

CROISSANCE, MORTALITÉ ET PRODUCTION DE *BRACHYSYNODONTIS BATENSODA* (PISCES, MOCHOCIDAE) DANS L'ARCHIPEL SUD-EST DU LAC TCHAD

Vincent BENECH

Centre O.R.S.T.O.M. B. P. n° 65. N'djaména (Tchad)

RÉSUMÉ

*Dans l'archipel sud-est du lac Tchad (fig. 1 A), des pêches mensuelles aux filets maillants et à la senne ont permis d'étudier la croissance, la mortalité et la production nette de *B. batensoda* d'avril 1971 à mars 1974. En raison de la sécheresse de 1972 et 1973, cette période est caractérisée par un abaissement de 2,70 m du niveau de l'eau (fig. 2, n° 3) et au cours du premier semestre 1973, la surface en eau de l'archipel, alors isolé du reste du lac, a diminué de 90 %.*

Pour la période antérieure à la sécheresse, soit jusqu'à la fin du 1^{er} semestre 1972, l'abondance de la classe d'âge 1970 (cohorte b) semble avoir inhibé la croissance des autres classes d'âge. On constate un arrêt « hivernal » de croissance en longueur de novembre 1971 à février 1972 (fig. 2, n° 1). La croissance en poids a été déduite de la croissance en longueur d'après la relation $W = 10^{-5} 1,6881 L^{3,1241}$. La diminution des prises par unité d'effort donne une estimation de la mortalité de la cohorte b (tableau I) et d'après la méthode d'Allen (fig. 5), la production nette s'élève à 38 kg/ha/an. Le rapport production sur biomasse moyenne est égal à 0,968.

A partir du 2^e semestre 1972, l'importante réduction de l'espace vital de ce poisson pélagique zooplanctophage créant des conditions de surpopulation (fig. 2, n° 4) et la dégradation de son alimentation, a entraîné l'arrêt persistant de la croissance en longueur (fig. 2, n° 1). L'étude du coefficient de condition a mis en évidence une légère croissance en poids due à la remise en eau à partir d'octobre 1973 (fig. 4 et fig. 2, n° 3).

ABSTRACT

*In the south-east archipelago of lake Chad (fig. 1 A), monthly fishings with gill nets and seine allowed to study growth, mortality and production of *B. batensoda* from April 1971 to March 1974. Owing to the drought in 1972 and 1973, this period has been characterized by a lowering of 2,70 m of the water level (fig. 2, n° 3); in the course of the first semester 1973, the archipelago was cut off from the lake and 90 % of its water surface dried.*

Before the drought, i.e. up to the end of the first semester 1972, the abundance of the age class 70 (cohort b) has probably inhibited the growth of the other age classes. We notice a «winter» length growth stop from november 1971 to february 1972 (fig. 2, n° 1). The weight growth has been deduced from the length growth by the relation: $W = 10^{-5} 1,6881 L^{3,1241}$. The decrease of the catch per unit effort gives a mortality estimate of the cohort b (tabl. I) and according to Allen's method (fig. 5), its net production is 38 kg/ha/yr. The production/mean biomass ratio is 0,968.

From the 2nd semester 1972 onwards, the important reduction of the vital space of this zooplankton feeder pelagic fish creating overcrowding conditions and the deterioration of its food, led to a persistent length growth stop (fig. 2, n° 1). The condition factor study makes obvious a slight weight growth at the flood from October 1973 onwards (fig. 4 and fig. 2, n° 3).

1. Introduction

Dans le bassin du lac Tchad (fig. 1 A), *Brachysynodontis batensoda* (ex-*Synodontis batensoda*; cf. POLL, 1971) est une espèce migratrice. Elle remonte le réseau fluvial à la crue en juin-juillet et s'y reproduit ainsi que dans les zones d'inondation adjacentes. Les jeunes gagnent le lac soit par le Chari, soit par l'El Béïd, rivière intermittente qui relie les zones d'inondation au lac; ils atteignent ce dernier fin octobre.

Cette étude concerne les *B. batensoda* de l'archipel sud-est du lac Tchad. Dans ce biotope, cette espèce a pris une importance croissante dans le peuplement

ichtyologique, tandis que le niveau d'eau baissait. Elle représentait 16 % de l'ichtyomasse (échantillonnée par une senne de rivage de maille de 20 mm nœud à nœud) pour la période 1966-1970; d'avril 1971 à avril 1972, sa biomasse moyenne (38,6 kg/ha) correspondait à 37,3 % de l'ichtyomasse. Du point de vue du cycle biologique, le séjour dans l'archipel correspond à la période de vie comprise entre la fin de la première croissance et la migration de reproduction.

La croissance mensuelle a été suivie d'avril 1971 à mars 1974; les années 1972 et 1973, exceptionnellement sèches, ont eu pour conséquence l'isolement du milieu d'étude du reste du lac (fig. 1, B). Ce phéno-



Fig. 1. — A. Différentes régions naturelles du lac Tchad à la cote moyenne de 281,5 m du niveau d'eau. Situation de la zone d'étude (LAFIA □; BOL ■) dans l'archipel sud-est.

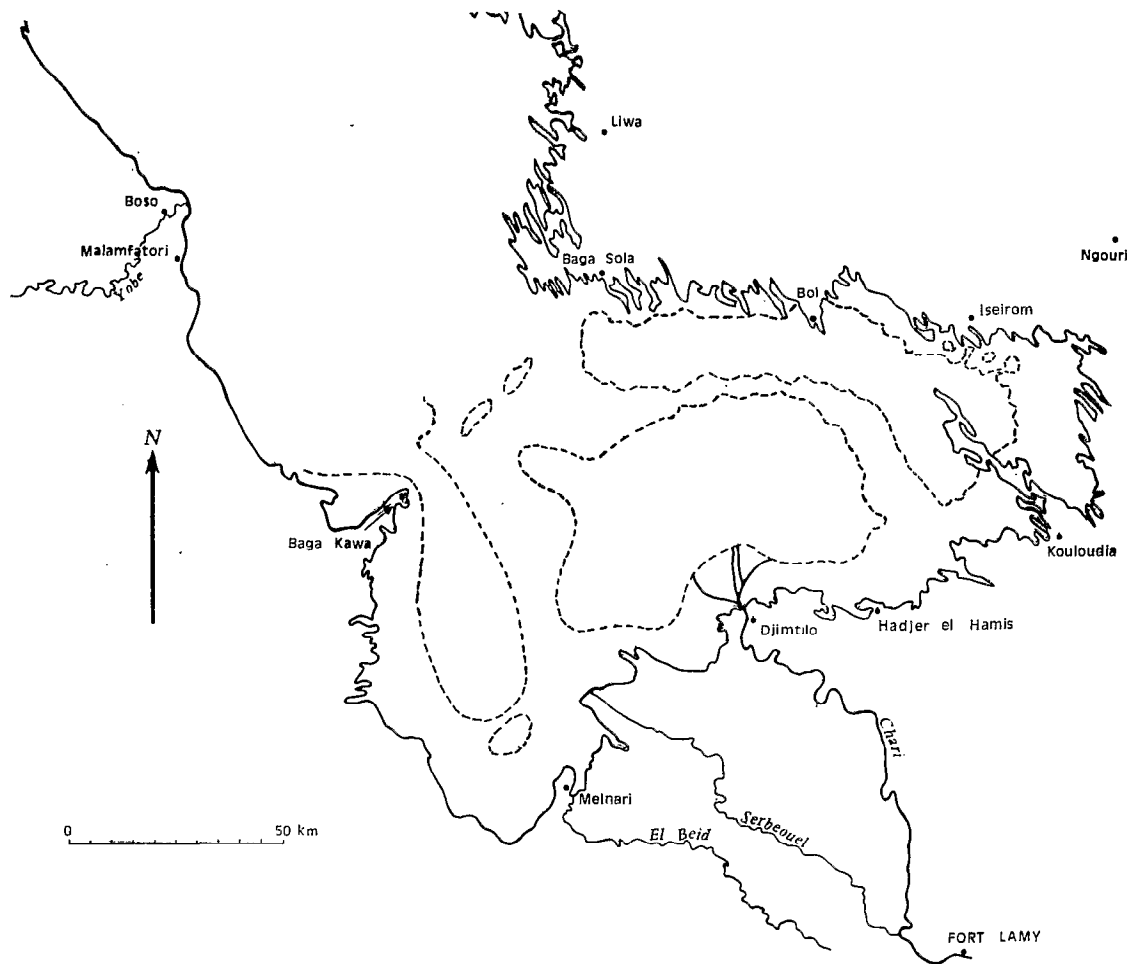


Fig. 1. — B. Surfaces de la cuvette sud en eau le 28/2/1973. L'isolement de l'archipel des eaux libres est effectif (d'après CHOURET *et al.*, 1973).

mène a empêché les échanges de population habituels. De plus, l'assèchement partiel et progressif de ce milieu isolé et les modifications du biotope qui en ont résulté, ont eu des répercussions sur la croissance de cette espèce.

Cette étude se rapporte principalement à une cohorte (recrutement de 1970) de la population de *B. batensoda*. La mortalité naturelle a été évaluée d'après la diminution des prises par unité d'effort de la batterie de filets maillants utilisée. La production et le rapport P/B ont été calculés pour cette même cohorte d'après les échantillons obtenus avec les filets maillants. Cette production a été ramenée à l'unité de surface par comparaison avec les résultats de pêches quantitatives à la senne de rivage pratiquées pendant la même période.

2. Le milieu et son évolution

Les caractéristiques physico-chimiques du lac Tchad ont été décrites en détail (Grandes zones écologiques du lac Tchad, 1972) pour la période 1964-1971; c'est pourquoi, ce paragraphe ne sera qu'un rappel des principaux traits de l'archipel sud-est, nous insisterons plutôt sur l'évolution du plan d'eau à la suite de la sécheresse exceptionnelle des années 1972 et 1973.

L'archipel sud-est constitue la bordure nord de la cuvette sud du lac Tchad (fig. 1, A). Il s'agit d'un erg fixe semi-émergé dont les dunes sont orientées sud-est nord-ouest. Ces dunes s'enfoncent progressivement vers l'intérieur du lac, les sommets faiblement submergés forment des îles couvertes de végétation

appelées « îlots-bancs »; cette zone de transition entre les eaux-libres et l'archipel constitue un seuil entre ces deux paysages. Les fonds de l'archipel sont recouverts principalement de vase et d'argile.

L'alimentation en eau provient des apports du Chari dont 50 % atteignent le lac en octobre-novembre. Le niveau remonte donc au cours du dernier quadrimestre et culmine en décembre-janvier; du fait de l'évaporation, il descend ensuite progressivement de 80 à 85 cm jusqu'en août. Pour la cote 281,5 m du niveau d'eau à Bol (maximum de 1969-1970), la hauteur d'eau variait de 2,5 à 4,0 m et la surface en eau était estimée à 1 470 km² (soit 62 % de la superficie de l'archipel sud-est). Le niveau a baissé régulièrement jusqu'en 1971; début 1972, le niveau de Bol atteignait 280,87 m. La crue exceptionnellement faible de 1972 ne permit pas de faire remonter le niveau qui se situait à 279,77 m en décembre 1972. La surface en eau n'avait pas beaucoup varié (1 450 km²) par contre, le niveau ayant baissé de 1,10 m, le volume avait considérablement diminué. L'exondation de la zone des îlots-bancs commençait. En février 1973, la séparation était complète (fig. 1, B). L'assèchement partiel de l'archipel fut très rapide, la surface en eau diminua de 90 % au cours du premier semestre 1973 (CARMOUZE *et al.*, 1973) (fig. 2, n° 3).

Une végétation très dense (cyperacées, graminées) s'est développée sur les zones exondées. Lors de l'arrivée de la crue de 1973, cette barrière végétale a joué le rôle de filtre vis-à-vis des peuplements ichtyologiques empêchant sans doute les immigrations dans l'archipel sud-est.

La crue de 1973 n'était que légèrement supérieure à celle de 1972, cependant la masse d'eau s'est dirigée presque entièrement vers l'archipel sud-est expliquant l'importante élévation du niveau de 1,50 m; les eaux libres du sud-est étant en charge par rapport à l'archipel, la remontée fut très brutale d'octobre à décembre (fig. 2, n° 3) (CHOURET *et al.*, 1974). Le niveau diminua progressivement de 50 cm de janvier à mars; l'archipel était à nouveau isolé.

3. Techniques d'étude

Des pêches aux filets maillants ont été effectuées quotidiennement. L'équipe de pêche disposait d'une batterie de filets maillants (abréviation : F.M.) de diverses tailles de maille divisée en trois séries :

— série 1 : F. M. 10, 12, 14, 15, 16, 18 (longueur du côté de la maille en mm).

— série 2 : F. M. 20, 22, 25, 30, 35, 40.

— série 3 : F. M. 50, 60, 70, 80, 90, 100, 115, 130.

La senne de rivage utilisée une fois par mois comprend une poche centrale et deux ailes. La poche et les

moitiés des ailes adjacentes à la poche sont constituées par des nappes de mailles de 20 mm de côté; des nappes de mailles de 40 mm de côté forment l'autre moitié des ailes. Chaque coup de senne couvrait une surface moyenne de 0,7 ha; 5 à 8 coups étaient pratiqués chaque mois. La similitude des proportions des groupes de taille dans les échantillons obtenus avec les filets maillants et la senne nous indique que la taille de maille de la senne ne donne pas de biais d'échantillonnage sur les plus petits poissons de la cohorte étudiée. Le comportement grégaire de l'espèce entraîne une grande variabilité de l'importance des captures d'un coup de senne à l'autre, ce qui implique une fourchette assez grande dans l'estimation de la biomasse par hectare.

Les *B. batensoda* sont capturés essentiellement par les F. M. des séries 1 (sauf F. M. 10) et 2 sur lesquels nous avons donc basé notre étude. Les captures de chacun de ces F. M., ramenées à un même effort de pêche, ont été regroupées par mois pour constituer l'échantillon mensuel de la population.

Cet échantillon n'est pas tout à fait représentatif du fait de la sélectivité propre à chaque F. M. Nous en avons tenu compte en corrigeant nos données suivant la méthode employée par HOLT (1963). Cette correction a été testée d'après ce que nous avons appelé les « captures non sélectives des F. M. ». On distingue en effet parmi les prises des F. M. de la série 1 des poissons maillés et des poissons emmêlés accidentellement dans le filet; il s'agit de deux groupes de taille bien distincts. Ces captures non sélectives sont très importantes car les épines pectorales et dorsales des espèces du genre *Synodontis* les rendent vulnérables à l'accrochage aux filets. De par leur mode de capture non sélectif, ces poissons représentent un échantillon non biaisé du groupe de taille auquel ils appartiennent. Pour un groupe de taille donné, il n'y a pas de différence significative au seuil de 5 % ($t = 0,847$, $N = 18$ couples) entre les moyennes mensuelles des tailles obtenues après rectification des captures sélectives suivant la méthode de Holt et les moyennes obtenues d'après les « captures non sélectives ».

Chaque mois, la détermination des groupes d'âge a été effectuée d'après la méthode de Petersen. Nous avons utilisé la méthode graphique de Cassie (1954) pour calculer la taille moyenne et les proportions respectives de chacun des groupes d'âge.

Les femelles sont un peu plus grandes que les mâles; ce fait, constaté dans le Nil par BISHAI et ABU-GIDEIRI (1965) a été observé ici pour certains échantillons dans lesquels les sexes avaient été déterminés mais nous n'avions pas de données suffisantes pour étudier séparément la croissance des deux sexes.

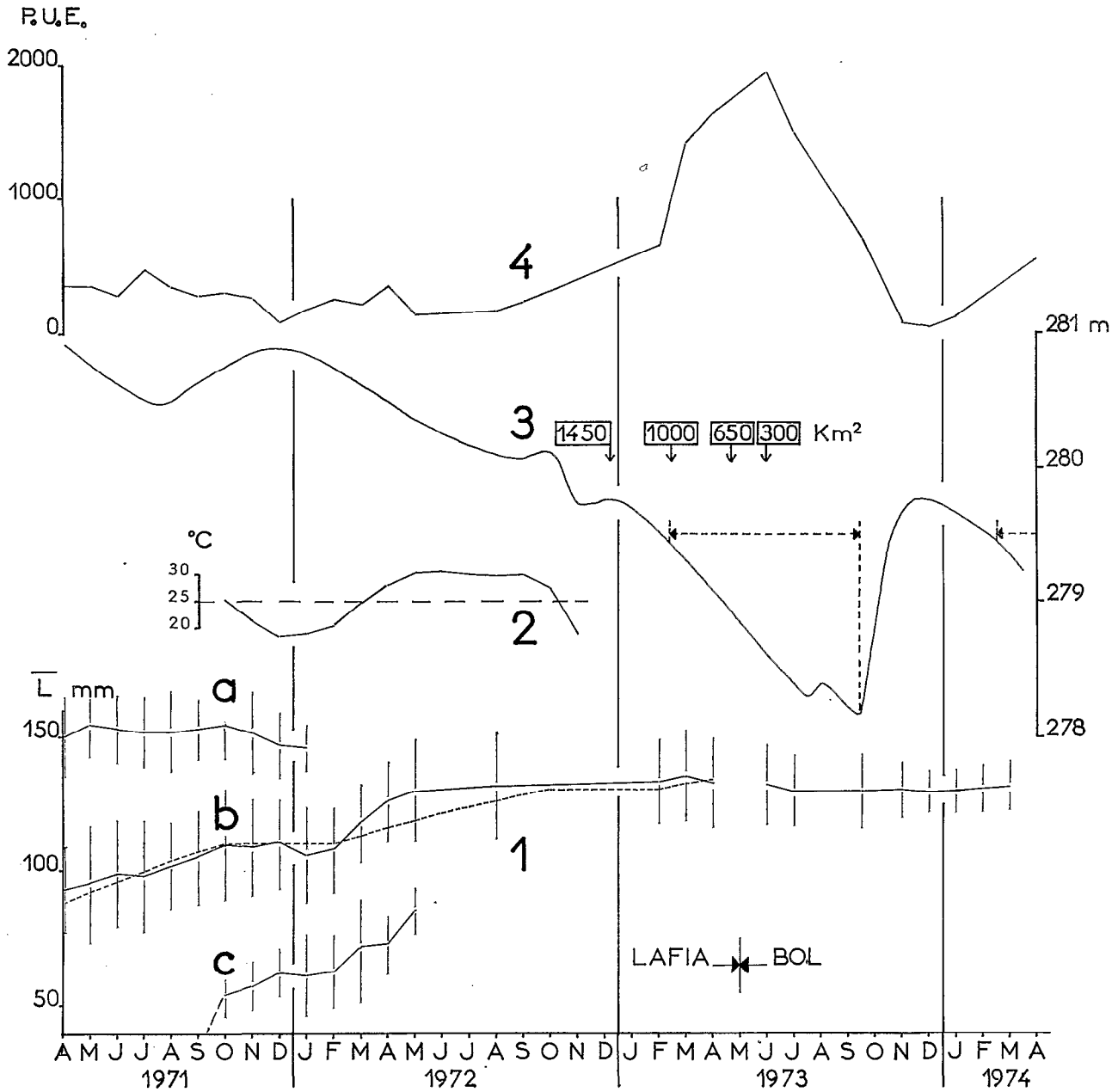


Fig. 2. — N° 1. — Croissance en longueur de *Brachysynodontis batensoda* dans l'archipel sud-est du lac Tchad d'avril 1971 à mars 1974. (Longueurs standard moyennes mensuelles $\pm 2 \sigma$). En tireté, essais d'ajustement de la croissance de la cohorte *b* à une courbe de VON BERTALANFFY. N° 2. — Moyennes mensuelles des températures de l'eau à Bol d'octobre 1971 à novembre 1972. N° 3. — Variations du niveau d'eau à Bol (d'après les données fournies par la section Hydrologie du centre O.R.S.T.O.M. de N'Djaména). Cote d'après référence I.G.N. 56. | ←-----→ | Période d'isolement de l'archipel. [650] Estimation en km² de la surface en eau de l'archipel sud-est (d'après CHOURET et al., 1973). N° 4. — Variations des prises par unité d'effort (p. u. e.) pour *B. batensoda*. D'après des pêches mensuelles aux filets maillants.

4. Démographie de la population

Pendant la période d'étude nous avons rencontré trois groupes de taille ou d'âge que nous avons appelé *a*, *b*, *c* (fig. 2, n° 1). *a* correspond aux poissons les plus âgés, *b* et *c* représentent respectivement les recrutements de 1970 et 1971; *c* apparaît en octobre.

a et *c* disparaissent au cours du premier semestre 1972. Il peut s'agir d'une migration de reproduction pour *a*; quant à *c*, il pourrait également avoir émigré ou péri du fait de conditions défavorables. Le groupe *b* représente donc à partir de 1972 l'essentiel de la population étudiée (90 à 100 %) (fig. 3).



Fig. 3. — Pourcentage des différents groupes d'âge de la population de *B. batensoda* pendant la période d'étude. A partir de mai 1972 la cohorte *b* représente toujours 95 à 100 % des captures.

Cohorte *a* —————
Cohorte *b* - - - - -
Cohorte *c*

On remarque l'absence de recrutement en 1972 et en 1973. La cause en est l'isolement de l'archipel sud-est du lac Tchad des zones de reproduction situées dans le réseau fluvial. Cet isolement a été

total à partir du début 1973 mais déjà fin 1972, les conditions de passage entre l'archipel et les eaux libres étaient très difficiles.

A partir du 2^e semestre 1972, l'archipel sud-est est donc pratiquement isolé et on peut penser qu'il n'y a ni émigrations ni immigrations. Le stock de poissons ainsi enfermé dans ce milieu n'est affecté du point de vue démographique que par la mortalité naturelle puisqu'il n'y a pas de reproduction et que l'effort de pêche est négligeable pour cette espèce. On assiste, à partir de 1973, à une brusque augmentation de la prise par unité d'effort (p. u. e.) (fig. 2, n° 4). Le rétrécissement des surfaces en eau très rapide à partir de cette date (fig. 2, n° 3) draine les poissons vers les mares accélérant dans celles-ci l'augmentation de la densité due au simple abaissement du niveau. La surpopulation qui en résulte est sans doute néfaste à la croissance.

La p. u. e. est maximale en juin 1973; elle décroît ensuite bien que le niveau d'eau continue à baisser jusqu'en septembre: il s'agit d'un accroissement de la mortalité naturelle. Pendant la saison des pluies, nous avons constaté des hécatombes de poissons à la suite des coups de vent; on peut penser à une asphyxie par la remise en suspension des sédiments qui provoque soit un déficit d'O₂ soit le colmatage des branchies. De septembre à décembre, la diminution de la p. u. e. est accentuée par la dilution due à la crue; le minimum est atteint en décembre et correspond au maximum de la crue. Le nouvel abaissement du niveau à partir de janvier 1974 se traduit par une nouvelle augmentation de la p. u. e. très nette en avril 1974.

Pour la période antérieure au deuxième semestre 1972, on peut considérer que les variations de niveau relativement faibles n'ont pas affecté la p. u. e. Pour le groupe *b*, la diminution de la p. u. e. qui est sensible jusqu'en août 1972 (tabl. I) doit donc être attribuée à la mortalité naturelle qui affecte cette classe d'âge dans la mesure où il n'y a pas d'émigration. On doit noter cependant que si l'influence de l'abaissement de niveau sur la p. u. e. est intervenue avant, la décroissance de la p. u. e. en a été ralentie, ce qui a pour conséquence une sous-estimation de la mortalité.

La courbe de survie d'une cohorte est de la forme $N_t = N_0 e^{-Zt}$. Z est le coefficient de mortalité, N_0 l'effectif initial au temps $t = 0$. Nous avons calculé la droite de régression de $\text{Log}_e N_t$ en t (exprimé en mois), N_t représentant les valeurs des p. u. e. mensuelles (tableau I) desquelles nous avons éliminé les valeurs aberrantes de décembre 1971 et avril 1972.

La droite: $\text{Log}_e N_t = -0,03214 t + 6,39385$ a un coefficient de corrélation significatif au seuil de 5 % (r calculé = 0,58; $n = 13$ couples). L'équation recherchée est donc: $N_t = 598,2 e^{-0,03214 t}$

TABLEAU I

Prises par unité d'effort mensuelles (N_t) des *B. balensoda* appartenant à la cohorte *b* d'avril 1971 à août 1972. t = âge en mois des poissons de cette cohorte

Mois	1971									1972					
	A	M	J	Jt	At	S	O	N	D	J	F	M	A	M	At
t	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	23
N_t	583	551	331	387	538	366	380	250	127	333	476	411	814	297	276

5. Croissance en longueur* (fig. 2, n° 1)

Nous avons supposé dans les paragraphes précédents que les changements du milieu devaient avoir des répercussions sur la croissance de *B. balensoda*, c'est pourquoi nous considérerons deux périodes séparées par le début des effets de la sécheresse sur le milieu que nous avons fixé à la fin du premier semestre 1972 et une troisième période à partir de la remise en eau fin septembre 1973.

1^e PÉRIODE : avril 1971 à mai 1972.

b croît d'avril jusqu'en octobre 1971, avec toutefois un ralentissement en juillet. On constate un arrêt de croissance de 4 mois de novembre à février inclus. La croissance en longueur reprend activement à partir de mars jusqu'en mai 1972 (20 mm en 3 mois).

L'arrêt de croissance des jeunes de l'année (*c*) se limite à janvier et février. Ils ont de mars à mai 1972, une croissance presque identique à celle de *b*.

Le groupe *a* ne présente pas de croissance en longueur. Il semble que ce groupe ait atteint sa taille limite pour le milieu considéré. La taille moyenne oscille entre 150 et 155 mm d'avril à novembre 1971, puis décroît jusqu'à 146 mm en janvier 1972; elle remonte à partir de mars, mais l'effectif est trop peu important pour prendre en considération cette remontée. Cet abaissement de la taille moyenne peut s'expliquer par l'émigration des grands individus; la taille minimale à la reproduction se situe en effet vers 150 mm. Il pourrait aussi résulter d'une variation du sex-ratio au profit des ♂ qui sont plus petits que les ♀.

Si l'on essaie d'établir une correspondance entre les croissances de ces trois groupes d'âge, on constate plusieurs discordances :

— la taille atteinte par *c* en mai 1972 est inférieure de 10 mm à celle de *b* en mai 1971. La taille atteinte par les jeunes de l'année à l'arrivée au lac peut être différente suivant les années en fonction

des caractéristiques de la crue qui déterminent les conditions de la première croissance dans les zones inondées et le milieu fluvial.

— la taille atteinte par *b* à son 2^e arrêt de croissance (novembre 1971 à février 1972) est inférieure de 40 à 45 mm à la taille de *a*. L'importance de cet écart nous conduit à penser qu'une classe d'âge manque entre *a* et *b*. Il ne nous a pas été possible d'observer les pièces osseuses qui nous auraient peut-être permis de préciser la différence d'âge qui sépare *a* et *b*.

2^e PÉRIODE : juin 1972 à septembre 1973.

Cette période est caractérisée par l'assèchement progressif de la zone d'étude, ce qui nous a obligé à déplacer le lieu de pêche d'une quinzaine de kilomètres de LAFIA à BOL, début mai 1973. *b* constitue la quasi totalité de la population et sa densité augmente du fait de la réduction du volume d'eau.

De mai 1972 à octobre 1972, la croissance en longueur est faible : 4 mm en moyenne. Il semble que *b* ait atteint sa taille limite pour les nouvelles conditions de milieu à partir de cette période-là car la croissance ne reprend pas en mars et avril 1973. On note une légère diminution de la taille; les individus capturés dans la nouvelle station de pêche doivent être un peu plus petits.

3^e PÉRIODE : octobre 1973 à mars 1974.

La remise en eau qui se produit à partir de fin septembre n'a eu aucune incidence sur la croissance en longueur de *b*. La taille demeure constante pendant cette période.

Nous nous intéresserons plus particulièrement à la croissance de *b* que nous pouvons suivre pendant toute la période d'étude. On constate trois arrêts de croissance différents. Le premier n'est pas un arrêt véritable mais un ralentissement en juillet 1971; le second se situe de novembre 1971 à février 1972; le troisième commence par un ralentissement vers la fin du premier semestre 1972 puis l'arrêt de croissance persiste pendant tout le reste de la période d'étude.

* Il s'agit de la longueur standard.

TABLEAU II

\bar{K} : moyennes mensuelles des coefficients de condition ($K = 10^5 \frac{W}{L^3}$) et W : poids individuels moyens mensuels en grammes des *B. balensoda* dans l'archipel sud-est du lac Tchad. Pour W , la ligne supérieure indique les valeurs calculées à partir de la formule $W = 10^{-5} 1,6881 L^{3,1241}$, la ligne inférieure indique les valeurs calculées à partir de la formule : $W = 10^{-5} \bar{K} L^3$ (voir texte).

		Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
\bar{K}	1972		3,096						3,062	3,124	3,097		
	1973		3,146	3,161	3,109			3,046	3,015	3,037		3,177	
	1974			3,385	3,264								
W	1971				23,8	25,9	29,0	28,1	34,8	35,3	40,3	39,1	41,4
	1972	35,9	38,6	50,7	62,3	67,8	—	—	71,2 72,0	69,2 73,5	74,4 72,9	—	—
	1973	—	73,7 74,0	77,2 74,4	72,9 73,1	—	72,0	67,8 66,9	65,0 66,2	67,8 66,7	68,7 69,8	67,0	
	1974	67,8	—	70,3 74,4	71,7								

La période novembre 1971-février 1972 correspond à la saison fraîche. Dans le même milieu, un arrêt semblable de la croissance en longueur a été noté chez un autre zooplanctophage (*Alesles baremoze*) par DURAND et LOUBENS (1969); ces auteurs ont attribué ce phénomène à l'abaissement de température car les conditions alimentaires étaient alors favorables toute l'année. Une espèce détritivore (*Citharinus citharus*) présente aussi le même arrêt de croissance de novembre 1971 à février 1972 (BENECH, 1974); la température de l'eau est inférieure à 25 °C pendant cette période (fig. 2, n° 2).

Nous remarquons (fig. 2, n° 3) que le niveau d'étiage en juillet 1971 est du même ordre que celui du début du ralentissement de croissance de 1972. Nous pensons donc que les deux autres périodes de ralentissement et d'arrêt de croissance en longueur sont à attribuer à l'abaissement du niveau d'eau comme le montre la comparaison des courbes n° 1 et n° 3 de la figure 2. La réduction de l'habitat de ces poissons pélagiques a deux conséquences néfastes à la croissance : d'une part l'augmentation de la compétition intraspécifique (voir p. u. e. fig. 2, n° 4); d'autre part, la dégradation de la valeur nutritive de leur ration alimentaire. Ce dernier point est confirmé par la comparaison des contenus stomacaux de 1972 et 1973; ceux de 1973 contiennent une forte proportion de détritus et une espèce de Cladocères (*Macrothrix goeldii*) qui se trouve en abondance près du fond (SAINT-JEAN, comm. pers.).

Après avoir eu soin d'éliminer les périodes d'arrêt de croissance normales de saison fraîche, nous avons essayé d'ajuster aux données mensuelles une courbe de Von Bertalanffy $L_t = L_\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}]$. Afin de déterminer les valeurs de t , nous avons fixé la date de naissance de la cohorte b au 1^{er} septembre 1970. La droite de Ford-Walford obtenue :

$L_{t+1} = 0,9404 L_t + 9,7069$, ($r = 0,929$; $n = 13$), nous donne $K = 0,0614$ et $L_\infty = 162,9$ mm. Les plus grands poissons observés dans le groupe de taille considéré appartiennent à la classe 165 mm (classes de 5 mm); le fait que L_∞ corresponde à la taille des plus grands individus se justifie par la forme de la courbe de croissance réelle qui, du fait de l'arrêt de croissance prolongé a une allure asymptotique.

De l'équation de la droite de régression :

$\log(L_\infty - L_t) = -0,02817 t + 2,05714$, ($r = -0,964$; $n = 16$), on tire pour $L_t = 0$, $t_0 = -5,4966$.

D'où l'équation : $L_t = 162,9 [1 - e^{-0,0614(t+5,4966)}]$

Cette courbe a été tracée en tireté sur la figure 2 (n° 1). Elle s'ajuste très mal pour la période mars-août 1972. La brusque croissance qui apparaît pendant cette période est en effet un phénomène inattendu qui montre que ces poissons ne sont pas dans des conditions de croissance normale; ils possèdent un potentiel de croissance important qui s'exprime quand les conditions sont favorables.

6. Croissance en poids (fig. 4)

La relation longueur (L)-poids (W) a été calculée pour l'intervalle de taille 80 à 190 mm avec 10 couples de valeurs dans chaque classe de taille de 5 mm.

$W = 10^{-5} 1,6881 L^{3,1241}$ ($r = 0,995$; $n = 230$ couples)

La croissance en poids peut être déduite de la croissance en longueur d'après la relation ci-dessus. C'est ce qui a été fait pour le groupe b d'avril 1971 à mars 1974 (fig. 4 et tabl. II). Cette méthode ne permet pas d'observer les variations de poids dues aux changements de condition pour une taille

constante. C'est pourquoi, à partir d'août 1972, la taille variant très peu, nous avons calculé chaque mois le coefficient de condition $K = 10^5 \frac{W}{L^3}$ de 40 poissons (20 ♂ et 20 ♀) dont la taille était comprise dans l'intervalle $L \pm \sigma$. Bien que l'exposant de L dans la relation (L) - (W) ci-dessus soit différent de 3, les coefficients de condition ainsi calculés sont comparables à partir de mai 1972 puisque la taille demeure pratiquement constante.

Ces poissons sont toujours en très bonne condition; ils possèdent des réserves importantes dans la cavité abdominale. Les variations de \bar{K} sont faibles, les valeurs sont très proches de 3 (tabl. II). Les valeurs les plus élevées sont obtenues début 1974, il y a une augmentation du coefficient de condition vers la fin de la période d'étude. Nous avons comparé les moyennes de K avant et après l'arrivée de la crue fin septembre 1973 :

- échantillons de juillet, août et fin septembre 1973..... $\bar{K} = 3,033$
- échantillons de novembre 1973, mars et avril 1974..... $\bar{K} = 3,275$

La différence $d = 0,242$ entre ces deux moyennes est hautement significative ($1,96s_d = 0,073$).

Les moyennes mensuelles des coefficients de condition \bar{K} ont été utilisées pour calculer le poids individuel moyen d'après la relation $W = 10^{-5} \bar{K} L^3$. Nous avons pris $L = 133$ mm d'août 1972 à avril 1973 et $L = 130$ mm de juillet 1973 à mars 1974. On constate une légère augmentation de poids à partir de novembre 1973 (fig. 4); la remise en eau

de l'archipel en octobre 1973 a sans doute été bénéfique.

7. Production

Nous avons utilisé la méthode graphique d'Allen (1951) pour calculer la production nette de *B. batensoda* (fig. 5). Chaque point de la figure a pour ordonnée l'effectif de la cohorte b au temps t (N_t) et pour abscisse le poids individuel « moyen » au même moment (W_t); la surface comprise entre la ligne brisée qui joint ces différents points et l'axe des abscisses est proportionnelle à la production pour l'intervalle de temps considéré.

L'effectif mensuel a été calculé à partir de l'équation :

$$N_t = 598,2 e^{-0,032142 t} \text{ (cf. paragraphe 4).}$$

Le poids individuel « moyen » a été obtenu à partir de la longueur moyenne mensuelle L_t d'après la relation $W_t = 10^{-5} 1,6881 L_t^{3,1241}$ (cf. paragraphe 6). Notons que W_t ainsi calculé est inférieur au poids moyen \bar{W}_t . D'après le coefficient de variation de la distribution des longueurs de la cohorte b ($\frac{\sigma}{\mu} \approx 0,09$)

et la valeur de $b \approx 3,1$ dans la relation longueur-poids, le pourcentage de sous-estimation de W_t est compris entre 1 et 5 % si l'on se réfère aux abaques de PITCHER et MAC DONALD (1973) établis pour la relation longueur-fécondité qui est du même type que la relation longueur-poids.

Le produit $N_t W_t$ est une estimation de la biomasse B_t des poissons capturés mensuellement par un même effort de pêche à l'aide des filets maillants.

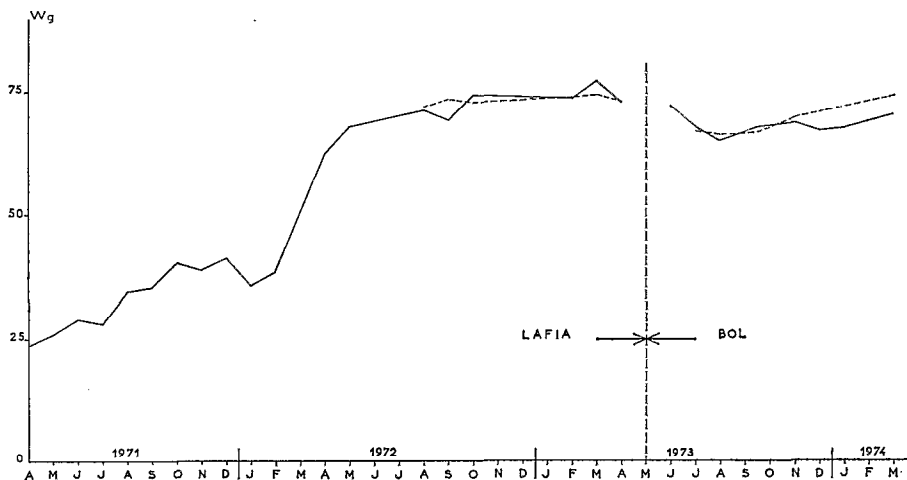


Fig. 4. — Croissance en poids de la cohorte b de *B. batensoda* dans l'archipel sud-est du lac Tchad d'avril 1971 à mars 1974.
 ——— résultats déduits de la relation : $W = 10^{-5} 1,6881 L^{3,1241}$
 - - - - résultats obtenus d'après la relation : $W = 10^{-5} \bar{K} L^3$

TABLEAU III

Estimations mensuelles de la biomasse B_t des *B. balensoda* de la cohorte *b* capturés aux filets maillants par un même effort de pêche d'avril 1971 à avril 1972.

t = âge en mois
 N_t = nombre de poissons
 W_t = poids individuel en grammes

	t	N_t	W_t	$B_t = N_t W_t$
A.....	7	477,7	23,8	11 369
M.....	8	462,6	25,9	11 981
J.....	9	447,9	29,0	12 989
1 JH....	10	433,8	28,1	12 190
9 AH....	11	420,1	34,8	14 619
7 S.....	12	406,8	35,3	14 360
1 O.....	13	393,9	40,3	15 874
N.....	14	381,4	39,1	14 913
D.....	15	369,4	41,4	15 293
1 J.....	16	357,7	35,9	12 841
9 F.....	17	346,4	38,6	13 371
7 M.....	18	335,4	50,7	17 005
2 A.....	19	324,8	62,3	20 260

Ces différentes valeurs sont indiquées dans le tableau III d'avril 1971 à avril 1972. La production P a été calculée graphiquement pour cette période qui précède les perturbations dues aux effets de la sécheresse.

$$P = 13\,937 \text{ g/an}$$

Cette valeur et celles des biomasses du tableau III ne peuvent être rapportées à une surface du biotope du fait du moyen d'échantillonnage utilisé. Il est cependant possible après avoir calculé la biomasse moyenne à partir des valeurs mensuelles de B_t ($\bar{B} = 14\,930 \text{ g}$) d'obtenir le rapport $\frac{P}{\bar{B}}$.

$$\frac{P}{\bar{B}} = \frac{13\,937}{14\,930} = 0,968$$

Nous avons utilisé les résultats des pêches à la senne de rivage qui ont eu lieu dans le même milieu pendant la même période (tabl. IV) pour avoir une estimation de la biomasse moyenne par hectare.

$\bar{B}/\text{ha} = 39\,166 \pm 16\,670 \text{ g/ha}$ (intervalle de confiance à 95 %)

Cette donnée nous a permis de déduire la production par hectare de la relation :

$$\frac{P/\text{ha}}{\bar{B}/\text{ha}} = \frac{P}{\bar{B}} = 0,968$$

$P/\text{ha} = (39\,166 \pm 16\,670) \cdot 0,968 = 37\,913 \pm 16\,136 \text{ g/ha/an}$ soit : $37,9 \pm 16,1 \text{ kg/ha/an}$

L'incertitude obtenue : $\pm 16,1 \text{ kg/ha/an}$ (42,5 %) est importante. Cela provient du gréganisme de

l'espèce qui entraîne une grande variabilité des captures à la senne de rivage.

8. Discussion et conclusion

Cette étude sur *Brachysynodontis balensoda* dans l'archipel sud-est du lac Tchad nous montre quelques particularités de démographie et de croissance de cette population. Nous comparerons ces résultats à ceux obtenus chez *Citharinus citharus* pour la même période et dans le même biotope (BENECH, 1974). *Citharinus citharus* se nourrit sur le fond donc tout à fait différemment de *Brachysynodontis balensoda* (zooplanctophage); leurs cycles biologiques sont semblables.

Nous avons remarqué chez *B. balensoda* la prépondérance de la classe d'âge 1970 (fig. 3) qui, à partir du 2^e semestre 1972, constitue la totalité de l'effectif de la population. L'autre particularité démographique importante que nous avons déduit de l'étude de la croissance, c'est l'absence probable de recrutement dans l'archipel en 1969. Ces deux faits se complètent pour expliquer la possibilité d'une variabilité annuelle des recrutements dans ce milieu. 1970 a été une année de recrutement exceptionnel, nous avons constaté la même prépondérance de la classe 1970 dans la population de *Citharinus citharus*. Les poissons rencontrés en 1971 disparaissent des prélèvements au cours de 1972; la niche écologique étant surpeuplée par la cohorte *b*, ces jeunes ont dû émigrer. Si l'on considère l'importance relative de la cohorte *a* dans les prélèvements de 1971 (jusqu'à 27,8 %) on peut penser que ce même phénomène de refoulement des jeunes a pu se produire pour le recrutement de 1969.

Des causes démographiques doivent aussi être responsables de l'absence de croissance en longueur du groupe *a*. Sa taille moyenne (153 mm) est loin d'atteindre la taille maximale observée chez cette espèce (240 mm). La croissance pourrait en fait être masquée par une émigration progressive des plus grands individus; 150 mm représentent en effet la taille minimale de reproduction. Ceci est peu vraisemblable car la diminution de l'effectif n'est pas progressive mais brutale début 1972 (fig. 3). L'absence de croissance est donc réelle. Ces poissons ont atteint leur taille limite dans le milieu considéré et ils émigrent pour rechercher des conditions plus favorables. La prépondérance de la cohorte *b* peut en être la cause. Les classes d'âge abondantes tendent en effet à retarder la croissance des classes d'âge précédentes et suivantes (NIKOLSKY, 1965). La taille inférieure de *c* en mai 1972 par rapport à celle de *b* un an plus tôt peut également résulter en partie de ce même phénomène.

Le ralentissement puis l'arrêt de croissance en

TABLEAU IV

Biomasses en g/ha de la cohorte *b* de *B. batensoda*. Chaque donnée est issue d'un seul coup de senne ; elle est calculée à partir de la proportion de l'effectif de *b* dans l'échantillon mensuel et du poids individuel moyen

1971						1972			
Juin	Juil.	Août	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avril
8856	473	1777	3215	6775	99542	6484	177352	629	36186
226	24182	2272	130	53863	104835	42333	427050	27376	2465
32	1505	76111	1236	38918	9896	17076	13666	2286	6227
14993	8055	32297	0	89727	80801	44736	21985	21668	0
6554	2856	5562	12373	27755	184223	415	79083	886	0
429	48743	114560	424	9963	116725	281381	61211		0
422		26236			20082	4363	85647		
2484						55031			
						5657			
						2988			

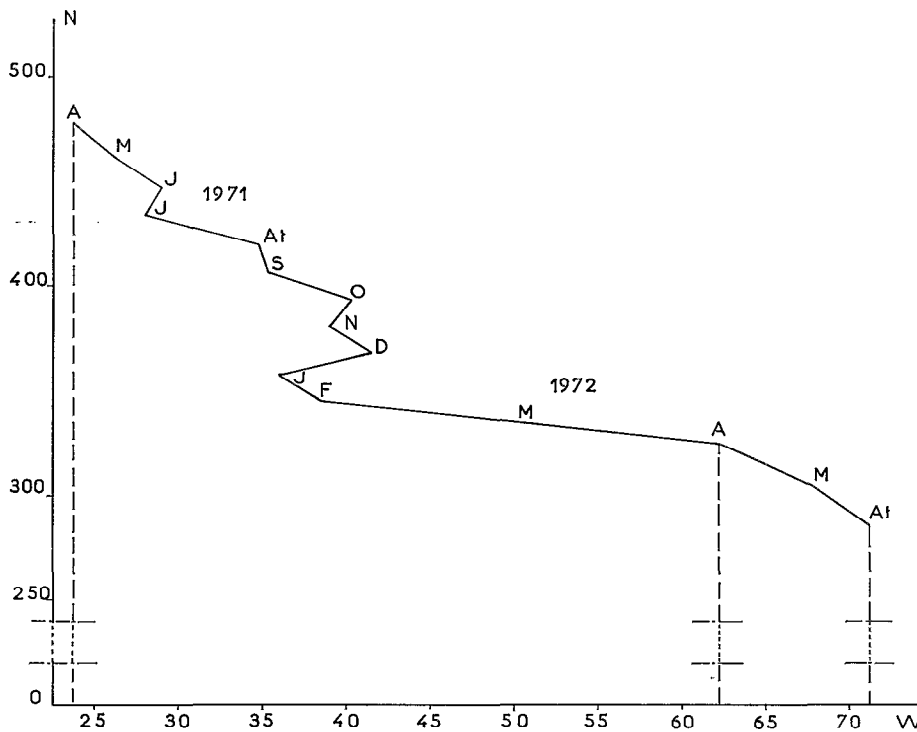


Fig. 5. — Production de la cohorte *b* de la population de *B. batensoda* dans l'archipel sud-est du lac Tchad d'avril 1971 à août 1972. — N : nombre d'individus. W : poids individuel.

longueur de la cohorte *b* à partir de la fin du premier semestre 1972 ainsi que le ralentissement observé en juillet 1971 sont d'autres conséquences de la compétition intraspécifique qui devient de plus en plus intense à mesure que le volume d'eau diminue. Il s'agit bien d'un effet de surpopulation car, pour la même période, *Citharinus citharus* a une croissance importante (55 mm contre 4 mm pour *B. batensoda*). *Citharinus citharus* est une espèce détritivore qui se nourrit sur le fond; la surface en eau ayant peu varié jusqu'à la fin 1972, l'habitat de cette espèce n'a donc pas été restreint jusqu'à cette date et la surpopulation n'a pas existé (pas d'augmentation de la densité relative à la surface). Par contre, le niveau d'eau ayant baissé, l'habitat de *B. batensoda*, espèce pélagique, a été considérablement réduit; à la compétition intraspécifique (augmentation de la densité relative au volume) s'ajoute la dégradation de la valeur nutritive de la ration alimentaire due à la proximité du fond.

Les causes thermiques de l'arrêt de croissance en longueur pendant la période novembre 1971-février 1972 sont confirmées d'une part par un arrêt semblable constaté chez le zooplanctophage *Alestes baremoze* (DURAND et LOUBENS, 1969) à une époque où le milieu produisait une nourriture abondante toute l'année et d'autre part par celui de *Citharinus citharus* (même période) dont le régime alimentaire est tout à fait différent.

Nous avons peu de données pour analyser les variations de poids pendant la période de stagnation de la croissance en longueur de *b*. Le coefficient de condition *K* est constant avec une tendance à l'augmentation fin 1973 début 1974. Nous avons attribué cette légère augmentation de poids à l'alimentation en eau de l'archipel. En deux mois à partir du début d'octobre le niveau de l'eau s'est élevé de 1,50 m. Ce flux important a provoqué une diminution de la densité des poissons réduisant ainsi la compétition intraspécifique et a peut-être favorisé le développement du zooplancton. Nous ne pensons pas que cette augmentation du coefficient de condition soit due à l'immigration de poissons des eaux-libres; la végétation qui s'était développée entre les deux milieux pendant l'exondation représentait une barrière végétale très dense, large de plusieurs kilomètres, difficilement franchissable pour des poissons de cette taille (130 mm en moyenne) et de plus pélagiques.

Les chiffres obtenus pour la production annuelle correspondent à celle d'une seule cohorte mais ils représentent aussi la quasi totalité de la production de la population puisque la cohorte *a* ne croît pas et que l'effectif de *c* est très réduit. La plupart des

données de production nette concernent soit l'ensemble des populations ichtyologiques appartenant à un même niveau trophique, soit la population totale d'une espèce. GERKING (1962) donne séparément les productions de chaque groupe d'âge d'une population de bluegill (*Lepomis macrochirus*) de l'Indiana. La biomasse de cette espèce représente 66 % de l'ichtyomasse. La production totale s'élève à 91 kg/ha/an dont 58,9 % est due au recrutement et 35,4 % au groupe d'âge III (32,28 kg/ha/an). Cette production du groupe d'âge III est comparable à celle de la cohorte *b* de *B. batensoda*. Cependant, le rendement de ce dernier est plus élevé; le rapport P/B atteint 0,968 chez *B. batensoda* et n'est que de 0,58 chez les bluegills. *B. batensoda* est un planctophage strict contrairement au bluegill dont la ration alimentaire contient une proportion importante d'organismes benthiques. Le rendement supérieur de *B. batensoda* s'accorde avec les résultats de MICHEEVA *et al.* (1970) qui, dans les lacs Naroch, Myastro et Batorin de Biélorussie, obtiennent pour les planctophages les valeurs de P/B les plus élevées du peuplement ichtyologique (0,75 - 0,80). Ce rapport n'atteint que 0,44 - 0,50 pour les benthophages et 0,4 pour les ichtyophages. Le rapport P/B de *B. batensoda* apparaît cependant particulièrement élevé même pour un planctophage.

ALLEN (1971) a étudié les relations production-biomasse lorsque la mortalité et la croissance des cohortes correspondent à certains modèles mathématiques. Dans le cas où la mortalité et la croissance correspondent à des fonctions exponentielles, le rapport $\frac{P}{\bar{B}} = G$ (*G* : taux de croissance instantané).

Chez *B. batensoda*, pour la période avril 1971-avril 1972, la mortalité est une fonction exponentielle (cf. paragraphe 4). D'après la figure 4, le modèle simple qui représente le mieux la croissance en poids pour cette même période, est également une fonction exponentielle ($W_t = W_0 e^{Gt}$); nous obtenons un coefficient de corrélation $r = 0,920$ pour la droite de régression $\text{Log}_e W_t = Gt + \text{Log}_e W_0$ dans laquelle $G = 0,063$ (données du tableau n° III; *t* en mois). Si l'on prend l'année pour unité de temps $G = 0,063 \times 12 = 0,756$.

La biomasse moyenne \bar{B} est égale à 39 kg/ha (cf. paragraphe 7).

Donc $P = G \bar{B} = 0,756 \times 39 \simeq 29$ kg/ha/an

Cette valeur est inférieure à celle que nous avons obtenue (38 kg/ha/an) par la méthode graphique (ALLEN 1951), elle est toutefois du même ordre de grandeur, la différence est à attribuer à la simplification de la courbe de croissance dans la 2^e méthode.

BIBLIOGRAPHIE

- ALLEN (K. R.), 1951. — The Horokiwi stream. A study of a trout population. *Fish. Bull. N. Z. Marine Dept.*, 10, 231 p.
- ALLEN (K. R.), 1971. — Relation between production and biomass. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 28, 1573-1581.
- BENECH (V.), 1974. — Données sur la croissance de *Cilharinus citharus* (Poissons, Characiformes) dans le Bassin tchadien. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, VIII, 1 : 23-33.
- BISHAI (H. M.) & ABU GIDEIRI (Y. B.), 1965. — Studies on the biology of genus *Synodontis* at Khartoum. I. Age and growth. *Hydrobiologia*, 26, 1-2 : 85-97.
- CARMOUZE (J. P.), CHOURET (A.), FRANÇ (J.), 1973. — Étiage du lac en 1973 : assèchement de la cuvette sud. *O.R.S.T.O.M., Fort-Lamy*, 8 p., 8 fig., multigr.
- CARMOUZE (J. P.) et al., 1972. — Grandes zones écologiques du lac Tchad. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, VI, 2 : 103-169.
- CASSIE (R. M.), 1954. — Some use of probability paper in the analysis of size frequency distributions. *Aust. J. Mar. Freshwat.*, 5 : 513-522.
- CHOURET (A.), FRANÇ (J.) et LEMOALLE (J.), 1974. — Évolution hydrologique du lac Tchad de juillet à décembre 1973. *O.R.S.T.O.M., N'Djaména*, 9 p., 7 fig., multigr.
- DURAND (J. R.) et LOUBENS (G.), 1969. — Croissance en longueur d'*Alestes baremoze* (JOANNIS, 1835) (Poissons, Characidae) dans le Bas-Chari et le lac Tchad. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, III, 1 : 59-105.
- GERKING (S. D.), 1962. — Production and food utilization in a population of bluegill sunfish. *Ecol. Monogr.* 32 : 31-78.
- HOLT (S. J.), 1963. — A method for determining gear selectivity and its application. *ICNAF Spec. Publ.*, n° 5 : 106-115.
- MICHEEVA (I. M.), YAKUSHKO (O. F.), OSTAPENYA (A. P.) et al., 1970. — Biological productivity of the lakes of different types. In : Preliminary papers for UNESCO-IBP Symposium on productivity problems of freshwaters-Kazimiers Dolny, Poland, 6-12/5/1970, 2 : 269-290.
- NIKOLSKY (G. V.), 1965. — Theory of fish populations dynamics as the biological background for rational exploitation and management of fishery resources. Oliver & Boyd, Edinburgh, 323 p.
- PITCHER (T. J.), MACDONALD (P. D. M.), 1973. — A numerical integration method for fish population fecundity. *J. Fish. Biol.*, 5 : 549-553.
- POLL (M.), 1971. — Révision des *Synodontis* africains (Famille Mochocidae). *Annls. Mus. Roy. Af. Cent. Série IN-8e-Sciences Zoologiques*, n° 191, 497 p., 13 pl.