiennent en Petit Tchad, notamment *P. isidori* qui paraît plus abondante qu'avant dans les eaux libres de la cuvette sud (LEK et LEK, 1978).

— *Brachysynodontis batensoda* est un migrateur fluvio-lacustre qui possède les mêmes qualités que les Mormyridés déjà cités. Comme eux, en période de Petit Tchad, son recrutement augmente. On remarquera l'adéquation au milieu tchadien de la polyvalence de cette espèce qui, de par son régime alimentaire à la fois zooplanctophage et insectivore, sa bonne résistance à l'hypoxie, présente une double adaptation potentielle aux phases de Tchad Normal et de Petit Tchad.

— *Labeo senegalensis* et *Distichodus rostratus* sont en Tchad Normal deux espèces ubiquistes de la cuvette sud du lac. La première est sensible à l'hypoxie tandis que la seconde y est plus résistante. *L. senegalensis* disparaît de l'archipel sud-est en 1974 tandis que *D. rostratus* s'y maintient (BÉNECH et LEK, 1981). Dans le système de Petit Tchad, on s'attendrait à une augmentation du recrutement de *D. rostratus* et à une diminution de celui de *L. senegalensis*. On observe l'inverse. Les observations dans l'archipel et le régime phytophage de *D. rostratus* rendent probable l'existence de stocks lacustres de Petit Tchad au moins aussi importants que ceux de *L. senegalensis*. Les différences de recrutement dans l'El Beïd pourraient alors s'expliquer par la diminution des migrations anadromes de *D. rostratus* qui trouverait dans le Petit Tchad des conditions favorables à toutes les phases de son cycle biologique.

Parmi les espèces qui présentent les caractéristiques typiques des migrateurs anadromes de reproduction, on observe en Petit Tchad un recrutement plus important qu'en Tchad Normal (ou plus faible mais nettement croissant pour *Citharinus citharus*) lorsqu'il s'agit d'espèces benthiques — ou susceptibles de s'adapter à ce comportement (*B. batensoda*) — dont le biotope préférentiel était la cuvette sud du Tchad Normal. Au contraire, le recrutement des *A. baremoze* pélagiques et dont les stocks étaient essentiellement cantonnés dans la cuvette nord, est plus faible en Petit Tchad et ne montre pas de tendance à la hausse.

Malgré l'amputation de la cuvette nord, les mouvements fluvio-lacustres se perpétuent dans le système avec des espèces dont les recrutements autrefois moins élevés, présentent successivement des pics d'abondance (Mormyridae en 1976 ; *B. batensoda* en 1977 fig. 3).

2. INFLUENCE DU VOLUME DE LA CRUE

L'inondation du Yaéré varie en fonction du volume de crue du Logone (BÉNECH *et al.*, 1982). En forte crue, les débordements du fleuve s'intensifient en amont du Logomatia (fig. 1) ; l'inondation du Yaéré est plus étendue et se prolonge plus longtemps en dehors des drains. Au moment de la vidange du Yaéré, l'El Beïd se comporte comme un goulot d'étranglement et, de ce fait, on observe à Daga un allongement de la période de décrue qui s'effectue lentement les années de forte hydraulité.

Ces particularités hydrauliques agissent sur les migrations des poissons (BÉNECH, QUENSIÈRE, 1983). En crue faible, certaines espèces caractéristiques de la décrue ont une dévalaison plus précoce ; l'étalement réduit de la nappe d'eau en dehors des drains les conduit à se comporter comme les espèces de crue.

Cette variation du comportement n'est certainement qu'un des aspects des contraintes et des limites imposées par le volume d'eau annuel de la crue. Nous analysons ici les conséquences de cette action au niveau des composantes du peuplement et de la production de la pêche ; nous en abordons ensuite le mécanisme, au niveau spécifique, par l'analyse des histogrammes des tailles.

2.1. Composantes du peuplement

De 1974 à 1976, les captures de crue suivent une évolution décrite par l'axe 3 de la figure 2 qui oppose en particulier *Distichodus rostratus* et *Polypterus bichir* à *Mormyrus rume* et *Pollimyrus isidori*. En 1977, on retrouve une certaine analogie avec 1974. Ces deux crues faibles sont hydrologiquement comparables. La figure 3 montre bien une décroissance de l'effectif de *M. rume* et de *P. isidori* avec la faible crue de 1977 mais pas d'évolution inverse nette pour *D. rostratus* et *P. bichir* ; par contre, les deux pics d'abondance d'*Alesles nurse* correspondent aux deux crues faibles.

Des variations d'abondance en relation avec l'intensité de la crue apparaissent également en décrue, mais cette fois pour des espèces sédentaires. L'importance prise par les captures de *Brienomyrus niger*, *Siluranodon auritus* et *Ctenopoma* spp. de 1974 à 1976, fléchit considérablement en 1977 (fig. 3). L'effectif des *Ctenopoma* remonte en 1978 (crue moyenne) mais ceux des deux autres espèces demeurent au niveau de 1977, traduisant une influence de la crue faible sur le recrutement de l'année suivante. L'abondance des migrateurs de décrue paraît indifférente (*Schilbe mystus*, *Brachysynodontis batensoda*), voire inversement proportionnelle (*Synodontis schall-gambiensis*) à l'importance de la crue (fig. 3).

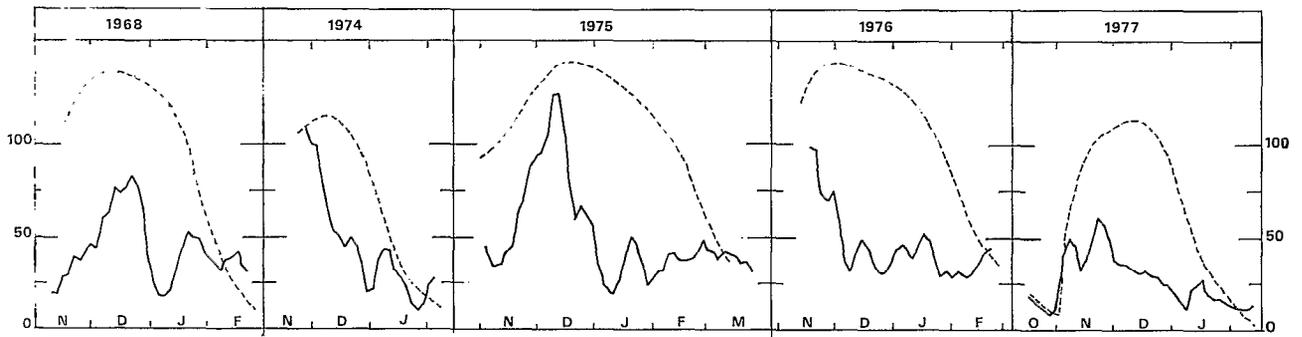


FIG. 10. — Comparaison des rendements de pêche au barrage de Daga sur l'El Beid. ——— P.U.E. exprimée en kg de poissons capturés au cours d'un cycle de 24 h de pêche. Courbes lissées (moyennes mobiles calculées sur trois valeurs). Données de 1968 d'après DURAND (1970). ———— Esquisse de la variation du niveau d'eau

Comparison between the fishing yields obtained at the Daga dam on the El Beid. ——— P.U.E. expressed in terms of kg of fishes caught in a 24 hours fishing cycle. Smoothed curves (moving averages calculated on the basis of three values). 1968 data according to DURAND (1970). ———— Outline of the variation in the water level

TABLEAU VI

Caractéristiques annuelles globales concernant la pêche au barrage de Daga (du 27/11 au 10/2), la crue du Logone et la pluviosité annuelle à N'Djaména. P.U.E. max : d'après la figure 10. I : Indice de crue du Logone (cf. BÉNECH, QUENSIÈRE, VIDY 1982)

Global annual characteristics about fishing at the Daga dam (from November 27th to February 10th), the Logone flood and annual rainfall at N'Djaména. max P.U.E.: according to figure 10. I : Flood index concerning the Logone (cf. BÉNECH, QUENSIÈRE, VIDY 1982)

Année	(1) Captures totales (Kg)	(2) Tilapia spp (Kg)	(1) - (2) (Kg)	PUE max (Kg)	I (10^6 m^3)	Pluviosité (mm)
1968/69	1223	419	804	83	1023	561
1974/75	1230	699	531	109	240	423
1975/76	1566	345	1221	128	1939	746
1976/77	1095	153	942	99	1377	651
1977/78	657	202	455	61	261	539
1978/79	1119	90	1029	90	1311	616

2.2. Production halieutique

Une saison de pêche antérieure à la sécheresse (1968) et cinq années postérieures (1974 à 1978) ont été regroupées pour étudier les fluctuations de la production de la pêche en fonction du volume de la crue.

Les particularités annuelles du peuplement du Yaéré se traduisent globalement dans l'importance des captures. La prise pondérale par unité d'effort de pêche est un bon indice de la production en poissons du Yaéré (production halieutique potentielle) dans la mesure où elle est une fonction linéaire. D'après l'analyse des mouvements migratoires et des conditions d'échantillonnage, nous considérons que c'est le cas (BÉNECH, QUENSIÈRE, 1982 et 1983). La période étudiée est exempte de crue exceptionnelle

susceptible de modifier les conditions de pêche et, par ailleurs, nous n'avons pas constaté de phénomène de saturation qui ferait tendre la PUE vers une limite.

Le rendement de la pêche dépend de la phase hydrologique et présente généralement un maximum avant l'étalement (fig. 10). Nous avons caractérisé l'abondance du peuplement annuel de hautes eaux par la valeur lissée de ce maximum (tabl. VI). Il existe une corrélation positive élevée entre les valeurs des maxima annuels et les indices de crue (estimation de l'importance de la crue du Logone ; cf. BÉNECH *et al.*, 1982) lorsque l'année 1974 ne participe pas au calcul du coefficient de corrélation ($r = 0,974$; $r_{0,05} = 0,88$) (fig. 11). La particularité de 1974 — année qui suit la sécheresse (cf. § 1.) — justifie sa mise à l'écart.

TABLEAU VII

Captures en nombre au barrage de Daga du 27/11 au 10/2
 Catches (individuals) at the Daga dam from November 27th to February 10th

	1968/69	1974/75	1975/76	1976/77	1977/78	1978/79
Nombre total	52723	35103	52468	75791	51050	30322
Tilapia spp	9734	10567	5169	2302	6115	6710
Nbre total - Tilapia	42989	24536	47299	73489	44935	23612

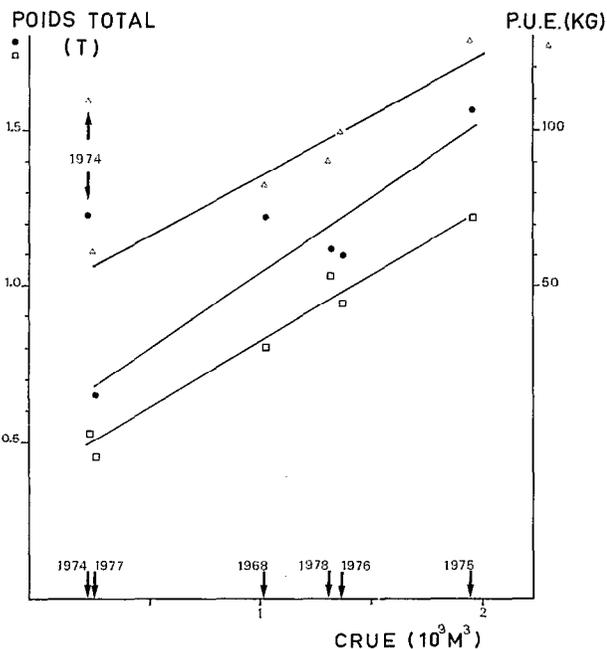


FIG. 11. — Relation entre le rendement de la pêche au barrage de Daga et l'importance de la crue du Logone. ● : Poids total des captures du 27/11 au 10/2 (en tonnes), □ : Poids total des captures du 27/11 au 10-2 (en tonnes), *Tilapia-Sarotherodon* exclus. △ : Prise maximale par unité d'effort de pêche (d'après fig. 10)

Relation between the fishing yield at the Daga dam and the importance of the Logone flood. ● : Total weight of the catches collected from November 27th to February 10th (expressed in tons). □ : Total weight of the catches collected from November 27th to February 10th excluding *Tilapia-Sarotherodon*. △ : Maximum catch per unit effort (according to fig. 10)

Un autre calcul a été effectué en utilisant les captures obtenues chaque année du 27/11 au 10/2 avec un même effort de pêche. En éliminant 1974, on obtient encore une corrélation significative ($r = 0,931$) entre les captures et l'indice de crue.

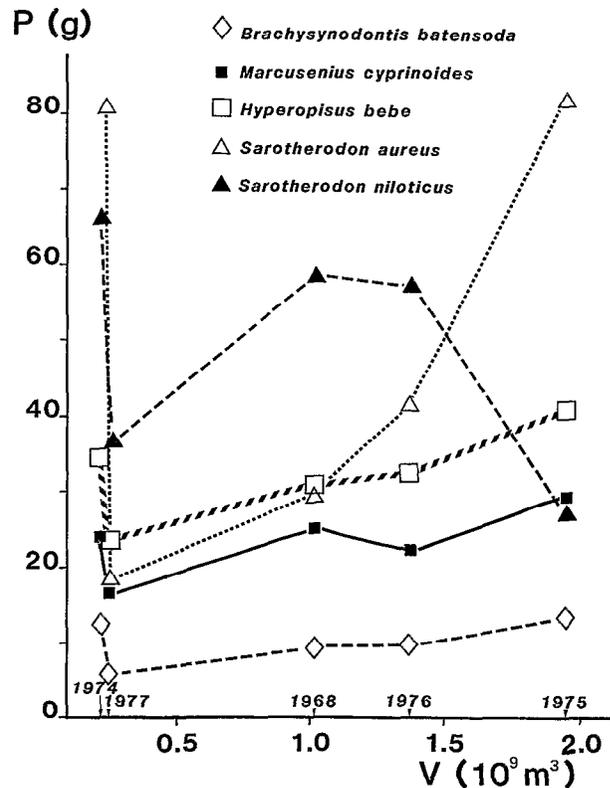


FIG. 12. — Relation entre le poids individuel moyen spécifique (P) des captures au barrage de Daga et l'importance de la crue du Logone (V)

Relation between the mean specific individual weight (P) of catches collected at the Daga dam and the importance of the Logone flood (V)

L'originalité de 1974 provient de l'abondance des *Tilapia-Sarotherodon* (cf. § 1.). Ceci nous a conduits à reprendre les calculs précédents sans ce groupe d'espèces. Dans ces conditions, 1974 s'intègre parfaitement au nuage des points défini par les autres années (fig. 11) et la corrélation est hautement significative.

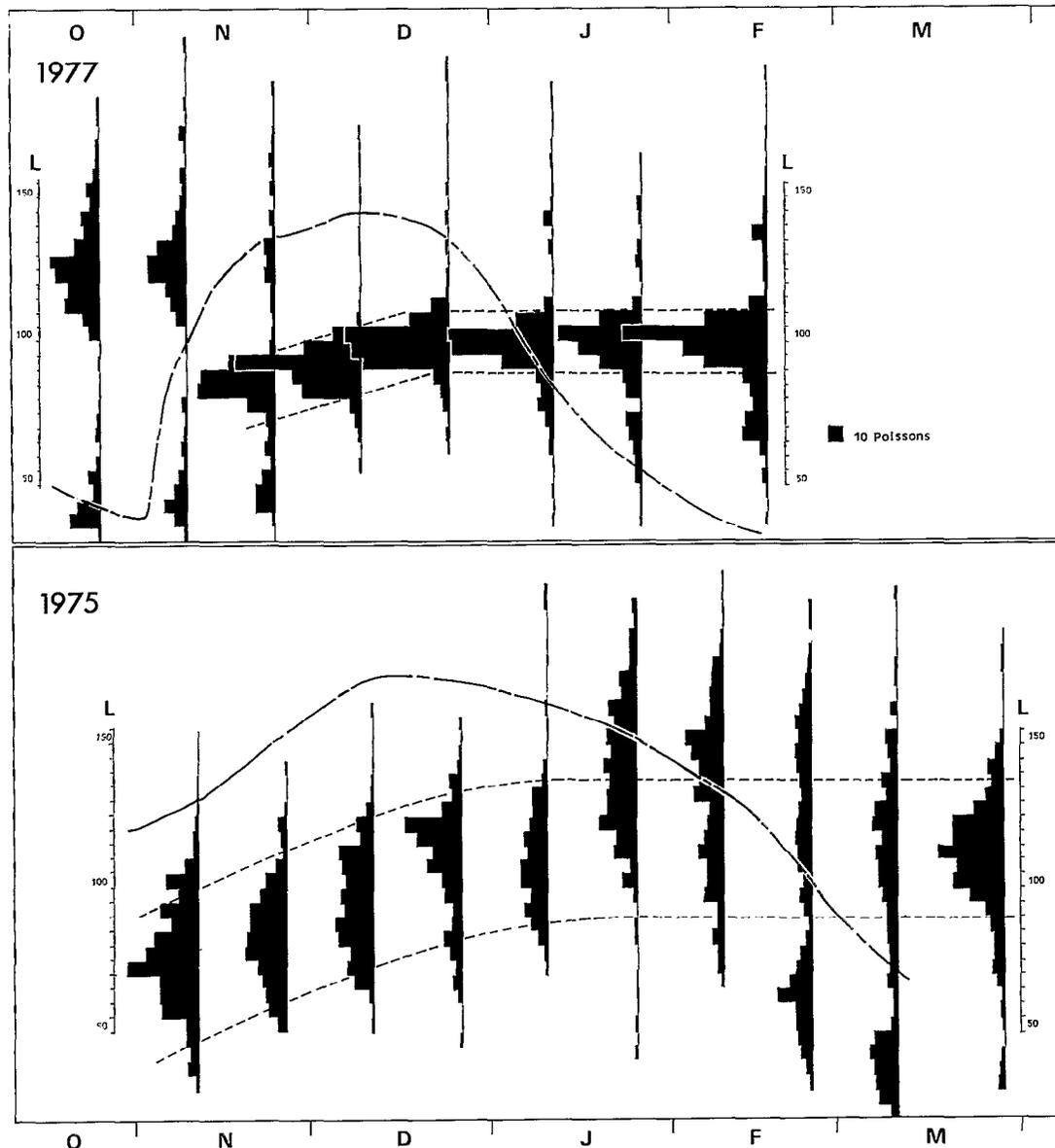


FIG. 13. — Histogrammes des fréquences des tailles de *Sarotherodon niloticus* d'après les pêches de l'El Beïd (1975 et 1977). Les tiretés encadrent la cohorte de jeunes venus avec la crue. — — — courbe de crue

Size frequency histograms of *Sarotherodon niloticus* according to the catches collected in the El Beïd (1975 and 1977). Broken lines represent the cohort of juveniles brought by the flood. — — — flood curve

La prise pondérale par unité d'effort dépend du nombre de poissons capturables et de leur poids individuel; en d'autres termes du nombre de poissons hébergés dans le Yaéré et de leur croissance. Le nombre total de poissons capturés à Daga ne présente pas de corrélation avec l'intensité de la crue, même lorsqu'on exclut les *Tilapia-Sarotherodon*

(tabl. VII ; $r = 0,362$ et $r_{0,05} = 0,81$). En revanche, si on écarte les valeurs observées en 1974, on constate que, chez certaines espèces, le poids individuel moyen croît avec l'importance de la crue (fig. 12). La relation poids moyen-crue est en général linéaire, mis à part les tendances particulières chez *Sarotherodon aureus* et *S. niloticus*.

TABLEAU VIII

Relation entre la taille moyenne (ou classe modale) en mm des cohortes de différentes espèces en fin de première croissance et l'indice de crue du Logone

Relation between the mean size (or modal class) expressed in mm of the cohorts of different species at the end of the first growth and the flood index of the Logone

Année	Siluranodon auritus (1)	Brienomyrus niger (1)	(2)	Sarotherodon niloticus (1)	Indice de crue
1974	90	85,0	-	120	230
1975	90	89,5	70	110	1939
1976	85	76,5	58,5	105-110	1377
1977	70-75	66,5	50	100	261

(1) Cohorte de crue.

(2) Cohorte de décrue.

(1) Flood cohort.

(2) Subsidence cohort.

En première analyse, il semble qu'une corrélation positive entre poids individuel moyen et crue n'existe que chez les migrateurs fluvio-lacustres dont les captures correspondent à une cohorte prépondérante. Chez les sédentaires il existe généralement différentes cohortes qui, selon les années, sont plus ou moins bien représentées dans les captures. Dans ce cas, la valeur du poids moyen n'est pas un critère satisfaisant pour apprécier la croissance annuelle ; on doit pour cela observer les structures des tailles qui permettent d'individualiser les cohortes. Aussi, pour préciser l'influence de la croissance sur la relation crue-recrutement, avons-nous abordé l'étude des histogrammes des fréquences de taille.

2.3. La taille des poissons capturés

Au cours de chaque échantillonnage et tout au long de la saison de pêche, la longueur standard des poissons capturés a été mesurée jusqu'à concurrence de 50 poissons par espèce et par échantillon. Pour chaque espèce nous disposons d'une séquence d'histogrammes des fréquences des tailles pour chaque saison de pêche. Nous analysons ici les histogrammes de quelques espèces typiques :

— un sédentaire non résident dans le Yaéré : *Sarotherodon niloticus* ;

— deux sédentaires résidents dans le Yaéré : *Siluranodon auritus* et *Brienomyrus niger* ;

— un migrateur fluvio-lacustre éventuellement présent dans les mares du Yaéré : *Pollimyrus isidori* ;

— un migrateur fluvio-lacustre non résident dans le Yaéré : *Hyperopisus bebe*.

2.3.1. SAROTHERODON NILOTICUS (fig. 13)

Cette espèce, rare dans les mares du Yaéré mais abondante dans celles de l'El Beïd, quitte la zone inondée avec les dernières eaux de décrue. Elle peut se reproduire pendant toute la période d'inondation, aussi est-elle susceptible de présenter plusieurs cohortes dans les pêches de l'El Beïd ; il est facile de les distinguer d'après les histogrammes de 1977 :

— avant l'arrivée de la crue on observe des adultes résidents (mode : 120-125 mm) et leur descendance (mode : 35-40 mm). Ces deux cohortes disparaissent quasiment pendant la crue ;

— dans la deuxième quinzaine de novembre, une cohorte apportée par les eaux de crue (mode 80-85 mm) s'intercale entre les deux précédentes et reste ensuite bien individualisée. Elle croît jusqu'à fin décembre puis sa taille (95-100 mm) demeure constante (arrêt de croissance hivernal) ;

— à partir de fin décembre, la présence simultanée de poissons de grande taille (130-150 mm) et de très petite taille, est l'indice d'une nouvelle reproduction *in situ*.

La succession intra-annuelle des cohortes, assez facile à suivre en 1977, est beaucoup plus floue les autres années. Toutefois, il semble que le processus demeure le même et qu'il n'y ait pas de variation inter-annuelle quant au nombre de cohortes.

La valeur modale de la cohorte de crue montre une certaine corrélation avec l'intensité de la crue (tabl. VIII).

Les fortes crues de 1975 et 1976 semblent favoriser l'introduction dans le Yaéré d'un nombre d'adultes (taille \geq 150 mm) plus élevé ; de ce fait, la cohorte

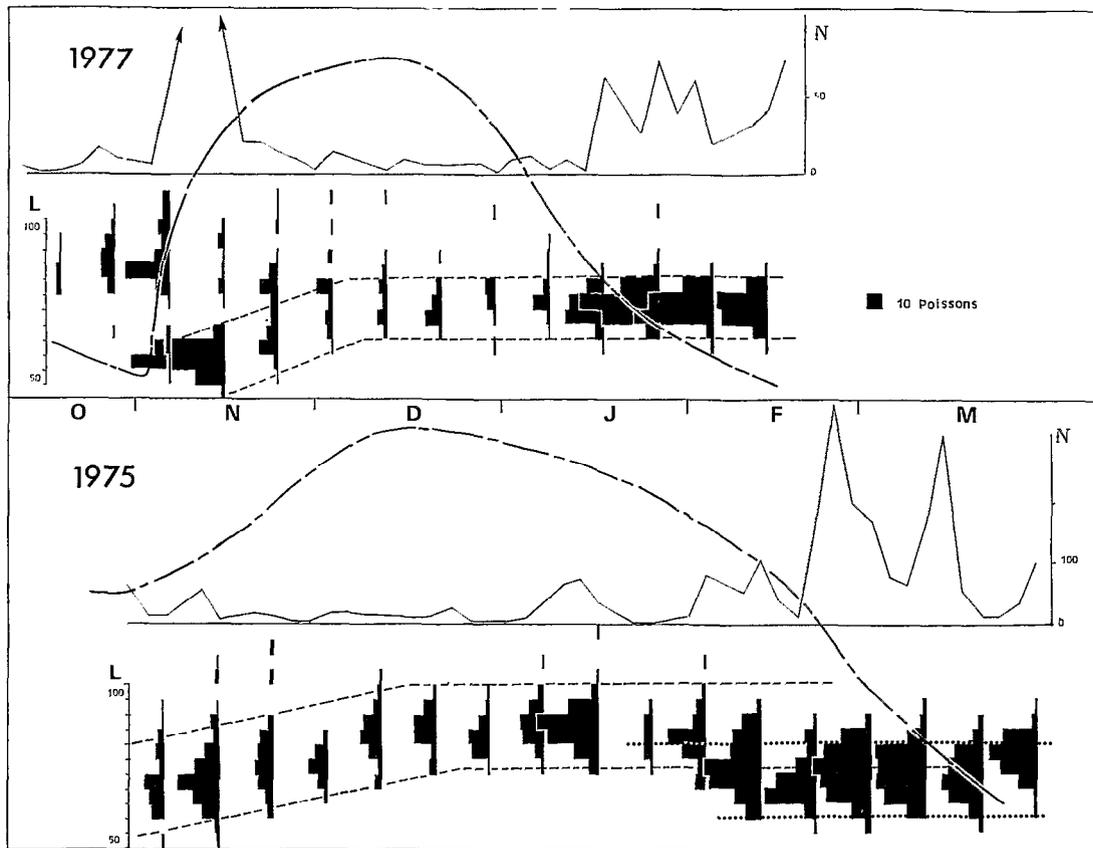


FIG. 14. — Histogrammes des fréquences des tailles de *Siluranodon auritus* d'après les captures de l'El Beïd de 1975 et 1977. Les différentes cohortes de jeunes (cf. § 2.3.2.) sont encadrées par des tiretés ou des pointillés. L'abondance de l'espèce (N) et la courbe de crue (— —) sont indiquées

Size frequency histograms of Siluranodon auritus according to catches collected in the El Beïd in 1975 and 1977. The different cohorts of juveniles (cf. § 2.3.2.) are represented by broken lines or dotted lines. The abundance of the species (N) and the flood curve (— —) are mentioned

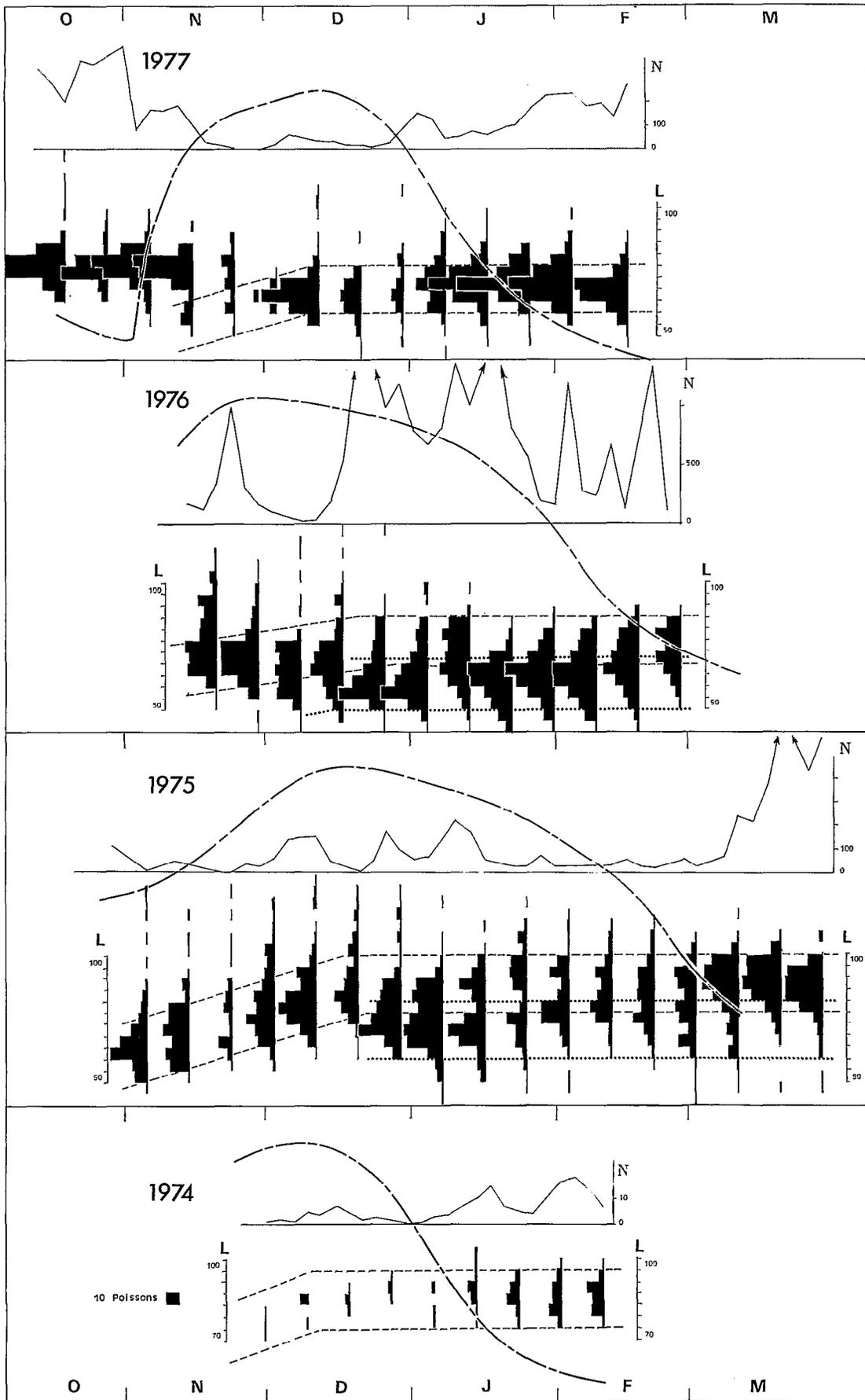
de décrue qui en est issue (30-80 mm), est elle aussi plus importante. Ces grands poissons sont à distinguer des résidents présents dans les captures avant l'arrivée de la crue car on les observe aussi en 1974 — les résidents n'existaient pas dans l'El Beïd cette année-là.

2.3.2. SILURANODON AURITUS (fig. 14)

Cette espèce présente un certain sédentarisme mis en évidence par la capture d'adultes dans les mares du Yaéré et les eaux résiduelles des drains. Le 12/10/76, avant l'arrivée de la crue, nous avons

pêché des mâles et des femelles matures dans la Kalia (fig. 1). Les femelles présentaient une taille plus élevée que les mâles, dimorphisme qui entraîne une bimodalité ou un étalement des histogrammes des tailles (mode des mâles : 90 mm ; mode des femelles : 105 mm). Des poissons de taille comparable ont été pêchés dans l'El Beïd avant la crue de 1977 (fig. 14) ; dès la montée des eaux ils sont remplacés par une importante cohorte de jeunes qui ne constitue pas leur descendance mais celle de leurs homologues atteints plus tôt par la crue du Logone. La comparaison avec l'enchaînement des cohortes chez *Sarotherodon niloticus* conduit à cette interprétation car,

FIG. 15. — Histogrammes des fréquences des tailles de *Brienomyrus niger* d'après les captures de l'El Beïd (1974 à 1977). Cf. fig. 14
Size frequency histograms of Brienomyrus niger according to the catches collected in the El Beïd (from 1974 to 1977). Cf. figure 14



chez cette espèce, les jeunes sont présents avant l'arrivée de la crue.

En 1975 et 1977 on peut suivre la croissance en longueur de cette cohorte de jeunes apportée par la crue. Son arrêt de croissance hivernal apparaît mi-décembre. En 1974 et 1976, le début tardif de l'échantillonnage ne permet pas d'observer la croissance. Les valeurs modales de la taille en fin de croissance (tabl. VIII) augmentent dans le même sens que l'importance de la crue — l'année 1974 étant toujours considérée comme exceptionnelle.

La plus grosse part des captures de cette cohorte de jeunes s'achève avec la décrue lente. Une autre cohorte d'individus de taille plus petite apparaît au cours de la décrue de 1975 et 1976 et constitue la majorité des captures de l'espèce pour ces deux saisons de pêche. Cette deuxième cohorte n'existe pas pour les faibles crues 1974 et 1977. En 1977 la première cohorte forme un pic d'abondance en décrue car l'inondation trop réduite n'a pas fourni un volume d'eaux résiduelles suffisant pour héberger la descendance d'une population qui avait reconstitué des stocks importants au cours des deux crues précédentes.

L'existence de deux cohortes peut être expliquée par des phases de mise en eau successives auxquelles correspondent les reproductions de deux stocks distincts — le stock de reproducteurs colonisateurs du Yaéré (le seul en 1974) et le stock de reproducteurs résidents — ou deux périodes de reproduction successives d'un même stock lorsque les conditions favorables se prolongent. La capture d'adultes matures mi-octobre 1976 permet de supposer que la deuxième cohorte de 1976 atteint 55-60 mm en deux mois de séjour dans le Yaéré.

2.3.3. BRIENOMYRUS NIGER (fig. 15)

Les populations de *B. niger* qui résident dans les mares du Yaéré ont péri au moment de leur assèchement en 1972/73. Dans l'El Beïd, en 1974, les *B. niger* ne sont capturés en quantités importantes qu'à partir de la décrue ; on observe une seule cohorte de jeunes de grande taille, descendance d'adultes du Logone ou des mares de bordure du fleuve. Les années suivantes, l'espèce ayant recolonisé le Yaéré, les captures de l'El Beïd comprennent des adultes et un mélange de jeunes de différentes origines. D'après LEK (1979), la taille de maturité sexuelle des *B. niger* dans le Yaéré est de 75 mm pour les deux sexes.

L'individualisation des cohortes de jeunes s'avère difficile par la méthode de Petersen à cause de la faiblesse des effectifs dans chaque prélèvement. A partir de l'arrêt de croissance en longueur (mi-décembre), le cumul de plusieurs prélèvements

successifs étouffe les effectifs sans mélanger les cohortes ; elles ont alors été individualisées par la méthode De Cassie. En crue faible, une seule cohorte est prépondérante (95 % des captures en 1977). En revanche, pour les deux fortes crues 1975 et 1976, on distingue deux cohortes dont les proportions sont variables d'une année à l'autre mais qui présentent une différence de taille moyenne du même ordre de grandeur (18 et 19,5 mm ; tabl. VIII). La cohorte des petits individus apparaît brusquement fin décembre dans la phase de décrue lente (fig. 15) ; celle des grands individus est plus précoce et, en 1975, on suit facilement sa croissance.

Pour chaque cohorte on obtient une relation linéaire taille de fin de croissance-intensité de crue. En 1974, l'unique cohorte fille des adultes du Logone présente une taille moyenne élevée ; le particularisme de cette crue a déjà été évoqué.

Les hypothèses formulées pour *Siluranodon auritus* restent envisageables pour *B. niger*. Cette espèce prolonge sa période de reproduction dans le Yaéré tant que les conditions restent favorables (BLACHE, 1964). La constance d'une même différence de taille entre les deux cohortes annuelles peut résulter de deux périodes de reproduction reliées à des phénomènes hydrologiques séparés chaque année par des intervalles de temps identiques (mise en eau et début d'étalement par exemple).

2.3.4. POLLIMYRUS ISIDORI (fig. 16)

Ce petit migrateur fluvio-lacustre (LEK et LEK, 1978) peut se maintenir dans les mares du Yaéré (BLACHE, 1974). Sa petite taille, sa croissance rapide et son sédentarisme éventuel rendent difficile la distinction des jeunes et des adultes dans les captures de l'El Beïd.

Les individus capturés dans l'El Beïd avant la crue en octobre 1976 et octobre 1977 sont des poissons d'un an qui ont séjourné dans le Yaéré pendant la saison sèche. Apparemment il n'y a pas eu de croissance en longueur au cours des sept mois de survie dans les mares résiduelles (à la décrue précédente les captures ont la même taille).

Après l'évacuation de ces poissons résidents avec les premières eaux de crue, les jeunes apparaissent et la taille moyenne diminue en novembre 1977 (fig. 16). Ces jeunes croissent puis leur taille moyenne se stabilise et décroît au cours de la deuxième partie de la décrue. Cet abaissement final de la taille et la dissymétrie des histogrammes des fréquences des longueurs indiquent qu'il ne s'agit pas d'une seule cohorte de jeunes.

Les pêches effectuées dans le Logomatia, à N'Godeni en septembre 1976, confirment cette hypothèse. On récolte ensemble des jeunes et des

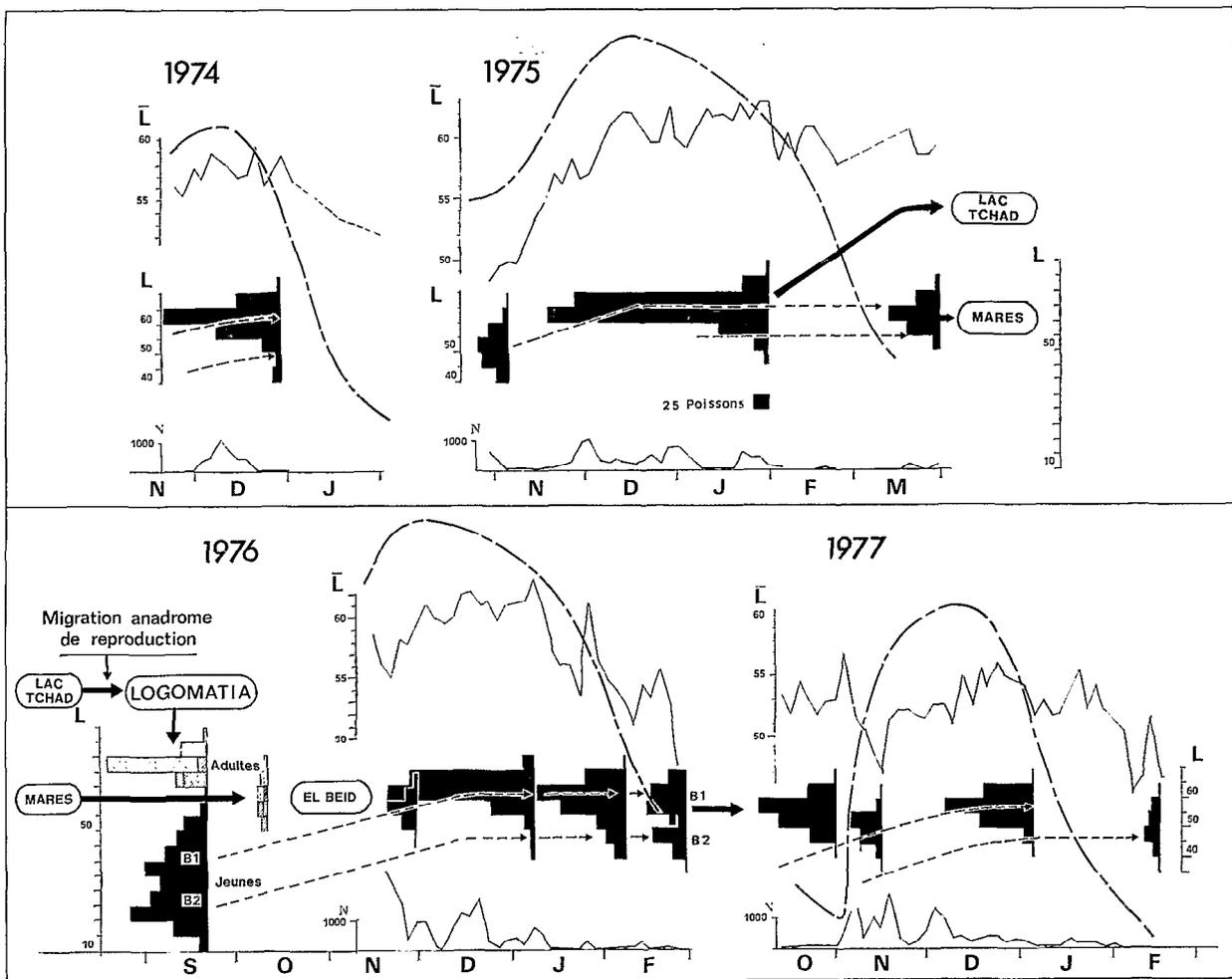


FIG. 16. — Évolution de la taille moyenne (\bar{L}) et de la distribution des fréquences des tailles (L) de *Pollimyrus isidori* au cours de 4 saisons de pêche dans l'El Beïd (1974 à 1977). La croissance des cohortes (B1 et B2) est matérialisée par des flèches en tireté. L'enchaînement entre les générations de 1975 et 1976 (flèches continues et cf. § 2.3.4.) est rendu possible par les captures du *Logomatia* (septembre 1976). Les histogrammes correspondant à des adultes sont en pointillé (♀) ou hachurés (♂). L'abondance de l'espèce (N) et la courbe de crue (---) sont indiquées

Evolution of the mean size (\bar{L}) and the distribution of size frequencies (L) of *Pollimyrus isidori* during the four fishing seasons in the El Beïd (from 1974 to 1977). The growth of cohorts (B1 and B2) is represented by broken arrows. The 1975 and 1976 generations can be linked (continuous arrows and cf. § 2.3.4.) by the catches collected in the *Logomatia* (September 1976). Histograms corresponding to adults are represented by dotted lines (♀) or hatching (♂). The abundance of the species (N) and the flood curve (---) are mentioned

adultes et la cohorte des jeunes est bimodale (B1 et B2 ; fig. 16). Dans l'El Beïd, les jeunes les plus grands sont capturés juste après le maximum des hautes eaux ; les petits n'apparaissent qu'à la décrue. Aux basses eaux de 1976 les deux groupes sont distinguables ; à ce moment-là leurs effectifs s'équilibrent presque dans les captures.

Les éléments ci-dessus conduisent à l'hypothèse d'un étalement de la reproduction pouvant comprendre deux périodes de ponte plus intense

avant mi-septembre, en bordure de la zone d'inondation du Logone. L'existence des « deux » cohortes — plus ou moins différenciées — qui en résulte paraît assurée chaque année même pour une faible inondation, avec ou sans résidents dans le Yaéré (1974). L'étalement de la reproduction de *Pollimyrus isidori* s'accorde avec les observations de KIRSCHBAUM (1982) sur cette espèce qui, en captivité, présente une ponte fractionnée avec des intervalles de 6 à 8 jours.

La première cohorte de *P. isidori* est nettement

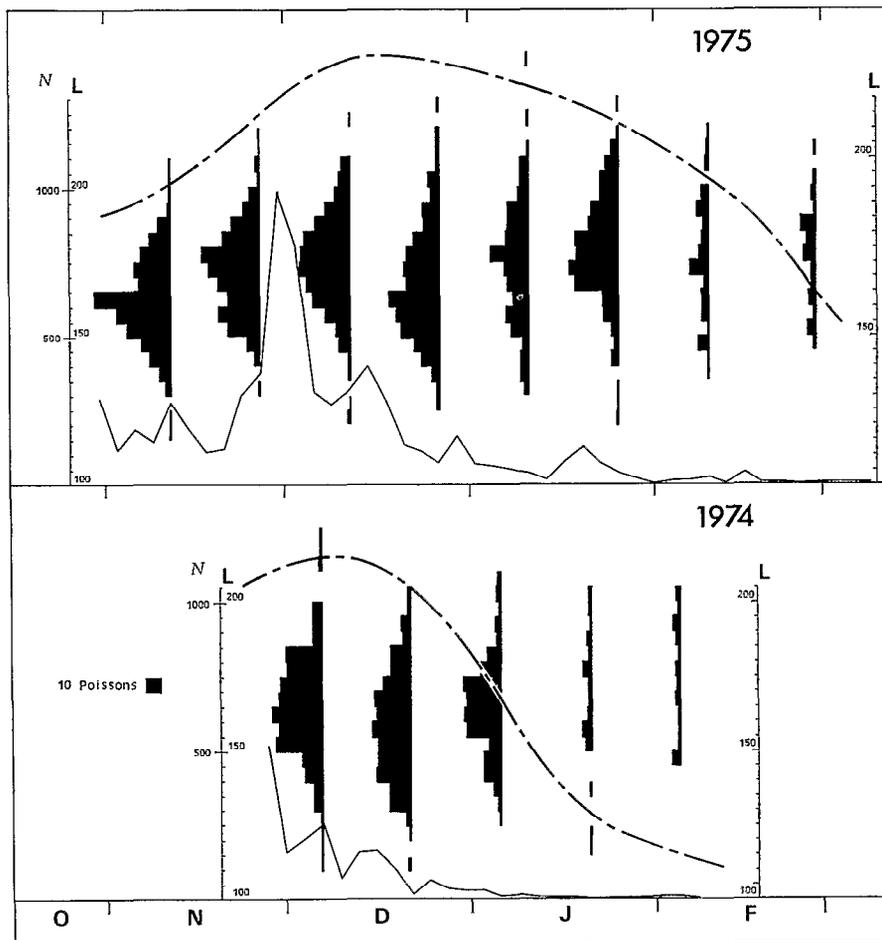


FIG. 17. — Histogrammes des fréquences des tailles (L) des *Hyperopisus bebe* capturés dans l'El Beïd en 1974 et 1975. L'abondance de l'espèce (N) est indiquée par un trait plein, la courbe de crue par un trait discontinu
 Size frequency histograms (L) of *Hyperopisus bebe* caught in the El Beïd in 1974 and 1975. The abundance of the species (N) is represented by a continuous line and the flood curve by a discontinuous line

dominante dans l'El Beïd. Le mode de la taille est 60 mm en 1974, 1975 et 1976, et de 55 mm en 1977. En tenant compte des remarques déjà formulées, on retrouve ici encore l'influence du volume de crue sur la taille.

2.3.5. HYPEROPISUS BEBE (fig. 17).

C'est un migrateur fluvio-lacustre typique dont l'existence dans les mares résiduelles du Yaéré n'a jamais été mentionnée. Les variations de taille qui peuvent être décelées d'après l'étude des histogrammes des fréquences de taille ne peuvent être attribuées qu'à des populations d'origine fluviale et lacustre.

Comme chez la majorité des migrateurs fluvio-

lacustres, on observe une corrélation positive entre la taille moyenne des individus d'une année et l'intensité de la crue (fig. 12). En 1975 (fig. 19), la taille moyenne augmente régulièrement jusqu'à l'étalement. Après un court palier de stabilisation, elle décroît brutalement puis remonte et se caractérise alors par une grande variabilité. En 1975 et 1976, la baisse de la taille moyenne à partir de l'étalement ou du début de la décrue, correspond à l'arrivée d'un contingent de taille plus petite mais difficilement individualisable d'après l'historgramme des fréquences de taille. Par la suite, la variabilité de la taille moyenne provient à la fois d'une réduction de l'abondance de l'espèce et du mélange de ces deux groupes d'individus.

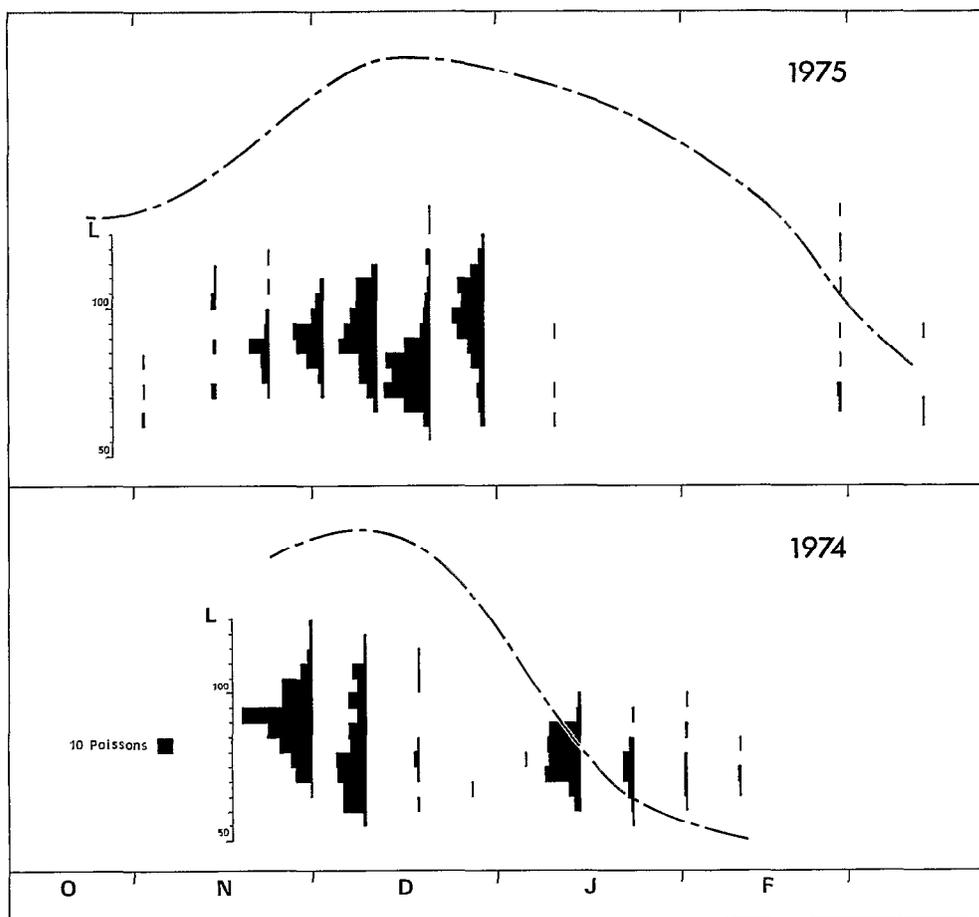


FIG. 18. — Histogrammes des fréquences des tailles (L) des *Alestes baremoze* capturés dans l'El Beïd en 1974 et 1975. La courbe de crue est indiquée par un trait discontinu

Size frequency histograms (L) of Alestes baremoze caught in the El Beïd in 1974 and 1975. The flood curve is represented by a discontinuous line

Ces observations montrent que l'El Beïd est, pour cette espèce, le lieu de convergence des jeunes de l'année ayant des lieux ou des dates de naissance différents.

2.3.6. ALESTES BAREMOZE (fig. 18)

Ce migrateur fluvio-lacustre typique, moins bien représenté que le précédent, montre néanmoins une individualisation marquée de cohortes. Elle intervient également en crue faible (1974), comme pour *P. isidori*.

2.4. Discussion

Les captures de l'El Beïd — obtenues par un effort d'échantillonnage annuel constant — sont utilisées

ici pour estimer l'influence du volume de la crue du Logone sur le peuplement ichthyologique du Yaéré. Nous avons envisagé une influence globale en considérant la production de la pêche et une influence spécifique en observant les variations de composition du peuplement et des structures des tailles.

Influence globale

Le Yaéré est colonisé chaque année par un contingent d'alevins qui présente une composition spécifique variable, fonction de différents paramètres du milieu agissant aussi bien au niveau fluvio-lacustre sur la mortalité ou les migrations des stocks de reproducteurs, qu'au niveau du Yaéré en déterminant les conditions de reproduction et d'incubation. Malgré la variabilité intrinsèque du stock d'alevins,

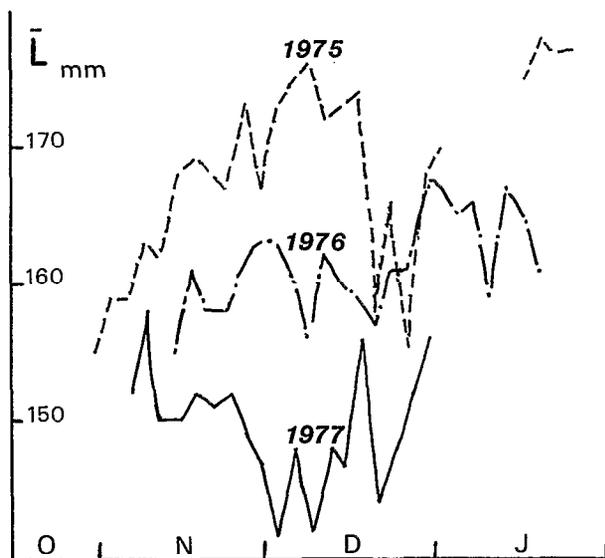


FIG. 19. — Tailles moyennes des *Hyperopisus bebe* capturés pendant trois saisons de pêche à Daga (1975 à 1977)

Mean sizes of *Hyperopisus bebe* caught during three fishing seasons at Daga from 1975 to 1977

il existe une relation entre la production ichtyologique du Yaéré et l'intensité de la crue du Logone (cf. § 2.2.).

Dans le cadre d'une succession régulière des inondations annuelles, la relation production-crue paraît indépendante de la composition spécifique du peuplement et du système fluvio-lacustre. La production de 1968 — période de Tchad Normal — s'intègre bien à la relation définie essentiellement par des années de Petit Tchad (1975 à 1978).

Par contre, une inondation partielle du Yaéré, conduisant à l'absence d'écoulement dans l'El Beïd, est génératrice l'année suivante d'une production qui ne s'intègre pas à la relation précédente. La production de 1974 est exceptionnelle pour cette crue faible (fig. 11).

La relation production-crue s'applique essentiellement aux migrateurs fluvio-lacustres. L'« excédent » de la production 1974 correspond à une quantité relativement plus importante de *Tilapia-Sarotherodon* (fig. 11), espèces représentant la plus grosse part pondérale des captures de « sédentaires ».

Le recrutement du lac en migrateurs fluvio-lacustre étant lié à l'importance de l'inondation du Yaéré, la réduction de la superficie inondée entraîne une diminution des échanges fluvio-lacustres. Or, ceux-ci paraissent caractéristiques du peuplement ichtyologique tchadien, quel que soit l'état du lac. Les réduire correspond à une sous-exploitation des potentialités de production de l'ensemble fluvio-lacustre.

Influence spécifique

Nous avons essayé d'expliquer l'influence globale de la crue sur le peuplement en analysant son action au niveau spécifique. L'étude des histogrammes des fréquences des tailles a permis une meilleure compréhension des réactions des populations aux caractéristiques de l'inondation du Yaéré, tant du point de vue de la croissance individuelle que de celle des effectifs.

Les fortes crues favorisent la croissance individuelle comme le montre l'élévation du poids individuel moyen. La corrélation positive crue-poids individuel qui ne paraissait pas valable pour certaines espèces (fig. 12) se vérifie lorsqu'on tient compte de la présence de plusieurs cohortes (tabl. VIII). L'amélioration de la croissance affecte l'ensemble des populations de juvéniles.

Nous n'avons pas constaté de relation générale entre les effectifs spécifiques et la crue ; on observe même des tendances inverses : quelques espèces paraissent plus nombreuses en crue faible (*Alestes nurse* et *Synodontis schall gambiensis*), d'autres en crue forte (*Ctenopoma*) (fig. 3). Les histogrammes des tailles montrent que l'effectif d'une espèce peut comprendre des composantes qualitativement différentes : adultes et plusieurs groupes de jeunes. La proportion de ces composantes dépend des caractéristiques de l'espèce.

Les migrateurs anadromes de reproduction se reproduisent aux abords des zones inondées après la remontée du fleuve, sans s'engager dans la plaine — on peut cependant en douter pour les *Pollimyrus isidori* dont la taille des grands individus de l'El Beïd correspond à celle des géniteurs rencontrés dans le Logomatia. Les sédentaires se déplacent avec la crue dans la zone inondée ou sont déjà présents dans les mares résiduelles de la plaine. De cette répartition géographique des adultes résulte autant de lieux de reproduction potentiels. En déterminant la répartition et la persistance des zones favorables à la reproduction, la crue module l'expression de ce potentiel. La zone de contact entre fleuve et Yaéré s'étend avec l'intensité de la crue et l'inondation de la plaine se prolonge. L'extension et la prolongation de l'inondation permettent un étalement de la reproduction à l'origine de l'individualisation des cohortes que nous avons observées.

L'individualisation de plusieurs cohortes de juvéniles paraît être une potentialité générale quelles que soient les caractéristiques migratoires des espèces.

Chez les migrateurs (*Pollimyrus isidori* et *Hyperopisus bebe*), l'étalement des histogrammes, leur dissymétrie et l'absence de mode bien marqué — caractéristique d'un groupe de jeunes poissons du même âge — n'autorise pas à conclure à l'existence d'une seule cohorte. L'El Beïd apparaît comme le

TABLEAU IX

Liste des noms d'espèces avec leurs codes et abréviations utilisés dans les figures

List of species along with their codes and abbreviations used in the figures

CODE	SIGLE	NOM	CODE	SIGLE	NOM
1	XNI	Xenomystus nigri	50	SCH	Schilbe uranoscopus
2	HET	Heterotis niloticus	51	SMY	Schilbe mystus
3	HYP	Hyperopisus bebe	52	ENI	Eutropius niloticus
4	MHA	Mormyrus hasselquisti	53	SIL	Siluranoodon auritus
5	MRU	Mormyrus rume	55	SBA	Brachysynodontis batensoda
6	MDE	Mormyrops deliciosus	56	SME	Hemisynodontis membranaceus
9	BNI	Brienomyrus niger	57	SCL	Synodontis clarias
11	MCY	Marcusenius cyprinoïdes	60	SNI	Synodontis nigrita
14	PIS	Pollimyrus isidori	66	SSG	Synodontis schall-gambiensis
19	HBR	Hydrocynus brevis	67	MAL	Malapterurus electricus
21	ADE	Alestes dentex	68	LAT	Lates niloticus
22	ABA	Alestes baremoze	70	TNI	Sarotherodon niloticus
25	ANU	Alestes nurae	71	TAU	Sarotherodon aureus
28	ICH	Ichthyborus besse	72	TGA	Sarotherodon gallilaeus
29	CIC	Citharinus citharus	73	TZI	Tilapia zillii
33	DRO	Distichodus rostratus	75	CTE	Ctenopoma spp
34	DBR	Distichodus brevipinnis	79	PSE	Polypterus senegalus
37	LSE	Lebeo senegalensis	80	PBI	Polypterus bichir
38	LCO	Lebeo coubie	84	TSP	Tilapia et Sarotherodon spp
41	BBA	Bagrus bayad	85	CSP	Clarias spp
42	CAU	Chrysiichthys auratus	86	PET	Petrocephalus spp
44	AUC	Auchenoglanis spp	92	BAB	Barbus spp

lieu de convergence des jeunes d'une même espèce issus de lieux divers et ayant des dates de naissance différentes.

Guidés par le schéma assez net observé chez *Pollimyrus isidori* en 1976, il est possible de distinguer au moins deux cohortes successives dans les histogrammes de tailles des autres espèces. La première cohorte — selon l'ordre d'apparition chronologique — est présente dans l'El Beïd dès la montée des eaux et jusqu'à la fin de la présence de cette espèce on peut suivre la fin de sa croissance en longueur. La seconde cohorte de taille inférieure, apparaît seulement au moment des hautes eaux, sa croissance terminée ; son importance relative s'accroît en allant vers la décrue. Ce mélange de cohortes se traduit globalement par un abaissement de la taille moyenne puis par sa grande variabilité lorsque l'abondance de l'espèce diminue.

Brienomyrus niger et *Siluranodon auritus*, deux espèces autochtones des mares du Yaéré, fournissent toujours une cohorte qu'on peut suivre dans l'El Beïd jusqu'à la fin de la décrue. Une deuxième cohorte, peu abondante ou absente en crue faible, apparaît des hautes eaux jusqu'à la décrue pour *B. niger* et seulement à la décrue pour *S. auritus*. L'importance du recrutement dépend ici de la crue actuelle mais aussi de la précédente qui détermine le volume des mares, c'est-à-dire la capacité d'hébergement des reproducteurs de l'année.

Sarotherodon niloticus effectue des migrations latérales pendant l'inondation. Quelle que soit l'année, on retrouve dans l'El Beïd le même schéma de succession des cohortes. Aux cohortes mère et

filles d'étiage se substitue une cohorte principale apparue avec la crue ; on la suit jusqu'à la fin de la décrue. Au cours de la décrue, elle est encadrée par de grands individus et leur descendance. L'abondance de ces deux dernières cohortes est fonction de l'importance de la crue.

Les variations annuelles de crue provoquent donc des variations d'effectifs spécifiques. La réduction que nous avons observée à l'occasion de la faible crue de 1977 en est un exemple, aussi bien pour les espèces de crue que de décrue et, chez ces dernières, on observe en plus une incidence sur les captures de l'année suivante (cf. § 1.2.2.).

L'individualisation fréquente de deux cohortes principales peut correspondre à deux phases dans le processus de reproduction : un premier lot d'alevins nés dans le lit majeur envahit la plaine avec les premières eaux de débordement, c'est la première cohorte observée au niveau de l'El Beïd ; la naissance d'un second lot d'alevins paraît se situer au moment de l'étalement de l'inondation, il donne la deuxième cohorte qui apparaît dans l'El Beïd au cours des hautes eaux. La première cohorte peut être qualifiée de cohorte d'invasion, la seconde de cohorte d'installation dans un milieu bien inondé.

Les différences de taille modale entre cohortes sont minimales et la bimodalité disparaît avec le temps. Si elle peut être négligeable et disparaître par la suite en ce qui concerne la taille, cette différenciation affecte peut-être d'autres caractères (méristiques) qui expliqueraient la formation des sous-populations observées chez certaines espèces.

CONCLUSION

De 1974 à 1977, les variations annuelles des captures dans l'El Beïd montrent une évolution qui correspond aux répercussions des effets de la sécheresse sur les milieux et les stocks de reproducteurs. Cette évolution est modulée par le volume de la crue annuelle du Logone avec des modalités spécifiques.

Influence de la sécheresse

La sécheresse 1972/73 a réduit considérablement les échanges entre le lac et le réseau fluvial (QUENSIÈRE, 1976). Les productions de ces milieux sont devenues temporairement plus indépendantes.

En 1974 et 1975, le peuplement du Yaéré est caractérisé par des espèces qui, pour leur majorité, n'appartiennent pas à la catégorie des migrateurs fluvio-lacustres ; certaines d'entre elles comme les « Tilapia » présentent les qualités pionnières pour exploiter un milieu adjacent occasionnellement disponible.

Dès 1976, les stocks du lac (migrateurs) et des mares résiduelles du Yaéré (sédentaires), décimés par la sécheresse, se sont reconstitués. Leur potentiel de reproduction influe principalement sur les captures de crue de l'El Beïd pour les premiers et sur les captures de décrue pour les seconds.

La réapparition des migrateurs fluvio-lacustres dans les captures de l'El Beïd indique une reprise de l'exploitation conjuguée des trois milieux du bassin : lac, fleuves, Yaéré, par des espèces migratrices adaptées au faciès lacustre du Petit Tchad. Ce mode d'exploitation, adopté par le peuplement ichtyologique quel que soit l'état du lac, est donc une caractéristique constante du système tchadien.

LAUZANNE (1976) distingue deux types de chaînes trophiques dans le bassin tchadien : les chaînes détritique et végétale. Le comportement benthique et insectivore des Mormyridae et de *Brachysynodontis batensoda* — qui tendent à devenir prépondérant dans le groupe des migrateurs — permet d'inclure ces espèces dans la chaîne détritique. Les potentialités lacustres du Petit Tchad favorisent donc celle-ci au détriment de la chaîne végétale dont le maillon consommateur secondaires correspond à des migrateurs zooplanctophages typiques du Tchad Normal.

La comparaison des captures de l'El Beïd en période de Tchad Normal et de Petit Tchad (1968/1978) montre qu'une régression d'abondance spécifique est le cas le plus fréquemment observé (fig. 6). Ceci traduit sans doute une diminution ou une disparition de certains habitats des migrateurs fluvio-lacustres ; ces habitats correspondaient à des paysages qui n'existent plus en période de Petit Tchad (zones d'archipels). En outre, la réduction de la surface lacustre limite le potentiel de ressources que le Petit Tchad offre aux espèces susceptibles de

l'exploiter ; ces dernières présentent un facteur de développement généralement inférieur — en valeur absolue — au facteur de régression des autres espèces. Chez les sédentaires, la transformation du milieu lacustre doit être à l'origine de modifications très nettes des captures telles que la disparition des *Ichthyoborus* et la restructuration de la composition spécifique des *Tilapia-Sarotherodon* ; pour ces espèces, cela est l'indice d'une colonisation du Yaéré à partir des stocks lacustres.

Influence de la crue annuelle

L'influence du volume de la crue apparaît clairement lors de la faible crue 1977. Cette année-là le rendement de la pêche décroît (fig. 11), la croissance individuelle est réduite (fig. 12) et, autant en crue qu'en décrue, on constate une chute de l'abondance des espèces qui constituent la nouvelle tendance du recrutement en période de Petit Tchad (fig. 3). Chez certaines espèces, la diminution du nombre de cohortes (fig. 14 et 15) indique une réduction de la période de reproduction.

L'existence d'une relation entre l'intensité de la crue et la production des pêcheries a été remarquée depuis les premières études sur les rivières à plaines inondées. Dans une synthèse sur ce sujet, WELCOMME (1979) cite ANTIPA (1910) qui observait déjà une telle relation pour le Danube.

L'étude des plaines inondées s'est ensuite étendue à la zone tropicale et, pour l'Afrique, les travaux de DAGET décrivent les caractéristiques biologiques des espèces dans le delta central du Niger. L'influence de la crue sur la première croissance y est notée pour les *Distichodus* (DAGET, 1959) ; elle est confirmée par DANSOKO *et al.* (1976) dans une étude comparative de *Hydrocynus brevis* et *H. forskalii*, ces auteurs utilisent les variations hydrologiques de la période de sécheresse sahélienne pour mettre en évidence l'influence différentielle de la crue sur ces deux espèces dont une seule pénètre dans les zones inondées.

La pression économique pour l'aménagement des plaines inondées jugée potentiellement très productive a donné lieu à d'autres études dont celle des Kafue Flats. Dans ce système, DUDLEY (1974) et KAPETSKY (1974) ont trouvé une relation entre divers indicateurs de l'intensité de la crue, l'importance de la décrue et la croissance de première et deuxième année pour différents Cichlidés. La croissance est liée positivement à l'intensité de la crue et une décrue accentuée provoque une croissance médiocre (*in* WELCOMME, 1975).

En ce qui concerne l'influence de la crue sur les effectifs, DUDLEY (1972) a observé que les classes d'âge correspondant à des crues particulièrement intenses étaient mieux représentées. Dans le système

tchadien, nous avons aussi remarqué un recrutement important pour deux migrateurs fluvio-lacustres, *Citharinus citharus* et *Brachysynodontis batensoda* (BÉNECH, 1974, 1975) en 1970, année classée parmi les fortes crues de l'El Beïd. En corollaire, la déficience de la crue peut aboutir à l'absence de recrutement, c'est le cas pour *Citharinus citharus* en 1968 dans le fleuve Sénégal (REIZER, 1974). Ces effets marqués se traduisent dans certains peuplements par des espèces représentées par une seule classe d'âge comme le remarque HOLDEN (1963) dans la rivière Sokoto. Le succès du recrutement qui résulte de celui de la reproduction et de la survie des alevins, n'est pas général pour toutes les espèces ; HOLDEN (1963) note des variations dans l'abondance relative des espèces, en particulier entre sédentaires et migrateurs.

WELCOMME (1979) met l'accent sur les similitudes des systèmes de plaines inondées et les généralisations possibles dans cet ensemble. Cet auteur adopte en particulier une distinction pratique entre « whitefish » et « blackfish », classification écologique sommaire qui recouvre en partie celle de « migrateurs » et « sédentaires ». Les whitefish évitent les conditions sévères de la plaine en saison sèche tandis que les blackfish y restent fréquemment. Ces caractéristiques écologiques différentes ont d'importantes implications pour la gestion de l'écosystème et des stocks de poissons. Les blackfish se limitent à l'exploitation

de la zone inondée tandis que les whitefish sont susceptibles d'exploiter d'autres milieux éloignés et cette fonction est particulièrement intéressante pour l'exploitation du lac Tchad.

L'exploitation interdépendante des trois milieux — lac, fleuves, zones inondées — par les migrateurs est une constante du bassin tchadien ; mais, en Petit Tchad, le milieu lacustre ne présente pas toutes les potentialités trophiques offertes par le Tchad Normal et le rendement est peu élevé comme on peut en juger par les différences quantitatives de migrations anadromes. En Petit Tchad il paraît donc inutile de se soucier de l'entretien des stocks de migrateurs en favorisant un recrutement régulier et important. L'année 1974 fournit un exemple d'exploitation particulière du Yaéré. La production exceptionnelle de cette crue faible résulte des deux années d'assec précédentes. L'assec favorise la production suivant le principe de la jachère et/ou en supprimant les stocks autochtones, donc la concurrence pour les *Tilapia-Sarotherodon* responsables de la production élevée de 1974 (fig. 11). Une exploitation du Yaéré favorisant les *Tilapia-Sarotherodon* par une succession d'années d'assec — eau utilisée à des fins agricoles — et de mise en eau pourrait être une solution intéressante dans le cadre du système de Petit Tchad.

Manuscrit reçu au Service des Éditions de l'O.R.S.T.O.M.
le 30 juin 1983

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANTIPA (G.), 1910. — Regiunea inundabilă a Dunării. Starea ei actuală și mijloacele de a o pune în valoare. Bucarest, Rumania, 318 p.
- BÉNECH (V.), 1974. — Croissance en longueur de *Citharinus citharus* (Pisces, Citharinidae) dans l'Archipel sud-est du lac Tchad. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, vol. IX, n° 2 : 91-103.
- BÉNECH (V.), 1975. — Croissance, mortalité et production de *Brachysynodontis batensoda* (Pisces, Mochocidae) dans l'archipel sud-est du lac Tchad. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, vol. VIII, n° 1 : 23-33.
- BÉNECH (V.), LEMOALLE (J.), QUENSIÈRE (J.), 1976. — Mortalités de poissons et conditions de milieu dans le lac Tchad au cours d'une période de sécheresse. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, vol. X, n° 2 : 119-130.
- BÉNECH (V.), LEK (S.), 1981. — Résistance à l'hypoxie et observations écologiques pour seize espèces de poissons du Tchad. *Rev. Hydrobiol. trop.*, 14 (2) : 153-168.
- BÉNECH (V.), QUENSIÈRE (J.), 1982. — Migrations de poissons vers le lac Tchad à la décrue de la plaine inondée du Nord-Cameroun. I. Méthodologie d'échantillonnage et résultats généraux. *Rev. Hydrobiol. trop.*, 15 (3) : 253-270.
- BÉNECH (V.), QUENSIÈRE (J.), VIDY (G.), 1982. — Hydrologie et physico-chimie des eaux de la plaine d'inondation du Nord-Cameroun. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrol.*, 19 (1) : 15-35.
- BÉNECH (V.), DURAND (J.-R.), QUENSIÈRE (J.), 1983. — Fish communities of lake Chad and associated rivers and floodplains. In : Lake Chad, ecology and productivity of a shallow tropical ecosystem, ed. Carmouze (J.-P.), Durand (J.-R.) and Lévêque (C.). Monographiae Biologicae, Junk, The Hague.
- BÉNECH (V.), QUENSIÈRE (J.), 1983. — Migrations de poissons vers le lac Tchad à la décrue de la plaine inondée du Nord-Cameroun. II. Comportement et rythme d'activité des principales espèces. *Rev. Hydrobiol. trop.*, 16 (1) : 79-101.

- BLACHE (J.), 1964. — Les poissons du bassin du Tchad et du bassin adjacent du Mayo-Kebbi. Étude systématique et biologique. *Mémoire O.R.S.T.O.M.*, Paris, 4, 483 p.
- CARMOUZE (J.-P.), DEJOUX (C.), DURAND (J.-R.), GRAS (R.), ILTIS (A.), LAUZANNE (L.), LEMOALLE (J.), LÉVÊQUE (C.), LOUBENS (G.), SAINT-JEAN (L.), 1972. — Grandes zones écologiques du lac Tchad. *Cah. O.R.S.T.O.M.*, sér. *Hydrobiol.*, vol. VI, n° 2 : 103-169.
- CARMOUZE (J.-P.), LEMOALLE (J.), 1983. — The lacustrine environment. In: Lake Chad, ecology and productivity of a shallow tropical ecosystem, ed. Carmouze (J.-P.), Durand (J.-R.) and Lévêque (C.), Dr Junk Publishers. *Monographiae Biologicae*.
- DAGET (J.), 1959. — Notes sur les *Distichodus* (Poissons, Characiformes) de l'ouest africain. *Bulletin de l'I.F.A.N.*, sér. A, n° 4 : 1275-1303.
- DANSOKO (D.), BREMAN (H.), DAGET (J.), 1976. — Influence de la sécheresse sur les populations d'*Hydrocynus* dans le Delta Central du Niger. *Cah. O.R.S.T.O.M.*, sér. *Hydrobiol.*, vol. X, n° 2 : 71-76.
- DUDLEY (R. G.), 1972. — Biology of *Tilapia* of Kafue floodplain, Zambia : predicted effects of the Kafue Gorge Dam. Ph. D. Dissertation, University of Idaho, Moscow, USA, 50 p.
- DUDLEY (R. G.), 1974. — Growth of *Tilapia* of the Kafue floodplain, Zambia : predicted effects of the Kafue Gorge Dam. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 103 : 281-291.
- DURAND (J.-R.), 1970. — Les peuplements ichthyologiques de l'El Beïd — 1^{re} note — Présentation du milieu et résultats généraux. *Cah. O.R.S.T.O.M.*, sér. *Hydrobiol.*, 3-26.
- DURAND (J.-R.), 1971. — Les peuplements ichthyologiques de l'El Beïd — 2^e note — Variations inter et intra-spécifiques. *Cah. O.R.S.T.O.M.*, sér. *Hydrobiol.*, 5 (2) : 147-159.
- DURAND (J.-R.), 1978. — Biologie et dynamique des populations d'*Alestes baremoze* (Pisces, Characidae) du bassin tchadien. *Travaux et documents de l'O.R.S.T.O.M.*, n° 98, 332 p.
- HOLDEN (M. J.), 1963. — The populations of fish in dry season pools of the river Sokoto. *Fish. Publ. Colon. Off.*, 19, 58 p.
- JOHNSON (R. P.), 1974. — Synopsis on biological data on *Sarotherodon galilaeus*. *F.A.O. Fisheries Synopsis* n° 90.
- KAPETSKY (J. M.), 1974. — Growth, mortality and production of five fish species of the Kafue river floodplain, Zambia. Ph. D. Dissertation, University of Michigan, 194 p.
- KIRSCHBAUM (F.), 1982. — Reproduction of the Mormyrid *Pollimyrus isidori* in captivity. In: Fourth Congress of European Ichthyologists, Hamburg, 20-24. 1982, Abstracts, p. 149.
- LAUZANNE (L.), 1976. — Régimes alimentaires et relations trophiques des poissons du lac Tchad. *Cah. O.R.S.T.O.M.*, sér. *Hydrobiol.*, vol. X, n° 4 : 267-310.
- LEK (S.), LEK (S.), 1978. — Étude de quelques espèces de petits Mormyridae du bassin du lac Tchad. I. Observations sur la répartition et l'écologie. *Cah. O.R.S.T.O.M.*, sér. *Hydrobiol.*, vol. XII, n°s 3-4 : 225-236.
- LEK (S.), LEK (S.), 1978. — Écologie et biologie d'*Ichthyoborus besse* (Joannis, 1835) (Pisces, Citharinidae) du bassin du lac Tchad. *Cybium 3^e Série*, 1978 (4) : 65-86.
- LEK (S.), 1979. — Biologie des petits Mormyridae du Bassin tchadien. Thèse doct. 3^e cycle, Univ. Paul-Sabatier, Toulouse, 117 p.
- LEMOALLE (J.), 1979. — Biomasse et production phytoplanctoniques du lac Tchad (1968-1976). Relations avec les conditions du milieu. Thèse doct. état, Univ. Paris VI, O.R.S.T.O.M. Paris, 311 p.
- LOUBENS (G.), 1971. — Étude de certains peuplements ichthyologiques par des pêches au poisson (1^{re} note). *Cah. O.R.S.T.O.M.*, sér. *Hydrobiol.*, vol. III, n° 2 : 45-73.
- QUENSIÈRE (J.), 1976. — Influence de la sécheresse sur les pêcheries du delta du Chari (1971-1973). *Cah. O.R.S.T.O.M.*, sér. *Hydrobiol.*, vol. X, n° 1 : 3-18.
- REIZER (C.), 1974. — Définition d'une politique d'aménagement des ressources halieutiques d'un écosystème aquatique complexe par l'étude de son environnement abiotique, biotique et anthropique. Le fleuve Sénégal moyen et inférieur. Doctorat Sciences de l'Environnement. Dissertation. Fondation universitaire luxembourgeoise, Arlon, 4 vol., 525 p.
- TILHO (J.), 1928. — Variations et disparitions possibles du lac Tchad. *Ann. Géographie*, 37 : 238-260.
- TOUCHEBŒUF de LUSSIGNY (P.), 1969. — Note hydrologique sur l'El Beïd et la Kamadougou-Yobé. *O.R.S.T.O.M.*, sér. *Hydrobiol.*, 57 p.
- WELCOMME (R. L.), 1975. — The fisheries ecology of african floodplains. *CIFA Tech. Pap.*, 3, 51 p.
- WELCOMME (R. L.), 1979. — Fisheries ecology of floodplain rivers. Longman, London, 317 p.