

ÉTUDE DE CERTAINS CARACTÈRES MÉRISTIQUES CHEZ LES *ALESTÈS BAREMOZE* DU BAS CHARI ET DU LAC TCHAD

par J. R. DURAND et G. LOUBENS*

RÉSUMÉ

1. Le nombre moyen de vertèbres (\bar{v}) est toujours plus élevé chez les femelles, d'un tiers de vertèbre environ. Par contre il n'y a pas de différence entre sexes pour le nombre moyen de rayons branchus à la nageoire anale (\bar{r}).

2. Dans l'hypothèse où la température influe sur les caractères méristiques, la corrélation avec ce facteur du milieu est positive pour \bar{v} et négative pour \bar{r} .

3. L'amplitude de la distribution observée pour le nombre de rayons à l'anale et la variabilité de ce caractère (jusqu'à 1 rayon d'écart entre les moyennes extrêmes des échantillons) remettent en cause l'existence de la sous-espèce tchadienne qui pourrait être assimilée à la sous-espèce occidentale.

4. D'après les variations de \bar{r} dans le système fluvial, deux populations l'envahissent successivement : la première à partir d'avril ou mai, a en moyenne 23,7 rayons branchus à la nageoire anale ; la seconde arrive en juillet, et en a 24,1.

5. Ces deux populations proviennent du lac et sont en migration de reproduction. Les frayères sont probablement distinctes, du fait du décalage à l'entrée dans le système fluvial : elles se situeraient pour la première population en amont de la zone étudiée ; pour la seconde population elles comprennent au minimum le Chari de Fort-Lamy à Mailao et le Logone de Fort-Lamy à Ivié.

6. La première population pourrait provenir de l'archipel est, qui abriterait une fraction distincte correspondant aux individus se reproduisant localement. La seconde population proviendrait de la région nord du lac ou de l'archipel.

7. La comparaison avec les résultats obtenus dans le nord du lac indique qu'il faut, dans l'état actuel de nos connaissances, distinguer 4 groupes qui diffèrent par un ou plusieurs des caractères suivants : comportement migratoire, nombre de rayons à la nageoire anale, époque et lieu de reproduction, taille lors du 1^{er} arrêt de croissance.

8. Le rôle de refuge du lac est mis en évidence puisque la pêche, de plus en plus intense, s'exerce presque uniquement dans le système fluvial aux dépens des *A. baremoze* en migration.

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

ABSTRACT

1. The average vertebra number (\bar{v}) is always about a third higher among the females. There is no difference between sexes for the anal fin ray counts (\bar{r}).

2. Assuming that meristic characters depend upon temperature, correlation with this factor is positive for \bar{v} and negative for \bar{r} .

3. Amplitude of distribution for anal fin ray number and variability of this characteristic (up to one ray of variation between samples extremes means) makes doubtful the existence of the Chadian subspecies which could be identified to the western subspecies.

4. According to \bar{r} variations, two populations successively enter the river system: the first one, from April or May has, on an average, 23,7 branched anal fin rays; the other one, in July, has 24,1.

6. These two populations come from the lake and make a spawning run; spawning areas are probably distinct, as they enter the system one after another. They could be situated above the studied zone for the first population; for the second population they include at least river Chari from Mailao to Fort-Lamy and Logone from Fort-Lamy to Ivié.

7. The first population could come from the east of the archipelago, in which could stay a distinct part, corresponding to fishes spawning in that region. The second population could come from north (lake as a whole or archipelago only).

8. When comparing with results obtained in the north of the lake we find that, as far as we know, we may distinguish four populations. They differ by one or more of following characteristics: migratory compartment, number of branched anal fin rays; place and time of spawning; length at first growth ring.

9. The part of the lake as a shelter is clearly shown: fishing, higher and higher, is almost solely done in the river system when the *A. baremoze* are having their spawning run.

L'étude des caractères méristiques des *Alestes baremoze* a été entreprise, d'une part pour mettre en évidence l'influence éventuelle de certains facteurs du milieu sur ces caractères, d'autre part et surtout pour préciser l'existence et les migrations des différents groupes d'*A. baremoze* présents dans la région étudiée. Nous nous sommes limités ici à une zone de prospection comprenant les zones sud et est du lac Tchad, les biefs inférieurs du Chari et du Logone au nord du 11^e parallèle et les zones inondées correspondantes (1) (fig. 1).

D'après les travaux antérieurs (GRAS, 1962; DURAND et LOUBENS, 1967), les dénombrements concernant quatre caractères sont susceptibles de nous intéresser: les branchiospines, les vertèbres, les écailles en ligne latérale et les rayons branchus de la nageoire anale.

Le nombre d'écailles en ligne latérale nous a paru difficile à utiliser: les premières écailles percées sont peu visibles; par ailleurs, nombre d'entre elles sont souvent arrachées lors de la capture du poisson. De toutes façons, le nombre d'écailles en ligne latérale est fortement lié au nombre des vertèbres (GRAS, 1962).

Le nombre des branchiospines varie avec la taille; ce n'est pas, d'autre part, un caractère permettant des dénombrements rapides et sûrs. Son utilisation dans l'étude des populations n'a donc pas été tentée. Cependant, ce caractère reste précieux pour séparer les *Alestes dentex* des *Alestes baremoze*. Les jeunes poissons de ces deux espèces se ressemblent beaucoup. Quand

(1) On trouvera la description des différents milieux et l'exposé des méthodes dans DURAND et LOUBENS (1969).

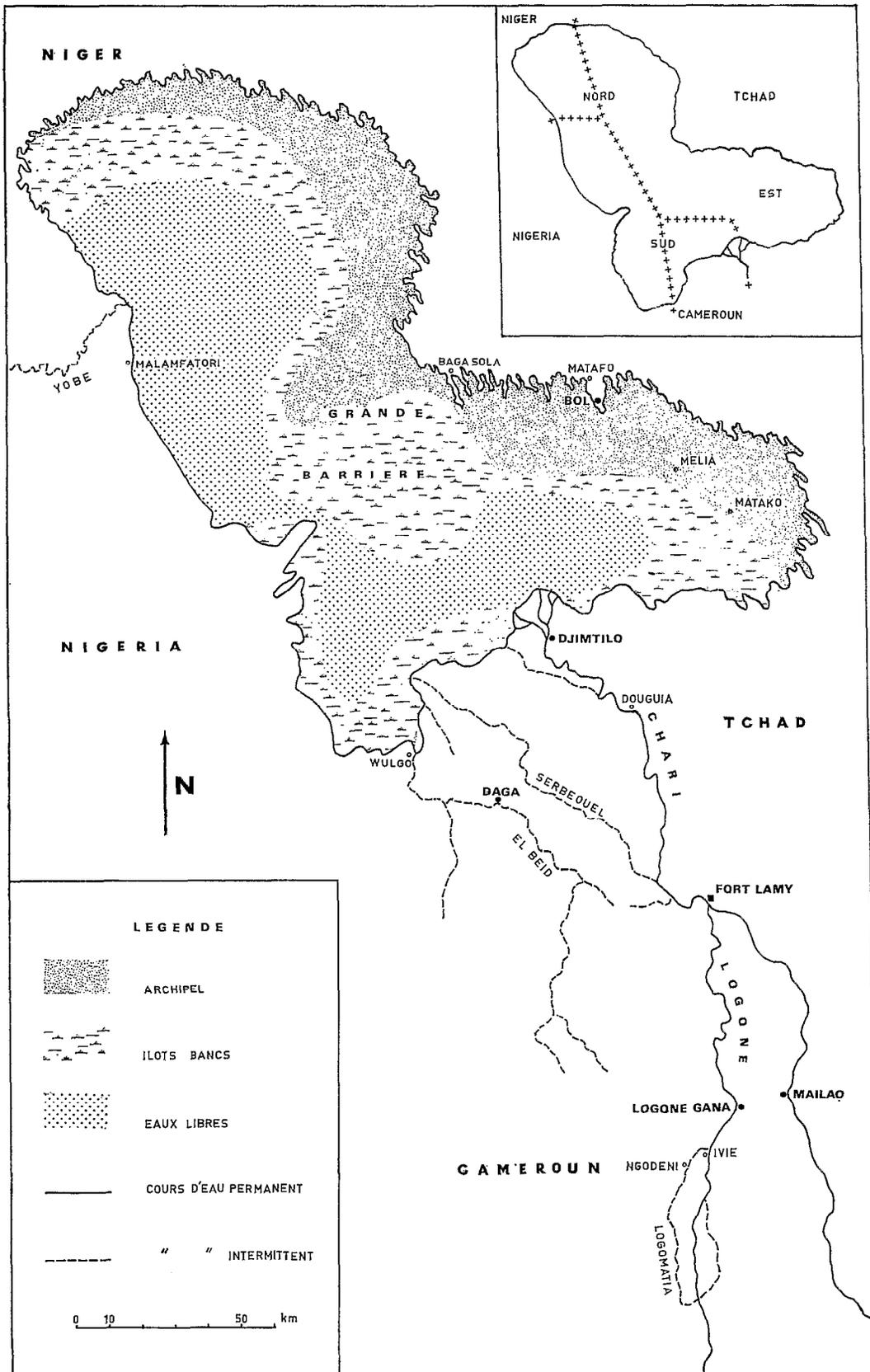


Fig. 1. — Carte de la région étudiée.

les caractères généraux de forme et de couleur ne permettent pas de les séparer avec certitude, un examen rapide des arcs branchiaux permet de trancher puisque les *A. baremoze* ont toujours, du moins pour des longueurs standards supérieures à 15 mm, beaucoup plus de branchiospines que les *A. dentex*.

Nous exposerons donc successivement dans ce travail les résultats concernant les variations du nombre de vertèbres et de rayons branchus à la nageoire anale.

L'influence des facteurs du milieu sur ces caractères a été étudiée par l'intermédiaire de la longueur standard à la capture chez les jeunes de première année. Il n'y a évidemment aucun lien direct entre les deux variables (nombre de vertèbres — longueur standard ou nombre de rayons à l'anale — longueur standard), mais, en l'absence de mesures systématiques des principaux facteurs susceptibles d'agir sur les caractères méristiques, il fallait utiliser un caractère facile à mesurer et servant d'indicateur des niveaux atteints par ces facteurs. Or, la longueur standard chez les jeunes est reliée à la date de naissance, et donc aussi aux conditions écologiques qui règnent à ce moment, de même qu'à celles qui existent un peu plus tard lors de la période de détermination des caractères méristiques ou phase phénocritique. Les variations de la longueur standard sont en corrélation avec les variations des principaux facteurs du milieu pendant la période où les larves traversent les unes après les autres la phase phénocritique. Dans la mesure où une corrélation numérique significative est observée entre un caractère méristique et la longueur standard, il faudra admettre une influence d'un ou plusieurs facteurs sur ce caractère.

Pour la mise en évidence des populations et de leurs migrations, nous avons utilisé les variations spatiales et temporelles du nombre moyen de rayons branchus chez les adultes. Dans les deux domaines, influence des facteurs du milieu et mise en évidence des populations et de leurs migrations, il ne s'agit que de résultats encore très incomplets conduisant à des hypothèses qu'il sera nécessaire de confirmer par de nouvelles observations.

1. VARIATIONS DU NOMBRE DE VERTÈBRES

Les dénombrements effectués comprennent les 4 premières vertèbres qui sont modifiées et non soudées entre elles.

1.1. Comparaison des sexes.

Le tableau I rassemble les résultats obtenus pour un échantillon de jeunes de 1^{re} année (Daga, 13-16/12/1967) et 5 échantillons d'adultes prélevés entre le 23/4/66 et 23/5/67 (1). \bar{v} , N et σ_v^2 désignent respectivement le nombre moyen de vertèbres, l'effectif total et la variance de chaque échantillon. Les mâles comme les femelles ont de 46 à 49 vertèbres.

On constate que les femelles ont toujours un nombre moyen de vertèbres plus élevé que les mâles : il y a 0,337 vertèbre d'écart pour l'ensemble des adultes et 0,345 pour les jeunes de première année. Cette différence apparaît même pour des effectifs assez réduits et est toujours significative. Les valeurs du paramètre t de Student-Fisher sont très élevées si l'on compare les sexes : $t = 10,6$ pour l'ensemble des adultes ; $t = 15,8$ pour l'ensemble des jeunes. Ce résultat avait déjà été mis en évidence par GRAS sur un échantillon d'*A. baremoze* capturés à Douguia, localité du bas Chari, peu éloignée du delta (tabl. I).

(1) Chez les jeunes de première année, les sexes ont pu être distingués par examen des gonades à partir de 55 mm de longueur standard.

TABLEAU I
 Nombre de vertèbres chez les mâles et les femelles d'*A. baremoze*

	Lieu	Date	♂			♀			t _{♂-♀}
			\bar{v}	N	σ_v^2	\bar{v}	N	σ_v^2	
Adultes	Douguia (Gras)	18 et 24/5/61	47,146	171	0,1950	47,545	156	0,3122	7,3
	Djimtilo	23-26/4/66	47,219	320	0,3020	47,577	156	0,2953	6,7
	Bol	27-30/4/66	47,292	72	0,3453	47,573	192	0,2654	3,6
	Mailao	31/5-3/6/66	47,192	99	0,1753	47,580	69	0,3306	4,8
	Logone Gana	3/6/66	47,209	43	0,1655	47,529	51	0,3668	3,1
	Djimtilo	23/5/67	47,250	76	0,2664	47,484	62	0,3143	2,5
	Total		47,209	781	0,2573	47,557	686	0,3022	12,5
Jeunes de 1 ^{re} année	Daga	13-16/12/67	47,246	1226	0,2493	47,581	1123	0,2736	15,8

1.2. Nombre de vertèbres et taille.

Le dénombrement des vertèbres par classe de longueur a été effectué chez les jeunes *A. baremoze* de 1^{re} année de l'échantillon de Daga (tabl. II). Les nombres moyens de vertèbres pour les

 TABLEAU II
 Nombre moyen de vertèbres (\bar{v}) par classe de longueur standard et par sexe pour un échantillon d'*A. baremoze* de 1^{re} année capturés à Daga du 13 au 16/12/67.

L (mm)	♂			♀		
	n	\bar{v}	σ_v^2	n	\bar{v}	σ_v^2
60	21	47,381	0,235827	16	47,625	0,234375
65	27	47,259	0,192044	27	47,667	0,296296
70	76	47,276	0,305229	59	47,644	0,229244
75	123	47,333	0,319783	94	47,755	0,248642
80	153	47,340	0,250502	139	47,554	0,287490
85	177	47,254	0,257493	162	47,617	0,222223
90	187	47,262	0,246847	178	47,506	0,259259
95	166	47,247	0,234176	161	47,609	0,265577
100	136	47,110	0,201074	111	47,622	0,289262
105	83	47,181	0,172158	73	47,507	0,277351
110	37	47,108	0,150475	61	47,328	0,285945
115	21	47,000	0,190476	24	47,583	0,243055
120	19	47,211	0,271469	18	47,611	0,237654
Total.....	1226	47,246	0,249273	1123	47,581	0,273638

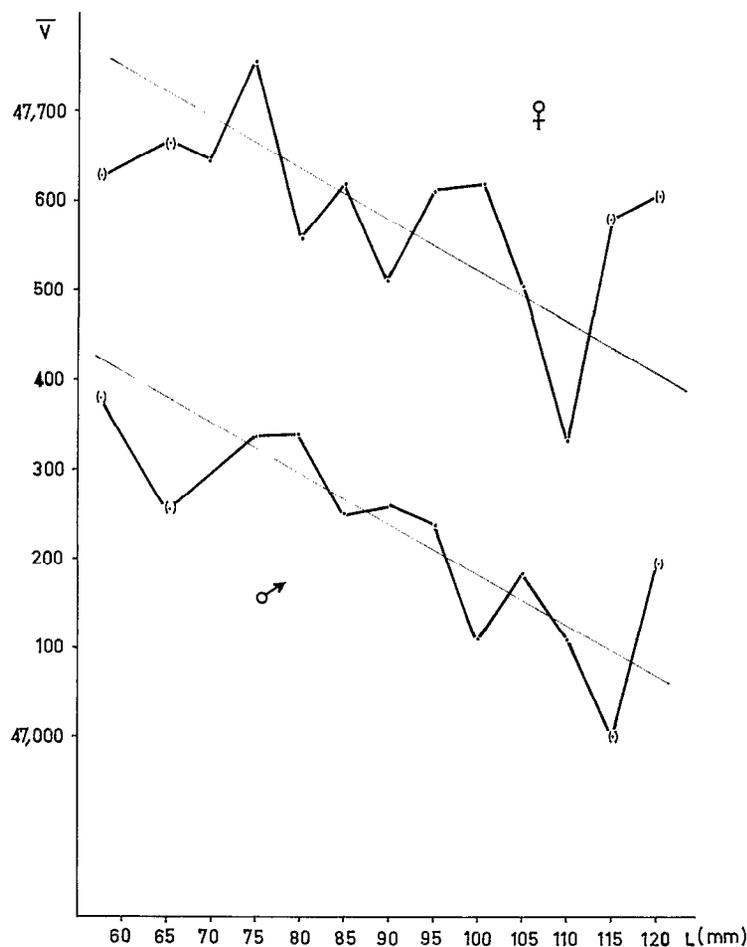


Fig. 2. — Nombre moyen de vertèbres (\bar{v}) par classe de longueur de 5 mm et par sexe pour un échantillon d'*A. baremoze* de 1^{re} année (Daga, 13-16/12/1967).

diverses classes de longueur des individus d'un même sexe sont souvent significativement différents entre eux. Malgré certaines irrégularités, on constate qu'il y a une tendance générale à la diminution du nombre de vertèbres avec la taille. La figure 2 illustre ces résultats, les points entre parenthèses correspondent aux classes mal représentées.

Nous avons formé pour chaque sexe le tableau de corrélation entre le nombre de vertèbres et la longueur standard ; le tableau III donne les principaux éléments de calcul, \bar{v} et σ_v représentent la moyenne et l'écart-type de la distribution du nombre de vertèbres, \bar{L} et σ_L leurs homologues pour les longueurs standards, p la covariance et ρ le coefficient de corrélation.

TABLEAU III
Corrélation entre la longueur standard et le nombre de vertèbres
(jeunes *A. baremoze* de 1^{re} année, Daga, 13-16/12/67).

	\bar{v}	σ_v	\bar{L}	σ_L	N	p	ρ	$\rho_5 \%$	$\rho_1 \%$
♂	47,246	0,4993	88,520	12,316	1226	-0,7884	-0,128	$\pm 0,056$	$\pm 0,074$
♀	47,581	0,5231	89,488	12,690	1123	-0,9156	-0,138	$\pm 0,059$	$\pm 0,077$

Si l'on admet que les distributions de L et v ne sont pas trop éloignées de la normalité, les effectifs étant importants, les limites de l'intervalle de sécurité aux risques 5 % et 1 %, notées ρ_5 % et ρ_1 % dans le tableau III et la suite du texte sont respectivement $\pm \frac{1,96}{\sqrt{N-1}}$ et $\pm \frac{2,58}{\sqrt{N-1}}$.

Les valeurs calculées du coefficient de corrélation sont donc toutes deux très hautement significatives et il y a une corrélation négative entre le nombre de vertèbres et la longueur. Les droites de régression correspondantes, valables entre 60 et 120 mm, ont respectivement pour équation :

$$\begin{aligned} v_{\text{♂}} &= -0,00566 L_{\text{♂}} + 47,747 \\ v_{\text{♀}} &= -0,00566 L_{\text{♀}} + 48,090 \end{aligned}$$

Elles sont parallèles (fig. 2) et l'écart $v_{\text{♀}} - v_{\text{♂}}$ est très peu différent de 0,340.

L'hypothèse de la linéarité de la régression a été testée pour les mâles et la valeur trouvée pour le rapport entre la variance résiduelle et la variance liée, 1,09, est très inférieure au seuil correspondant au coefficient de sécurité 95 % qui est égal à 1,79. On peut donc admettre qu'il existe une relation linéaire entre le nombre de vertèbres et la taille chez les jeunes *A. baremoze* de 1^{re} année.

La liaison ainsi mise en évidence ne peut être considérée comme fortuite puisqu'on la retrouve chez les mâles et chez les femelles sur des échantillons importants. D'autre part, des corrélations positives ou négatives existent aussi, comme on le verra plus loin, entre le nombre de rayons branchus à l'anale et la longueur chez les jeunes de première année. L'interprétation de l'ensemble de ces résultats est fournie dans la troisième partie (3.1).

1.3. Variations régionales.

En ce qui concerne les nombres moyens de vertèbres chez les adultes, des différences significatives peuvent apparaître entre les échantillons. Par exemple, les valeurs obtenues pour les mâles de l'archipel semblent supérieures à celles des mâles du réseau fluvial. Cependant le nombre des échantillons concernant les vertèbres est trop faible pour que l'on puisse tenter une interprétation des résultats. Par ailleurs, la variabilité du caractère pour des individus du même sexe est réduite. Enfin, le dénombrement des vertèbres est plus long et plus délicat que celui des rayons branchus à l'anale que nous avons finalement choisi.

2. NOMBRE DE RAYONS BRANCHUS A LA NAGEOIRE ANALE

Les dénombrements des rayons de la nageoire anale ne concernent que les rayons branchus. On laisse donc de côté les 3 premiers rayons simples. D'autre part, le dernier baséoste porte souvent 2 rayons accolés à la base qui ne sont comptés que pour un seul. Les comptages sont faciles et rapides et ne sont pratiquement jamais entachés d'erreur pour un observateur entraîné.

2.1. Résultats d'ensemble.

2.1.1. VALEUR DE LA SOUS-ESPÈCE.

Les observations, effectuées depuis 1965, ont porté au total sur 23.299 *Alestes baremoze* (tabl. IV) ; \bar{r} et σ_r^2 désignent respectivement le nombre moyen de rayons branchus à l'anale et la variance. Nous avons comparé les résultats obtenus à ceux de BOULENGER (1907), DAGET (1954), GRAS (1962), BLACHE (1964). La moyenne obtenue pour les *A. baremoze* du Nil, 25,420, est nettement supérieure à toutes celles obtenues plus à l'ouest, ce qui avait déjà amené DAGET (1954) à se demander s'il n'existait pas une sous-espèce nilotique et une sous-espèce occidentale. Les données du Niger Moyen et les nôtres sont tout à fait comparables ($t = 0,5$). Par contre, il y a

TABLEAU IV
Dénombrements des rayons branchus à l'anale effectués par divers auteurs chez *A. baremoze*

Auteurs	BOULENGER	DAGET	GRAS	BLACHE	DURAND-LOUBENS
Régions	Nil	Niger	Tchad	Tchad	Tchad
19					2
20			1		5
21		1	15	33	182
22	3	4	51	186	1967
23	1	17	163	467	6972
24	6	33	193	316	8812
25	15	12	70	101	4272
26	12	1	19	22	959
27	13		3	1	116
28		1			12
N	50	69	515	1126	23299
\bar{r}	25,420	23,855	23,617	23,298	23,790
σ_r^2	1,843600	1,051460	1,199129	1,022859	1,078277

une différence significative entre nos données et celles de GRAS ($t = 3,5$) et surtout BLACHE ($t = 15,9$) ; les échantillons de GRAS et BLACHE diffèrent aussi significativement ($t = 5,6$). Nous verrons plus loin que la moyenne générale calculée pour les individus du Tchad a été obtenue en réunissant de nombreux échantillons de moyennes parfois fort différentes. C'est ainsi que les valeurs extrêmes trouvées à Fort-Lamy ont été 23,405 et 24,319 à 3 mois d'intervalle pour des échantillons d'environ 70 poissons. Les valeurs de GRAS et de DAGET sont comprises dans notre intervalle de variation, celle de BLACHE est au-dehors. Le désaccord constaté ne peut être analysé, car nous ignorons les caractéristiques des échantillons étudiés. Quoi qu'il en soit, l'un des critères de distinction de la sous-espèce *Alestes baremoze lehadense* Blache 1964 est donc remis en cause.

Quant au nombre de vertèbres, la valeur indiquée par BLACHE ne correspond pas nécessairement à une différence réellement significative avec nos résultats car les individus des 2 sexes n'ont pas été séparés.

La distinction des différentes sous-espèces d'*A. baremoze* suppose que l'on tienne compte de la variabilité des caractères en prélevant des échantillons importants à des époques et des endroits différents à l'intérieur d'un même bassin. Il serait préférable aussi de comparer des échantillons réalisés sinon la même année, du moins à des dates pas trop éloignées. En effet les valeurs trouvées dépendent de facteurs du milieu qui ont pu se modifier sous l'influence de variations climatiques pluriannuelles. La moyenne \bar{r} pour l'échantillon de BOULENGER, réalisé en 1907, qui ne porte que sur 50 valeurs dont la distribution est très irrégulière, est peut-être différente de celle que l'on observerait actuellement.

2.1.2. NORMALITÉ DE LA DISTRIBUTION.

La plupart des tests statistiques utilisés supposent la normalité des distributions observées. Nous avons testé l'ajustement de la distribution obtenue à la courbe normale théorique de même fréquence totale, moyenne et écart-type. En passant par l'intermédiaire des abscisses (X) et ordonnées réduites (Y), on obtient les fréquences théoriques calculées (y_c). Celles-ci sont comparées aux fréquences observées (y_o) par l'intermédiaire du texte du χ^2 . Le tableau V donne les éléments du calcul.

TABLEAU V
 Ajustement à une courbe normale de la distribution globale observée

Nombre de rayons	y_0	X	Y	y_c	Éléments du χ^2
19	2	— 4,613	0,00002	0,3	1,4
20	5	— 3,650	0,00047	10,6	
21	182	— 2,687	0,01079	242,1	14,9
22	1967	— 1,724	0,09027	2025,4	1,7
23	6972	— 0,761	0,29864	6700,7	11,1
24	8812	0,202	0,39088	8770,3	0,2
25	4272	1,165	0,20239	4541,1	15,9
26	959	2,128	0,04145	930,0	0,9
27	116	3,091	0,00336	75,4	32,2
28	12	4,054	0,00011	2,5	
Total.....	23299			23298,1	78,3

Le χ^2 est très élevé ; avec 5 degrés de liberté, la probabilité d'avoir une telle valeur est inférieure à 0,005 % ; les faits sont donc en désaccord avec l'hypothèse faite pour calculer les fréquences théoriques et les effectifs observés n'ont pas une distribution normale. Il n'y a pas d'amélioration en regroupant les classes extrêmes : pour 2 degrés de liberté, le χ^2 est encore de 35,7.

 TABLEAU VI
 Caractéristiques des ajustements pour divers échantillons

Lieu	Date	N	\bar{r}	v	χ^2	P (%)
Archipel	Bol	1325	23,751	4	8,68	7
				2	3,23	20
	Mélia	308	23,714	2	11,43	< 1
				245	23,743	2
Sud du Lac	26/3-3/4/68	241	23,710	3	3,77	30
	28/5-5/6/68	636	23,788	4	10,68	3
				1	0,47	50
Delta (Djimtilo)	23-26/4/66	694	23,614	3	50,90	< 1
	5-8/7/66	326	23,730	3	1,95	58
				2	0,48	79
	20-23/3/67	357	23,583	3	1,51	68
	22-26/5/67	378	23,608	3	1,77	63
Chari (Maïlao)	31/5-6/6/66	414	23,643	2	6,02	5
				1	0,24	62
	16-18/8/67	297	23,926	2	13,43	< 1

Par rapport aux fréquences théoriques, il y a moins d'*A. baremoze* à 21 et 25 rayons branchus à l'anale et plus à 23, 27 et 28. Le fait de ne pas trouver une distribution gaussienne n'est pas surprenant puisque l'effectif global résulte d'un mélange d'échantillons de toutes origines, de moyennes souvent significativement différentes.

Bien que la distribution d'ensemble ne soit pas normale, les distributions partielles relatives aux différents échantillons peuvent l'être. Les ajustements de diverses autres distributions ont été testés : pour l'ensemble des adultes d'une part ($N = 11959$) et l'ensemble des jeunes de longueur standard inférieure à 120 mm d'autre part ($N = 10942$) ; on obtient le même résultat que précédemment (respectivement $\chi^2 = 56,50$ et $76,02$ pour 5 degrés de liberté). Par contre, la distribution observée pour l'ensemble des adultes de Fort-Lamy est en bon accord avec l'hypothèse de la distribution normale : pour 2195 individus le χ^2 est de 6,55 avec 4 degrés de liberté et de 0,37 avec 2 degrés de liberté, ce qui correspond à des probabilités de 17 % et 83 %. Dans le cas des adultes de Fort-Lamy les observations ont été basées sur des échantillons périodiques, pris pendant un cycle annuel complet.

Enfin, nous avons testé les ajustements correspondants à des échantillons réalisés en un lieu et à une date précis. Les résultats sont donnés dans le tableau VI, ν désigne le nombre de degrés de liberté et P (%) la probabilité de dépassement du χ^2 .

Les résultats sont hétérogènes, certaines distributions ne sont manifestement pas normales. Cependant, la plupart des ajustements sont satisfaisants et nous supposons dans la suite de ce travail que les distributions observées sont suffisamment voisines de distributions normales pour que l'on puisse faire les calculs statistiques usuels.

2.2. Nombre de rayons et sexe.

La comparaison des valeurs obtenues pour les principaux échantillons d'adultes de l'un et l'autre sexe montre qu'il n'y a pas, d'une manière générale, de différence significative. Il s'agit d'observations faites à toutes les époques de l'année dans diverses stations (tabl. VII) ou à Fort-

TABLEAU VII

Nombre moyen de rayons branchus à l'anale pour les mâles et les femelles capturés ailleurs qu'à Fort-Lamy

Lieu	Date	♂			♀			t♂-♀
		N	\bar{r}	σ_r^2	N	\bar{r}	σ_r^2	
Djimtilo.....	23-26/4/66	544	23,638	1,128052	150	23,527	1,089300	1,15
Bol.....	27/4-2/5/66	108	23,722	1,103608	270	23,674	1,064855	0,58
Maïlao.....	31/5-6/6/66	259	23,660	0,911584	155	23,613	1,063059	0,46
Djimtilo.....	5-8/7/66	105	23,581	1,188075	121	23,860	1,211666	1,84
Maïlao.....	27/7-2/8/66	112	23,589	0,956326	237	23,591	0,933739	0,02
Djimtilo.....	16-19/9/66	96	24,104	1,009982	166	24,048	1,371171	0,41
Bol.....	24/2-2/3/67	820	23,760	1,150820	505	23,737	1,026049	0,31
Djimtilo.....	20-23/3/67	225	23,556	0,956049	132	23,644	1,274735	0,75
Djimtilo.....	22-26/5/67	238	23,550	1,096198	140	23,707	0,978139	1,46
Logone Gana.....	21-23/7/67	213	23,812	1,090149	140	23,714	0,989797	0,68
Maïlao.....	16-18/8/67	138	23,949	1,033659	157	23,917	1,158750	0,26
Logone Gana.....	30/8-4/9/67	300	24,007	1,073289	160	23,975	0,949375	0,37
Sud du Lac.....	26/3-3/4/68	102	23,657	1,088139	139	23,748	1,224367	0,65
Bras Cameroun.....	3-5/6/68	263	23,768	0,915786	323	23,789	1,107381	0,34
Bol.....	20-26/6/68	152	23,691	0,858337	156	23,737	1,193746	0,40
Total.....		3675	23,731	1,084060	2951	23,747	1,108754	0,62

TABLEAU VIII

Nombre moyen de rayons branchus à l'anale pour les mâles et les femelles capturés à Fort-Lamy

Date	♂			♀			t♂-♀
	N	\bar{r}	σ_r^2	N	\bar{r}	σ_r^2	
8-24/5/69.....	65	23,738	0,716213	59	23,627	0,945705	0,67
26/5-6/6/69.....	72	23,639	1,064043	37	23,838	1,216940	0,91
10-20/6/69.....	52	23,769	1,369823	49	24,000	0,690129	1,15
24/6-2/7/69.....	88	23,443	0,814953	56	23,235	0,963011	1,28
9-17/7/69.....	82	23,866	1,067370	77	24,013	1,113004	0,89
24/7-2/8/69.....	74	23,865	0,954711	80	23,813	1,077344	0,43
8-14/8/69.....	81	23,815	0,842250	79	23,873	1,173850	0,37
13-21/8/69.....	103	23,757	0,979922	59	23,729	0,841712	0,18
28/8-4/9/69.....	61	24,115	0,822897	88	24,045	0,770661	0,47
11-17/9/69.....	51	24,294	1,069781	84	24,155	1,035573	0,76
26/9-4/10/69.....	44	24,023	1,068665	73	23,890	1,056483	0,68
9/10-14/11/69.....	45	23,711	1,316543	49	24,020	1,203666	1,33
24/11-5/12/69.....	92	23,826	0,730624	85	24,071	0,889135	1,80
24/12/69-9/1/70.....	80	23,750	0,937500	84	23,890	1,285148	0,36
7/2-5/3/70.....	84	23,750	1,139881	80	23,712	0,954844	0,24
18/3-4/4/70.....	131	23,709	1,450206	68	23,867	1,114836	1,24
Total.....	1205	23,792	1,020858	1107	23,873	1,057177	1,93

Lamy (tabl. VIII). Parmi les échantillons du tableau VII, le t le plus élevé est de 1,84 ; ce sont tantôt les mâles, tantôt les femelles qui ont la moyenne la plus forte. Le regroupement de tous ces échantillons donne un t de 0,62. A Fort-Lamy non plus, les écarts constatée ne sont jamais significatifs. Par contre, au total les femelles ont un nombre de rayons légèrement plus élevé que les mâles et la différence est presque significative puisque $t = 1,93$.

En définitive, pour des échantillons correspondants à une date et un lieu donnés, il n'est pas nécessaire de tenir compte du sexe chez les adultes et nous regrouperons les mâles et les femelles dans l'étude des variations régionales.

2.3. Nombre de rayons et taille.

Les immatures et les adultes ont été séparés. La liaison entre r et L a été étudiée à l'aide de leur coefficient de corrélation, ρ . Nous supposons donc que cette liaison, si elle existe, peut s'exprimer par une relation linéaire entre r et L . Dans la mesure où les distributions peuvent être considérées comme normales, les seuils de signification sont définis au risque 5 % par $\pm \frac{1,96}{\sqrt{N-1}}$ et au risque 1 % par $\pm \frac{2,58}{\sqrt{N-1}}$.

2.3.1. IMMATURES.

Nous nous occuperons tout d'abord des immatures les plus petits (tabl. IX). Les tailles moyennes des poissons récoltés peuvent différer sensiblement en fonction de l'époque, de la localisation géographique et du mode de capture. Il s'agit toujours néanmoins de poissons nés lors de la saison de ponte précédente et ayant moins d'un an.

On s'aperçoit qu'il y a, dans la plupart des cas, corrélation entre la taille et le nombre de rayons branchus de la nageoire anale. Dans le réseau fluvial (tabl. IX et fig. 3) la corrélation est toujours positive, 2 fois significative et 2 fois hautement significative. Elle n'est très nette que chez les poissons les plus jeunes de chaque échantillon. Dans le cas de l'échantillon du 13 au 16/12/67 (Daga), la valeur de ρ est hautement significative si l'on ne considère que les classes de 50 à 80 mm : $+0,119$ alors que le seuil, au risque 1 % est de $\pm 0,092$. Elle n'est plus significative si l'on considère les classes de 85 à 115 mm : $\rho = -0,003$ alors que le seuil au risque 5 % est

de $\pm 0,025$. De même, dans le cas de l'échantillon de Maïlao, pour les grands individus de 85 à 110 mm, la valeur de ρ qui est égale à $+0,019$, n'est pas significative puisqu'au risque 5 % le seuil est de $+0,151$. Dans les deux cas, la corrélation, significativement positive pour l'ensemble de l'échantillon, est inexistante si l'on ne considère que les tailles les plus élevées.

Les observations de Daga et Maïlao ont eu lieu sur des poissons capturés bien après la fin de la saison de ponte. L'échantillon de Ngodéni par contre, a été réalisé entre le 3 et le 14 septembre et les poissons nés au cours de la seconde moitié de la saison de ponte ne figurent donc pas dans ces pêches ; on constate que la corrélation est nette dans tout l'intervalle de variation de L . Les échantillons de Maïlao et Daga montrent une diminution du nombre de rayons branchus avec la taille chez les individus nés plus tardivement, tandis que l'échantillon de Ngodéni montre le même phénomène pour les individus issus des premières pontes. On peut donc en conclure que ce phénomène concerne probablement tous les jeunes *A. baremoze* du réseau fluvial : le nombre de rayons à l'anale est d'autant plus bas que la naissance est plus tardive ; autrement dit, les immatures les plus grands ont plus de rayons que les plus petits.

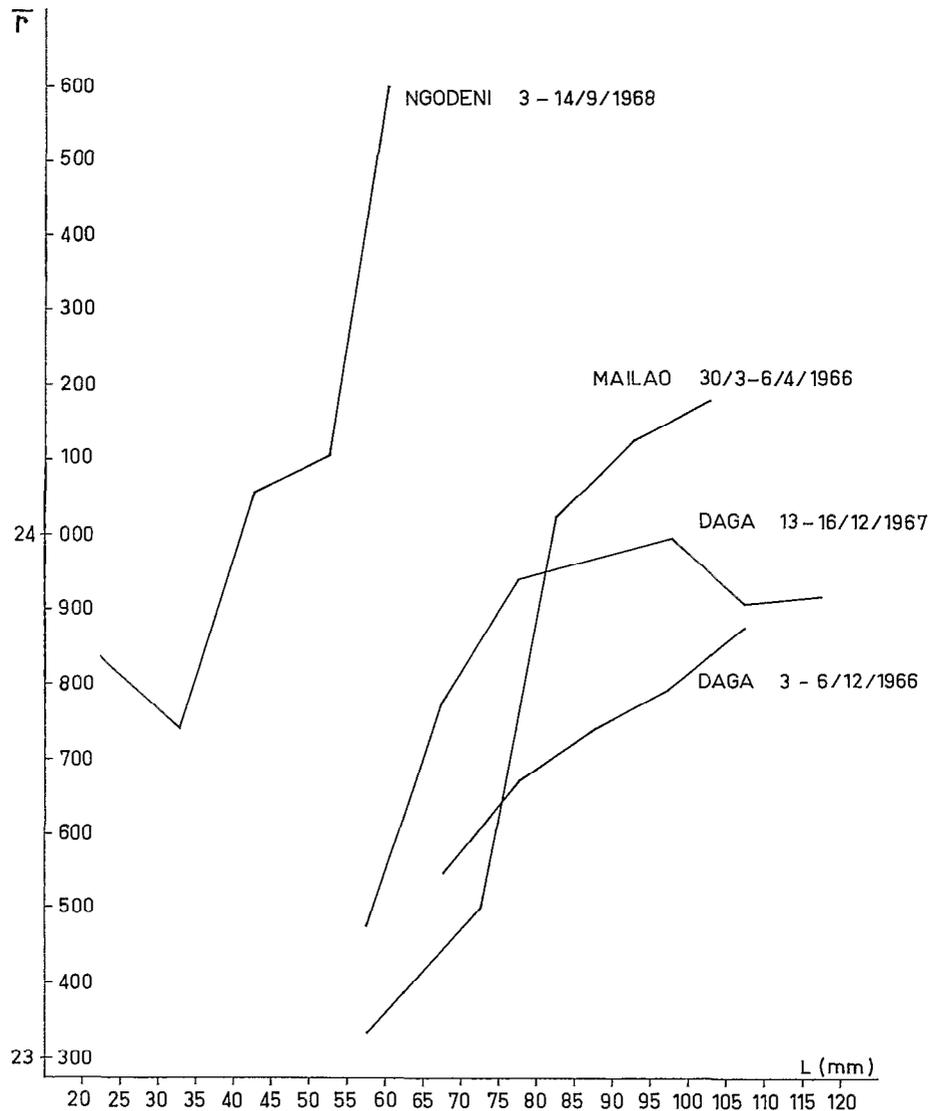


Fig. 3. — Nombre moyen de rayons branchus à l'anale (\bar{r}) par classe de longueur pour des échantillons d'*A. baremoze* de 1^{re} année du réseau fluvial.

TABLEAU IX

 Corrélation entre le nombre de rayons à l'anale r et la longueur standard L (en mm) pour les *A. baremoze* de 1^{re} année

Lieu	Réseau fluvial				Archipel			
	Mailao	Daga	Daga	Ngodéni	Matafo	Matafo	Bol	Bol
Date	30/3-6/4/66	3-6/12/66	13-16/12/67	3-14/9/68	26/11/65	7/2/66	27/4-1/5/66	18-19/5/69
N	280	1650	2385	314	1767	109	576	142
\bar{L}	85,429	86,918	88,451	39,793	39,627	39,083	81,709	56,620
σ_L	14,000	8,200	12,115	13,680	13,755	12,418	9,863	12,053
\bar{r}	23,925	23,733	23,931	23,971	23,849	23,734	23,851	23,634
σ_r	1,0945	1,0152	1,0456	1,0748	0,9598	0,8949	0,9817	0,8597
ρ	+ 0,529	+ 0,0615	+ 0,0496	+ 0,2162	- 0,0677	- 0,203	- 0,0105	- 0,113
$\rho_5 \%$	$\pm 0,117$	$\pm 0,0483$	$\pm 0,0401$	$\pm 0,111$	$\pm 0,0466$	$\pm 0,189$	$\pm 0,082$	$\pm 0,165$
$\rho_1 \%$	$\pm 0,154$	$\pm 0,0635$	$\pm 0,0528$	$\pm 0,146$	$\pm 0,0614$	$\pm 0,248$	$\pm 0,108$	$\pm 0,217$


 Fig. 4. — Nombre moyen de rayons branchus à l'anale (\bar{r}) par classe de longueur pour des échantillons d'*A. baremoze* de 1^{re} année de l'archipel.

Dans l'archipel, les quatre échantillons ont été réalisés après la fin de la saison de ponte (tabl. IX et fig. 4). Les corrélations entre r et L sont toutes négatives ; deux d'entre elles sont significatives, une autre hautement significative. Ici aussi les variations sont très nettes pour les

A. baremoze les plus petits, qui contrairement au réseau fluvial présentent des valeurs de \bar{r} supérieures. Si on laisse de côté les classes correspondant aux poissons les plus petits, la corrélation n'est plus significativement négative et peut devenir positive.

Les immatures un peu plus âgés, à 1, 2 ou quelquefois 3 annuli n'ont été capturés qu'en très petit nombre. Nous n'avons qu'un échantillon pour le réseau fluvial et trois pour l'archipel. Les résultats sont présentés dans le tableau X.

TABLEAU X

Corrélation entre le nombre de rayons à l'anale r et la longueur standard L (en mm) pour 4 échantillons d'*A. baremoze* immatures

Lieu	Chari	Archipel		
	Mailao	Bol	Bol	Bol et Baga-Sola
Date	30/3-6/4/66	20-26/6/68	8-12/8/68	24/8-26/9/69
N	104	124	208	223
L extrêmes	150-205	110-155	110-195	100-180
\bar{L}	180,259	124,960	156,707	148,318
σ_L	15,2687	9,8476	18,0630	16,2236
\bar{r}	23,433	23,887	23,899	23,776
σ_r	0,9684	1,2392	1,0305	1,0173
ρ	+ 0,1908	— 0,0169	— 0,0372	— 0,0745
$P 5 \%$	\pm 0,193	\pm 0,177	\pm 0,136	\pm 0,132

Les corrélations entre r et L sont négatives dans l'archipel, comme pour les immatures les plus jeunes, mais non significatives, alors que celle de Mailao est positive et presque significative.

2.3.2. ADULTES.

Nous avons préféré séparer les sexes étant donnée la différence importante de croissance entre mâles et femelles. Le tableau XI rassemble les résultats obtenus pour divers échantillons d'adultes du réseau fluvial et de l'archipel.

Seule la corrélation concernant les poissons de Logone Gana est significative. Ces résultats sont confirmés par les pêches de Fort-Lamy (8/5/69 au 4/4/70). Sur 16 échantillons, 8 de chaque sexe, 3 corrélations sont significatives : deux, positives, chez les mâles, et une négative, chez les femelles. Il ne semble donc pas y avoir, dans l'ensemble, de corrélation entre le nombre de rayons branchus à l'anale et la taille chez les adultes.

En conclusion, si l'on considère des poissons de plus en plus âgés, le mélange des classes d'âge est de plus en plus accusé dans une même classe de longueur et la corrélation, faible mais significative chez les très jeunes immatures, ne l'est plus que rarement chez les immatures plus âgés, pour cesser entièrement de l'être chez les adultes. L'explication des variations de \bar{r} avec la longueur chez les immatures sera tentée dans la dernière partie.

TABLEAU XI
Corrélation entre le nombre de rayons à l'anale \bar{r} et la longueur standard L (en mm) pour quelques échantillons d'*A. baremoze* adultes

Lieu	Logone Gana	Maïlao	Djimitilo	Sud du Lac et bras Ouest du Delta	Bol	Bol
Date	30/8-4/9/67	31/5-6/6/66	23-26/4/66	28/5-5/6/68	24/2-2/3/67	
Sexe	♂	♂	♂	♀	♂	♀
L extrêmes	200-270	215-260	210-260	250-310	200-265	225-290
N	300	259	544	353	820	505
\bar{L}	234,4	235,9	233,4	281,5	220,7	249,2
σ_L	13,6750	8,5750	7,9394	12,6060	10,8640	12,7780
\bar{r}	24,007	23,660	23,638	23,768	23,760	23,737
σ_r	1,0360	0,9548	1,0622	1,0497	1,0728	1,0130
ρ	0,142	0,0699	0,0334	— 0,0392	— 0,0072	0,0627
$\rho 5 \%$	$\pm 0,113$	$\pm 0,122$	$\pm 0,084$	$\pm 0,104$	$\pm 0,068$	$\pm 0,087$

2.4. Variations régionales.

D'après les résultats précédents (2.2 et 2.3) nous étudierons les variations régionales à partir d'échantillons d'adultes, sans tenir compte du sexe.

2.4.1. RÉSEAU FLUVIAL ET BORDURE CAMEROUNAISE DU LAC.

Pour les biefs inférieurs du Chari et du Logone, nous disposons d'une part de données récoltées de façon irrégulière de 1966 à 1968 à Djimitilo, Maïlao et Logone-Gana, d'autre part, d'observations périodiques effectuées à Fort-Lamy de mai 1969 à avril 1970 tous les 10 jours en moyenne.

TABLEAU XII
Nombres moyens de rayons branchus à l'anale (\bar{r}) pour les *A. baremoze* adultes du Delta et de la bordure camerounaise du lac

Lieu	Date	N	\bar{r}	σ_r^2
Djimitilo.....	20-23/3/67	357	23,583	1,044225
	23-26/4/66	694	23,614	1,121768
	22-26/5/67	378	23,608	1,058347
	5-8/7/66	226	23,730	1,214759
	16-19/9/66	269	24,082	1,242382
Cameroun.....	26/3-3/4/68	241	23,710	1,168746
	28-5-2/6/68	134	23,686	1,125640
Bras ouest.....	3-5/6/68	586	23,780	1,021503

Le tableau XII indique les résultats obtenus à Djimitilo, ainsi que près de la bordure camerounaise du lac (Cameroun) et dans le bras ouest du delta du Chari. A Djimitilo, les résultats sont sensiblement identiques en mars, avril et mai : pour ces 3 échantillons groupés, \bar{r} est égal à 23,606.

En juillet \bar{r} augmente (23,730), sans que la différence avec le groupe précédent soit significative ($t = 1,58$). En septembre l'augmentation est très importante, $\bar{r} = 24,082$: elle atteint presque 0,5 rayon par rapport au début de l'année. Les différences sont hautement significatives par rapport au groupe de mars à mai ($t = 6,5$) et par rapport à l'échantillon de début juillet ($t = 3,5$). Les échantillons de la bordure camerounaise du lac (1968) n'offrent pas de différence significative avec leurs homologues de Djimtilo. Par contre, pour les *A. baremoze* du bras ouest, le nombre moyen de rayons est significativement plus élevé que celui obtenu à Djimtilo de mars à mai ($t = 3,5$).

TABLEAU XIII

Nombres moyens de rayons branchus à l'anale (\bar{r}) pour les *A. baremoze* adultes du Chari à Maïlao et du Logone à Logone Gana

Lieu	Date	N	\bar{r}	σ_r^2
Maïlao.....	3-8/4/67	127	23,622	0,943766
	31/5-6/6/66	414	23,643	0,968820
	21-28/6/67	134	23,590	1,182278
	27/7-2/8/66	349	23,590	0,941026
	16-18/8/67	295	23,932	1,046252
	27-30/9/67	176	24,000	0,727272
Logone Gana.....	3-4/6/66	154	23,734	0,987561
	21-23/7/67	353	23,773	1,053455
	30/8-4/9/67	460	23,996	1,030416
	2/11/67	53	23,943	0,528655
	28/12/67	60	24,033	1,032222

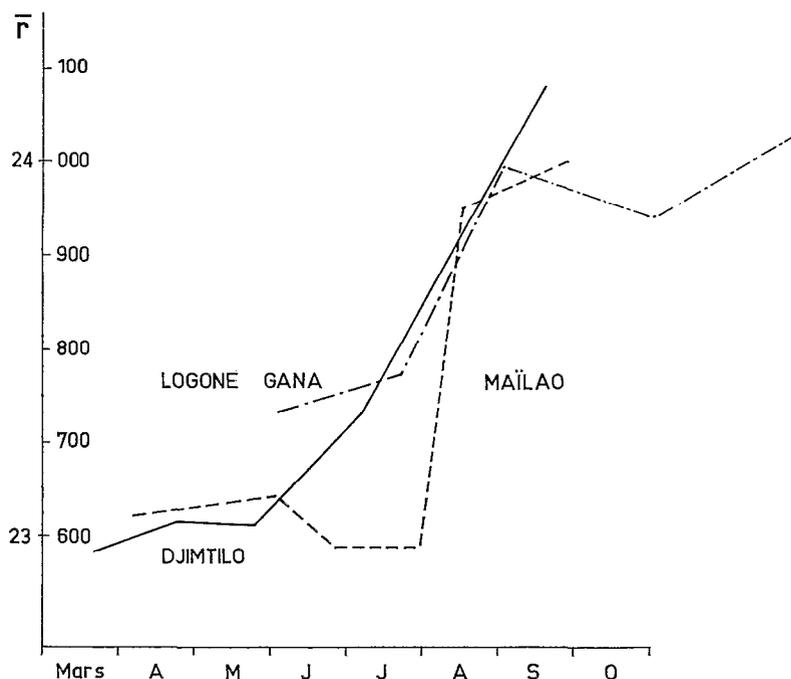


Fig. 5. Variations saisonnières du nombre de rayons branchus à l'anale chez les *A. baremoze* adultes à Logone Gana, Maïlao et Djimtilo.

A Maïlao, les 6 échantillons récoltés d'avril à septembre se scindent en deux groupes : ceux d'avril à juillet d'une part, et ceux d'août et septembre d'autre part (tabl. XIII). A l'intérieur de chaque groupe les valeurs de \bar{r} sont comparables. Entre les deux groupes par contre, la différence des moyennes est hautement significative ($t = 6,16$) pour des valeurs de \bar{r} de 23,615 d'avril à juillet et 23,958 en août-septembre.

A Logone Gana (tabl. XIII), on peut réunir les échantillons de juin et juillet d'une part ($\bar{r} = 23,761$), ceux de septembre à décembre d'autre part ($\bar{r} = 23,993$). Là aussi, la différence entre les nombres moyens de rayons à l'anale est hautement significative : $t = 3,7$. Nous constatons que dans les 3 stations les variations de \bar{r} ont la même allure : valeurs basses de mars à juin, aux alentours de 23,600 ; augmentation à partir de juillet qui conduit à des valeurs voisines de 24,000 à partir de la fin août. La figure 5 représente les valeurs de \bar{r} trouvées dans les 3 stations.

TABLEAU XIV

 Nombres moyens de rayons branchus à l'anale (\bar{r}) pour les *A. baremoze* adultes capturés à Fort-Lamy

Date	N	\bar{r}	σ_r^2
8-31/5/69.....	165	23,685	0,979534
1-12/6/69.....	114	23,702	0,946073
13-30/6/69.....	129	23,682	1,178014
1-13/7/69.....	148	23,703	0,844051
14-28/7/69.....	157	23,924	1,051791
29/7-11/8/69...	155	23,755	1,127051
12-17/8/69.....	172	23,895	0,896112
18-31/8/69.....	158	23,823	0,892620
1-14/9/69.....	130	24,162	0,700715
15-28/9/69.....	105	24,190	0,837097
29/9-26/10/69.	100	23,930	0,965100
27/10-29/11/69	168	23,857	1,027285
30/11-31/12/69	167	23,874	1,067935
1/1-22/2/70....	168	23,732	1,017601
23/2-24/3/70...	159	23,748	1,081406
25/3-4/4/70....	117	23,769	1,169015

Les dénombrements concernant les *A. baremoze* capturés à Fort-Lamy ont été effectués à partir d'échantillons recueillis au marché. Le tableau XIV présente les résultats obtenus. Ces observations recouvrent la période allant de mai 1969 à avril 1970. Les intervalles de temps ne sont pas égaux, car les captures varient très fortement d'une époque de l'année à l'autre et il est quelquefois difficile d'avoir un échantillon suffisant (c'est par exemple le cas dans nos observations des mois de janvier et février 1970). La figure 6 représente les valeurs de \bar{r} obtenues à Fort-Lamy.

En mai et juin, les valeurs de \bar{r} sont faibles et très homogènes. Il semble y avoir ensuite une période d'instabilité du 14/7 au 31/8/69. Malgré les variations constatées, il est possible de regrouper les échantillons de cette période car il n'y a pas de différence significative à l'intérieur de ce groupe. Au mois de septembre, les valeurs très proches l'une de l'autre sont très élevées. En octobre, novembre et décembre, les valeurs de r sont homogènes et se situent à un niveau intermédiaire. Enfin, de janvier à avril 1970, les moyennes de r sont faibles, stables et ont sensiblement retrouvé le niveau de mai-juin 1969. Cet examen rapide nous permet de regrouper les échantillons en 5 groupes (tabl. XV). Ceux-ci ont été numérotés de 1 à 5 et le test de Student-Fisher a été appliqué à tous les couples correspondants ; les valeurs de t sont indiquées dans le tableau XV.

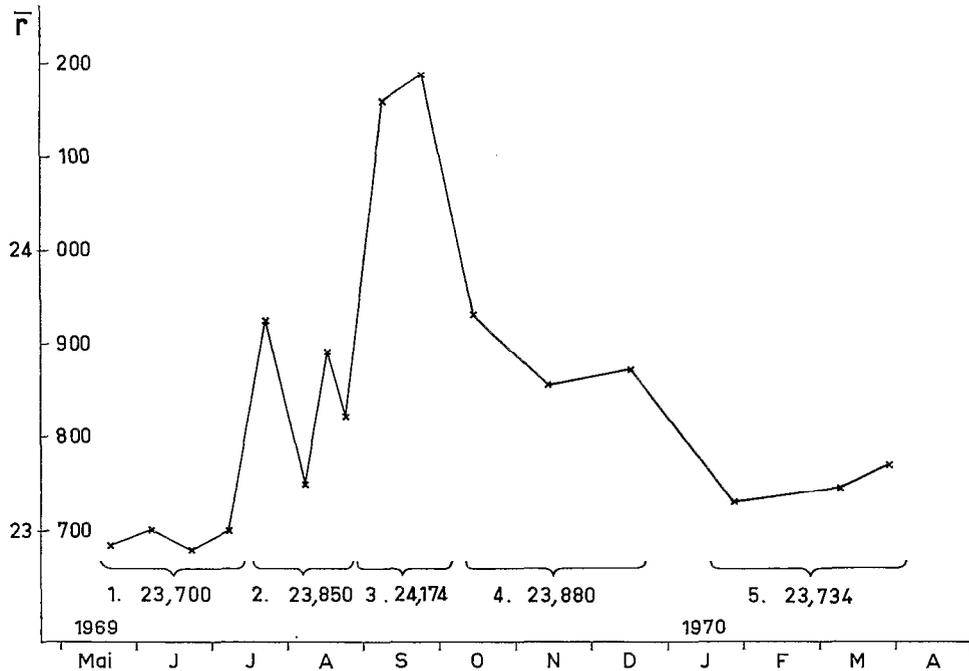


Fig. 6. — Variations saisonnières du nombre moyen de rayons branchus à l'anale chez les *A. baremoze* adultes à Fort-Lamy de mai 1969 à avril 1970.

TABLEAU XV

Signification des différences entre les nombres moyens de rayons branchus à l'anale (\bar{r}) des *Alestes baremoze* de Fort-Lamy, après regroupements

n°	Date	N	\bar{r}	σ_r^2	t				
					1.	2.	3.	4.	5.
1.	8/5-13/7/69	556	23,692	0,982749		2,7	6,1	2,9	0,7
2.	14/7-31/8/69	642	23,850	0,993217			4,2	0,5	1,8
3.	1-28/9/69	235	24,174	1,037646				3,6	5,3
4.	29/9-31/12/69	435	23,880	1,043181					2,1
5.	1/1-4/4/70	444	23,734	1,060000					

Deux couples de valeurs apparaissent : mai-juillet 69 et janvier-avril 70 d'une part ($t = 0,7$) ; juillet-août 69 et octobre-décembre 69 d'autre part. L'échantillon 3 (septembre 69) se distingue nettement de tous les autres : les valeurs de t varient de 3,6 à 6,1. Nous retrouvons ici les résultats obtenus dans les autres stations du réseau fluvial : de mars à juin, les valeurs de \bar{r} sont faibles (ici de l'ordre de 23,700 en 1969, 23,750 en 1970), puis il y a une augmentation en juillet-août qui aboutit au maximum de septembre ($\bar{r} = 24,174$). Les données de Fort-Lamy permettent de plus de se rendre compte que les mois de juillet et août constituent une période d'instabilité pendant laquelle on a l'impression qu'il y a un mélange. A partir du mois d'octobre, \bar{r} diminue irrégulièrement pour atteindre à peu près le niveau de mars à juin 1969 dès le mois de janvier 1970.

2.4.2. ARCHIPEL.

Dans l'archipel est du lac les échantillons d'*Alestes baremoze* ont été surtout réalisés en 1966 et 1968 (tabl. XVI).

TABLEAU XVI

Nombres moyens de rayons branchus à l'anale (\bar{r}) pour les *A. baremoze* adultes de l'archipel

Lieu	Date	N	\bar{r}	σ_r^2
Bol	24/2-2/3/67	1325	23,749	1,108588
Bol	27/1-2/5/66	378	23,688	1,103608
Bol	5-8/5/68	111	23,819	1,174742
Bol	20-26/6/68	298	23,695	1,051046
Bol	30/6-5/7/66	219	23,858	1,281332
Bol	8-12/8/68	115	23,600	1,040000
Mélia	14-16/8/68	165	23,921	1,151368
Bol	18-25/8/66	164	23,683	1,021416
Bol	24-28/8/69	35	23,686	1,186939
Bol	5-9/9/68	54	23,667	1,259226
Bol	21-23/9/69	77	23,714	0,983303
Baga Sola	24-26/9/69	35	23,771	0,976631
Bol	21-24/10/66	131	23,588	1,448384

En 1966, à Bol, l'échantillon de juillet a une moyenne plus élevée que les 3 autres, effectués respectivement au début de mai, en août et en octobre. Par rapport à ce dernier, la différence est significative ($t = 2,1$). En 1968, la valeur de \bar{r} en mai est supérieure à celles de juin, août et septembre mais aucune différence n'est significative. Au total, les échantillons de Bol se caractérisent par une homogénéité assez bonne : seul l'échantillon de juillet 1966 diffère significativement de ceux d'octobre 1966 et août 1968 ($t = 2,1$ dans chacun des cas). La moyenne générale est faible ($\bar{r} = 23,726$) et, malgré les différences entre les effectifs et les dates des échantillons d'une année à l'autre, les moyennes annuelles restent remarquablement homogènes : 23,714 en 1966 ; 23,749 en 1967 ; 23,697 en 1968 et 23,705 en 1969.

Les observations sont insuffisantes dans le reste de l'archipel : un seul échantillon important n'a pas été réalisé à Bol, celui d'août 1968 à Mélia, à 30 km au sud-est de Bol (fig. 1). La valeur de \bar{r} pour cet échantillon est élevée (23,921) et significativement supérieure aux valeurs trouvées à Bol au début de mai, en juin, en août et en octobre (t compris entre 2,07 et 2,54).

3. DISCUSSION ET CONCLUSIONS

3.1. Origine de la variabilité du nombre de rayons à l'anale et du nombre de vertèbres chez les immatures.

La variabilité des caractères méristiques a souvent été mise en relation avec divers facteurs de l'environnement dont l'influence se fait sentir pendant le développement embryonnaire et larvaire. Pour la plupart des auteurs, c'est la température qui semble le facteur essentiel. Celle-ci intervient par la durée de la période pendant laquelle l'organisme subit une température donnée au cours de la phase phénocritique (ORSKA, 1962).

On constate très généralement qu'il y a corrélation négative entre le nombre de vertèbres et la température (ORSKA, 1962 ; GHENO et POINSARD, 1968). C'est aussi le cas le plus fréquent pour les rayons de la nageoire anale, mais le phénomène inverse a quelquefois été constaté

(ORSKA, 1963). Il semble qu'il puisse y avoir les 2 types de corrélation suivant le niveau du facteur étudié, et le nombre de rayons pourrait être maximal pour une certaine température et diminuer de part et d'autre de celle-ci.

Dans le cas des *A. baremoze*, la période de ponte s'étend de la fin du mois de juillet au début du mois d'octobre. La ou, les périodes de sensibilité des larves ne sont pas connues mais elles se situent forcément au cours des mois d'août, septembre et octobre. Si l'on fait l'hypothèse la plus probable, c'est-à-dire que la température est le principal facteur agissant, il est nécessaire de connaître ses variations au moins approximatives pendant cette période.

Dans le réseau fluvial, les mesures disponibles ne concernent que la température des eaux de surface du Chari à Fort-Lamy; mais celle-ci doit représenter assez fidèlement au lever du jour celle de l'ensemble de la masse d'eau. On constate que la température augmente légèrement d'août à octobre, d'un peu plus de un degré en 1969 dans le Chari en eaux courantes. Les variations sont sans doute plus fortes dans les zones inondées généralement peu profondes.

TABLEAU XVII

Nombre moyen de rayons à l'anale et stades de maturation pour les femelles du réseau fluvial

Stade	Date	N	\bar{r}	σ_r^2
♀ 4	16/8-3/9/1967	187	23,914	1,008722
	2/8-11/9/1969	220	23,904	1,035909
♀ 6	30/8-30/9/1967	105	24,057	1,044353
	21/8-11/9/1969	84	24,214	1,001701

Dans l'archipel est, d'après les mesures faites à Bol, la température est stable ou en très légère augmentation en août et en septembre, puis il y a généralement une baisse brusque en octobre. La saison fraîche est en effet plus précoce dans la région de Bol qu'à Fort-Lamy.

En ce qui concerne le nombre de vertèbres, il y a une corrélation négative entre ce nombre et la longueur standard chez les jeunes *A. baremoze* de l'El-Beid (1.1.). Ceux qui sont nés les derniers ont un nombre plus élevé de vertèbres. La température qu'ils ont subie au cours de la phase phénocritique n'est pas connue, mais si on se base sur les mesures faites à Fort-Lamy, elle serait plus élevée que pour ceux nés les premiers. Il y aurait donc finalement une corrélation positive entre le nombre de vertèbres et la température, contrairement aux observations généralement faites à ce sujet.

Pour le nombre de rayons branchus à l'anale, il y a toujours une corrélation positive entre ce nombre et la longueur standard chez les jeunes *A. baremoze* du réseau fluvial (2.3.), c'est-à-dire entre ce nombre et l'âge. La température augmentant d'août à octobre, la corrélation entre le nombre de rayons et la température est négative.

Dans l'archipel, nous avons trouvé des corrélations non significatives ou légèrement positives entre la taille des jeunes de première année les plus grands et r , des corrélations négatives très nettes pour les poissons les plus jeunes (fig. 4). Compte tenu des variations de température indiquées précédemment, il y aurait là encore corrélation négative entre la température et le nombre de rayons branchus à l'anale.

Dans toutes les régions, la variabilité des valeurs trouvées chez les jeunes au même endroit d'une année à l'autre pourrait s'expliquer par les variations climatiques annuelles au cours de la phase de sensibilité des larves. Par exemple, une installation tardive de la saison fraîche dans l'archipel irait de pair avec l'absence de corrélation négative entre r et L dans cette zone.

La variation de r avec L a pour conséquence l'impossibilité de définir avec rigueur une valeur moyenne pour une classe d'âge donnée de jeunes poissons. Il faudrait en effet connaître l'impor-

tance relative réelle des classes de taille auxquelles sont associées les différentes valeurs de \bar{r} , ce qui est très difficile pour de très petits poissons.

3.2. Populations et migrations.

Nous allons essayer de voir, à l'aide des résultats exposés ici et des résultats antérieurs, s'il existe ou non plusieurs populations d'*Alestes baremoze* et quelles sont leurs migrations. Le problème se complique encore du fait du phénomène général de baisse du lac qui peut entraîner des modifications des peuplements. Depuis 1963 et 1964 (niveaux maximaux pour le xx^e siècle), le lac Tchad n'a pas cessé de baisser. Entre les maxima de 1970 et de 1965 (année de nos premières observations), l'écart à l'échelle de Bol est de 1,80 m (fig. 7). La morphologie de la cuvette aidant, ceci a des conséquences notables : si la surface en eau a relativement peu varié (de 21.000 à 17.000 km² environ), la profondeur moyenne par contre (de 4,80 à 3,10 m) et le volume total d'eau (de 100.10⁹ à 53.10⁹ m³) ont très sensiblement diminué (DUPONT, comm. pers.). Une telle variation en 5 ans a pour conséquence la modification de certains biotopes : les stations d'échantillonnage situées à proximité du rivage dans la région de Wolgo et du Delta de l'El Beid sont actuellement exondées. Dans les eaux libres et l'archipel, la remise en suspension des sédiments du fond est devenue beaucoup plus facile ; la transparence a nettement diminué dans la région de Bol. A terme, une telle évolution peut sans aucun doute affecter la production dans son

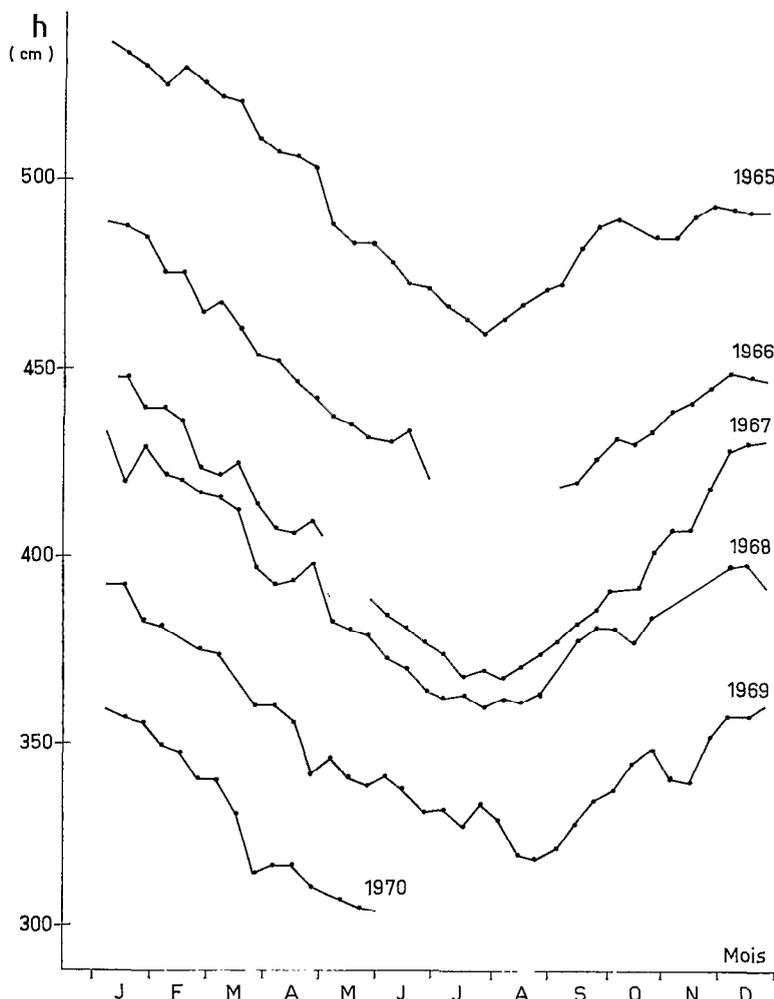


Fig. 7. — Variations des niveaux du lac Tchad de janvier 1965 à mai 1970 (Échelle de Bol).

ensemble. Dans le cas des *A. baremoze*, on constate que depuis 1968 les rendements sont devenus très médiocres à Bol. Il est possible cependant que les *A. baremoze* aient simplement fui cette zone et soient encore très abondants dans d'autres zones de l'archipel.

3.2.1. BAS CHARI, SUD ET EST DU LAC.

Dans le système fluvial, les valeurs de \bar{r} restent basses jusqu'à la fin des mois de juin ou juillet, de l'ordre de 23,600 à 23,750. Elles augmentent ensuite pour atteindre des valeurs voisines de 24,100 (entre 23,950 et 24,200) en août et septembre. Nous sommes donc en présence de deux populations. Dans la suite du texte, I désignera les poissons appartenant au groupe pour lequel \bar{r} est voisin de 23,700 ; II ceux du groupe pour lequel \bar{r} est voisin de 24,100.

Les biefs inférieurs des fleuves n'offrent pratiquement aucune source de nourriture tant que le lit majeur et les zones inondées ne sont pas envahies par les eaux vers la fin du mois d'août. Cependant, tous les poissons pêchés à l'entrée du système fluvial (Djimtilo, fig. 1) sont en excellente condition, qu'ils appartiennent au groupe I ou II. Ils viennent donc d'entrer dans le système fluvial. Comme le zooplancton, qui constitue la nourriture des *A. baremoze*, est abondant toute l'année dans le lac Tchad et, en particulier, dans l'archipel, on peut en conclure que ces deux populations proviennent du lac. Cette interprétation est corroborée par des échosondages faits en mai 1970 : il y a manifestement au large du delta des concentrations de poissons. Enfin, la pêche locale ne saurait se maintenir au haut niveau d'intensité qui est le sien de mai à août, sans un afflux continu de poissons.

Les valeurs trouvées pour \bar{r} dans le sud et l'est du lac ne sont jamais très élevées. Dans l'archipel est les moyennes annuelles restent proches de 23,700. Les quelques investigations opérées le long de la bordure camerounaise du lac pendant la première moitié de l'année montrent que les *A. baremoze* y sont soit absents (janvier et février 1968), soit peu abondants en mars et mai 1968 avec des valeurs de \bar{r} égales respectivement à 23,710 et 23,686. De même, dans les eaux libres de l'est, les *A. baremoze* adultes sont soit absents (janvier, octobre et décembre 1970), soit peu abondants en mai 1970 avec une valeur de \bar{r} égale à 23,664. Il est donc logique de penser que les individus de la population I capturés dans le système fluvial proviennent en tout ou partie de l'archipel est. Cette hypothèse est d'autant plus plausible que l'abondance des *A. baremoze* dans l'archipel est notable : les rendements des pêches effectuées par le C.T.F.T. en 1965 ont été excellents, tant à Matafo qu'à Baga Sola (fig. 1). Nos résultats obtenus à Bol en 1966 et 1967 confirment ceux de 1965 avec des rendements bons ou moyens. En 1969 et 1970 les pêches ont été médiocres, mais nous avons vu que c'est peut-être là une conséquence locale de la baisse du lac.

Nous avons montré (DURAND et LOUBENS, 1967 et 1969) qu'il y avait une différence significative entre la taille moyenne au premier annulus des individus de Bol et celle des individus du réseau fluvial, les croissances ultérieures étant comparables. Les écailles provenaient de poissons capturés en avril et juin 1966 ; ces poissons appartiennent tous en principe au même groupe, le groupe I, et la différence observée demande à être expliquée. Il peut s'agir soit d'un écart aléatoire, soit de l'existence à l'intérieur du groupe I de deux sous-groupes : un sous-groupe sédentaire de l'archipel, et un sous-groupe migrateur.

Les individus du groupe II n'ont été capturés que dans le système fluvial, aux mois d'août et septembre. Ils sont absents de nos pêches dans la région de Bol, les eaux libres de l'est et le long de la bordure camerounaise du lac. Leur zone d'origine ne figure donc pas parmi celles prospectées. Deux régions restent possibles : d'une part, tout ou partie de la région nord du lac, d'autre part, l'archipel est dont le peuplement est peut-être hétérogène et où seule la région de Bol a fait l'objet d'observations relativement nombreuses.

La migration anadrome des *A. baremoze* de mai à septembre est de toute évidence une migration génétique puisque la reproduction a lieu en août et septembre, tant dans le Chari

que dans le Logone. Nous ne savons pas, par contre, si les deux groupes ont dans le détail un comportement identique. L'analyse des valeurs de \bar{r} par stade de maturation est intéressante (tabl. XVII) : nous avons considéré d'une part les femelles 4 (en maturation avancée), d'autre part, les femelles 6 et 7 (épuisées ou en deuxième maturation après la ponte). Les échantillons de femelles 4 présentent des valeurs \bar{r} , identiques en 1967 et 1969, et intermédiaires entre les valeurs correspondant aux populations I et II. C'est donc un indice de la présence probable de femelles en maturation avancée appartenant aux deux groupes. Pour les femelles 6, par contre les valeurs trouvées sont élevées et correspondent à la population II. Ceci permet d'avancer l'hypothèse suivante : les individus du groupe I, qui entrent tôt dans le système fluvial, poursuivraient leur migration plus loin que ceux du groupe II et se reproduiraient en amont de la zone prospectée, ce qui expliquerait que l'on n'y trouve pas d'individus de ce groupe en septembre.

3.2.2. COMPARAISON AVEC LE NORD DU LAC.

De 1967 à 1969, J. HOPSON a étudié les populations de la région nord du lac. Ces travaux portent essentiellement sur la région de Malamfatori et l'embouchure de la rivière Yobé. Schématiquement, deux populations appelées A et B seraient à distinguer (HOPSON J., 1967 et comm. pers., 1969).

La population A est caractérisée par des valeurs élevées de \bar{r} , 24,200 en moyenne, et de D_1 , distance du centre de l'écaïlle au premier annulus (D_1 correspond à une longueur standard de 80 mm environ). La reproduction de A aurait lieu pour cette population en juillet dans les eaux peu profondes autour de l'embouchure de la rivière Yobé ; celle-ci n'a pas encore commencé à couler à cette époque. La migration anadrome commencerait ensuite vers les zones inondées de la rivière.

La population B est caractérisée par des valeurs basses à la fois pour \bar{r} (23,700) et pour D_1 qui correspond à une longueur standard de 30 mm environ. Elle serait entièrement lacustre et se reproduirait surtout en septembre.

On retrouve deux groupes caractérisés par des valeurs de \bar{r} nettement distinctes et proches des valeurs trouvées dans le système fluvial. Malgré cette similitude il ne semble pas que l'on puisse, dans l'état actuel des recherches, identifier l'une ou l'autre des populations A et B à l'une des populations I et II. En effet, I et B ont des nombres de rayons à l'anale tout à fait compatibles, mais les tailles lors du premier arrêt de croissance sont très nettement distinctes : de l'ordre de 60 à 70 mm pour I ; 30 mm pour B. De plus, B semble strictement lacustre dans le nord du lac alors que I est nettement fluvio-lacustre et effectue la migration anadrome la plus ample. Pour A et II aussi, les valeurs de \bar{r} sont proches. Nous ne pouvons comparer les tailles lors du premier arrêt de croissance, faute de données pour II. Les poissons des deux groupes entament une migration anadrome assez tardive, les uns dans la rivière Yobé, les autres dans le système Logone-Chari. Mais la reproduction aurait lieu en juillet pour les *A. baremoze* de la population A alors que le groupe II effectue une migration génétique pour se reproduire en août-septembre. Nous avons indiqué ci-dessus que les individus de II pouvaient, en particulier, provenir de la région nord du lac ; cette hypothèse reste valable, mais nous ne pouvons pour le moment considérer A et II comme identiques.

En conclusion, la répartition des différents groupes dans le lac et leurs mouvements à l'intérieur de celui-ci restent mal connus. Pour la phase fluviale des migrations par contre, les données obtenues sont très cohérentes ; il reste cependant à vérifier l'hypothèse de la remontée des individus du groupe I en amont de la zone prospectée jusqu'à présent.

Manuscrit reçu le 17 mai 1971.

BIBLIOGRAPHIE

- Annuaire Hydrologique du Tchad, 1965-1966. — 179 p. multigr., et 1967-1968, 169 p. multigr. O.R.S.T.O.M., Fort-Lamy.
- BLACHE (J.), 1964. — Les Poissons du bassin du Tchad et du bassin adjacent du Mayo-Kebbi. *Mém. O.R.S.T.O.M.*, Paris, 4, 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.
- BOUCHARDEAU (A.) et LEFÈVRE (R.), 1957. — Monographie du lac Tchad. Ed. prov. O.R.S.T.O.M., Paris, 112 p. multigr.
- BOULENGER (G. A.), 1907. — The fishes of the Nile, in *Zoology of Egypt*, London, 117-120.
- DAGET (J.), 1954. — Les poissons du Niger Supérieur. *Mém. IFAN*, 36, 391 p., 141 fig.
- 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, 73 p. multigr.
- DURAND (J. R.) et LOUBENS (G.), 1969. — Croissance en longueur d'*Alestes baremoze* (Joannis, 1835) dans le bas Chari et le lac Tchad. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, II, 1, 59-105, 14 fig., 21 tabl.
- DURAND (J. R.) et LOUBENS (G.), 1970. — Variations du coefficient de condition chez les *Alestes baremoze* du bas Chari et du lac Tchad. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, IV, 1, 27-44.
- DURAND (J. R.) et LOUBENS (G.), 1970. — Observations sur la sexualité et la reproduction des *Alestes baremoze* du bas Chari et du lac Tchad. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, à paraître.
- Étude en vue du développement de la pêche sur le lac Tchad, 1966. Centre Technique Forestier Tropical, Paris, t. I et II, 151 p. multigr.
- GHEHO (Y.) et POINSARD (F.), 1968. — Observations sur les jeunes sardinelles de la baie de Pointe-Noire. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, VI, 2, 53-67.
- GRAS (R.), 1962. — Étude biométrique des *Alestes baremoze* du bassin du Chari. *Bull. IFAN, sér. A*, 24, 1, 245-261.
- HOPSON (A. J.), 1968. — The gillnet fisheries of lake Chad, *Federal Fish. Occas. Paper*, Nigeria, n° 11, 64 p., 29 fig.
- HOPSON (J.), 1968. — A preliminary study on the biology of *Alestes baremoze* in the Malamfatori area. Federal Fisheries Service, Lake Chad Research Station, Malamfatori, *Report for 1966-1967*, Lagos, 50-78.
- ORSKA (J.), 1962 et 1963. — The influence of the temperature on the development of meristic characters of the skeleton in *Salmonidae* I. Temperature controlled variations of the number of vertebrae in *Salmo irideus* Gibb. *Zool. Polon.* (1962), 12, 3, 309-339. II. Variations in dorsal and anal fin ray count correlated with temperature during development of *Salmo irideus* Gibb. *Zool. Polon.* (1963), 13, 1-2, 49-76.
- TOUCHEBEUF DE LUSSIGNY (P.), 1969. — Monographie hydrologique du lac Tchad. O.R.S.T.O.M., Paris, 169 p. multigr.