CROISSANCE EN LONGUEUR D'ALESTES BAREMOZE (JOANNIS, 1835) (POISSONS, CHARACIDAE) DANS LE BAS CHARI ET LE LAC TCHAD

par J. R. DURAND* et G. LOUBENS*

Résumé

Les recherches sur la biologie d'Alestes baremoze sont — dans un premier stade — limitées à une zone comprenant les biefs inférieurs du Chari et du Logone et les régions sud et est du lac Tchad.

La croissance en longueur a été étudiée par la scalimétrie et la méthode de Petersen. Les marques de croissance semblenl être annuelles et correspondre aux mois les plus froids; il ne semble pas y avoir de marque de reproduction. L'examen des croissances annuelles implique d'autre part l'existence d'au moins deux populations, l'une plus ou moins sédentaire dans l'archipel, l'autre fluvio-lacustre et migratrice.

La comparaison de nos résultats avec ceux de DAGET au Niger moyen — où il n'existe pas de grand réservoir comparable au lac Tchad — montre l'existence de deux groupes principaux de facteurs régissant l'arrêt de croissance, l'un relié à la température, l'autre à la nourriture disponible.

ABSTRACT

Research into the biology of Alestes baremoze has been, in the initial stages, restricted to an area including the lower parts of the Chari and Logone rivers and the southern and eastern regions of lake Chad.

Length growth has been studied with the aid of scale measurements and Petersen's method. Growth rings seem to be annual and are laid down during the coldest months. Spawning marks are apparently absent. A survey of annual growth shows that there are at least two populations, one of them more or less sedentary in the archipelago of the lake, the other fluvial-lacustrine and migratory.

A comparison of our results with those obtained by Daget on the middle Niger -where a large body of water comparable with lake Chad is lacking—proves that there are two main factors causing a growth check, one related to temperature, the other to availability of food.

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

La biologie d'Alestes baremoze (Joannis, 1835) est étudiée dans un territoire compris approximativement entre 14°10' et 15°30' de longitude est, 10°50' et 13°40' de latitude nord (fig. 1). Cette région, à cheval sur les républiques du Tchad, du Cameroun et sur le Nigéria englobe les biefs inférieurs du Logone et du Chari, les parties sud et est du lac Tchad ainsi que la région du delta du Chari, lieu d'échanges entre milieux fluvial et lacustre, et le grand yaéré du Nord-Cameroun, plaine d'inondation du Logone inférieur. Les milieux aquatiques les plus caractéristiques susceptibles de jouer un rôle dans la biologie des Alestes sont donc compris dans notre zone d'investigation.

Les recherches pourront ensuite être étendues à l'ensemble du bassin du Tchad puisque les Alestes baremoze ont été signalés depuis les tributaires méridionaux du Chari, au-delà de la frontière centrafricaine, et que, de cette limite méridionale à la rive nord du lac, l'espèce semble être abondante.

1. LE MILIEU

Nous nous sommes essentiellement appuyés sur la Monographie du lac Tchad (BOUCHARDEAU et Lefèvre, 1957) et sur la Monographie hydrologique du Logone (5° partie, 1 et 2, BOUCHARDEAU, 1968). Le lac Tchad ayant déjà été décrit dans des publications d'Hydrobiologie nous n'avons repris que l'essentiel. Pour plus de précisions, on se réfèrera à Gras (1964) et à Gras, Iltis et Lévêque-Duwat (1967). Les caractéristiques du bas réseau fluvial sont par contre plus détaillées, cette description étant destinée à servir de référence aux travaux ultérieurs concernant l'ichtyologie.

Pour localiser les termes géographiques employés dans le texte, on se reportera à la figure 1 (carte du bassin du Tchad) et à la figure 3 (carte de la région étudiée).

1.1. Le climat.

Le climat de la cuvette au nord du lac Tchad est saĥarien passant ensuite au type sahélo-saharien au niveau du lac, la bordure sud de la zone précédemment délimitée (entre 11 et 12º de lat. nord) étant plutôt soumise au climat sahélo-soudanais (1).

La pluviométrie croît donc du nord au sud ; la moyenne observée à Fort-Lamy est de 638 mm contre 292 à Bol, station du lac à 13°30' de latitude nord ; au nord du lac elle n'est plus que de 200 mm contre 500 au sud. Les saisons sont très marquées ; saison sèche de novembre à mai, saison humide de juin à octobre. A Fort-Lamy, les précipitations sont surtout importantes en août, puis en juillet et, suivant les années, en juin ou en septembre.

La figure 2 montre l'allure des variations annuelles de la température de l'eau en surface à Bol de 1956 à 1960 (in Billon et al., 1963) et à Fort-Lamy pour 1957 (in Blache, 1964). A Bol, on voit que l'eau est fraîche de décembre à février (de 20,6 à 23,1 °C). Mars-avril et novembre constituent des époques de transition (25,1 et 25,6 °C). L'eau est chaude de mai à octobre (de 29,5 à 31,5 °C). On peut noter qu'il semble y avoir un léger refroidissement en août, lors de la saison des pluies. Les valeurs enregistrées pour Fort-Lamy sont peu différentes. Cependant la température de l'eau baisse un peu moins durant la saison froide et la dépression correspondant à la saison des pluies (de juillet à septembre) est beaucoup plus importante. L'amplitude journa-lière peut atteindre 4 °C. Il s'agit ici bien entendu de la température de pleine eau, celle d'eaux peu profondes et dormantes pouvant approcher 40 °C.

⁽¹⁾ D'après la classification climatique d'Aubréville (1950).

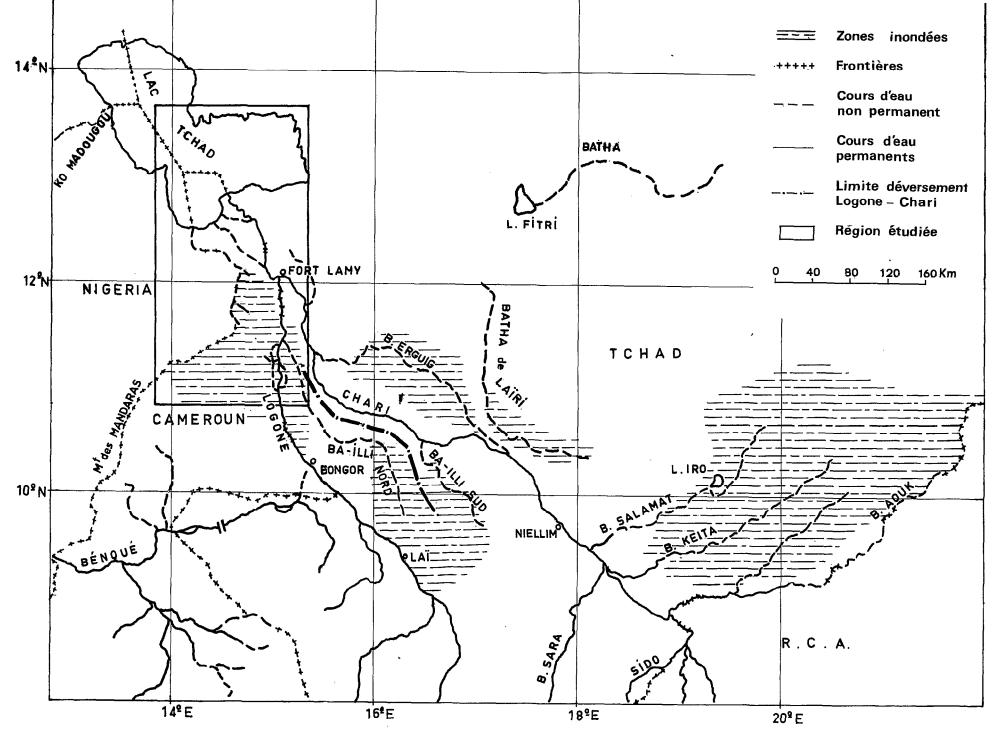


Fig. 1. — Carte hydrographique du Bassin tchadien.

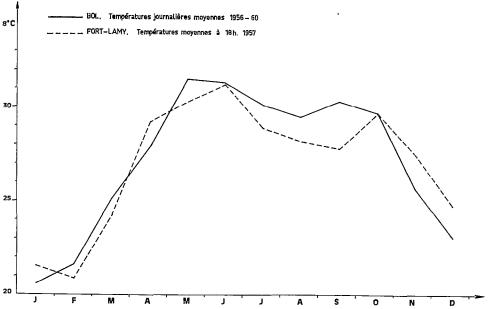


Fig. 2. — Températures moyennes mensuelles de l'eau du lac Tchad et du Chari.

1.2. Le Chari.

Les 260 km du cours terminal du Chari présentent un aspect assez uniforme : de direction générale nord nord-ouest, le fleuve a une pente très faible (de 5 à 7 cm par km) et un cours lent encombré de bancs de sable à l'étiage. Il est assez sinueux et les hauteurs d'eau dans le lit mineur sont très inégales, de nombreuses fosses se trouvant dans les méandres les plus accusés et pouvant atteindre des profondeurs notables : jusqu'à 27 mètres près de Séro Abou, en aval de Fort-Lamy (BILLON et BOULIN, 1962).

Sur la rive droite du Chari arrive le Bahr Erguig et se détache le Bahr Ligna; seul le premier nommé a, certaines années, une importance notable. A gauche l'apport essentiel est celui du Logone au niveau de Fort-Lamy; plusieurs défluents se détachent sur cette rive : c'est d'abord la Loumia qui aux hautes eaux relie Chari et Logone, ensuite en aval de Fort-Lamy, le Serbewel et le Taf-taf qui rejoignent la rive sud du lac, et ne coulent pas aux basses eaux du fleuve (fig. 3).

Le régime hydrologique du Chari appartient au type tropical, caractérisé par une crue annuelle bien individualisée et un étiage prolongé. Mais il s'en distingue par le rôle régularisateur de l'alimentation méridionale du Logone et du Chari, et de très vastes zones d'inondation. Il en résulte pour le Chari inférieur une crue annuelle relativement étalée et des variations de débit moins brutales que dans le type tropical pur.

De 1933 à 1957, la répartition moyenne des débits à Fort-Lamy a été la suivante (en m³/s) :

J	F	М	A	M	J	J	A	s	0	N	D
821	461	271	192	187	247	507	1210	2393	3327	3322	1840

Le module annuel du Chari à Fort-Lamy est de 1200 m³/s et le volume écoulé de 38 milliards de m³ dont 27 milliards de m³ pour le Chari seul en amont de Fort-Lamy.

L'amplitude des crues dans la zone d'étude, sauf dans le delta en raison de la proximité du lac, est considérable (fig. 4); les eaux du fleuve restent presque entièrement contenues dans le lit majeur car les berges sont élevées avec un bourrelet bien marqué. Il n'y a donc pas de zone d'inondation du Chari au sens strict mais par contre le lit majeur peut atteindre 6 km de largeur.

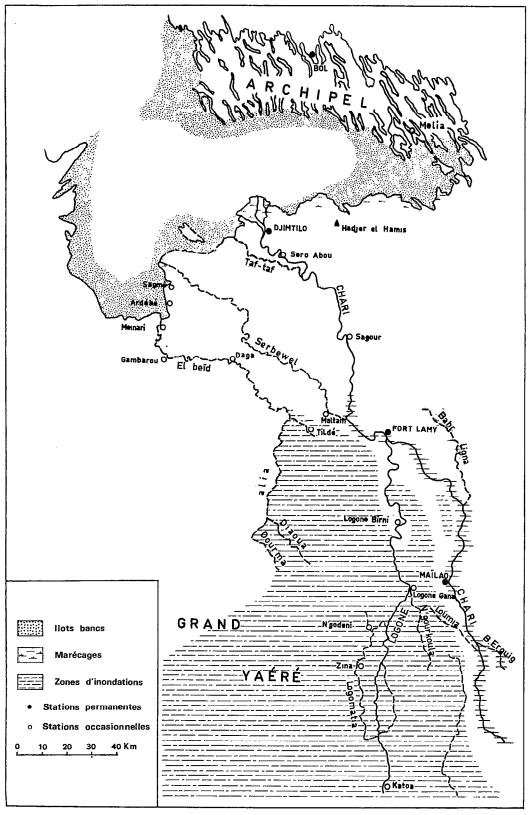


Fig. 3. — Carte de la région étudiée.

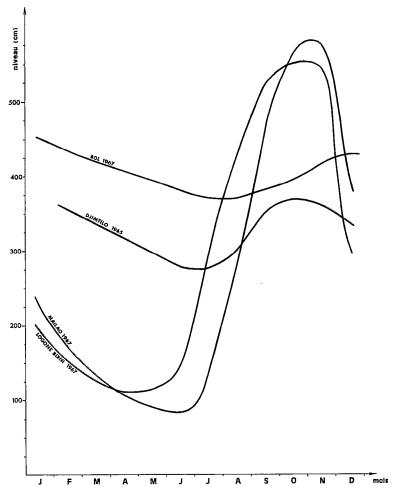


Fig. 4. — Variations annuelles des niveaux du Chari (Mallao et Djimtilo), du Logone (Logone Birni) et du lac Tchad (Bol).

1.3. Le Logone.

Dans la zone considérée, le Logone présente les mêmes caractères généraux de pente et de cours que le Chari. Mais son régime hydrologique est un peu différent car le mode d'écoulement du Logone inférieur est caractérisé par une dégradation du lit permettant des déversements latéraux et des émissions de défluents sur les deux rives.

Lors des basses eaux il ne reçoit aucun tributaire. A la crue le niveau des eaux du Logone est supérieur à celui des plaines situées au-delà des bourrelets de berge du lit majeur, d'où des déversements aux endroits où ceux-ci s'abaissent ou s'ouvrent.

Sur la rive droite il n'y a de déversements notables qu'en amont de la zone qui nous intéresse ici; ils contribuent à l'inondation de la plaine entre Logone et Chari. Ces eaux proviennent du Logone: d'une part, par le Ba-Illi du nord qui prend naissance en aval de Laï, d'autre part et surtout par les déversements de la rive droite du fleuve; elles sont drainées par la N'Gourkoula qui rejoint le Logone un peu en amont de Logone Gana (fig. 3). Nous avons vu enfin que la Loumia fait communiquer les deux fleuves aux hautes eaux. Plus en aval existent aussi des communications mais il a été démontré que les débits échangés à cet endroit entre les deux cours d'eau étaient absolument négligeables.

Sur la rive gauche, il n'existe qu'un défluent important : le Logomatia. Celui-ci se déverse dans le grand yaéré du Nord-Cameroun en constituant l'essentiel de son alimentation fluviale : le Logomatia ramène au Logone 40 km en aval une faible partie des eaux de la plaine rive gauche : sur les 141 m³/s qui coulent dans le Logomatia, 116 vont dans le Yaéré et 25 retournent au fleuve.

Le régime du Logone est fortement perturbé par les pertes subies tout au long de son cours : elles prennent des proportions telles que la régularisation est totale 300 km en aval de Laï. Chaque année, le niveau est étale à Katoa pendant plusieurs semaines quelle que soit l'allure de la crue à cet endroit. Mais à Logone Gana le fleuve récupère une partie des volumes déversés grâce à l'arrivée de la N'Gourkoula dont le débit égale et dépasse même aux hautes eaux et à la décrue celui du fleuve en amont de Logone Gana.

Le tableau I donne les débits moyens mensuels (m³/s) du Logone (fréquence de dépassement 50 %).

				·			•			· ·			
Ì	Mois	J	F	M	A	М	J	J	A	s	0	N	D
	Katoa Logone-Gana	131 164 205	94 85	79 53 84	66 45 64	94 78 93	139 119 154	485 370 376	935 601 581	1193 825 757	1150 930 878	715 895 883	238 407 527

Tableau I Débits moyens mensuels du Logone inférieur (m³/s).

On voit que les pertes entre Katoa et Logone Gana ne sont pas entièrement compensées par la N'Gourkoula. D'autre part les débits d'étiage varient peu d'une année à l'autre et sont sensiblement constants le long du fleuve. A Fort-Lamy, le débit maximal reste presque toujours de l'ordre de 850 à 900 m³/s. Le volume total écoulé, qui est du même ordre à Laï et Bongor, varie entre 13 et 22 milliards de m³ alors que les extrêmes correspondants ne sont plus à Logone Gana que de 10,4 et 14.109 m³.

1.4. Le grand yaéré.

Celui-ci correspond aux grandes plaines du Nord-Cameroun à l'ouest du Logone. Elles sont, chaque année, successivement inondées par les pluies, les mayos du versant nord-est du massif des Mandaras, et les débordements du Logone.

La plaine est extrèmement plate, interrompue seulement par des buttes, le plus souvent artificielles, sur lesquelles sont installés des villages Kotokos. Ces buttes et les bourrelets de berge portent les quelques arbres, le reste de la végétation étant exclusivement herbacé. On trouve çà et là des dépressions, mares ou points d'eau en saison sèche, « boutas » profondes lors des hautes eaux qui permettent alors une circulation plus facile que dans la plaine. Celle-ci, encombrée d'herbes denses, est recouverte de 0,70 à 1 mètre d'eau. Le régime d'inondation commence par les précipitations, à partir de la mi-juillet en moyenne; un mois après, celles-ci ont fait monter le niveau de 30 cm environ. L'inondation du Logone ne se fait sentir qu'en septembre en général. En décembre les eaux se retirent et l'on peut utiliser de nouveau en janvier ou février les pistes de la réserve de Waza.

Le drainage de la zone inondée s'effectue par l'intermédiaire de la Diaoua et de la Dourma qui rejoignent la Kalia, elle-même affluent de l'El Beid qui va se jeter dans le lac Tchad. L'El Beid a un lit bien marqué, de 40 à 60 mètres de large, qui ne contient à l'étiage (d'avril à juillet) qu'un chapelet de mares boueuses. En août et septembre parviennent les premiers ruissellements des Yaérés. Le maximum de la crue ne se produit qu'en décembre à Gambarou, poste-frontière

nigérien à 20 km du lac ; l'El Beid déborde alors largement de son lit. La décrue dure jusqu'à la fin du mois de mars (1).

A Gambarou le débit maximal de l'El Beid varie entre 88 m³/s (1953) et 371 m³/s (1961); ce qui correspond à des volumes d'écoulement respectifs de 0,79 à 3,06 milliards de m³. D'après Billon (1965) « on peut estimer que sur une longue période le module de l'El Beid serait voisin de 50 m³/s, correspondant à un volume annuel de 1,6.10 m³ ». Les apports des mayos du Nord-Cameroun sont de l'ordre de 0,15.10 m³, ce qui est négligeable, comparé aux déversements du Logone (10 m³ environ) et surtout aux précipitations; celles-ci sont de 500 à 700 mm sur 5000 km² soit environ 3.10 m³. Les premières pluies sont en majeure partie absorbées par évaporation, imprégnation des sols et évapo-transpiration; l'alimentation de l'El Beid provient donc surtout des déversements du Logone et des précipitations d'août et septembre, l'ensemble étant fortement réduit par l'évapo-transpiration.

1.5. Le lac Tchad.

L'essentiel de l'alimentation du lac provient du Chari. Trois autres cours d'eau y participent : « sur un total moyen de 40 milliards de mètres cubes apportés chaque année au lac Tchad, le Chari fournit 95 % environ, l'El Beid 4 %, la Komadogou et le Yedseram moins de 1 % » (Bouchardeau et Lefèvre, 1957). La décrue annuelle du lac est peu marquée : entre 60 et 90 cm en moyenne ; dans l'archipel la période des basses eaux se situe en juillet et celle des hautes eaux au début du mois de janvier (fig. 4).

Reste de l'ancien lac paléotchadien, c'est une immense cuvette à fond très plat. La profondeur moyenne est de l'ordre de 2 à 3 mètres et la surface en eau peut varier considérablement; c'est ainsi que le passage de la cote 282 à la cote 281 entraı̂ne l'exondation de 5000 km². Au-dessus de ce niveau les fluctuations de la surface inondée sont moins importantes. Les observations faites depuis le début du siècle montrent que c'est en 1908 qu'il eut son extension la plus faible; la plus forte en 1963, de l'ordre de 24.000 km². En 1968, d'après la cote atteinte dans l'archipel la surface couverte aux plus hautes eaux serait de l'ordre de 22.000 km², donc très proche du maximum.

La zone est du lac, qui nous intéresse ici directement, est caractérisée par un ancien système dunaire noyé, orienté sud-est nord-ouest; depuis la rive nord les sommets des îles ainsi créées s'abaissent progressivement pour disparaître dans les eaux libres du sud. En fonction des niveaux relatifs du sommet de la dune et du plan d'eau, on peut distinguer trois zones.

- L'archipel.

Les sommets des dunes émergent et y constituent un millier d'îles où palmiers doums et acacias abondent. L'eau a envahi les interdunes qui sont assez marquées : le point le plus bas du lac se trouve dans l'archipel, près de Bol, c'est une « fosse » de 10 mètres environ. Cette zone est riche en végétaux phanérogamiques semi-immergés (Cyperus papyrus, Vossia et surtout Phragmites). On y trouve aussi, localisés dans des endroits peu profonds, des végétaux immergés, en particulier Ceratophyllum, Najas, Valisneria, Potamogeton. La faune ichtyologique y est très abondante.

- Les îlots-bancs.

Au sud et à l'ouest de l'archipel les dunes sont entièrement immergées et les phanérogames aquatiques prennent appui sur les hauts fonds ainsi créés et constituent de véritables îles végétales d'où se détachent de temps à autre des kirtas, îles flottantes de papyrus qui peuvent atteindre plusieurs dizaines de mètres de diamètre.

⁽¹⁾ On ignore l'importance de la zone inondée en Nigéria et son rôle dans l'alimentation de l'El Beid.

- Les eaux libres.

Les sondages par ultra-sons ont révélé que le réseau dunaire se prolongeait bien au-delà des îlots-bancs, ce qui explique la nature du fond où alternent bandes sableuses et argileuses. Cette zone d'eaux libres s'étend depuis les îlots-bancs jusqu'à la rive sud du lac. C'est une région de profondeur moyenne — 3 à 3,5 mètres — sur laquelle les données hydrobiologiques sont encore rares.

La rive sud à l'ouest du delta est assez marécageuse; seuls quelques îlots-bancs la séparent des eaux libres. Ceux-ci deviennent plus abondants quand on s'approche de l'El Beid et la barrière végétale est continue au débouché de cette rivière (fig. 3). Les observations faites jusqu'à présent dans le lac semblent démontrer une richesse plus grande de la zone de l'archipel et des bordures sud et sud-est du lac; dans cette dernière région les herbiers sont particulièrement importants (Nymphea en particulier) et ils servent probablement de refuge aux espèces de petite taille et, suivant les époques de l'année, aux jeunes des grandes espèces.

1.6. Diversité des biotopes.

Le Chari et le Logone sont — dans leurs cours inférieurs qui seuls ici nous intéressent — des fleuves à pente faible. Les faciès rencontrés sont vaseux ou sableux (le premier seuil rocheux important rencontré vers l'amont est celui de Niellim, à 650 km du delta), à l'exception de nombreux bancs d'huîtres (Aetheria elliptica) installés dans le lit mineur et partiellement découverts à l'étiage. La diversité des biotopes est donc surtout reliée à l'hydrologie.

A la saison sèche le volume total d'eau disponible est très réduit dans les fleuves : les fosses du Chari et du Logone et surtout le lac jouent sans doute alors le rôle de refuge. Les bras intermittents constituent, avec leurs eaux dormantes, un micro-milieu particulier ; on trouve aussi de nombreuses mares dans les bras secondaires du fleuve et, surtout, dans les zones d'inondation.

Suivant leur situation et leur morphologie, ces mares peuvent constituer un milieu plus ou moins favorable à la survie des poissons qui y sont enfermés : mares permanentes et profondes à végétation aquatique persistante (« boutas » du Nord-Cameroun en particulier) ; mares évoluant fortement durant la saison sèche jusqu'à ne plus être que des flaques de boue où l'on ne trouve plus que quelques Siluriformes et *Polypteridae*; mares asséchées avant les nouvelles pluies. L'évolution naturelle des peuplements des mares est rarement respectée, des pêches d'épuisement étant pratiquées dans toutes celles qui sont accessibles. En tenant compte des conditions de milieu souvent sublétales et de l'influence de la pêche, on peut estimer qu'une petite partie seulement des individus emprisonnés arrive à subsister jusqu'à la crue suivante.

A la crue, les mares sont peu à peu reliées au lit majeur et aux zones d'inondation qui offrent des possibilités différentes (nourriture, abri) aux poissons, en fonction notamment de la végétation (permanente ou temporaire, herbacée ou arbustive).

Contrairement aux biotopes des fleuves, ceux du lac précédemment décrits (archipel, îlotsbancs, eaux libres, herbiers, «marécages»...) persistent globalement d'une année sur l'autre. Les changements de peuplements ichtyologiques sont reliés en grande partie à l'évolution du système fluvial entraînant flux et reflux de certaines espèces entre lac et fleuve. La zone du delta, lieu de contact des deux milieux, présente donc un intérêt particulier.

Quatre stations principales ont été choisies (fig. 3): Mailao sur le Chari et Logone Gana, à la même latitude, sur le Logone; Djimtilo, à 17 km du lac dans le delta et enfin Bol dans l'archipel. D'autres zones sont prospectées irrégulièrement; sud du lac, El Beid (Daga et Meinari en particulier), yaérés du Nord-Cameroun. Toutes les stations du fleuve permettent une comparaison entre les moyens de pêche locaux et les nôtres; à Bol, par contre, la pêche locale est inexistante.

2. LES ALESTES BAREMOZE

L'Alesles baremoze est un poisson de la famille des Characidae connu de toute l'Afrique tropicale de l'hémisphère nord, du Nil au Sénégal. Toutefois, il n'a pas été observé dans le Fouta-Djalon et la Basse-Guinée. Au sud il paraît absent des bassins côtiers camerounais et du bassin de l'Oubangui.

Des publications antérieures ont déjà abordé l'étude de cette espèce : au Niger, Daget (1952) a exposé les grandes lignes de la biologie des principales espèces du genre Alestes; il a fait ensuite le point de l'étude systématique (1954) et ces données ont été complétées en 1957. La comparaison de nos résultats avec ceux du Niger est d'autant plus intéressante que les milieux ont de nombreux points communs, époques et rythmes de crue, importance des zones d'inondation, cycle annuel de température de l'eau, bien qu'il n'existe pas au Niger de réservoir permanent comparable au lac Tchad.

Au Tchad les travaux de Blache (1964), dans le cadre de l'étude systématique des poissons du bassin tchadien, abordent rapidement leur biologie; Gras (1962) a fait une première étude des caractères méristiques; enfin, les auteurs ont fait une étude préliminaire de la biologie (Durand et Loubens, 1967). Des mises au point ultérieures exposeront les autres aspects de la biologie des Alestes baremoze aussi nous contenterons-nous de donner rapidement ci-dessous les éléments indispensables à la compréhension des problèmes posés par l'étude de la croissance.

2.1. Distinction entre Alestes dentex et Alestes baremoze.

L'espèce étudiée est très abondante et donne lieu à des pêches intensives, principalement à l'étiage et durant la première partie de la crue. Pour l'ensemble du bassin, Blache (1964) estime à 10.000 tonnes les captures en Alestes baremoze. Ceux-ci se trouvent le plus souvent mêlés à des Alestes dentex (le tout constituant les « salanga »), en proportions très variables, les A. dentex ne représentant en moyenne que 5 à 10 % du nombre des A. baremoze. L'aspect général de ces deux espèces étant très voisin, il est indispensable de savoir les distinguer de façon sûre à tous les stades de leur existence. Il existe d'abord des critères de comparaison rapide : proportions différentes entre diverses parties du corps, chez les A. baremoze le corps est moins élevé, la bouche moins large, l'œil et la tête plus petits que chez un A. dentex de même taille ; un examen rapide des arcs branchiaux montre que les branchiospines sont courtes, épaisses, espacées chez A. dentex, longues, fines et serrées chez A. baremoze; le dimorphisme sexuel de la nageoire anale est nettement plus accusé chez A. baremoze; enfin, les premiers rayons de l'anale sont presque toujours marqués de rouge orangé chez A. dentex; incolores, ou légèrement jaunes chez A. baremoze.

Quand les caractères précédents se révèlent insuffisants il faut recourir aux caractères méristiques.

a Nombre de rayons branchus a la nageoire anale.

Ainsi que le montre le tableau II (qui rassemble les comptages effectués sur 663 A. dentex et 9060 A. baremoze), on peut trouver le même nombre de rayons chez des individus des deux espèces.

b Nombre de Branchiospines.

Celles-ci sont comptées sur la partie inférieure du premier arc branchial, y compris celle située à l'angle formé par les deux moitiés de cet arc; quelles que soient les tailles observées, les dénombrements effectués jusqu'à présent permettent de conclure de façon définitive, car pour une même taille les A. baremoze ont toujours nettement plus de branchiospines que les A. denlex; pour des poissons de 30 mm les nombres moyens respectifs sont 21,5 et 16,5; pour 105 mm, 31,0 et 22,4; pour des adultes, de l'ordre de 38 et 24.

Nombi rayo		18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	Total
F r é q u(%)	A.d.	2,87	20,96	50,83	23,08	2,11	0,15						100,0
e n c e s	A.b.			0,05	0,077	8,83	30,27	38,05	18,09	3,50	0,36	0,08	100,0

En pratique, les adultes sont séparés assez facilement, surtout d'après les proportions du corps : les pêcheurs appellent quelquefois « radjil » les A. dentex et « mara » les A. baremoze (homme et femme en arabe). Les jeunes en mélange réclament un examen plus approfondi sauf quand, du fait de croissances et de conditions de vie différentes, certaines classes de longueur sont monospécifiques.

2.2. Reproduction.

La reproduction des A. baremoze fera l'objet d'une publication distincte; nous préciserons simplement ici les points suivants. Les Alestes baremoze se reproduisent durant la saison des pluies à des époques peut-être légèrement différentes dans les fleuves et dans le lac. Dans le Chari les pontes semblent commencer à la fin du mois de juillet et ont lieu essentiellement durant les mois d'août et de septembre. Dans le lac, la maturation commence à la fin du mois de juin; elle est sans doute plus rapide que dans le fleuve mais la reproduction doit être décalée par rapport au fleuve, le cœur de la saison de ponte se situant en septembre.

La taille de maturité sexuelle n'a pas encore pu être déterminée avec précision, faute d'observations suffisamment nombreuses. Néanmoins, il semble que l'on puisse situer celle-ci à 17 cm environ chez les mâles et 19 à 20 cm chez les femelles, d'après des examens de l'anale et des gonades.

2.3. Sources de nourriture.

D'après ce que nous avons vu précédemment (§ 1.2 à 1.6), suivant les époques de l'année les sources de nourriture vont être plus ou moins abondantes et diversifiées. Dans le système fluvial, tant que le volume de l'eau est bas (fin de décrue, étiage, et début de crue) les sources de nourriture doivent être très réduites (sauf peut-être dans certains milieux particuliers, bras morts et zones en dehors du courant par exemple). A la crue, le fleuve monte, envahissant le lit majeur et immergeant plantes et insectes. Ce sont ensuite les zones d'inondation qui apportent leur considérable potentiel nutritif. Dans le lac, au contraire, il n'y a pas passage aussi marqué de la disette à l'abondance (tout au moins dans l'archipel) : il y a toujours une densité importante de zooplancton, qui paraît y constituer la base presque exclusive de la nourriture des Alestes baremoze.

2.4. Déplacements.

A partir de l'hydrographie de la région considérée, de l'observation des pêches locales, et de nos connaissances actuelles sur la biologie des Alestes baremoze, on peut déjà avancer quelques

hypothèses sur leurs déplacements. Certains indices permettent de penser qu'il existe peut-être une population de l'archipel relativement sédentaire ou du moins restant confinée dans cette zone et une population fluvio-lacustre se livrant à d'importants déplacements dans le sud du lac et le réseau fluvial.

Celui-ci est le siège d'une importante migration longitudinale : en provenance du lac, les A. baremoze — qui semblent tous être des adultes de grande taille — remontent Chari et Logone dès l'étiage et pendant la crue. Ce mouvement est probablement lié à la reproduction car celle-ci s'observe dès la fin juillet, époque où le lit majeur commence à être envahi par les eaux de crue. Nous ne connaissons pas avec certitude le sort ultérieur des adultes ; ils doivent coloniser le lit majeur et certaines zones d'inondation : la grande pêche traditionnelle de Logone-Gana, pratiquée vers la fin du mois de décembre sur la N'Gourkoula, permet la capture de très nombreux A. baremoze qui rejoignent le Logone ; ils peuvent provenir du Logone supérieur par l'intermédiaire du Ba-Illi du nord ou de défluents plus septentrionaux de la rive droite du Logone. A la fin de la crue et au début de la décrue le mouvement longitudinal inverse doit se produire, mais à cette époque le volume de l'eau est trop important pour que la pêche des Alestes soit possible dans le lit majeur et aucune observation probante n'a encore eu lieu.

Les jeunes effectuent leur première croissance dans les zones inondées, lit majeur et yaérés. Parmi ceux-ci, celui-du Nord-Cameroun a peut-être un rôle prépondérant : de très nombreux barrages fixes sur l'El Beid permettent la capture d'innombrables jeunes Alestes baremoze — entre autres espèces — qui migrent vers le lac en décembre et janvier ; nous ne pouvons indiquer leur comportement ultérieur, mais la rareté des captures de jeunes de seconde année dans le fleuve peut faire penser que cette seconde croissance s'effectue dans le lac.

2.5. Choix des échantillons.

Le premier problème qui se pose est celui du choix d'un échantillon représentatif. Le but recherché ici est de donner une estimation de la croissance moyenne des Alestes baremoze de la région. Or chaque année apparaît une classe d'âge d'abondance variable qui subit ensuite des conditions particulières d'existence. La croissance est différente d'une année à l'autre et porte sur un nombre variable de poissons; il faudrait donc théoriquement que les classes d'âge soient correctement représentées les unes par rapport aux autres, mais on ignore très généralement si cette condition est réalisée. Il importe aussi que l'image de chaque classe d'âge fournie par la pêche ne soit pas trop déformée, c'est-à-dire que les pourcentages de chaque classe de longueur soient à peu près les mêmes dans la classe d'âge et dans l'échantillon. En effet si l'on ne capture par exemple que les grands individus d'une certaine classe d'âge, la croissance sera fortement surestimée puisqu'il s'agira des poissons nés les premiers ou ayant subi une croissance plus rapide. Mais cette deuxième condition est aussi très difficile à remplir.

Les biais dans l'échantillonnage ont deux causes essentielles : la répartition des poissons et la sélectivité des engins de pêche. Les poissons d'une même espèce ne sont pas dispersés dans l'eau au hasard, mais en fonction des rapports qui existent entre leur biologie et les caractéristiques des différents milieux disponibles. Il y a en particulier une corrélation positive entre la taille des poissons et la profondeur de l'eau. De plus cette répartition se modifie constamment en fonction des variations du milieu et du cycle biologique de l'espèce : nouvelles zones offertes par les crues des fleuves, rassemblement pour la fraye, etc...

Pour les A. baremoze, les jeunes de quelques centimètres se trouvent en septembre-octobre à proximité immédiate des rives ou dans les zones inondées. Les individus un peu plus grands se tiennent de préférence dans les zones calmes du fleuve et les criques abritées du lac. Enfin les adultes demeurent au large, en plein fleuve ou dans les zones dégagées de l'archipel. Mais il est tout à fait insuffisant de considérer ces trois catégories seulement : il n'a par exemple été capturé jusqu'à présent qu'un très petit nombre d'individus de 12 à 22 cm environ sauf dans certaines conditions bien précises, c'est-à-dire en août et septembre dans l'archipel. Ils ont donc probablement des zones préférentielles de rassemblement qui ne nous sont pas encore connues.

Au biais dû à cette répartition complexe, s'ajoute celui dû à la sélectivité des engins. Pratiquement on s'efforce d'opérer dans les différents milieux occupés par l'espèce, avec des engins à large intervalle de capture ou avec des engins sélectifs mais dont les intervalles de capture sont à peu près juxtaposés. Pour les Alestes baremoze, nous avons utilisé les engins suivants : une grande senne de rivage de 200 mètres de long sur 6 mètres de haut environ, avec une partie centrale (munie d'une poche) de 100 mètres de long à maille de 20 mm et deux ailes de 50 mètres chacune à maille de 40 mm (1); cette senne paraît capturer les Alestes baremoze de façon non sélective à partir de 150-155 mm; des filets maillants, employés en filet dormant ou dérivant de mailles variées : 10, 15, 20, 25, 30, 35 mm (2); des petites sennes à mailles de 10 et 4 mm pour la capture des jeunes; un ichtyotoxique à base de roténone; certains engins locaux, comme les « boulous », sorte de filets triangulaires à main utilisés comme épuisettes dans des loges spécialement aménagées des barrages de l'El Beid.

3. ÉCAILLES ET SCALIMÉTRIE

On admet en principe que tous les organes calcifiés d'un poisson enregistrent les étapes de sa croissance. En pratique la valeur du matériel étudié varie énormément suivant les espèces et les milieux. Un examen rapide des otolithes d'Alesles baremoze a été peu encourageant; celui des vertèbres réclamait la préparation du squelette et le traitement des pièces avant lecture; nous avons alors choisi la scalimétrie.

3.1. Description et orientation.

Les écailles des Alestes baremoze sont cycloïdes. D'après Blache (1964) on compte chez cette espèce 44-51 écailles en ligne latérale (3), 7 ½ à 9 ½ (surtout 8 ½) au-dessus de la ligne latérale en avant de la dorsale, 3 ½ au-dessous de la ligne latérale en avant des ventrales et 2 entre la ligne latérale et le processus axillaire de la ventrale. La ligne latérale est basse et complète. Dans la région centrale du corps où sont faits les prélèvements, l'écaille est généralement de forme régulière, assez symétrique. Les radii, le plus souvent bien marqués, convergent sans l'atteindre vers le centre de l'écaille, ou nucleus, à partir duquel sont prises les mesures (fig. 5). Les circuli, bien marqués et concentriques, couvrent les champs dorsal, cranial et ventral. Ils suivent grossièrement la direction du bord de l'écaille dans le champ cranial et s'en éloignent dans les champs dorsal et ventral où ils sont souvent en discordance avec lui. Le secteur caudal correspond à la partie visible sur l'écaille en place; cette zone ne présente pas de structure bien nette et ne peut être utilisée pour les lectures d'âge.

Pour les observations et les mesures, les écailles sont toujours placées de la même façon : elles sont mises dans la position qu'elles occupaient sur le flanc gauche du poisson, soit le champ cranial à gauche et le champ caudal à droite. L'orientation in vivo peut être retrouvée grâce à la situation des chromatophores à guanine responsables de la coloration argentée ou irisée des écailles : ceux-ci se trouvent sur la face interne des écailles. En pratique l'orientation est indiquée par la forme générale de l'écaille. Celle-ci présente dans la plupart des cas une légère dissymétrie (fortement accentuée pour les écailles des autres régions du corps) : le champ cranial possède sur son bord antérieur deux proéminences arrondies dont la plus forte se trouve en position infère (fig. 5). On ne peut par contre se fier à la concavité de l'écaille, celle-ci se produisant dans l'un ou l'autre sens suivant que le prélèvement a été fait sur des individus frais ou formolés.

⁽¹⁾ C'est le côté de la maille qui est mesuré ici, donc la longueur de nœud à nœud.

⁽²⁾ Dans la suite du texte l'abréviation FM sera utilisée pour « Filet Maillant ».

⁽³⁾ Mais 47 à 50 d'après Gras (1962).

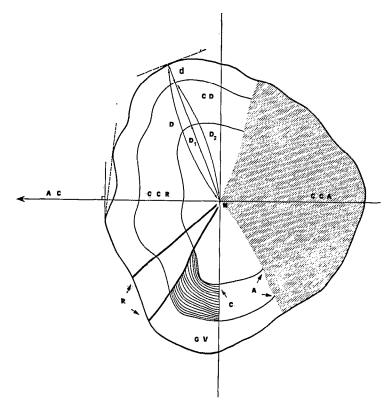


Fig. 5. — Schéma d'une écaille d'*Alestes baremoze*. C. D : champ dorsal. C. V. : champ ventral. C. CR. : champ cranial. C. CA. : champ caudal. N. : nucleus. C. : circuli. A. : annuli. R. : radii. A. C. : axe du corps.

3.2. Prélèvements et mesures.

La relation taille de l'écaille — taille du poisson pouvant varier avec la région du corps considérée, le prélèvement a toujours été effectué sur le flanc gauche, dans les première et deuxième rangées épaxiales, à l'aplomb de la dorsale. Parmi les écailles ainsi choisies — dix au total — cinq sont examinées et les mesures effectuées sur la plus grande d'entre elles. Grandes et minces, elles sont faciles à prélever, nettoyer et examiner : un simple passage préalable dans une solution de potasse à 5 % est effectué pour les écailles des Alestes baremoze adultes sur lesquelles l'épiderme peut gêner l'observation. La lecture est ensuite effectuée en milieu aqueux au moyen d'une loupe binoculaire. L'axe de mesure choisi, ou axe dorso-cranial, correspond au segment de droite joignant l'angle antéro-supérieur de l'écaille au nucleus ; cet angle n'est pas toujours bien défini, aussi mesure-t-on en général approximativement le rayon du cercle centré au nucleus et tangent à l'angle antéro-supérieur. L'axe cranial, souvent employé en scalimétrie, s'avère peu utilisable car les différents annuli se confondent très rapidement dans cette zone chez un poisson âgé.

Suivant la méthode classique nous avons noté pour chaque poisson la longueur standard ainsi que les distances du centre de l'écaille aux différents annuli (D₁, D₂...) et à son bord (D), distances mesurées sur l'axe dorso-cranial. La relation taille du poisson — taille de l'écaille est ensuite déterminée et l'on peut en déduire les tailles moyennes à l'apparition des annuli. D'autre part, l'étude de la distance entre le bord et le dernier annulus (d) permet de préciser leur époque de formation. Il s'agira de d₁ pour un individu à 1 annulus, d₂ pour un individu à 2 annuli, etc. Il est préférable de contrôler les résultats obtenus par une autre méthode. L'analyse des distributions de fréquence par classe de longueur (méthode de Petersen) nous a permis, compte tenu de la sélectivité des engins utilisés, d'effectuer ce recoupement.

3.3. Les annuli.

Les circuli correspondent aux rangées successives de scléroblastes distaux dont la secrétion en excès de matière calcaire donne naissance à ces crêtes concentriques. Chez les Alestes baremoze ces figures sont normalement assez continues et peuvent en général se suivre facilement sur toute l'écaille malgré les interruptions dues aux radii.

Si l'on examine une écaille d'Alestes baremoze dans sa première croissance, on s'aperçoit que les circuli dessinent des arcs ouverts de deux types. Certains, les plus proches du centre, sont entièrement contenus à l'intérieur de l'écaille ; leurs extrémités inférieure et supérieure viennent s'appuyer sur le champ caudal. Les plus externes, au contraire, se terminent dans les champs dorsal et ventral, sur le bord de l'écaille. Ceci est en relation avec le mode de croissance de l'écaille, les circuli se fermant peu à peu au fur et à mesure de l'apport périphérique.

Sur une écaille d'individu plus âgé, il existe de temps à autre des zones d'irrégularité dans l'arrangement des circuli : on voit alors des circuli d'un nouveau type qui ne se terminent ni sur le bord de l'écaille, ni sur les frontières du champ caudal. Ils s'arrêtent à l'intérieur de l'écaille et sont interrompus obliquement par d'autres circuli. La ligne de recoupement des circuli les plus centraux par les circuli externes correspond à l'annulus que nous définirons comme la discordance entre deux zones adjacentes de circuli disposés différemment dans chacune de ces zones. Cette discordance est liée à un arrêt de croissance de l'écaille; l'annulus représente la position du bord de l'écaille au moment de l'arrêt de croissance, les circuli néoformés s'ordonnant obliquement par rapport aux précédents et presque parallèlement à ce bord lors de la reprise de croissance (fig. 6). Ce mode de formation explique, en particulier, que l'annulus ne soit pas en général visible sur toute l'écaille et que la rupture franche de la direction des circuli ne soit nette que sur les flancs de l'écaille et rarement dans le champ cranial.

Nous n'avons accordé la valeur d'un annulus qu'aux marques observées avec une netteté suffisante sur la majorité des écailles examinées et se retrouvant au même emplacement sur celles-ci. Cet examen est quelquefois vérifié à partir d'écailles du pédicule caudal, de lecture

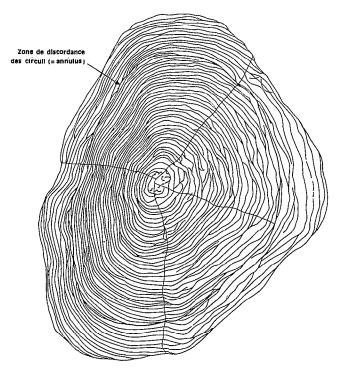


Fig. 6. — Écaille d'un jeune Alestes baremoze présentant un annulus.

souvent plus aisée. Un cas particulier se présente quand on observe des marques nettes mais très rapprochées, au nombre de 2 ou 3. Il est probable alors — sauf conditions d'existence extrêmement précaires, cas où l'espace très réduit entre deux annuli peut correspondre à une croissance annuelle — qu'il s'agit là d'une croissance qui a démarré prématurément et qui a repris ensuite après une courte interruption. On a généralement accordé la valeur d'une marque annuelle à ces annuli doubles ou triples, en leur attribuant comme distance au centre la moyenne des distances des marques individuelles (fig. 7).

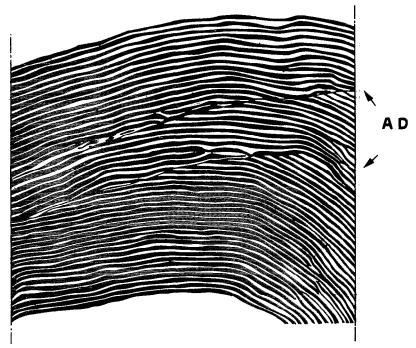


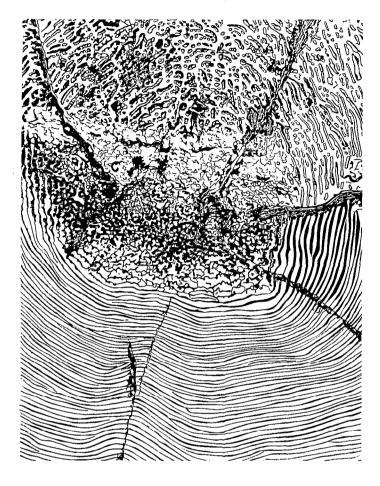
Fig. 7. — Exemple d'annulus double (A. D.). Portion du champ ventral d'une écaille d'*Alestes baremoze* adulte (grossissement 50, contraste de phase).

D'autre part deux types d'écailles — rencontrés épisodiquement — ont été systématiquement éliminés :

- a. Sur certaines écailles de forme normale, le nucleus n'est pas délimité avec précision, le centre ne présente ni circuli, ni radii, ni structure apparente de remplacement. Ces écailles macrocentriques se rencontrent plus fréquemment chez des poissons âgés; elles sont rarement isolées, il arrive même que toutes les écailles prélevées soient de ce type. Les observations faites sur Alestes baremoze sont identiques à celles de Daget (1956) sur Tilapia zilli. On ne peut évidemment dans ce cas mesurer la longueur du segment dorso-cranial (fig. 8).
- b. On peut voir aussi de temps à autre, mais sur une portion du champ antérieur seulement, des marques très accusées qui tranchent complètement avec la disposition générale des circuli et des annuli. Les circuli s'arrêtent brusquement le long d'une bande nue assez large, dépourvue de toute aspérité, oblique à la fois par rapport au bord de l'écaille et par rapport à l'orientation des circuli ; d'autres circuli, généralement très espacés, recouvrent l'écaille de l'autre côté de cette « blessure » et finissent par se raccorder au système général. L'écaille paraît avoir été lésée à cet endroit, puis s'être régénérée. Il faut noter que là aussi cet accident se reproduit souvent identiquement sur plusieurs écailles voisines.

L'axe dorso-cranial a été choisi de préférence à l'axe cranial car il devait permettre des mesures et des dénombrements plus aisés. Malheureusement là aussi la zone périphérique de

CCA



CCR

Fig. 8. — Aire centrale d'une écaille macrocentrique (G×50). C. CA. : champ caudal. C. CR. : champ cranial.

l'écaille devient rapidement confuse, les nombreuses traces — très proches les unes des autres sur les individus les plus âgés — se rejoignant et se dédoublant très fréquemment. Il n'a donc pas été possible en général chez ces individus de préciser le nombre exact d'annuli.

4. RELATION ENTRE LA LONGUEUR STANDARD L ET LE RAYON DORSO-CRANIAL DE L'ÉCAILLE D

En scalimétrie, on peut chercher à déterminer le nombre d'annuli que possède un poisson et à établir à partir d'un échantillon représentatif, à une époque donnée, la taille moyenne des individus possédant 1, 2, 3..., annuli. Mais cette méthode n'est pas applicable ici car nous avons vu plus haut qu'il n'a pas été possible en général de préciser le nombre exact d'annuli chez les adultes. Par contre, il reste possible d'étudier la croissance à partir de la série des premiers annuli lus sur chaque poisson, sans solution de continuité entre un annulus et le suivant : dès qu'apparaît une marque confuse les annuli postérieurs ne sont plus utilisables. Les valeurs moyennes obtenues

pour les tailles de l'écaille à l'apparition du 1^{er} , 2^{e} , 3^{e} annulus $(\overline{D}_{1}, \overline{D}_{2}, \overline{D}_{3}...)$ permettent de donner une première estimation de la croissance à condition qu'on soit capable de la traduire en termes de longueur du poisson.

La mesure de longueur choisie ici est la longueur standard, qui s'est avérée d'un emploi plus aisé que toute autre : l'articulation entre la dernière vertèbre normale et l'urostyle est facile à repérer extérieurement en faisant jouer la caudale par rapport au pédicule caudal et la comparaison de séries de mesures a montré que les différences constatées — de l'ordre d'un millimètre — provenaient plus de l'observateur que de la mesure proprement dite.

Des travaux antérieurs ont montré qu'il pouvait exister, chez une même espèce, plusieurs relations L-D; nous donnons ci-dessous les principaux résultats obtenus par Garron (1959) et Daget (1962) respectivement pour les *Tilapia esculenta* du lac Victoria et les *Tilapia galilaea* de la zone d'inondation du Moyen-Niger.

a. Suivant la zone de prélèvement choisie sur le corps.

Garron compare les relations obtenues en prélevant des écailles dans trois zones distinctes du corps : antérieure épaxiale, centrale hypaxiale et caudale hypaxiale. Il conclut que les relations entre la longueur de l'écaille et la longueur du poisson sont différentes pour chacune des trois zones considérées. Daget trouve pour sa part une différence hautement significative entre les courbes (concernant les immatures) et les droites (concernant les adultes) obtenues pour la rangée axiale, la troisième rangée hypaxiale et la quatrième épaxiale ; seules les droites axiale et hypaxiale sont très proches l'une de l'autre.

b. En fonction de la taille.

Chez les *Tilapia* les résultats concordants semblent indiquer que ces relations peuvent être considérées comme linéaires au-dessus d'une certaine taille mais ne le sont pas pour les jeunes de ces espèces ; le passage d'une loi de croissance à l'autre s'effectuant sans doute lors de l'acquisition de la maturité sexuelle.

c. En fonction des biotopes.

Daget signale que la taille moyenne des écailles peut varier de façon significative suivant la provenance de l'échantillon : cas par exemple — au Niger — d'échantillons de jeunes individus provenant d'une part du lit mineur, d'autre part de la zone d'inondation.

Ajoutons que les relations L-D peuvent dépendre de l'axe de mesure choisi sur l'écaille (axe cranial chez les *Tilapia*, axe dorso-cranial chez les *Alestes*). Enfin il serait préférable, dans le cas où il existe une différence nette entre les sexes, de les séparer. Une analyse aussi poussée supposerait que l'on ait des échantillons représentatifs de chaque groupe, ce qui n'a pu être réalisé pour cette étude. Un seul échantillon nous a permis de tester la linéarité de la régression L-D, celui de Daga (El Beid) concernant des jeunes *Alestes baremoze* de 50 à 120 mm, pêchés en décembre 1967.

La droite de régression représentant le mieux l'ensemble des couples L-D a pour équation : L = 2,941 D+18,171. L'estimation du degré d'adaptation de cette droite s'est fait en comparant la dispersion liée à la droite, S² dL, et la dispersion fortuite, S² rL, en tenant compte du nombre de degrés de liberté de chacune d'entre elles. Pour N-C = 573 et C-2 = 21 la table des F de

⁽¹⁾ C représente le nombre de classes de D.

Snedecor donne F = 1,60 au seuil de signification 0,05 et 1,92 au seuil 0,01.Or la valeur de F calculée ici est 1,58, il est donc possible de conclure à la linéarité de la régression considérée

L'hétérogénéité des relations L-D est probable sans qu'il soit prouvé qu'elle ait une influence primordiale dans le calcul ultérieur de la croissance. Nous avons donc préféré réunir l'ensemble des lectures faites sur des individus des deux sexes, de toutes tailles et de toutes provenances.

Pour cela nous avons tout d'abord établi les valeurs moyennes de L pour les différentes valeurs de D afin de voir l'allure générale des variations de L en fonction de D (fig. 9 et tabl. III). L sera toujours exprimée en millimètres et D en unités du micromètre au grossissement 12, notées conventionnellement u dans la suite du texte.

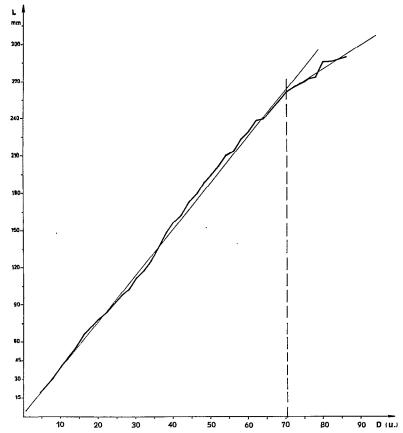


Fig. 9. — Relations entre la longueur standard L (mm) et le rayon dorso-cranial de l'écaille D (u.).

L'examen du graphique montre que la régression de L en D reste approximativement linéaire dans tout l'intervalle d'étude avec un changement de pente à partir de D = 70,5 u. Il y a bien des irrégularités dans la disposition des points mais pas d'affaissement ou de redressement de la ligne de régression pouvant faire songer à une relation allométrique entre L et D. Il ne semble pas, de plus, y avoir modification de la loi de corrélation dans la zone correspondant à la maturité sexuelle (18-20 cm). Nous sommes donc conduits à établir deux relations linéaires entre L et D, l'une pour D variant de 4,5 à 70,5 unités, l'autre pour D variant de 72,5 à 86,5 u.

Comme droites d'ajustement représentant au mieux l'ensemble des valeurs de L et D on peut choisir l'axe majeur réduit ou les droites de régression. L'emploi de l'axe majeur réduit se justifie quand les deux variables sont elles-mêmes fonction d'un ou de plusieurs autres facteurs

D (u. à G×12)	T (mm)	n	D (u. à G×12)	T (mm)	n
4,5	19,03	31	48,5	188,04	92
6,5	25,00	7	50,5	195,54	102
8,5	31,00	5	52,5	200,99	91
10,5	39,67	15	54,5	210,37	68
12,5	48,33	6	56,5	212,90	50
14,5	56,25	44	58,5	223,49	43
16,5	66,76	34	60,5	229,31	65
18,5	72,43	101	62,5	237,32	71
20,5	78,27	263	64,5	239,45	82
22,5	84,08	283	66,5	247,03	96
24,5	90,57	272	68,5	253,71	70
26,5	96,98	159	70,5	260,90	83
28,5	102,61	109	72,5	264,75	59
30,5	111,35	78	74,5	267,16	58
32,5	117,33	58	76,5	272,27	33
34,5	125,62	32	78,5	273,33	27
36,5	136,25	28	80,5	285,91	11
38,5	148,00	35	82,5	286,00	5
40,5	156,46	41	84,5	288,33	3
42,5	161,61	59	86,5	290,00	2
44,5	171,54	78			<u> </u>
46,5	178,59	78		N = 1	2.927

TABLEAU III

Valeurs moyennes de L en fonction de D, pour l'ensemble des Alestes baremoze.

ce qui est le cas ici puisque taille de l'écaille et longueur du poisson sont toutes les deux dépendantes des facteurs réglant la croissance. Mais ici nous cherchons à exprimer L en fonction de D de la façon la plus exacte possible; toutes les valeurs de L correspondant à une valeur de D doivent donc être présentes; lorsque l'on constitue ainsi le tableau de corrélation, les valeurs de L en fonction de D forment une distribution complète, tandis que les valeurs de D en fonction de L forment une distribution tronquée, à moins que l'on ne prenne L et D dans toute l'étendue de leur intervalle de variation; or ce n'est pas le cas ici puisque l'on est obligé de tronçonner la distribution totale en deux parties en raison du changement de pente intervenant dans la ligne de régression. La distribution de D étant tronquée, son écart-type et sa moyenne ne sont pas exacts, l'équation de l'axe majeur réduit et, à plus forte raison, celle de la droite de régression de D en L, se trouvent faussées; nous avons donc choisi la droite de régression de L en D.

Pour D variant de 4,5 à 70,5 u., il y a 2729 couples de valeurs L-D donnant un coefficient de corrélation élevé de 0,983. Les paramètres caractéristiques du tableau de corrélation sont les suivants :

La droite de régression de L en D (fig. 9) a pour équation :

$$L = 3,7350 D + 1,1542$$

Les écarts les plus grands entre la ligne et la droite de régression correspondent à 6 mm en ordonnée et se produisent dans les 2 sens. L'axe majeur réduit a pour équation :

$$L = 3,8009 D - 1,1257$$

Il est extrêmement voisin de la droite de régression puisque l'écart maximum entre la droite de régression et l'axe majeur réduit aux limites de l'intervalle 4,5/70,5 u. n'atteint que 2 mm. La forte corrélation et le petit nombre de classes tronquées par rapport à l'ensemble des classes expliquent cette faible différence.

Pour D variant de 72,5 à 86,5 u., il y a 198 couples de valeur avec un coefficient de corrélation faible de 0,482. Les paramètres caractéristiques du tableau de corrélation sont les suivants :

$\overline{D} = 75,5909$	$\overline{L} = 270,20$
$V_{D} = 9,4362$	$V_{\rm L} = 258,2925$
$\sigma_{\rm D} = 3.072$	$\sigma_{\mathtt{L}} = 12,58$
p = 18,6042	

La droite de régression de L en D a pour équation :

$$L = 1,9716 D + 121,1687$$

L'axe majeur réduit (L=4,09~D-39,34) donne ici de très mauvais résultats la distribution de D étant tronquée à sa limite inférieure ; et ce biais a une forte influence étant donné le petit nombre total de mesures.

Ce sont ces deux équations de L en D qui nous permettront de calculer les tailles moyennes à l'apparition des différents annuli. Nous ne savons à quoi attribuer l'existence de deux droites de régression, qui se rejoignent pour L=260 mm environ. S'agit-il d'un phénomène physiologique ne se manifestant que chez les adultes les plus âgés? Le fait qu'il n'y ait guère que des femelles qui atteignent 26 cm peut aussi intervenir. On ne peut écarter totalement enfin la possibilité d'une déformation optique, pour les grandes écailles, aux extrémités du micromètre. Ceci expliquerait peut-ètre le fait que la taille relative des écailles des individus âgés augmente.

5. INTERPRÉTATION DES ANNULI — ÉPOQUES DE FORMATION

Nous rappelons que nous considérons comme annuli les discordances de disposition des circuli formant une ligne régulière à peu près parallèle au bord de l'écaille, plus ou moins visibles dans tout le champ antérieur, et se retrouvant au même endroit sur toutes les écailles de la série examinée. Ces annuli traduisent un changement physiologique profond. Peuvent-ils être interprétés comme le signe d'arrêt de croissance en longueur ? S'il en est ainsi, le nombre moyen d'annuli doit augmenter régulièrement avec la taille mais cette méthode est ici peu démonstrative à partir d'une certaine longueur, toujours pour la même raison : la difficulté de préciser le nombre exact d'annuli chez les adultes. Toutefois, comme on le verra plus loin, les tailles moyennes à l'apparition du 1er, 2e... ne annulus s'élèvent de façon monotone et montrent que ces annuli sont bien liés à la croissance en longueur.

D'après le § 3.3. l'annulus n'apparaît qu'à la reprise de croissance de l'écaille et signale donc la fin de l'arrêt de croissance de celle-ci. On ne sait pas en fait si cette apparition est réellement concomitante de la reprise de croissance du poisson dans son ensemble. Nous l'admettrons, bien que certaines expériences récentes (DE Bont, 1967) montrent qu'il n'en est pas toujours ainsi.

5.1. Époques et durées des arrêts de croissance chez les jeunes.

Cette étude est menée sur des individus jeunes ayant 1 ou 2 annuli par l'examen de la zone périphérique de l'écaille. On mesure la distance du dernier annulus au bord de l'écaille, distance mesurée sur l'axe dorso-cranial. Il s'agira de d₁ pour un individu à 1 annulus, d₂ pour un individu à 2 annuli.

5.1.1. Individus à 1 annulus.

5.1.1.1. Jeunes capturés dans le fleuve.

Le tableau IV indique les valeurs moyennes de d₁ et ses limites de variation pour quelques échantillons du réseau fluvial. Des jeunes Alestes baremoze ont été capturés dans le Chari à l'aide d'une petite senne ou par empoisonnement, soit dans le fleuve même (échantillons 1, 2, 3, 4, 6), soit dans une mare résiduelle du lit majeur (échantillon 5). Les pêches semblent montrer que ces jeunes sont peu nombreux par rapport aux adultes du système fluvial et qu'ils ne représentent donc qu'une petite fraction de l'ensemble des jeunes de cette taille.

Échantillons	Dates	$\overline{\mathbf{d}}_{1}$ (u.)	Limites	N
1	31.3-6.4.66	4,85	1-8	165
2	5-7.6.66	11,71	1-18	14
3	3-8.4.67	2,83	0,5-5	12
4	22.6.67	14,35	8-20	68
5	27.6.67	2,01	1-4	83
6	13.3.68	1,43	0,5-3	15
7 (1+3)	début avril	4,71	0,5-8	177
8 (2+4)	vers le 20 juin	13,90	1-20	82

Tableau IV Valeurs de \overline{d}_1 pour les jeunes du Chari (Maïlao).

En 1966, 1967 et 1968 la croissance a déjà repris en mars-avril et se poursuit dans les mois qui suivent. Certains échantillons ne sont pas importants et il est préférable de regrouper ceux qui ont été prélevés à des dates semblables. On dispose ainsi d'un échantillon de 177 individus capturés début avril (échantillon 7) et d'un échantillon de 82 individus correspondant à peu près au 20 juin (échantillon 8). Il y a donc deux mois et demi d'écart durant lesquels la croissance de l'écaille a été de 9,19 u. Si on suppose que la vitesse de croissance reste constante, on voit que la croissance aurait repris environ $\frac{4,71 \times 75}{9,19} = 38$ jours avant le début du mois d'avril, c'est-à-dire

à la fin de février. On verra plus loin (tableau X) que la croissance moyenne totale de l'écaille entre le premier et le deuxième annulus pour les individus pris dans le fleuve est d'environ 26 unités; le même calcul que précédemment situe vers début octobre la fin de la période de croissance.

Les limites indiquées sont très approximatives, car il y a des raisons de penser que la vitesse de croissance ne reste pas constante. D'autre part les mesures sont peu précises surtout au moment de la reprise de croissance et il existe probablement de fortes variations interannuelles. Nous retiendrons seulement l'existence d'un arrêt de croissance de plusieurs mois à la fin de l'année et au début de l'année suivante.

Un cas particulier est celui des individus qui sont restés à la décrue dans les petites mares résiduelles des bras intermittents du fleuve (échantillon 5). Ces mares restent isolées 4 à 5 mois : le volume disponible se réduit peu à peu tout au long de la saison sèche, la densité des poissons survivants augmente et la concurrence pour la nourriture y est forte. L'échantillon 5 correspond à une pêche au poison faite dans une mare d'un dixième d'hectare et 700 m³, renfermant plus de 4.000 poissons — dont plus de 500 Alestes baremoze — appartenant à 49 espèces. On comprend que dans ces conditions la croissance soit très fortement ralentie. C'est ce que montre la valeur moyenne de d₁ pour cet échantillon qui est environ 7 fois plus faible que pour les individus du fleuve (échantillon 4). Une autre particularité de cet échantillon est la forte proportion des annuli

doubles qui atteint ici 41 % alors que dans l'échantillon 4 issu du fleuve elle n'est que de 10 %. Ces annuli doubles semblent indiquer une première reprise de croissance, arrêtée peu aprés, suivie d'une deuxième reprise. Ce démarrage hésitant se rencontrerait plus fréquemment chez les individus des mares placés dans de plus mauvaises conditions que ceux du fleuve.

5.1.1.2. Jeunes de la région de Bol.

Les échantillons sont classés chronologiquement dans le tableau V.

 $\begin{tabular}{ll} Tableau & V \\ Valeurs & de & \overline{d}_1 pour les jeunes de la région de Bol. \\ \end{tabular}$

Échantillons	Lieu et date		d ₁ (u.)	Limites	N
1	Bol 30. Bol 24. Mélia	4-1.5.66 6-4.7.66 2-2.3.67 3.4.68 -27.6.68	6,47 12,28 1,95 2,13 8,70	2-10 6-20 0- 6 0,5- 4 5-15	203 53 28 12 10

Les valeurs de \overline{d}_1 , très faibles fin février 1967 et début avril 1968 s'élèvent ensuite les mois suivants, indiquant là aussi un arrêt de croissance en hiver. En 1966 \overline{d}_1 augmente de 6,47 à 12,28 u. en 64 jours, de fin avril à début juillet, soit une différence de 5,81 u. En supposant, comme précédemment, que la vitesse de croissance reste à peu près constante, 6,47 unités représentant la croissance de 71 jours, celle-ci aurait repris vers la mi-février. D'autre part la croissance moyenne annuelle de l'écaille est de 26 unités environ entre le premier et le deuxième annulus ; elle s'étalerait sur $\frac{64 \times 26}{5,81} = 285$ jours. Il y aurait donc finalement arrêt de croissance de la fin de novembre à la mi-février. L'échantillon 3 de 1967 est en bon accord avec ce résultat. En 1968 par contre la croissance paraît avoir repris plus tardivement, mais les examens n'ont porté

que sur un petit nombre d'individus. Là encore les limites indiquées sont peu précises.

5.1.2. Individus a 2 annuli.

5.1.2.1. Jeunes capturés dans le fleuve.

Une remarque préliminaire s'impose concernant la rareté des Alesles baremoze de cette taille. Les individus à deux annuli (12 à 22 cm) n'ont pu être capturés qu'en très petit nombre malgré l'utilisation de moyens de pêche assez variés (sennes, poison, filets maillants) dans la plupart des biotopes du Chari et du Logone. Ce nombre ne correspond pas à l'abondance des adultes, même si l'on considère que ceux-ci représentent plusieurs classes d'âge. Il semble que les quelques Alesles baremoze du fleuve à deux annuli aient subi un sort particulier per rapport à la grande majorité des autres individus de la classe d'âge. Ceux-ci se tiennent probablement dans le lac et ne remonteraient que plus tard dans le système fluvial.

Le tableau VI présente le détail des lectures effectuées et regroupe les résultats par période du cycle annuel.

Les résultats sont assez disparates. La croissance a déjà nettement repris début avril, mais au lieu de se poursuivre à un rythme normal, elle semble pratiquement stoppée jusqu'en septembre. Il est probable que les quelques jeunes à 2 annuli qui restent dans le fleuve ne trouvent pas aux basses eaux des conditions qui leur conviennent.

Échantillons	Lieux	et dates	d̄, (u.)	Limites	N
I	Maïlao	13. 3.68	3,00	2 - 4	2
2	—	31. 3- 6. 4.67	6,33	5 - 8	3
3	_	4- 7. 4.67	5,44	2 -11	18
4	_	5- 7. 6.66	4,79	2 -11	18
5		22-26. 6.66	6,51	0 -17	33
6	Logone-Gana	19-20. 7.67	3,41	0,5-13	29
7	Maïlao	1- 2. 8.66	8,57	3 -13	7
8	_	28-30. 9.67	4,00	2 - 9	10
9	Logone-Gana	2- 4.11.67	10,33	3 -14	6
10	_	28-30.12.67	11,10	7 -14	10
1 à 3		13. 3- 7. 4	5,35	2 -11	23
4 et 5		5. 6-26. 6	5,88	0 -17	52
6 à 8		19. 7-30. 9	5,60	0,5-13	46
9 et 10		2.11-30.12	10,81	3 -14	16

5.1.2.2. Jeunes de la région de Bol.

Les observations réunies dans le tableau VII montrent, comme pour les individus à 1 annulus, une reprise de croissance en février. La croissance serait d'abord rapide (6,6 unités durant les mois de mars-avril), puis se ralentirait (6,3 unités en 3,5 mois) peut-être en relation avec la maturité sexuelle qui est atteinte à ce moment. Toutefois il s'agit de croissances concernant des années différentes; de plus il faut remarquer que la croissance en 1966 depuis la reprise jusqu'à la fin d'août dépasse déjà la croissance totale annuelle. Il ne faut donc pas tirer trop de conclusions de ces résultats peu précis et nous n'en retiendrons que la confirmation de l'arrêt de croissance en hiver.

Échantillons	Lieux et dates		<u>d</u> ₂ (u.)	Limites	N
1	Bol	26.2- 2.3.67	1,06	0- 4	101
2	Bol	5 - 6.5.68	7,70	5-13	54
3	Bol	12 -25.8.66	14,00	9-20	27

5.1.3. Cas particulier des jeunes Alestes baremoze descendant l'El Beid.

On a vu dans le chapitre 2 que de très nombreux jeunes Alestes baremoze descendent l'El Beid durant la première partie de la décrue (novembre à janvier, mais surtout décembre) et rejoignent ensuite le lac. Les Alestes baremoze capturés dans les «Boulous» (§ 2.5) ont presque tous de 65 à 115 mm avec une taille moyenne légèrement variable suivant les échantillons mais toujours voisine de 90 mm. Les écailles de 2019 d'entre eux, capturés du 13 au 16 décembre 1967, ont été examinées : 444, soit 22 %, présentaient un annulus ; 1397, soit 69,2 % n'avaient pas d'annulus ; enfin, pour les 178 A. baremoze restants (8,9 %) il n'a pas été possible de décider si les marques confuses observées devaient ou non être considérées comme des annuli.

Il semble que, dans ce cas précis, il y ait mélange de deux groupes d'Alesles baremoze. L'un représentant 75 % environ de l'effectif serait composé de jeunes de l'année, nés au cours de la dernière saison de reproduction, en août-septembre. Le quart restant aurait, lui, déjà subi un

arrêt de croissance et aurait donc une année de plus en admettant l'hypothèse de l'arrêt d'hiver. Il s'agit peut-être de jeunes surpris par la décrue qui sont restés emprisonnés dans les mares résiduelles des yaérés et de l'El Beid. Leur croissance, au lieu de reprendre normalement en février-mars, serait arrêtée pendant toute la saison sèche et la première partie de la saison des pluies jusqu'aux inondations par suite des conditions sublétales qui règnent dans les mares. Une croissance très ralentie a d'ailleurs déjà été constatée pour les mares résiduelles du Chari. Il faudrait donc vérifier qu'il subsiste bien des jeunes Alestes baremoze dans ces mares à la décrue.

Il faut noter que ces résultats concernent une année de pêche donnée et une période très limitée à l'intérieur de celle-ci. On ne peut donc extrapoler les résultats obtenus à l'ensemble des jeunes Alestes baremoze de l'El Beid étant donné qu'il existe probablement des différences inter et intra-annuelles. Quoiqu'il en soit, cette étude des jeunes de l'El Beid illustre le fait que les Alestes baremoze peuvent suivre des sorts très différents qui dépendent — en particulier — de l'hétérogénéité des conditions naturelles qui entraîne l'hétérogénéité de croissance.

5.2. Époques et durées des arrêts de croissance chez les adultes.

Chez les grands adultes la zone périphérique de l'écaille est toujours difficile à observer. Il est probable que les mêmes facteurs qui provoquent chez les jeunes à 1 ou 2 annuli un arrêt de croissance entraînent les mêmes conséquences pour eux et nous supposerons qu'ils subissent eux aussi un arrêt de croissance en hiver. Cependant il reste un problème important à résoudre à leur sujet, celui des marques de reproduction observées chez d'assez nombreuses espèces de poissons. Si celle-ci se traduit par un annulus supplémentaire, il y aurait 2 annuli par an et non un seul.

Les tailles moyennes des Alestes baremoze à la maturité sexuelle, calculées à partir de l'examen des gonades au cours de la période de maturation génitale, sont d'environ 17 cm pour les mâles et 19 cm pour les femelles. Ces tailles sont comprises entre les tailles moyennes atteintes à l'apparition des 2e et 3e annuli (tableau IX). C'est donc que la reproduction ne provoque pas en général la formation d'annulus sur les écailles, sinon les tailles de maturité sexuelle devraient être égales aux tailles moyennes à l'apparition du 3e annulus. Cela est confirmé par les résultats de lectures effectuées sur 14 individus pêchés à Bol du 22 au 23 octobre 1966 et venant juste d'atteindre la maturité sexuelle (tailles de 200 à 217 mm). Sur ces écailles, relativement claires, la valeur moyenne de d trouvée est de 9,86 u. avec 2 et 20 comme limites. Il est peu probable que cette valeur élevée de d corresponde à la croissance depuis la dernière reproduction qui a eu lieu 1 ou 2 mois avant leur capture. En effet, d = 9,86 u. correspond à la moitié de la croissance totale entre le premier et le deuxième annulus, soit environ 4 à 5 mois.

Nous estimons donc en définitive qu'il y a chez les Alestes baremoze du bas réseau fluvial et du lac un seul arrêt de croissance par an s'étalant sur plusieurs mois à la fin de l'année et au début de l'année suivante. Ce résultat est en accord avec celui obtenu par Hopson (1965) qui interprète les annuli observés sur les écailles de Lales niloticus immatures du nord-ouest du lac Tchad comme des marques d'hiver.

5.3. Causes des arrêts de croissance.

S'il est relativement aisé de constater des interruptions de croissance, il est beaucoup plus difficile de les expliquer. En Europe, abaissement de la température et rareté de la nourriture se conjuguent pour inscrire sur les écailles observées en lumière transmise des zones d'hiver étroites et sombres alternant avec des zones d'été larges et claires. Dans les pays chauds on fait intervenir la notion d'« hiver physiologique » correspondant aux saisons durant lesquelles le poisson est soumis à de mauvaises conditions d'existence. Ces « hivers » sont, pour la plupart des espèces vivant en zone soudanienne, les périodes de basses eaux durant lesquelles les poissons se trouvent confinés dans le lit mineur, généralement sans nourriture suffisante et appropriée.

Il convient de distinguer croissance en longueur et croissance en poids : la croissance en longueur est due à la croissance osseuse ou protéinique alors que la croissance en poids dépend

aussi de l'accumulation plus ou moins temporaire de matières de réserve. La croissance en longueur reflète les conditions de vie mais avec du retard et sous l'influence de facteurs internes; la croissance en poids, elle, reflète au contraire presque immédiatement les conditions défavorables du milieu telles que l'absence de nourriture ou l'abaissement de température pouvant provoquer un ralentissement de l'activité du poisson.

Croissance en longueur et croissance en poids ne sont pas directement liées et leurs variations ne sont pas toujours simultanées, surtout chez les adultes. Un arrêt de croissance en longueur ne signifie pas obligatoirement un amaigrissement. Au Mali par exemple les *Tilapia zillii* du fleuve Niger et les *Helerotis niloticus* du lac Débo restent en bonne condition malgré l'arrêt de croissance des basses eaux (DAGET, 1956 et 1957).

La quantité de nourriture disponible n'est pas en cause, car les Alestes baremoze, gros mangeurs de zooplancton, en disposent toute l'année en abondance dans l'archipel. Quant aux individus capturés dans le réseau fluvial pendant la crue, ils proviennent sans doute en majorité du lac; leur pénétration dans le réseau fluvial à une époque où la nourriture disponible est rare se traduit en définitive par un amaigrissement considérable puisque le coefficient de condition moyen chez de grands adultes pris au FM 30 passe de 1,41 en mars à Djimtilo à 1,15 fin juillet à Maîlao, avant la saison de ponte. Mais cette perte de condition ne paraît pas accompagnée d'un arrêt de la croissance en longueur. Celle-ci, de même que le développement des gonades, s'effectuerait à partir des réserves accumulées au cours du ou des séjours lacustres. Cependant, en réalité, nous ignorons quand se fait la reprise de croissance chez les adultes.

Dans le cas des jeunes Alestes baremoze du lac Tchad et du bas réseau fluvial, l'arrêt de croissance coïncide avec les mois les plus froids de l'année. A Bol la moyenne de température de l'eau de surface est de 21-22 °C en janvier tandis qu'elle atteint 30 °C en juin (1956-60, fig. 2). Les variations sont à peu près les mêmes dans le Chari à Fort-Lamy. L'écart d'au moins 8 °C est suffisant pour qu'on puisse l'invoquer comme une cause possible de l'arrêt de croissance. Chevey (1933) a déjà montré sur Synagris japonicus qu'un écart de 4 °C se traduisait sur les écailles de ces poissons par des annuli.

Enfin, il faudrait savoir s'il y a sculement coïncidence entre la baisse de température de l'eau et l'arrêt de croissance ou si celle-ci provoque celle-là et de quelle façon, mais un tel problème ne peut être résolu que par des élevages expérimentaux.

6. CROISSANCE DES ALESTES BAREMOZE D'APRÈS LA SCALIMÉTRIE

Les tailles moyennes à l'apparition des différents annuli ont été essentiellement déterminées à partir d'adultes pêchés dans le filet maillant à maille de 30 mm. Ce filet capture des Alestes baremoze de tailles très variées puisque l'intervalle de capture s'étend des poissons de 220 mm jusqu'aux plus grands adultes (tabl. XI et fig. 12); de nombreuses classes d'âge y sont donc mélangées, aussi bien pour les mâles que pour les femelles, comme l'indiquent les valeurs obtenues ci-dessous (6.1 et 6.2). Il semble que ce mode d'échantillonnage permette de pondérer, dans une certaine mesure, les variations interannuelles de croissance, et d'obtenir une image approchée de la croissance moyenne des Alestes baremoze.

6.1. Tailles moyennes à l'apparition des annuli.

Le dépouillement des observations a été effectué en éliminant d'une part les individus à écailles trop confuses pour être lues ou conduisant à un désaccord entre les deux observateurs, d'autre part les individus dits « aberrants » présentant des annuli d'abord très rapprochés puis beaucoup plus espacés, ou encore un premier annulus impliquant une croissance énorme. Le premier type d'aberration pourrait s'expliquer par l'existence dans certains cas d'une première reprise de croissance suivie d'un nouvel arrêt avant la reprise définitive; le deuxième type par le

fait que le premier annulus n'a pas été vu ou que le poisson n'a pas subi d'arrêt de croissance la première année. Les écailles confuses représentent environ 8 % et les écailles « aberrantes » 22 % du total; 30 % des écailles ont donc été rejetés. Enfin un annulus double ou triple est mesuré en faisant la moyenne des valeurs obtenues pour chacun des composants de cet annulus.

Dans le tableau VIII, nous donnons les principales caractéristiques des distributions concernant la distance D à l'apparition des différents annuli. D est exprimée en unités du micromètre au grossissement 12 (u.). On trouvera aussi pour chaque couple de valeurs mâle-femelle correspondant à un annulus de rang donné, les valeurs du t de Student-Fisher permettant de tester les différences entre sexes.

Les valeurs moyennes de D à l'apparition des annuli sont plus fortes pour les femelles que pour les mâles; les écarts s'accentuent avec la taille et sont toujours significatifs à partir du 3º annulus. Par contre il n'y a pas de différence entre les trois régions du bas réseau fluvial (Djimtilo, Maïlao et Logone-Gana); la partie inférieure du tableau VIII regroupe les résultats

 ${\bf TABLEAU~VIII}$ Valeurs moyennes de D à l'apparition des différents annuli en unités du micromètre à $G\times 12$.

	Rang de		Femelles	1		Mâles		t
Régions et dates	l'annulus	D	n	v/n	D	n	v/n	₫-♀
	1	16,67	67	0,3651	15,86	43	0,4982	0,9
Archipel	2	43,75	67	0,4978	40,33	43	0,9505	2,8
(Bol)	3	55,79	63	0,4692	50,90	42	0,9839	4,1
	4	61,83	48	0,6944	56,48	31	1,0008	4,1
28 au 30-4-66	5	65,96	26	0,4595	59,62	18	1,5589	4,5
	6	70,71	7		56,00	2		
	1	21,00	66	0,3774	18,39	69	0,3500	3,1
	2	46,68	66	0,7567	42,13	69	0,6355	3,9
Djimtilo	3	58,64	66	0,6302	54,26	69	0,3834	4,4
	4	64,05	60	0,5225	59,38	52	0,2346	5,4
23 au 26-4-66	5	66,45	33	0,6374	62,55	22	0,3997	3,8
	6	70,40	15		65,50	2	}	
	7	73,20	10					
	1	20,20	59	0,4664	17,95	54	0,4794	2,8
	2	45,93	59	0,8566	43,19	54	0,8464	2,1
Maïlao	3	58,61	59	0,7176	54,51	53	0,5487	3,6
	4	65,63	54	0,5448	58,32	37	0,4968	7,2
31-5 au 7-6-66	5	70,26	39	0,5440	60,90	21	0,7932	8,1
	6	72,50	16	0,9687	61,20	. 5		
	7	71,50	2					
	1	19,84	38	0,3539	19,74	38	0,4303	0,1
	2	47,61	38	1,2971	46,29	38	0,8932	0,9
Logone-Gana	3	60,41	37	1,0116	56,19	37	0,6338	3,3
	4	65,69	36	0,6324	60,38	21	1,0906	4,0
3-6-66	5	69,63	19	1,1424	60,78	9	1,0562	6,0
	6	72,57	7		63,50	2	<u> </u>	
	1	20,33	163	0,1381	18,55	161	0,1445	3,4
	2	46,72	163	0,3102	43,46	161	0,2743	4,3
Réseau fluvial	3	59,06	162	0,2574	54,83	159	0,1759	6,4
	4	64,94	150	0,1880	59,34	110	0,1387	9,8
23-4 au 7-6-66	5	68,86	91	0,2820	61,50	52	0,2474	10,1
	6	71,68	38	0,5209	62,78	9		
	7	72,92	12					

concernant cet ensemble. Il ne reste plus ensuite qu'à exprimer les valeurs moyennes de D en longueurs standards moyennes à l'aide des relations établies au chapitre 4 (tableau IX).

Ces résultats seront commentés dans le chapitre 8.

 ${\bf TABLEAU\ IX}$ Longueurs standards (mm) des ${\it Atestes\ baremore\ \grave{a}}$ l'apparition des annuli.

_	Archipel (Bol)							
Rang de l'annulus	Feme	lles	Måles					
	L	n	L	n				
1	63,46	67	60,43	43				
3	164,67 209,67	67 63	151,89 191,39	43 42				
4 5	232,24 247,68	48 26	212,25 223,98	31 18				
6	265,43	7	210,45	2				

	Réseau fluvial							
Rang de l'annulus	Fem	elles	Mâles					
	L	n	L	n				
1	77,14	163	70,48	161				
$\begin{bmatrix} 2 \dots \\ 3 \dots \end{bmatrix}$	175,77 221,89	163 163	163,59 206,08	161 159				
4 5	243,87 258,52	150 91	222,94 231,01	$\frac{110}{52}$				
6	262,52 264,97	38 12	235,79	9				

On peut remarquer tout de suite que les longueurs moyennes au premier annulus sont faibles par rapport aux écarts entre les tailles au premier et deuxième annulus. Cette différence illustre le fait que cette première période de croissance n'est pas l'homologue des autres : elle s'étend depuis la ponte (août-septembre) jusqu'au premier arrêt de croissance et est donc beaucoup plus courte que les suivantes.

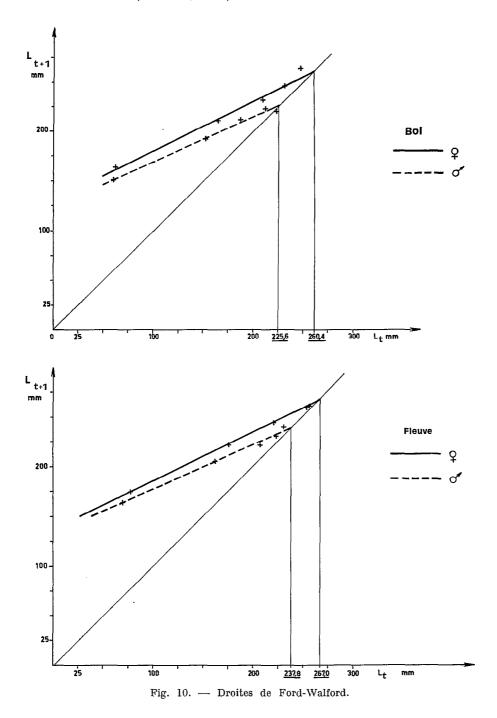
6.2. Courbes de croissance.

On sait que dans l'hypothèse classique, que nous adopterons ici, où la croissance suit approximativement une loi de von Bertalanfiy la longueur à l'instant t+1 est une fonction linéaire de la longueur à l'instant t selon l'expression de Ford-Walford :

$$L_{t+1} = e^{-k}L_t + L_{\infty} (1 - e^{-k})$$

k est une constante caractéristique de la loi de croissance, et L_{∞} la longueur moyenne maximale. Sa valeur est fournie par l'intersection de la droite représentative de l'expression de Ford-Walford — de pente e— k — et de la première bissectrice.

Pour les Alestes baremoze nous disposons de quatre séries de valeurs donnant les longueurs atteintes à chaque arrêt de croissance annuel en fonction du sexe et de la région (tableau IX et figure 10). Chaque série permet d'obtenir, selon les cas, 5 ou 6 points d'abscisse L_t et d'ordonnée L_{t+1} en prenant comme point de départ les longueurs moyennes atteintes au premier annulus. Il s'agit d'en donner la meilleure représentation linéaire possible. Comme droite d'ajustement



on peut ici choisir sans inconvénient l'axe majeur réduit. Les points d'une série n'ont pas la même valeur car ils sont obtenus à partir de nombres très différents de mesures; pour tenir compte de cela nous avons affecté chacun d'eux d'un coefficient égal à la moyenne des nombres de mesures concernant d'une part son abcisse, d'autre part son ordonnée.

En opérant de même pour les trois autres séries, on obtient les quatre équations des axes majeurs réduits ainsi que les différentes valeurs de k suivantes :

$$\text{Bol.} \qquad \begin{cases} \text{femelles } L_{t+1} = 0,497 \ L_t + 130,99 & 0,6992 \\ \text{måles} & L_{t+1} = 0,449 \ L_t + 124,30 & 0,8007 \end{cases}$$
 Réseau fluvial.
$$\begin{cases} \text{femelles } L_{t+1} = 0,442 \ L_t + 137,77 & 0,7172 \\ \text{måles} & L_{t+1} = 0,442 \ L_t + 132,70 & 0,8163 \end{cases}$$

A l'aide de ces quatre équations on peut calculer les longueurs standards théoriques qui sont assez voisines des longueurs observées sauf pour les 6e et 7e annuli (tableau X).

 ${\it Tableau} \ \ X$ Longueurs standards (mm) calculées des Alesles baremoze aux différents arrêts de croissance.

Rang de	В	ol	Réseau fluvial		
l'annulus	femelles	mâles	femelles	måles	
1	63,46 162,53 211,77 236,24 248,40 254,44	60,43 151,43 192,29 210,64 218,88 222,58	77,14 175,11 222,52 245,47 256,58 261,95 264,55	70,48 162,85 205,12 223,36 231,43 234,99	
L ∞	260,4	225,60	267,00	237,80	

La figure 11 donne une représentation de la courbe de croissance des Alesles baremoze à partir des valeurs du tableau X; ce schéma suppose un arrêt de croissance identique quels que soient le sexe, l'âge ou l'origine du poisson ; la date de naissance moyenne a été fixée au début du mois de septembre.

7. INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS DE PÊCHE

Étant donné la complexité des phénomènes entrant en jeu dans l'étude de la croissance, il est préférable de contrôler les résultats obtenus par une méthode indépendante de la première. C'est pourquoi nous avons cherché à vérifier les données de la scalimétrie par la méthode de Petersen ou, d'une façon plus générale, par l'interprétation des résultats de pêche. Avant d'étudier ceux-ci, il est nécessaire d'examiner le mode de sélection des Alesles par des filets maillants.

7.1. La sélectivité des filets maillants (FM).

Pour chaque classe de longueur, la fréquence observée est le produit de la fréquence réelle par la fréquence théorique de sélectivité du filet, c'est-à-dire la fréquence que l'on observerait dans un milieu où, pour l'espèce considérée, les poissons des différentes classes de longueur seraient présents en nombres égaux et dispersés au hasard. Ces conditions ne sont évidemment jamais réalisées et les fréquences théoriques relatives permettant de construire la courbe de sélectivité sont inconnues.

D'autre part, les autres espèces capturées interviennent en modifiant plus ou moins la surface pêchante à l'égard de l'espèce étudiée. Si les fréquences relatives ne sont sans doute pas modifiées sensiblement, les fréquences absolues, pour un même effort de pêche et une composition constante du peuplement pour l'espèce considérée, varient en fonction de l'abondance des autres

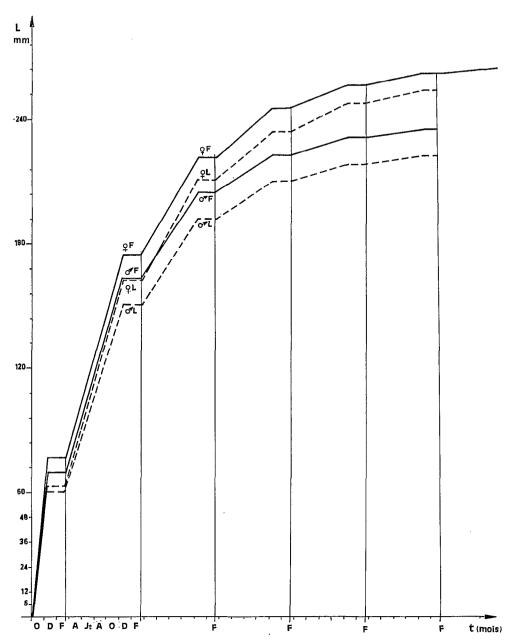


Fig. 11. — Croissance des Alestes baremoze d'après les croissances calculées, pour le lac en trait interrompu et pour le fleuve en trait plein.

espèces susceptibles d'être capturées. En pratique, on essaye d'avoir une image approchée de la courbe de sélectivité à l'aide des courbes de capture. Une telle image peut être fournie par la courbe de capture dans un milieu où l'on sait, par exemple à l'aide d'un autre engin moins sélectif, que sont présents des individus de toutes tailles avec des abondances relatives pas trop variables dans l'intervalle de sélectivité du filet; ou encore en effectuant des pêches dans les différents milieux occupés par l'espèce et en cumulant les résultats obtenus.

Quelle est la forme de ces courbes théoriques de sélectivité ? On admet généralement qu'il s'agit de courbes normales, sans qu'il y ait de raisons bien évidentes a priori pour qu'il en soit

ainsi. Il semble au contraire que ces courbes doivent être dissymétriques avec des fréquences relatives augmentant d'abord très vite puis parvenant à un palier à peu près horizontal et diminuant ensuite moins rapidement jusqu'à des tailles très élevées. C'est d'ailleurs ce que nous avons observé pour les courbes de captures des Alestes baremoze de la région de Bol. (fig. 12). En effet, à la limite inférieure de la distribution, il suffit d'une très petite différence de longueur pour qu'un poisson ou bien se maille, ou bien passe au travers du filet (ou — pour une même longueur — d'une différence de condition); à la limite supérieure au contraire, les grands individus ont la possibilité de se faire prendre très en avant du corps, par exemple à un niveau situé entre le bord postérieur de l'œil et celui de l'opercule, comme nous l'avons parfois constaté; il arrive aussi simplement qu'ils s'emmêlent. Entre l'opercule et la nageoire dorsale le maillage peut s'effectuer à des niveaux fort différents, suivant la section du corps et donc correspondre à des longueurs de poisson variées représentées par le palier de la courbe.

Quoi qu'il en soit, les courbes obtenues présentent donc une partie à peu près parallèle à l'axe des L de part et d'autre de laquelle la fréquence diminue rapidement. On peut ainsi obtenir empiriquement pour chaque filet l'intervalle de longueur dans lequel les captures ne dépendent pratiquement pas de la sélectivité du filet, mais essentiellement de la structure du peuplement.

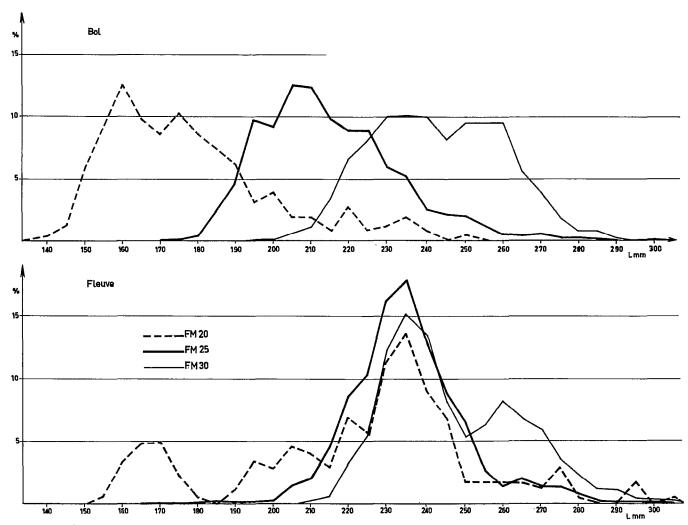


Fig. 12. — Fréquences relatives des différentes classes de longueur pour les FM 20, 25 et 30. Résultats globaux de janvier 1966 à mars 1967.

Cet intervalle sera appelé «intervalle principal de capture». Si l'on dispose d'une série de filets dont les intervalles principaux de capture sont juxtaposés et couvrent par exemple tout l'intervalle de longueur L₁-L₂, et si ces filets fournissent le même effort de pêche, on obtiendra une représentation approchée du peuplement dans cet intervalle. Si les intervalles principaux de capture se recouvrent entre eux, on choisira dans les parties communes l'un ou l'autre des 2 filets en cause, ce qui devrait fournir à peu près les mêmes résultats dans la mesure où les autres espèces de poisson n'interviennent pas trop en diminuant les fréquences absolues observées dans un filet par rapport à l'autre. S'il y a un vide entre deux intervalles principaux de capture, on peut essayer de corriger de façon empirique les résultats, par exemple en faisant la somme des fréquences observées pour les deux filets. Des hiatus trop importants existent entre le FM 10 et le FM 15 d'une part, entre le FM 15 et le FM 20 d'autre part, il n'a été tenu compte ici que de l'ensemble des trois filets FM 20, 25 et 30 qui donne des résultats intéressants à partir d'une taille de 155 mm.

Le tableau XI indique les fréquences relatives des différentes classes de longueur pour les FM 20, 25 et 30 dans la région de Bol et dans le réseau fluvial, pour toutes les pêches faites de janvier 1966 à mars 1967; ces résultats sont représentés par la figure 12.

TABLEAU XI
Fréquences relatives des Alestes baremoze capturés aux FM 20, 25 et 30 (en %).

L (mm)	R	égion de B	ol	R	éseau fluvi	al
13 (MIIII)	FM 20	FM 25	FM 30	FM 20	FM 25	FM 30
140	0,4					
145	1,2		ļ			
150	5,9					
155	9,1			0,6		
160	12,6			3,4		
165	9,8		ļ l	4,0		
170	8,7			4,0	0,1	
175	10,2	0,1		2,3	-,	
180	8,7	0,4		0,6	0,1	
185	7,5	2,5	[-,-	0,2	1
190	6,3	4,7		1,1	0,2	
195	3,2	9,6	0,1	3,4	0,2	
200	3,9	9,2	0,1	2,8	0,3	ļ
205	2,0	12,5	0,6	4,5	1,4	
210	2,0	12,3	1,1	4,0	2,0	0,3
215	0,8	9,8	3,3	2,8	4,6	0,6
220	2,8	8,8	6,6	6,8	8,6	3,2
225	0,8	8,8	8,0	5,7	10,4	5,5
230	1,2	6,0	10,0	11.3	16,2	12,2
235	2,0	5,4	10,1	13,6	17,8	15,1
240	0,8	2,5	10,0	9,0	12,8	13,6
245	","	2,1	8,2	6,8	8,9	8,2
250	0,4	2,0	9,6	1,7	6,6	5,4
255	-,-	1,3	9,5	1,7	2,7	6,3
260		0,5	9,5	1,7	1,4	8,2
265		0,4	5,6	1,7	1,9	6,8
270		0,5	4,0	1,1	1,3	6,0
275	1	0,2	1,9	2,8	1,5	3,5
280	1	0,2	0,8	0,6	0,7	2,3
285		0,1	0,8	","	0,2	1,1
290		-,,	0,1		0,1	1,1
295				1,7	0,1	0,3
300			0,1		0,1	0,2
305			,,,	0,6	3,1	0,2
N	254	815	2.102	177	945	1.755

On voit tout de suite qu'il est impossible de se baser sur les résultats obtenus dans le réseau fluvial pour avoir une idée de la sélectivité des filets. Tous les trois présentent un mode très net à 235 mm correspondant à la foule des mâles adultes présents dans le fleuve. La région de Bol donne au contraire de bons renseignements; on obtient trois courbes assez régulières permettant de définir en première approximation les intervalles principaux de capture pour les trois filets, à savoir 155-180 mm pour le FM 20, 195-225 pour le FM 25 et 230-260 pour le FM 30. Il est possible d'ailleurs que la limite supérieure réelle pour le FM 30 soit plus élevée, les individus de taille supérieure à 260 mm étant relativement rares dans l'archipel.

7.2. Région de Bol.

7.2.1. PÊCHE AU FM 10.

Il s'agit d'un filet de 100 mètres de long, utilisé à quatre reprises en 1966 au voisinage immédiat de Bol (tabl. XII). Ce filet est très sélectif : 81 % des poissons capturés appartiennent à trois classes 75, 80 et 85 mm parmi lesquelles celle de 80 mm représente un mode très net.

Tableau XII Les Alesies baremoze capturés au FM 10 dans la région de Bol en 1966.

L (mm)	70	75	80	85	90	95	100	N
4-9 février. 27-30 avril. 30 juin-5 juillet. 21-24 octobre.	11 1	10 129 11 15	24 227 29 13	17 110 23 6	8 47 5 3	4 25 6 2	17 7 3	63 566 82 47
N	17	165	293	156	63	37	27	758

Le nombre d'Alestes baremoze capturés en avril est de 7 à 12 fois plus élevé, alors que l'effort de pêche a été supérieur en février et en juillet. Cela conduit à penser que les jeunes atteignent des tailles de l'ordre de 80 mm à cette époque de l'année; ce qui est en accord avec la scalimétrie : à la fin de février la taille moyenne des mâles et des femelles est de 62 mm; lors de l'arrêt de croissance suivant, elle sera de 157 mm (tabl. VIII). Cette croissance de 95 mm en 9 mois environ — d'après les lectures d'écailles — conduirait les Alestes baremoze à une taille moyenne de 82 mm à la fin du mois d'avril.

7.2.2. Pêches au poison.

Quatre pêches au poison ont été faites dans une petite crique d'un hectare environ, à Matafo, au voisinage de Bol. Les résultats, en ce qui concerne les jeunes *Alestes baremoze*, sont exposés dans le tableau XIII.

Il y a confirmation de l'arrêt de croissance en hiver puisque la taille moyenne reste la même de la fin novembre à la fin février. On pourrait objecter que cette taille ne reste semblable que parce que les A. baremoze ont tendance à quitter la crique à partir d'une certaine longueur, mais l'échantillon de mai, malgré son faible effectif, donne une taille moyenne nettement plus élevée.

La valeur obtenue pour la longueur moyenne au premier arrêt de croissance, 40 mm, est assez différente de celle obtenue par la scalimétrie. En sont sans doute responsables les caractéristiques de cette crique: profondeur, rôle d'abri, nourriture disponible, présence d'autres espèces,

L (mm)	26-11-65	7-2-66	24-2-67	1-5-66
15	5			
20	220	6	3	
25	306	13	19	
30	248	29	53	
35	227	13	66	1
40	241	10	43	
45		,	23	
	215	16	1	6
50	164	8 .	17	7
55	113	5	11	2
60	89	6	1	1
65	80	5	1	3
70	59	2		1
75	28	1		4
80	11			7
85	8			8
90	4			2
95				2
100				2
105	1			
110		-		
115	1			
N	2.060	114	237	54
L (mm)	39,7	39,2	37,0	68,9

TABLEAU XIII
Les jeunes Alestes baremoze pêchés au poison à Matafo.

situation par rapport aux frayères... La composition du peuplement dépend de ces facteurs et il n'y a pas de raison de croire qu'elle coïncide avec celle du peuplement de l'ensemble des jeunes nés au cours de la dernière saison de reproduction.

7.2.3. Pêche avec une série de filets maillants.

Du 24.2 au 2.3.1967, soit au tout début d'une nouvelle période de croissance, nous avons utilisé dans la région de Bol une série de filets maillants à maille de 10, 15, 20, 25, 30 mm dans l'espoir d'obtenir une représentation approchée du peuplement en Alesles baremoze. Comme nous l'avons vu plus haut (7.1), nous ne retiendrons ici que les résultats fournis par trois filets, les FM 20, 25 et 30, dans leurs intervalles principaux de capture. Pour les classes de 185-190 mm nous avons fait un peu arbitrairement la somme des fréquences pour le FM 20 et le FM 25; cela n'aura d'ailleurs pas d'importance pour les conclusions qui en découlent. Les résultats sont indiqués dans le tableau XIV et représentés par la figure 13.

Il y a un premier mode chez les mâles et les femelles vers 160 mm, valeur un peu faible pour les femelles si on la compare à la taille moyenne au deuxième annulus (175 mm), mais convenable pour les mâles (163 mm). Les mâles présentent un deuxième mode à 210 mm au milieu de plusieurs classes bien fournies, il s'agit de l'ensemble des mâles adultes de la région comprenant certainement plusieurs classes d'âge.

Chez les femelles, il y a un groupe de classes bien fournies de 195 à 210 mm avec un mode peu marqué à 205 mm, valeur un peu inférieure à la taille moyenne à l'apparition du troisième annulus (212 mm chez les femelles). Enfin, il y a un autre groupe de classes bien représentées correspondant là aussi à l'ensemble des classes d'âge des adultes les plus âgés.

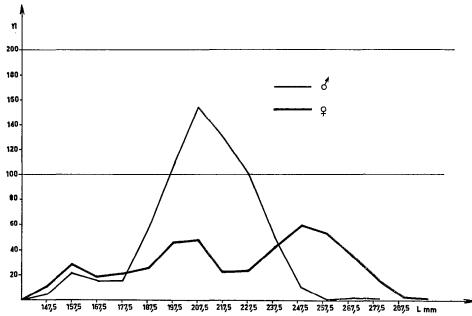


Fig. 13. — Nombres (n) d'*Alestes baremoze* par classe de longueur capturés dans les FM 20, 25 et 30 à Bol du 24 février au 2 mars 1967.

TABLEAU XIV Les Alestes baremoze capturés à Bol du 24 février au 2 mars 1967 (FM 20, 25 et 30 réunis).

L (mm)	Mâles	Femelles
145 150 155 160 165 170 175 180 185 190 195 200 205 210 215 220 225 230 235 240 245 250 255 260 265 270 275 280 285	1) 4 3) 4 8 (21 13) 21 9 (16 7) 16 20 (56 51 (107 71 (154 70 (130 58) 101 31 (52 9) 11	1
N	669	447

7.3. Réseau fluvial.

7.3.1. Pêches au poison.

Plusieurs pêches au poison ont été faites à Maïlao pendant les basses eaux et la première partie de la crue (tableau XV). Les trois premières se sont déroulées dans la partie aval d'un bras secondaire du Chari. A cette époque ce bras ne communiquait plus avec le fleuve que par cette zone aval. La dernière pêche a eu lieu dans une mare résiduelle du lit majeur.

Tableau XV
Les Alestes baremoze pêchés au poison dans la région de Maïlao.

L (mm)	1 6-4-66	2 7-6-66	3 22-6-67	4 27-6-67
52,5				4
62,5	9			31
72,5	16			93
82,5	38			122
92,5	34		2	117
102,5	38		6	82
112,5	16	3	23	50
122,5	6	1	46	16
132,5	2	1	40	6
142,5		1	48	5
152,5	9	6	15	3
162,5	10	20	11	2
172,5	28	22	17	
182,5	22	12	22	2
192,5	20	9	13	1
202,5	18	4	10	
212,5	5	5	5	
222,5	7	5	1	
232,5	5	10	8	
N	283	99	267	534

La pêche 1 met en évidence 2 groupes de classes bien représentées entre 82,5 et 102,5 mm d'une part, entre 172,5 et 202,5 mm d'autre part. Ces deux modes correspondent assez bien aux tailles des individus à 1 ou 2 annuli, compte tenu du gain de taille depuis le dernier arrêt de croissance. La pêche 2, faite deux mois seulement après la pêche 1, est sans doute faussée car le nouvel équilibre n'a pas eu le temps de s'établir; en particulier tous les individus de petite taille sont absents. La pêche 3 montre un groupe de classes bien fournies entre 122,5 et 142,5 mm qu'on peut interpréter comme le groupe des individus à un annulus dans leur deuxième période de croissance. D'après les pêches au poison, les Alestes baremoze grandiraient de 4 cm en 2,5 mois (du 6 avril au 22 juin), croissance moyenne nettement supérieure à celle trouvée par la scalimétrie qui est d'environ 2,5 cm. Il est vrai que les pêches n'ont pas été faites la même année.

Dans la mare résiduelle (pêche 4), la taille à la même époque (fin juin) est nettement plus faible : 82,5 à 92,5 mm au lieu de 122,5 à 142,5 mm. On peut penser soit que les plus petits se laissent plus facilement emprisonner au retrait des eaux, soit que la croissance est plus faible compte tenu des conditions défavorables d'existence. On a vu plus haut que l'examen des écailles faisait pencher vers cette deuxième explication.

732 SENNE & BATONNETS

Il s'agit d'un engin de faibles dimensions, à maille de 10 mm servant à capturer les petits poissons en eaux peu profondes. Les distributions sont tronquées en-dessous de 70 à 75 mm. Les résultats de 3 pêches effectuées à Maïlao sont indiqués dans le tableau XVI.

Tableau XVI Les Alesies baremoze capturés à la senne à bâtonnets dans la région de Maïlao.

L (mm)	1 30-3 au 6-4-66	2 24-6-67	3 24-6-67
52,5 62,5 72,5 82,5 92,5 102,5 112,5 122,5 132,5	13 8 28 43 30 13	3 125 204 82 19 6	7 44 70 35 12 1
N	137	440	169

Début avril (pêche 1), différents échantillons cumulés en provenance des zones abritées du Chari mettent en évidence l'existence d'un mode à 82,5 mm. Les pêches de fin juin 1967 dans des mares résiduelles du lit majeur ont toutes deux le même mode à 92,5 mm. Tous ces résultats sont en bon accord avec les données des pêches au poison et de la scalimétrie.

7.3.3. Pêche à la grande senne.

Quatre séries de pêches ont eu lieu entre le début du mois d'avril et le début du mois d'août, donc à l'étiage et durant la première partie de la crue sur une période de 4 mois (tableau XVII).

Pendant cette période, de 4 mois, la croissance se poursuit; pour des A. baremoze de 15-20 cm elle est de 4-5 cm pour une période complète de croissance soit environ 2 cm en 4 mois. Les modes éventuellement observés en totalisant les résultats ne sont donc pas des modes vrais correspondant à une date précise; de plus les fréquences absolues sont faibles pour les A. baremoze de petite taille. Il y a toutefois confirmation de l'existence d'une classe d'âge relativement séparée des autres vers 175-195 mm, ce qui correspond assez bien aux tailles qu'atteignent à cette époque (d'après la scalimétrie) les individus à 2 annuli. Le reste de la distribution est constitué par l'ensemble des grands adultes avec un mode à 265 pour les femelles et 235 pour les mâles.

On peut conclure en définitive que les résultats de pêche confirment les résultats de la scalimétrie en ce qui concerne les individus de 1 à 2 annuli. Pour les individus plus âgés, les différentes classes sont mélangées et l'on n'obtient plus qu'un seul mode correspondant à l'ensemble des mâles ou des femelles de grande taille.

8. DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Au chapitre 6 nous avons donné d'une part les valeurs observées pour les tailles moyennes à l'apparition des annuli, calculées à partir des lectures d'écaille par l'intermédiaire des relations L-D; d'autre part les valeurs calculées de ces tailles moyennes à partir des valeurs observées, en supposant que la croissance suive une loi de von Bertalanffy et que l'on puisse donc appliquer la relation de Ford-Walford. Les résultats correspondants ont respectivement été présentés dans les tableaux IX et X.

 ${\bf TABLEAU~XVII}$ Les ${\it Alestes~baremoze}$ pêchés à la grande senne dans le Chari et le Logone.

	ī						1		1		
			Ma	ĭlao			Logon	ie-Gana	Γ	ous échant	illons
L (mm)	1-2.	8.66	4-7.	4.67	23-26	3.6.67	19.	7.67	♂.	우	♂ + ♀
	ð	\$	ਤੋਂ	ş	<u>ð</u>	\$	ð'	<u></u>	· ·	+	
145 150 155			3	•	3	1		1	6	1	I 7
160		İ	2		2	1	1]	5	1	6
165 170	1		3 9	3	2	3	1	1	4 12	6 2	10 14
175	1		7	1	6	3	1		14	4	18
180 185	3		6 9	3 3	8 7	2	1 1	2	18 18	5 5	23 23
190	4	1	6	3	6	4	1	2	16	8	23 24
195	3		5	2	5	1		1	13	4	17
200	6		3		$\frac{1}{4}$	_	ĺ	1 ~	13		13
205	8		2	1	6	1			16	1	17
210	9		3		4	3	2		18	3	21
215	21	l	8	1	7	2	2		38	3	41
220	23	ĺ	9	2	10	1	3	ĺ	45	3	48
225	54	ļ	15	1	13	1	8		90	2	92
230	56		15		17	1	6	1	94	1	95
235	74		14	ļ	28	2	11		127	2	129
240	67	2	9	1	22	2	8		106	4	110
245	57	14	7 4	,	13	1	4		81	15	96
250 255	10 6	27 63	4	1	6 3	8	2 1	3	22	39	61 87
260	2	103		6 2	3 4	3 8	1	5 4	10 6	77 117	87 123
265	1 ~	103	} ,	3	2	9	l	6	3	125	128
270	^	75		7	· ~	20		6	,	108	108
275		73		4		8	1	5		90	90
280		42		6	1	11	1	7	1	66	67
285]	29	J .	5	1	6	J	6	1	46	47
290		8				7		2		17	17
295		9		1		2	ļ	2		14	14
300		3		1		3	l			7	7
305				1						1	1
310	[1				ĺ	ĺ			1	1
315		1			_	i				1	1
	407	558	139	58	180	113	51	51	777	780	1557

Les longueurs standards théoriques sont assez voisines des longueurs observées sauf, dans certains cas, pour les Alestes baremoze les plus âgés. Il faut remarquer que ces discordances légères concernent toujours des classes peu fournies et pour lesquelles les valeurs obtenues ne sont donc pas nécessairement représentatives. Nous considèrerons donc que les valeurs calculées (tableau X) correspondent assez fidèlement aux lectures d'écaille effectuées et nous les utiliserons dans la suite du texte.

Le tableau XVIII rassemble les quatre séries de valeurs calculées pour les tailles moyennes à l'apparition des annuli : une série par sexe dans chacune des deux régions prospectées, bas réseau fluvial (Chari et Logone) d'une part, archipel du nord-est (région de Bol) d'autre part. A ces résultats nouveaux, nous avons adjoint ceux obtenus par Daget (1954) : longueurs observées pour les Alestes baremoze du Niger moyen. La seconde partie du tableau XVIII et la figure 14 présentent les croissances correspondantes.

TABLEAU XVIII

1. Tailles moyennes calculées (Tchad) et observées (Moyen Niger) (mm) pour les Alestes baremoze à l'apparition des annuli.

	Nig	er	Tehad					
Rang de l'annulus				fluvial	Archipe	l (Bol)		
	Femelles	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles	Måles		
1	78,61	78,6	77,1	70,5	63,5	60,4		
2	182,3	177,2	175,1	162,9	162,5	151,4		
3	208,9	197,4	222,5	205,1	211,8	192,3		
4	223,2	210,3	245,5	223,4	236,2	210,6		
5	234,9	218,7	256,6	231,4	248,4	218,9		
6	243,0	226,6	262,0	235,0	254,4	226,6		
7	252,5	225,0	264,6	•	'	•		

- (1) Sexes non distingués pour le 1er annulus.
- 2. Croissances entre 2 arrêts de croissance (en mm).

	Nig	ger ·		To	chad.	
Annuli			Réseau	fluvial	Archipe	l (Bol)
	Femelles	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles	Mâles
0-1	78,6	78,6	77,1	70,5	63,5	60,4
1-2	103,7	98,6	98,0	92,4	99,0	91,0
2-3	26,6	20,2	47,4	42,2	49,3	40,9
3-4	14,3	12,9	23,0	18,3	24,4	18,3
4-5	11,7	8,4	11,1	8,0	12,2	8,3
5-6	8,1	7,9	5,4	3,6	6,0	3,7

0

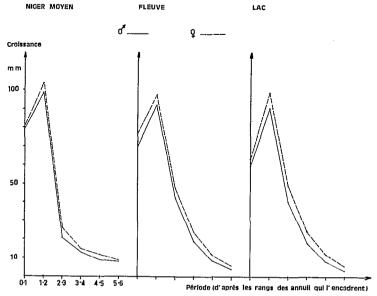


Fig. 14. — Croissances (mm) entre deux arrêts pour les *Alestes baremoze* du Niger moyen (valeurs observées) et du Tchad (valeurs calculées).

8.1. Valeur des résultats obtenus.

Les longueurs moyennes maximales (L_{∞}) sont naturellement très inférieures aux tailles maximales observées (T.M.O.); il est plus surprenant par contre de constater qu'elles sont à peine supérieures aux modes de longueur observés pour les adultes dans les captures d'engins non sélectifs (grande senne dans le fleuve, ensemble de filets maillants — FM 20, 25 et 30 — dans la région de Bol). Ces résultats sont présentés dans le tableau XIX.

Tableau XIX

Longueurs maximales observées et calculées (mm) et modes observés dans les captures d'engins non sélectifs.

}	Réseau	fluvial	Arch	ipel	
	Femelles	emelles Mâles		Mâles	
L	267,0	237,8	260,4	225,6	
T.M.O	326,0	285,0	305,0	282,0	
Modes	265,0	235,0	247,5	210,0	

Dans le réseau fluvial on note une différence de 59 mm pour les femelles et de 47,2 mm pour les mâles entre L_{∞} et la taille maximale observée. Dans l'archipel les écarts sont du même ordre : 44,6 mm chez les femelles 56,4 chez les mâles.

L'examen des modes de longueur d'engins non sélectifs montre que les écarts entre mode et L∞ sont peut-être compatibles dans l'archipel : de l'ordre de 15 mm. Par contre ils sont trop faibles dans le réseau fluvial, où les longueurs moyennes maximales seraient presque identiques aux modes de capture. La scalimétrie semble donc conduire à des croissances un peu sous-estimées — au moins pour les classes d'âge les plus élevées. La même chose paraît se produire pour d'autres espèces. Daget (1965), étudiant la croissance des *Polypterus senegalus* du Tchad par operculométrie, arrive à des longueurs moyennes maximales de 258,4 mm pour les mâles et 267,9 mm pour les femelles et estime d'après la variabilité observée dans les classes d'âge les tailles maximales à 310 mm pour les mâles et 320 mm pour les femelles. Or nous avons observé récemment plusieurs très grands individus, avec un maximum à 385 mm.

Aucune explication pleinement satisfaisante ne rend compte pour le moment de ces phénomènes. Dans le cas des Alestes baremoze cette sous-estimation pourrait être due à l'assimilation de fausses marques à de véritables annuli, processus plausible chez les individus moyens ou grands car leurs écailles sont souvent de lecture difficile. D'autres hypothèses peuvent être avancées: très forte mortalité dans le réseau fluvial, due à la pêche intensive qui s'y pratique; hypothèse de von Bertalanffy trop éloignée de la réalité; une dernière explication pourrait enfin résider dans la représentativité des échantillons qui ont été choisis pour les lectures d'écailles, les tailles maximales observées pouvant concerner des groupes différents de ceux sur lesquels nous avons travaillé: l'hétérogénéité s'expliquerait alors par l'existence de plusieurs populations à mouvements migratoires complexes.

• Quoi qu'il en soit, aucune donnée nette ne vient étayer pour le moment ces dernières hypothèses, et la lecture relativement délicate des écailles nous paraît devoir être la principale cause de biais.

8.2. Différence de croissance entre mâles et femelles.

Les mâles montrent une croissance nettement plus faible que les femelles, phénomène déjà bien connu chez les Alestes baremoze ainsi que chez de nombreuses autres espèces d'Alestes. La différence, sensible dès le premier annulus où elle est déjà d'un centimètre environ, finit par atteindre trois centimètres chez les grands adultes. En effet les pêches à la senne dans le

Chari et le Logone présentent un mode à 265 mm pour les femelles et 235 pour les mâles; quant aux écarts entre les longueurs moyennes maximales, il est de 34,8 mm pour la région de Bol et de 29,2 mm pour le réseau fluvial. Au Niger moyen il y a une différence de 20 mm entre les tailles maximales observées (Daget, 1954): 273,0 mm pour les femelles, 253,0 pour les mâles.

8.3. Comparaison du réseau fluvial et de l'archipel.

Le tableau XVIII montre que les croissances sont pratiquement identiques sauf en ce qui concerne la première période de croissance s'étendant de la naissance en saison des pluies à l'hiver suivant : les individus du fleuve montrent pour cette période une croissance supérieure de 10,1 mm pour les mâles et de 13,5 mm pour les femelles (fig. 14). La période de reproduction serait donc un peu plus tardive dans l'archipel, car il paraît peu vraisemblable que la croissance y soit ralentie par une raréfaction de la nourriture, étant donnée la richesse constante de cette zone en zooplancton. Les données obtenues sur les saisons de reproduction ne permettent pas encore de conclure définitivement sur la réalité et l'importance de ce décalage.

Ce décalage des premières croissances entre individus de l'archipel et du réseau fluvial est très nettement significatif : les valeurs du t de Student-Fisher étant respectivement de 5,15 pour les femelles, de 3,37 pour les mâles alors que la probabilité d'une valeur de t supérieure à 3,29 est de 1 º/oo. Une telle différence nous paraît pouvoir impliquer l'existence de deux populations d'Alestes baremoze, représentées par les échantillonnages effectués dans l'archipel d'une part, dans les diverses stations du réseau fluvial d'autre part. Une telle affirmation ne préjuge pas d'ailleurs de l'existence éventuelle d'autres populations dans la région prospectée. La population de l'archipel pourrait être relativement sédentaire, ce qui n'exclut pas la possibilité de déplacements — pour la reproduction en particulier — à l'intérieur de l'archipel par exemple. La population fluvio-lacustre, par contre, effectuerait des migrations importantes : les individus de cette population naîtraient dans le réseau fluvial, effectueraient leur première croissance dans les zones inondées (lit majeur et yaérés) et regagneraient à la décrue le lac Tchad par l'intermédiaire de l'El Beid (et sans doute aussi du Chari). Le fait que plus tard les croissances deviennent semblables incite à penser que ces deux groupes subissent ensuite des conditions d'existence voisines, du moins tant que la croissance reste suffisamment forte pour que des différences puissent apparaître, c'est-à-dire en fait jusqu'au troisième annulus.

Le lac contiendrait donc des individus de deux populations différentes dont les aires de répartition peuvent être soit distinctes, soit partiellement confondues à certains stades du cycle. Les individus du groupe migrateur retourneraient aux frayères du système fluvial après plusieurs années de séjour dans le lac, comme le montre la rareté des individus de taille intermédiaire dans le Chari et le Logone (chapitre 7 et tableau XX).

Finalement on peut donc dire que les hétérogénéités constatées semblent concerner essentiellement la première période de croissance qui s'effectue dans les zones inondées pour les Alestes baremoze du groupe fluvio-lacustre et dans l'archipel pour ceux du nord-est du lac. Le comportement différent des grands individus, migrateurs dans le système fluvio-lacustre, plus ou moins sédentaires dans l'archipel, ne semble pas avoir d'influence décelable sur la croissance, car celle-ci est faible chez les grands adultes et les différences éventuelles seraient difficilement perceptibles.

Ajoutons qu'il peut y avoir accidentellement des périodes de croissance très réduite; ce serait par exemple le cas des Alestes baremoze prisonniers à la décrue dans les mares résiduelles.

Les pêches effectuées posent un autre problème : d'après celles-ci les Alestes baremoze de l'archipel sont plus petits que ceux du fleuve. En 1966, les tailles moyennes des poissons capturés dans le FM 30 étaient de 229,4 mm à Bol et de 240,0 mm à Maïlao pour les mâles ; de 252,7 mm à Bol et 266,1 mm à Maïlao pour les femelles. Les résultats des pêches à la grande senne en août sont encore plus démonstratifs (tabl. XX). Une explication pourra sans doute être fournie lors de l'étude des populations et de leurs migrations.

L (mm)	Maïlao (I	1-2.8.1966)	Bol (8-1	6.8.1968)
	Måles	Femelles	Mâles.	Femelles
142,5			2	3
152,5			46	42
162,5	1		51	46
172,5	1	•	26	19
182,5	4		18	7
192,5	7	1	18	5
202,5	14		35	9
212,5	30	1	32	20
222,5	77	1	19	23
232,5	130		5	30
242,5	124	16	3	33
252,5	16	90		16
262,5	3	210		14
272,5	1	148		6
282,5		71		2
292,5		17		1
302,5		3		
312,5		2		
N.	407	568	255	276

TABLEAU XX

Les Alestes baremoze pêchés à la grande senne à Maïlao et dans l'archipel.

8.4. Comparaison du Niger moyen et du Tchad.

Nous nous intéressons ici à la région du Niger moyen, d'après les travaux de Daget (1952 et 1954) et de Blanc, Daget et d'Aubenton (1955).

Les réseaux fluviaux présentent de grandes analogies. Les régimes hydrologiques sont comparables puisque le Niger présente un étiage prolongé et marqué, de mars à juin, ensuite une crue de forte amplitude commençant fin juin. Lorsque les hautes eaux approchent de leur niveau maximal (atteint en octobre), la plaine est envahie et ces zones inondées semblent avoir le même rôle dans les deux cas. Autre caractéristique importante, le cycle annuel de température de l'eau est sensiblement le même que dans le système fluvio-lacustre tchadien : stationnaire de mai à octobre, la température descend brusquement en novembre, est minimale en janvier et remonte progressivement à partir de février.

C'est dans la nature des lacs en relation avec les fleuves que semble résider une importante différence. Il y a bien aussi au Mali un grand réservoir permanent sous la forme de nombreux lacs dont la superficie totale, sans être comparable à celle du lac Tchad, n'en est pas moins considérable; et les eaux permanentes du système nigérien ne se trouvent pas plus éloignées des secteurs fluviaux étudiés (à vol d'oiseau la distance Bol-Logone-Gana est de 220 km; la distance de Saraféré, village situé approximativement au centre du système lacustre nigérien, à Diafarabé est de 236 km). Mais nulle part il n'existe dans les lacs du Niger moyen de zone comparable à celle de l'archipel avec ses eaux relativement profondes, calmes, claires, permettant un excellent développement du zooplancton toute l'année. Les Alestes baremoze du Tchad ont ainsi — en particulier dans l'archipel — une nourriture abondante continuellement disponible, tandis que ceux du Niger, même s'ils se rendent dans les lacs ou mares très turbides de la région (on ignore en fait quels sont leurs déplacements), n'y trouvent pas grand chose de plus à manger, en saison sèche, que dans le fleuve.

Les recherches effectuées dans le monde entier montrent nettement que les arrêts de croissance sont souvent en relation, d'une part, avec la baisse annuelle de température de l'eau et, d'autre part, avec les sources d'alimentation disponibles. On peut envisager plusieurs possibilités en ce qui concerne la façon dont les croissances en poids et en longueur réagissent aux variations de température et de nourriture.

- Les croissances en longueur et en poids reprennent simultanément au printemps lorsque la température et la nourriture deviennent favorables en même temps; cela semble être le cas de beaucoup de poissons européens.
- Il peut y avoir maintien ou accumulation de réserves en période d'arrêt de croissance en longueur lorsque les poissons peuvent se nourrir convenablement, mais dans une eau à température trop basse : cas des *Alestes baremoze* du lac Tchad, puisque leur condition est maximale en mars-avril au sortir de la période d'arrêt de croissance en longueur.
- La croissance en longueur pourrait reprendre quand la température le permet, même si les poissons n'ont pas à ce moment de nourriture, à condition qu'ils aient pu accumuler des réserves auparavant.
- Enfin, il n'est pas sûr que la croissance en longueur reprenne immédiatement chez des poissons très amaigris même si la température et la nourriture disponible sont convenables; il y a peut-être d'abord une période de remise en condition.

Dans le Niger, les Alestes baremoze subissent un arrêt de croissance lors de la décrue et aux basses eaux, soit environ de novembre à mai, alors que la température remonte déjà notablement dès le mois de mars. Cette période toute entière correspond à celle de la disette pour les Alestes baremoze qui ne trouvent comme nourriture dans le lit mineur du fleuve qu'un peu de phytoplancton. En l'absence de réserves, la croissance en longueur ne peut reprendre quand la température devient favorable. Il faut attendre la crue qui provoque l'apparition d'une nourriture riche et abondante. Dans le cas de l'archipel nord-est du lac Tchad, le zooplancton abonde toute l'année et un seul des deux facteurs limitants principaux joue, la température; l'arrêt de croissance coïncide avec les mois les plus froids.

Le cas des Alestes baremoze fluvio-lacustres est le plus compliqué. Les pêches locales montrent qu'ils envahissent le système fluvial à l'étiage et pendant la première partie de la crue. Ils passent donc en moyenne plusieurs mois sans nourriture dans le fleuve et n'en montrent pas pour autant une croissance plus faible que ceux du lac qui peuvent continuer à s'alimenter toute l'année. On peut supposer que la croissance en longueur reprend, malgré l'absence de nourriture, grâce aux réserves accumulées en hiver pendant la période d'arrêt. Il est vrai, comme nous l'avons dit plus haut, que la croissance est très ralentie chez les adultes et que les différences éventuelles entre individus lacustres et fluvio-lacustres ne sont peut-être pas perceptibles.

L'examen du tableau XVIII et de la figure 14 montre que la croissance est légèrement plus importante durant les deux premières années dans le Niger, mais qu'ensuite les gains de taille successifs sont très faibles, nettement inférieurs à ceux observés au Tchad : alors que, pour les mâles du Niger, la croissance entre le 1er et le 2e annulus est de 98,6 mm, elle n'est plus que de 20,2 mm entre le 2e et le 3e, contre 42,2 (réseau fluvial) et 40,9 (archipel) au Tchad. Nous ne pouvons, faute de données suffisantes, donner d'explications en ce qui concerne les deux premières années; pour les classes d'âge plus élevé, on peut penser que ce sont les reprises de croissance plus précoces qui permettent des croissances annuelles plus fortes au Tchad. Là encore le lac Tchad joue un rôle primordial alors qu'un réservoir de mêmes caractéristiques est absent au Niger moyen. Là réside aussi l'explication des tailles maximales observées, nettement supérieures dans le système fluvio-lacustre tchadien (tableau XXI).

TABLEAU XXI Les tailles maximales observées (mm) pour les Alestes baremoze du Tchad et du Niger moyen.

т.м.о.	Niger moyen	Tchad	écarts
Måles	253	285	32
Femelles	273	326	53

8.5. Conclusions.

La présente étude de la croissance en longueur des Alestes baremoze du lac Tchad et des biefs inférieurs du Logone et du Chari a montré que la lecture des écailles était possible quoique assez délicate ; la scalimétrie — confirmée par les résultats de pêche et la méthode de Petersen — met en évidence les points suivants :

- 1. Les annuli observés correspondent à des arrêts de croissance. Il n'y a pas de marque de reproduction chez les adultes.
- 2. L'arrêt de croissance se produit durant la période la plus froide de l'année, soit en moyenne de novembre à février.
- 3. Les mâles ont une croissance nettement plus faible que les femelles de l'ordre de 27 mm pour les individus de 6^e année.
- 4. D'après les lectures d'écailles effectuées sur des adultes, il existe une différence hautement significative entre les tailles au premier annulus des *Alestes baremoze* pêchés d'une part dans le réseau fluvial et d'autre part dans l'archipel nord-est.
 - 5. Il existerait donc, au moins, deux populations d'Alestes baremoze.
- 6. Il y aurait deux groupes principaux de facteurs régissant l'arrêt de croissance, l'un relié à la température, l'autre à la nourriture disponible.
- 7. Les Alestes baremoze adultes du Tchad sont plus grands que ceux du Niger moyen : les écarts entre les longueurs maximales observées atteignent 32 mm chez les mâles et 53 mm chez les femelles.
- 8. Cette différence de croissance totale est sans doute due aux reprises de croissance plus précoces au Tchad; celles-ci s'expliquent par la présence dans le lac Tchad de zones où l'alimentation est possible toute l'année.

Les modes de longueur des Alestes baremoze adultes semblent variables, tant dans le temps que dans l'espace; cette hétérogénéité doit être reliée à l'existence de groupes plus ou moins distincts et à leurs mouvements; ces problèmes devraient être abordés au cours de l'étude des migrations et des populations.

LES SYMBOLES UTILISÉS

	:
L	longueur standard du poisson (en millimètres).
L_{∞}	longueur moyenne maximale ou longueur asymptotique.
T.M.O.	taille maximale observée.
D	distance du nucleus au bord de l'écaille.
d	distance entre l'annulus de rang le plus élevé et le bord de l'écaille.
$\mathrm{D_{i}}$	distance entre le nucleus et l'annulus de rang i.
$\mathbf{d_i}$	distance entre l'annulus de rang le plus élevé et le bord de l'écaille chez un poisson ayant i annuli.
$\overline{\mathrm{D}},\ \overline{\mathrm{d}},\ \overline{\mathrm{D}}_{\mathrm{i}},\ \overline{\mathrm{d}}_{\mathrm{i}}$	valeurs moyennes correspondantes. (Toutes les grandeurs caractéristiques de l'écaille sont mesurées suivant l'axe dorso-cranial et exprimées en unités du micromètre au grossissement 12, notées u. dans le texte).
$\sigma_{ m i}$	écart — type de la variable i.

variance de la variable i.

coefficient de corrélation.

 v_i

p covariance.

P poids (en grammes).

K coefficient de condition $\left(K = 10^{5} \frac{P}{L^{3}}\right)$.

k constante caractéristique de la loi de croissance.

FM filet maillant.

N effectif total (ou fréquence totale) d'un échantillon. n effectif (ou fréquence) d'une classe de l'échantillon.

BIBLIOGRAPHIE

Aubreville (A.), 1950. — Flore forestière soudano-guinéenne, AOF, Cameroun, AEF. Soc. Éd. Géogr. maritimes colon., Paris, 523 p., 115 pl., 40 cart.

BILLON (B.), 1964. — Note sur l'alimentation du Bahr Erguig. O.R.S.T.O.M. Fort-Lamy, 20 p. multigr., 8 graph.

BILLON (B.), 1965. — La prévision des crues du lac Tchad, O.R.S.T.OM., Fort-Lamy, 41 p. multigr., 16 graph.

Billon (B.) et Boulin (E.), 1962. — Navigation entre Fort-Lamy et les cuvettes lacustres. Sondages 1962. Tchad. O.R.S.T.O.M. Fort-Lamy, 57 p. multigr., 33 graph.

BILLON (B.), CALLÈDE (J.) et SABATIER (J.), 1963. — Étude hydro-climatologique des polders de la région de Bol. O.R.S.T.O.M. Forl-Lamy, 69 p. multigr., 55 graph.

BISHAI (H.) et ABU GIDEIRI (Y. B.), 1965. — Studies on the biology of genus Synodontis at Khartoum. I. Age and growth. *Hydrobiologia*, 26, 1-2, pp. 85-97.

Blache (J.), 1964. — Les poissons du Tchad et du bassin adjacent du Mayo-Kebbi. Mém. O.R.S.T.O.M., nº 4, Paris, 483 p., 150 fig.

BLACHE (J.) et MITON (F.), 1962. — Première contribution à la connaissance de la pêche dans le bassin hydrographique Logone-Chari-lac Tchad. O.R.S.T.O.M., Paris, 65 p., 61 pl., 10 cart.

Blanc (M.), Daget (J.) et Aubenton (F. d'), 1955. — Mission M. Blanc. F. d'Aubenton (1954) I. Recherches hydrobiologiques dans le bassin du Moyen Niger. Bull. I.F.A.N., sér. A., 17, 3, pp. 679-754, 29 fig., 8 pl.

BOUCHARDEAU (A.) et LEFÈVRE (R.), 1957. — Monographie du lac Tchad. C.I.E.H., Paris, 114 p., 17 fig.

BOUCHARDEAU (A.), 1968. — Monographie hydrologique du Logone V. Interprétation des données du Logone inférieur. 1. Le Logone. 2. La Tandjilé. Les plaines du Logone inférieur. O.R.S.T.O.M., Paris, 404 p. multigr., fig., pl., cart.

Brown (M. E.), 1957. — Expérimental studies on growth in: The physiology of fishes, Academic Press, New York, I, pp. 361-400, 7 fig., 4 tabl.

Chevey (P.), 1933. — The method of reading scales and the fish of the intertropical zone. *Proc. Fifth Pacific Sc. Congress*, Victoria and Vancouver, Canada (1934), B 6, 35, pp. 3817-3829, 10 fig.

Daget (J.), 1952. — Mémoires sur la biologie des poissons du Niger moyen. I. Biologie et croissance des espèces du genre Alestes. Bull. I.F.A.N., sér. A, 14, I, pp. 191-225, 8 fig.

DAGET (J.), 1954. — Les poissons du Niger supérieur. Mém. I.F.A.N., nº 36, 391 p., 141 fig.

Daget (J.), 1956. — Mémoires sur la biologie des poissons du Niger moyen. II. Recherches sur *Tilapia zilli* (Gerv.). Bull. I.F.A.N., sér. A, 18, I, pp. 165-223, 8 fig.

Dager (J.), 1957. — Données récentes sur la biologie des poissons dans le delta central du Niger. *Hydrobiologia*, 9, 4, pp. 321-347, 5 fig.

Daget (J.), 1962. — Relation entre la taille des écailles et la longueur standard chez les *Tilapia galilaea* (Art.) du moyen Niger. *Bull. I.F.A.N.*, sér. A, 24, 2, pp. 486-503, 1 fig., 6 tabl.

DAGET (J.), 1964. — Note sur les Lates niloticus (Poissons, Centropomidae) immatures de la région de Mopti. Bull. I.F.A.N., sér. A, 26, 4, pp. 1320-1339.

DAGET (J.), BAUCHOT (M. L.) et ARNOULT (J.), 1965. — Étude de la croissance chez Polypterus senegalus Cuvier. Acta zool., 46, pp. 297-309, 4 fig.

DE BONT (A. F.), 1967. — Some aspects of age and growth of fish in temperate and tropical waters, in: The biological basis of freshwater fish production, Ed. S. D. Gerking, Blackwell, Oxford and Edinburgh, pp. 67-88, bibliogr.

- Durand (J. R.) et Loubens (G.), 1967. Premières observations sur la biologie d'Alestes baremoze dans le bas Chari et la partie est du lac Tchad. O.R.S.T.O.M., Fort-Lamy, 74 p., multigr., 15 fig.
- GARROD (D. J.), 1957. An analysis of records of gillnet fishing in Pilkington Bay, Lake Victoria, E.A.F.F.R.O., Suppl. publ. nº 2, Kampala, 17 p., 4 tabl., 8 graph.
- GARROD (D. J.), 1959. The growth of *Tilapia esculenta* Graham in Lake Victoria. *Hydrobiologia*, 12, 4, pp. 268-298, 1 pl., 6 tabl.
- GHÉNO (Y.) et LE GUEN (J. C.), 1968. Détermination de l'âge et croissance de Sardinella eba (Valenciennes) dans la région de Pointe-Noire. O.R.S.T.O.M., Pointe-Noire, n° 405 SP, 20 p. multigr., 8 fig.
- Gras (R.), 1962. Étude biométrique des *Alesies baremoze* du bassin du Chari. *Bull. I.F.A.N.*, sér. A, 24, I, pp. 245-261, 2 fig.
- Gras (R.), 1964. Détermination sommaire des principaux biotopes du lac Tchad, in: Étude en vue du développement de la pêche sur le lac Tchad, C.T.F.T., Paris, pp. 27-67, multigr., 3 fig.
- Gras (R.), Iltis (A.) et Lévèque-Duwar (S.), 1967. Le plancton du Bas-Chari et de la partie est du lac Tchad. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol., I, 1-4, pp. 25-96, 15 fig., 4 pl.
- GULLAND (J. A.), 1964. Manual of methods of fish population analysis. Bull. Techn. Pêches FAO, no 40, 64 p.
- HOLDEN (M. J.), 1955. Ring formation in the scales of *Tilapia variabilis* Boulenger and *Tilapia esculenta* Graham from Lake Victoria. *E.A.F.F.R.O.*, Annual report 1954-55, *Kampala*, pp. 36-40.
- Horson (A. J.) et Horson (J.), 1965. Winter scale rings in Lates niloticus (Pisces, Gentropomidae) from Lake Chad. Nature, 5014, pp. 1013-1014.
- Johnels (A. G.), 1952. Notes on scale-rings and growth of tropical fishes from the Gambia River. Ark. Zool., 3, 28, pp. 363-366, 7 fig.
- LE CREN (E. D.), 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in perch. J. animal Ecol., 20, 2, pp. 201-219.
- MISHRIGI (S. Y.), 1967. Study of age and growth in *Lates niloticus (Centropomidae)* at Khartoum. *Hydrobiologia*, 30, I, pp. 45-55, 7 fig., 3 tabl.
- NIKOLSKY (G. V.), 1963. The ecology of fishes. Academic Press, London and New York, 352 p., 140 fig., 25 tabl.
- QUASIM (S. Z.) et BHATT (V. S.), 1966. The growth of the Freshwater Murrel, Ophicephalus punctatus Bloch. Hydrobiologia, 27, 3-4, pp. 289-316, 5 fig., 2 pl., 9 tabl.
- RICKER (W. E.), 1958. Handbook of computations for biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Bd. Canada, 119, 300 p., 42 fig., 45 tabl., bibliogr.
- Walford (L. A.), 1946. A new graphic method of describing the growth of animals. *Biol. Bull.*, 90, 2, pp. 141-147.