

## OBSERVATIONS SUR LA SEXUALITÉ ET LA REPRODUCTION DES *ALESTES BAREMOZE* DU BAS CHARI ET DU LAC TCHAD

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

### RÉSUMÉ

*L'étude de la reproduction des Alestes baremoze du bas Chari et du lac Tchad montre que la maturation des ovaires dure trois mois (mai-juin-juillet). Les pontes ont lieu en août et en septembre. Dans le réseau fluvial, les A. baremoze se reproduisent pour la première fois à partir de deux ans et tous les adultes fraient; dans le lac au contraire, une partie notable des adultes reste en repos sexuel pendant la période de reproduction. Les géniteurs restent en petits groupes au moment même de la fraye qui a lieu dans la majeure partie du réseau fluvial et de l'archipel du lac Tchad. La fécondité des Alestes baremoze est de 230.000 œufs par kilogramme de corps d'une femelle.*

### ABSTRACT

*Study in the reproduction of Alestes baremoze from lower Chari and lake Chad shows that the maturation of the ovaries lasts three months (May, June, July). Laying of eggs takes place in August and September. In the river system, Alestes baremoze reproduce for the first time when they are, at least, two years old and all adults spawn. On the opposite in the lake, most part of the grown-ups are sexually at rest during the breeding period. Spawners form only small groups; spawning takes place in the major part of the river system and the archipelago of lake Chad. The fecundity of Alestes baremoze rises two hundred and thirty thousand eggs for one kilogram of female body.*

### INTRODUCTION

Nos observations sur la sexualité et la reproduction des *Alestes baremoze* ont eu lieu de 1965 à 1970, principalement aux stations suivantes : Logone-Gana sur le Logone à 60 km au sud de Fort-Lamy, Maïlao sur le Chari à la même latitude, Fort-Lamy, Djintilo dans le delta du Chari et enfin Bol dans la zone de l'archipel est du lac Tchad. Elles ont porté sur plusieurs milliers d'*Alestes baremoze*.

---

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

## 1. LA SEXUALITÉ

### 1.1. Distinction des sexes chez les jeunes.

Il est possible de distinguer les sexes dès la taille de 60 mm de longueur standard. On observe à cette taille deux types de gonades : soit deux bandelettes transparentes atteignant environ 0,8 mm au maximum de leur largeur, soit deux filaments, visibles seulement au microscope stéréoscopique, et environ dix fois plus étroits. Les individus à gonades en bandelettes sont des femelles ; les autres sont des mâles.

Chez des femelles de moins de 60 mm, les ovaires se présentent au grossissement 50 sous la forme d'un tissu grisâtre, homogène, finement granuleux (granules d'environ 5  $\mu$ m). Pour des individus plus grands, ce tissu se strie transversalement et surtout longitudinalement, ce qui dessine une sorte de quadrillage. Dans les mailles de ce réseau apparaissent de grosses cellules de 0,04 à 0,08 mm à noyau granuleux dont le diamètre peut atteindre les deux tiers de celui de la cellule. Il s'agit des ovogonies qui deviennent de plus en plus nombreuses et occupent toute la gonade à partir de 100 mm.

### 1.2. Caractères sexuels secondaires.

#### 1.2.1. Dimorphisme de la nageoire anale.

Comme chez de nombreuses espèces d'*Alestes*, les mâles et les femelles adultes d'*Alestes baremoze* se distinguent facilement d'après l'aspect de la nageoire anale. Le bord externe de l'anale forme une courbe légèrement et régulièrement concave chez les femelles. Chez les mâles, l'anale présente un lobe antérieur convexe, quelques rayons étant nettement plus longs que ceux qui les précèdent et que ceux qui les suivent. Chez les immatures, l'anale a le même aspect que chez les femelles.

Nous avons cherché à estimer à quelle taille moyenne ce dimorphisme apparaît (tabl. I et II). Pour cela nous avons tout d'abord noté le sexe d'après l'aspect de la nageoire anale, soit m pour une anale de mâle, f pour une anale de femelle ou d'immature et un point d'interrogation en cas de doute. Puis les poissons ont été ouverts pour examiner les gonades et noter le véritable sexe. On peut donc avoir trois catégories : ♂+m, ♀+f si le sexe a été déterminé correctement d'après l'aspect de l'anale, ♂+f, ♀+m dans le cas contraire et enfin ♂+? dans les cas douteux. Ces observations ont eu lieu principalement dans le réseau fluvial en 1967 et à Bol en 1968.

Les résultats obtenus sont les mêmes dans ces deux régions. Si l'observation de l'anale ne permet pas toujours d'identifier le sexe au dessous de 190 mm, dès 160 mm les erreurs et les hésitations sont rares ; leur pourcentage atteint seulement 7,7 % pour cette classe de longueur. Nous prendrons donc 160 mm comme taille moyenne à l'apparition de ce caractère sexuel secondaire chez les mâles. Il faut noter toutefois que le dimorphisme est encore peu net à cette taille et nécessite une observation attentive ; il s'accroît ensuite au fur et à mesure que la taille augmente.

#### 1.2.2. Autres caractères.

La moyenne vertébrale des femelles adultes (47,571) est supérieure de 0,343 à la moyenne vertébrale des mâles adultes (47,228). Cette différence est hautement significative. Des résultats presque identiques ont été obtenus à partir d'un échantillon de 2.349 jeunes de 60 à 120 mm capturés à Daga (El Beid) ; la différence des moyennes est de 0,335.

TABLEAU I  
Répartition des mâles et des femelles en différentes catégories d'après l'aspect de la nageoire anale  
(Réseau fluvial, 1967)

L (mm)	Mâles			Femelles			Totaux
	♂+m	♂+ ?	♂+f	♀+f	♀+ ?	♀+m	
130				1			1
135							
140							
145				1			1
150							
155	3	1	1	1			6
160	6			2			8
165	8	1		4			13
170	15	3		5			23
175	9	1		3			13
180	12			4		1	17
185	13	2	1	6	1		23
190	11	2		5	1		19
195	18			5			23
200	9			1			10
205	18						18
Totaux.....	122	10	2	38	2	1	175

La croissance des femelles est plus rapide que celle des mâles. L'écart entre les longueurs standards est d'environ 3 cm chez les adultes.

Enfin, les coefficients de condition varient suivant les mêmes cycles saisonniers mais il existe des différences dans les valeurs absolues du coefficient de condition et dans les vitesses de variation de ce coefficient.

### 1.3. Tailles de maturité sexuelle.

Pour déterminer la taille à laquelle un *Alestes baremoze* est susceptible de se reproduire pour la première fois, il convient d'examiner les gonades en pleine période de maturation et de reproduction, c'est-à-dire de juin au début septembre. En mai, de nombreux adultes peuvent ne pas avoir commencé leur maturation ; à partir du 10 septembre environ, il y a des mouvements migratoires susceptibles de fausser les résultats, avec notamment l'apparition à Fort-Lamy de grandes femelles en repos sexuel. Toutefois cette apparition est plus tardive dans la région de Maïlao pour laquelle nous avons utilisé les résultats du mois de septembre en entier.

Les *Alestes baremoze* ont été répartis en deux catégories d'après l'état de leurs gonades : les immatures ou les adultes en repos sexuel notés ♀ — et ♂ — ; les individus en maturation, en reproduction ou venant de se reproduire, notés ♀+ et ♂+, qu'on peut appeler individus en activité sexuelle.

TABLEAU II  
Répartition des mâles et des femelles en différentes catégories d'après l'aspect de la nageoire anale  
(Bol, 1968)

L (mm)	Mâles			Femelles			Totaux
	♂+m	♂+?	♂+f	♀+f	♀+?	♀+m	
125			3				3
130	1	1					2
135		1		2			3
140				3			3
145	1	1		3			5
150	4	1	2	10	2	1	20
155	14	7	6	17	2		46
160	17	2		23	1	1	44
165	14	2	1	12			29
170	9		1	10			20
175	8	1		7			16
180	13			2			15
185	2	1	1	2			6
190	7			1			8
195	7			3			10
200	15			7			22
205	16			1			17
Totaux.....	128	17	14	103	5	2	269

### 1.3.1. Tailles de maturité sexuelle dans le réseau fluvial.

Les tableaux III (mâles) et IV (femelles) donnent les résultats groupés des observations faites en 1966 et 1967 à Maïlao, Logone-Gana et Djimtilo et en 1969 à Fort-Lamy. Les *Alestes baremoze* ont été répartis en classes de 15 mm. La plus petite femelle en maturation observée a été une femelle de 116 mm à deux annuli capturée en juin dans une mare du lit majeur du Chari ; le plus petit mâle en maturation un individu de 128 mm à deux annuli également, capturé dans les mêmes conditions. Au delà d'une taille de 215 mm pour les mâles et 245 mm pour les femelles, tous les individus sont en activité sexuelle.

Plus de la moitié des adultes de la classe de 180 mm pour les mâles et de la classe de 210 mm pour les femelles, se reproduisent. En outre, les tailles moyennes calculées à l'apparition du deuxième et du troisième annulus chez les individus du réseau fluvial sont respectivement de 163 et 205 mm pour les mâles, et 175 et 223 mm pour les femelles. Comme les annuli se forment en hiver et que la reproduction a lieu en août-septembre (2.2), les *Alestes baremoze* du réseau fluvial se reproduisent pour la première fois à deux ans en moyenne.

Il faut tout de suite remarquer que les individus à 2 et à un degré moindre 3 annuli, sont rares dans le réseau fluvial. Ils demeurent surtout dans le lac.

TABLEAU III

Pourcentage des mâles en activité sexuelle ( $\delta+$ ) (Réseau fluvial)

L (mm)	Fréquences		Fréquences totales	$\delta+$ (%)
	$\delta-$	$\delta+$		
120	12		12	0,0
135	7	1	8	12,5
150	4	1	5	20,0
165	10	4	14	28,6
180	10	15	25	60,0
195	3	19	22	86,4
210	1	51	52	98,1
$\geq 220$	0	500	500	100,0

TABLEAU IV

Pourcentage des femelles en activité sexuelle ( $\varphi+$ ) (Réseau fluvial)

L (mm)	Fréquences		Fréquences totales	$\varphi+$ (%)
	$\varphi-$	$\varphi+$		
120	8	1	9	11,1
135	7		7	0,0
150	4	2	6	33,3
165	8	1	9	11,1
180	9	3	12	25,0
195	8	3	11	27,3
210	4	5	9	55,5
225	2	19	21	90,5
240	3	85	88	96,6
$\geq 250$	0	500	500	100,0

## 1.3.2. Tailles de maturité sexuelle dans l'archipel de l'est du lac Tchad.

Les résultats obtenus dans cette région (tabl. V pour les mâles et VI pour les femelles) montrent qu'il existe pendant la période de reproduction une proportion importante de grands individus certainement pubères ne présentant aucun signe de maturation sexuelle.

Pour les femelles, le pourcentage d'individus en activité sexuelle croît de façon irrégulière avec la taille pour atteindre 58 % chez les plus grands individus. Ce pourcentage est significativement plus élevé que celui obtenu dans les classes de 200 à 255 mm ( $t = 2,0$  pour la comparaison avec cette dernière classe). Par contre, on peut regrouper toutes les classes à partir de 260 mm ; on obtient alors un pourcentage de 48 % seulement d'individus en activité sexuelle, soit environ 1 sur 2. La plus petite femelle en maturation avait 201 mm de longueur.

TABLEAU V  
Pourcentage des mâles en activité sexuelle ( $\delta+$ ) (Archipel)

L (mm)	Fréquences		Fréquences totales	$\delta+$ (%)
	$\delta-$	$\delta+$		
< 200	161		161	0,0
205 à 215	61	8	69	11,6
220-225	31	7	38	18,4
230-235	18	8	26	30,8
$\geq$ 240	7	18	25	72,0

TABLEAU VI  
Pourcentage des femelles en activité sexuelle ( $\varphi+$ ) (Archipel)

L (mm)	Fréquences		Fréquences totales	$\varphi+$ (%)
	$\varphi-$	$\varphi+$		
< 200				0,0
200 à 210	22	1	23	4,3
215-220	31	3	34	8,8
225	20	2	22	9,1
230	27	5	32	15,6
235	22	10	32	31,2
240	30	7	37	18,9
245	53	9	62	14,5
250	36	14	50	28,0
255	33	15	48	31,2
260	34	24	58	41,4
265	20	18	38	47,4
270	11	11	22	50,0
275 à 300	14	19	33	57,6

Si la saison de reproduction au sens large, c'est-à-dire la saison pendant laquelle il est possible d'observer des individus à gonades développées, était beaucoup plus longue que le cycle de maturation des femelles, certaines d'entre elles pourraient entrer en maturation bien après le début de la saison de reproduction, alors que d'autres se retrouveraient en repos sexuel avant la fin de cette saison, après s'être reproduites précocement. Or le cycle de maturation des femelles dure de 4 à 5 mois, et la saison de reproduction dans l'archipel 5 mois. On ne devrait donc observer de femelles en repos qu'au début et à la fin de la saison de reproduction, ce qui n'est pas le cas puisqu'il y avait 33 % d'individus en repos sexuel chez les grandes femelles (longueur > 260 mm)

dans la première quinzaine d'août au cœur de la saison de reproduction. On est donc conduit à admettre que dans l'archipel, les femelles pubères ne se reproduisent pas chaque année.

Pour les mâles on observe le même phénomène. Le pourcentage des individus en repos sexuel pendant la saison de reproduction est de 28 % chez les grands mâles ( $\geq 240$  mm).

#### 1.4. Sex-ratio.

L'ensemble des résultats (tabl. VIII) montre que les fréquences relatives des deux sexes sont généralement égales aussi bien chez les jeunes que chez les adultes. Il y a cependant nettement plus de mâles que de femelles en deux occasions : chez les jeunes de deuxième année observés dans le réseau fluvial en avril-août et chez l'ensemble des *Alestes baremoze* capturés dans l'archipel en février-mars 1967.

TABLEAU VIII

Pourcentage des *Alestes baremoze* mâles dans les captures de quelques engins et intervalles de sécurité de ces pourcentages (coefficient de risque de 5 %)

Catégorie d'individus	Engins	Lieux et dates	Fréquences totales (♂+♀)	% de mâles
Jeunes de première année	Haveneau triangulaire	Daga 13-16/12/1967	2441	52,97 ± 1,98
Jeunes de deuxième année	Senne	Réseau fluvial avril à août	149	75,17 ± 6,94
		Archipel 8/8 au 10/9/1968	1134	48,15 ± 2,80
Prépubères et adultes	Filets maillants	Archipel 25/2-2/3/1967	1046	63,96 ± 2,91
Adultes	Senne	Réseau fluvial avril à août	1716	49,59 ± 2,37
		Archipel 8/8-10/9/1968	606	47,85 ± 3,20

## 2. LA REPRODUCTION

### 2.1. Échelles de maturation.

Elles permettent de rendre compte rapidement des différents états présentés par les ovaires et les testicules au cours de leur évolution. Nous avons utilisé pour définir ces états l'aspect macroscopique des gonades (forme, couleur, vascularisation, transparence), l'aspect et la taille des éléments obtenus après dilacération d'un fragment de gonade, le rapport gonadosomatique (R.G.S.). Les ovocytes ont été mesurés suivant leur plus grande dimension.

### 2.1.1. *Échelles de maturation des femelles.*

STADE 0 ( $f_0$ ) : femelle immature. Ovaires formant deux bandelettes transparentes sans vascularisation visible à l'œil nu. Ovocytes à gros noyau sphérique d'aspect granuleux dont le diamètre atteint environ la moitié de celui de la cellule. La taille des ovaires et des ovocytes augmente avec celle du poisson. La largeur des ovaires est de 1 mm pour des *A. baremoze* de 80 mm, de 1,5 à 2 mm pour des individus de 100 à 130 mm. Le diamètre des ovocytes reste inférieur à 0,1 mm.

STADE 1 ( $f_1$ ) : femelle prépubère et femelle en repos sexuel. L'aspect des ovaires et des ovocytes est le même que chez les immatures. Toutefois, les ovaires peuvent être plus gros (5 à 10 mm de large) et parfois légèrement rosâtres. Les ovocytes sont transparents ; ils peuvent atteindre jusqu'à 0,2 mm. Le R.G.S. varie de 0,2 à 0,4 %.

STADE 2 ( $f_2$ ) : femelle en début de maturation. Les ovaires, un peu plus développés, gardent la forme de bandelettes ; ils n'ont pas de vascularisation visible à l'œil nu ; ils présentent en lumière transmise des zones opaques imbriquées dans des zones encore translucides. Dans les zones opaques on remarque, outre les ovocytes déjà décrits qu'on peut appeler ovocytes en repos, des ovocytes en début de maturation marquant le commencement de la vitellogenèse. Ces ovocytes deviennent de plus en plus opaques au fur et à mesure qu'ils grandissent. Ils mesurent de 0,2 à 0,4 mm. Le R.G.S. est compris entre 0,4 et 1,5 %.

STADE 3 ( $f_3$ ) : femelle en maturation. Les ovaires sont entièrement opaques ; ils ont pris en coupe transversale une forme arrondie. La vascularisation est bien visible. La coloration, d'abord grisâtre ou marron, tend à virer au vert clair quand les ovaires se développent. En plus des deux sortes d'ovocytes déjà signalés, il y a de nombreux ovocytes complètement opaques mesurant de 0,4 à 1,0 mm. Le R.G.S. est compris entre 1,5 et 4 %.

STADE 4 ( $f_4$ ) : femelle en maturation avancée. Les ovaires forment deux sacs volumineux généralement vert clair. La vascularisation de la face interne de l'ovaire tend à diminuer. On observe toujours les trois sortes d'ovocytes déjà signalés, mais la taille moyenne des ovocytes opaques est élevée, voisine de 1,0 mm quand le R.G.S. devient supérieur à 10 %. Il est possible chez une femelle en maturation très avancée d'obtenir la sortie des œufs par pression modérée sur l'abdomen, mais ces œufs ne sont pas encore mûrs ; nos tentatives de fécondation artificielle avec ces œufs ont échoué alors qu'elles ont réussi avec les œufs de femelles au stade 5. Le R.G.S. peut atteindre 16,1 %.

STADE 5 ( $f_5$ ) : femelle mûre, prête à pondre ou déjà partiellement vide. Les ovocytes qui vont être pondus subissent une dernière transformation. Ils redeviennent translucides et grossissent encore pour atteindre 1,1 à 1,3 mm. Ils sont libres à l'intérieur de l'ovaire. Cette transformation change l'aspect des ovaires qui, d'un vert clair brillant, passe à un brun clair mat. Le R.G.S. juste avant la ponte est difficile à connaître car les femelles perdent alors leurs œufs très facilement. Nous avons observé des R.G.S. de 17,2 et 18,0 % chez deux femelles mûres dont les ovaires paraissaient intacts. En plus des œufs mûrs, les ovaires renferment toutes les autres sortes d'ovocytes au voisinage de l'enveloppe de l'ovaire. Ce stade ne dure que très peu de temps, de l'ordre de quelques heures, et n'a été observé qu'au cœur de la saison des pontes.

STADE 6 ( $f_6$ ) : femelle venant de pondre ou épuisée. Les ovaires sont flasques et sanguinolents, de volume réduit. Ils peuvent contenir quelques œufs mûrs qui n'ont pas été pondus. Ils renferment aussi des petits ovocytes en repos et des ovocytes en maturation qui ne dépassent pas 0,8 mm. On observe parfois des corpuscules noirâtres, de 0,7 à 0,8 mm au maximum, dispersés dans toute la masse de l'ovaire (hématomes?). Le R.G.S. varie de 1,0 à 3,0 %.

STADE 7 ( $f_7$ ) : femelle en deuxième maturation après la ponte. Les ovaires, de couleur brune, se réorganisent et redeviennent plus fermes. Les corpuscules noirâtres disparaissent. Le R.G.S. peut atteindre des valeurs assez élevées, jusqu'à 7,5 %. La structure de ces ovaires est parfois assez proche de celle d'un ovaire en première maturation. Leur coloration différente, leurs parois



moins fermes, le fait qu'on les observe surtout à la fin de la saison des pontes, conduit à penser qu'il s'agit de femelles ayant déjà pondu et commençant une deuxième maturation qui n'aura pas le temps d'aboutir à une deuxième ponte. Le passage du stade 7 au stade 1 n'a pas été observé.

### 2.1.2. Échelle de maturation des mâles.

STADE 0 ( $m_0$ ) : mâle immature. Les testicules se présentent sous la forme de deux filaments très minces, peu ou pas visibles à l'œil nu, souvent enrobés de graisse.

STADE 1 ( $m_1$ ) : mâle adulte en repos sexuel. Testicules en deux bandelettes étroites (0,5 à 1 mm de large), grisâtres, parfois rosâtres ou blanchâtres par endroits.

STADE 2 ( $m_2$ ) : mâle en activité sexuelle. Nous avons été amenés à regrouper dans ce stade les mâles en maturation, mûrs ou épuisés, car la distinction de ces différents états est très difficile. Il y a tous les intermédiaires depuis des testicules commençant à se développer jusqu'à des testicules flasques, sanguinolents, ne renfermant plus de laitance, en passant par des testicules gonflés entièrement blancs à sperme fluent. D'autre part on ignore à partir de quel moment le sperme est réellement fécondant car son aspect ne change pas au cours de la maturation. Le R.G.S., extrêmement faible chez les individus en repos sexuel (de l'ordre de 0,01 %), peut atteindre 1,0 %.

TABLEAU IX

Stades de maturation sexuelle et R.G.S. (%) chez les femelles observées à Fort-Lamy en 1969-1970

Dates	Fréquences relatives en %					N	R.G.S.	
	$f_1$	$f_2$	$f_3-f_4$	$f_5$	$f_6-f_7$		R.G.S.	n
12/5	88	12				24	0,38	16
21/5	40	33	27			40	0,67	35
28/5	8	33	59			12	1,46	12
4/6	12	42	46			26	1,50	25
10/6	9	26	65			23	1,90	22
18/6	3	6	91			32	2,71	32
25/6		12	88			26	2,81	26
2/7		12	88			34	4,00	34
9/7		3	97			37	4,52	37
17/7		2	98			44	5,73	44
24/7		2	98			43	6,26	43
2/8			100			44	6,94	44
8/8			95		5	41	7,56	41
14/8			80	3	17	93	8,78	40
22/8			71	5	24	79	8,33	44
28/8			76	2	22	45	7,58	45
4/9			64		36	44	7,08	44
11/9	7		39		54	46	5,61	46
17/9	2		27		71	41	5,34	41
27/9	28		8		64	25	2,58	25
3/10	52		10		38	52	2,05	52
11/10	74		5		21	19	0,90	19
10/11	100					52	0,30	52
24/11	100					48	0,30	39
4/12	100					47	0,30	48
25/12	100					43	0,30	44
8/1	100					41	0,30	42
9/2	100					40	0,30	44
4/3	100					40	0,30	43
18/3	100					41	0,30	42
3/4	100					28	0,30	28
16/4	100					43	0,30	43

TABLEAU X  
Stades de maturation sexuelle et R.G.S. (%) chez les femelles observées en amont de Fort-Lamy  
et dans l'El Beid (Daga)

Lieux et dates	Fréquences relatives en %					N	R.G.S.	
	f <sub>1</sub>	f <sub>2</sub>	f <sub>3</sub> -f <sub>4</sub>	f <sub>5</sub>	f <sub>6</sub> -f <sub>7</sub>		R.G.S.	n
Maïlao 30/3-7/4/1967.....	100					19	0,30	19
Maïlao 31/5-6/6/1966.....	2	34	64			90	1,39	49
Logone-Gana 3/6/1966.....	3	39	58			36		
Maïlao 22-26/6/1967.....	5	11	84			56	2,66	43
Logone-Gana 18-20/7/1967.....			100			118	6,35	90
Maïlao 27-30/7/1966.....			95		5	282	7,14	106
Maïlao 16-17/8/1967.....			98		2	133	9,10	54
Logone-Gana 30/8-3/9/1967.....			41	11	48	176	6,25	146
Ivié (1) 1/9/1968.....			25	6	69	32		
Maïlao 10-19/9/1965.....							5,20	59
Maïlao 27-30/9/1967.....	6		13	15	66	54	2,52	54
Logone-Gana 2-4/11/1967.....	100					12	0,30	12
Daga 13-16/12/1967.....	100					13	—	13
Logone-Gana 28-30/12/1967.....	100					21	—	21

## 2.2. Cycle de maturation des gonades. Lieux et époques de fraie.

### 2.2.1. Femelles.

Les fréquences relatives des femelles aux différents stades de maturation sexuelle et les R.G.S. moyens sont indiqués, en fonction de la date et du lieu, dans les tableaux IX à XII. Les échantillons sont rangés dans l'ordre chronologique des mois sans tenir compte des années. N est le nombre de femelles dont les ovaires ont été examinés au cours de chaque période d'observation, n est le nombre de femelles d'après lequel a été calculé le R.G.S. moyen ( $\overline{\text{R.G.S.}}$ ). Pour calculer celui-ci, nous avons employé deux méthodes : soit en choisissant un certain nombre d'ovaires au hasard ; soit en établissant par des pesées les valeurs moyennes du R.G.S. pour les différents stades de maturation, et en utilisant ensuite les fréquences des femelles à ces stades.

### — RÉSEAU FLUVIAL.

Le cycle saisonnier est remarquablement semblable dans les différentes régions du réseau fluvial (fig. 1 à 3). La maturation des ovocytes commence fin avril-début mai. Dès le mois de juin, le pourcentage des femelles en repos sexuel est très faible (4,2 %) ; en juillet il est pratiquement nul (0,1 %). A la mi-juillet, il y a uniquement des femelles en maturation généralement assez avancée. Les pontes commencent fin juillet-début août ; elles se poursuivent en août et septembre pour s'achever dans la première quinzaine d'octobre. A partir de novembre et jusqu'en avril, on n'observe plus à nouveau que des individus en repos sexuel.

(1) Ivié est une localité située sur le Logone un peu au sud de Logone-Gana.

TABLEAU XI

Stades de maturation sexuelle et R.G.S. (%) chez les femelles observées dans le delta du Chari et près de la rive camerounaise du lac Tchad (Cameroun)

Lieux et dates	Fréquences relatives en %					N	R.G.S.-	
	f <sub>1</sub>	f <sub>2</sub>	f <sub>3</sub> -f <sub>4</sub>	f <sub>5</sub>	f <sub>6</sub> -f <sub>7</sub>		R.G.S.	n
Cameroun 4-8/1/1969.....	100					4	0,30	
Cameroun 1-6/2/1968.....	100					16	—	
Delta du Chari 27/1-9/2/66.....	100					18	—	
Delta du Chari 20-23/3/1967.....	100					53	—	
Cameroun 26/3-3/4/68.....	100					96	—	
Delta du Chari 23-26/4/66.....	86	14				106	0,34	106
Delta du Chari 22-26/5/1967.....	40	36	24			101	0,81	63
Cameroun 28/5-2/6/1968.....	15	32	53			101	1,04	96
Delta du Chari	3-4 /6/1968.....	4	24	72		92	1,30	92
	5-8 /7/1966.....	1	3	96		125	4,78	51
	16-19/9/1966.....	6		88	6	47	7,64	46

TABLEAU XII

Stades de maturation sexuelle et R.G.S. (%) chez les femelles observées dans l'archipel

Dates	Fréquences relatives en %					N	R.G.S.	
	f <sub>1</sub>	f <sub>2</sub>	f <sub>3</sub> -f <sub>4</sub>	f <sub>5</sub>	f <sub>6</sub> -f <sub>7</sub>		R.G.S.	n
5-9 / 2/1966.....	100					278	0,30	
24/2-2/3/1967.....	100					108	—	
27-29/ 4/1966.....	100					129	—	
5-6 / 5/1968.....	91	9				32	0,50	9
21-25/ 6/1968.....	38	18	44			50	1,81	31
30/6-5/7/1966.....	81	5	14			186	1,58	36
8-16/ 8/1968.....	71		22		7	196	5,52	58
6-10/ 9/1968.....	79		8		13	59	3,24	13
21-26/ 9/1969.....	91				9	91	2,20	8
21-24/10/1966.....	100					66	0,30	
14-17/12/1966.....	100					17	—	

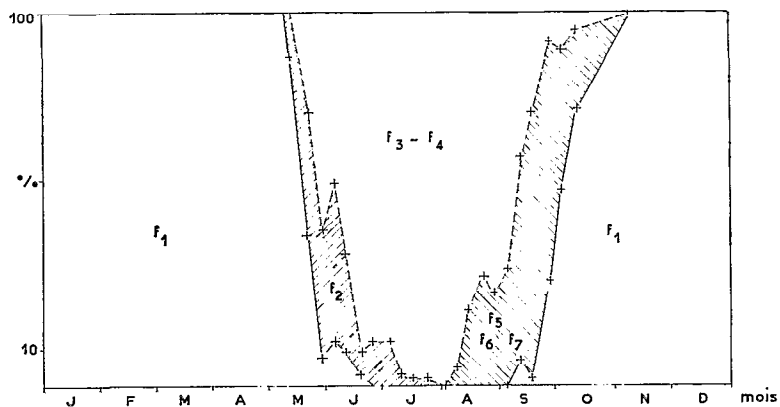


Fig. 1. — Fréquences relatives des femelles aux différents stades de maturation sexuelle en fonction des saisons à Fort-Lamy en 1969-1970.

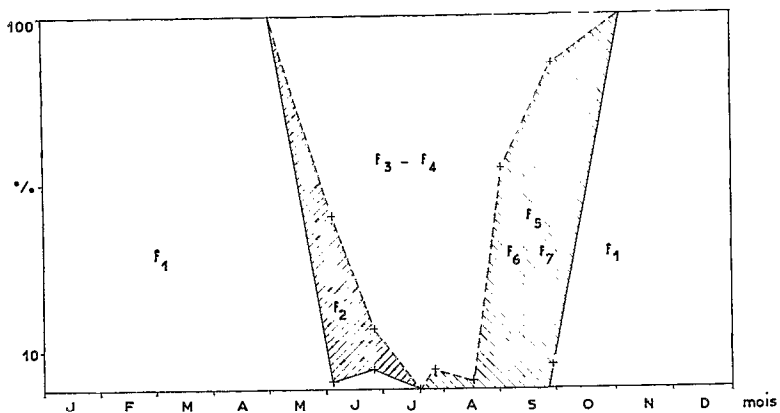


Fig. 2. — Fréquences relatives des femelles aux différents stades de maturation sexuelle en fonction de saisons dans le réseau fluvial en amont de Fort-Lamy.

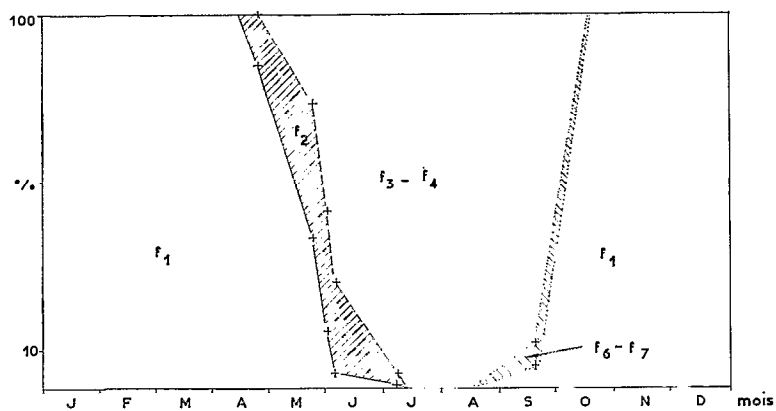


Fig. 3. — Fréquences relatives des femelles aux différents stades de maturation sexuelle en fonction des saisons dans le delta du Chari et près de la rive camerounaise du lac Tchad.

Il peut naturellement y avoir un certain décalage du cycle en fonction des années. En 1966, la maturation a été précoce et les pontes ont commencé dès la fin de juillet tandis qu'en 1967, année de faible crue, elles se sont produites à partir de la mi-août seulement. De toutes façons, la presque totalité des pontes se produit en août et en septembre.

Il faut environ trois mois pour la maturation des ovaires, puisque les premières femelles en maturation apparaissent fin avril-début mai et que les premières pontes se produisent fin juillet-début août.

Les frayères sont disséminées dans une région très étendue. Des femelles prêtes à pondre ont été observées à Logone-Gana et Maïlao en 1967, à Ivié en 1968, à Fort-Lamy en 1969. Par contre à Djimtilo les pontes semblent rares, car, d'une part la fréquence relative des femelles aux stades 6 et 7 n'est que de 6 % à la mi-septembre contre 71 % à Fort-Lamy à la même époque, d'autre part le coefficient de condition moyen ne s'abaisse pas brusquement entre la mi-août et la mi-septembre comme cela a lieu plus en amont à cause de la reproduction (DURAND, LOUBENS, 1970).

Les variations du R.G.S. sont également très comparables à Fort-Lamy et en amont (fig. 5 et 6). Le R.G.S. moyen s'élève régulièrement à partir de 0,3 %, jusqu'à environ 9,0 % à la mi-août qui est l'époque du maximum ; il s'abaisse ensuite rapidement jusqu'à 2,5 % à la fin du mois de septembre et reprend son niveau initial en novembre. Le maximum est très marqué, indiquant le déclenchement des principales pontes. L'essentiel de celles-ci a lieu entre le 15 août et le 15 septembre, et on peut prendre le 1<sup>er</sup> septembre comme date moyenne de naissance des *A. baremoze* du réseau fluvial.

Dans le delta du Chari, le R.G.S. s'élève en mai, juin et juillet de la même façon que dans les régions amont. A la mi-septembre par contre, le R.G.S. moyen est significativement plus élevé ( $t = 3,1$ ) à Djimtilo qu'à Maïlao et Fort-Lamy (7,6 au lieu de 5,3 %). Cela peut provenir du fait que le delta est une zone de passage où les pontes sont rares : on y rencontre surtout à cette époque des femelles en maturation avancée formant l'arrière-garde des individus en migration génétique. Les observations faites près des rives camerounaises du lac fin mai-début juin (tabl. XI) s'intègrent bien dans le cycle qui vient d'être décrit, aussi bien par les fréquences relatives des femelles aux différents stades que par le R.G.S. moyen observé.

Les femelles en reproduction dans le réseau fluvial sont de grande taille. Des pêches à la senne portant sur 743 femelles adultes montrent que 87 % des individus ont au moins 245 mm ; le mode est à 265 mm et la moyenne à 267,1 mm. Il s'agit donc en majorité de femelles ayant au moins 4 ans (DURAND, LOUBENS, 1969).

#### — ARCHIPEL.

La maturation commence en mai, les pontes en août ; fin octobre, il n'y a plus que des individus en repos sexuel (fig. 4). La maturation et la reproduction ont lieu à la même époque que dans le réseau fluvial. Mais, ainsi que nous l'avons déjà signalé, une proportion importante et variable des adultes ne se reproduit pas. Comme les *A. baremoze* de la région du delta de la Komadougou-Yobé (1) se reproduisent également de juillet à septembre (J. HOPSON, 1968), la saison de reproduction est identique dans toutes les zones étudiées.

Le R.G.S. (fig. 8) a été calculé, durant la saison de maturation et de reproduction, uniquement d'après les femelles en activité sexuelle. Le maximum est atteint aussi à la mi-août, mais sa valeur est faible (5,5 %). De plus aucune femelle au stade 5, ni même aucune femelle à R.G.S. très élevé

---

(1) La Komadougou-Yobé est une rivière intermittente marquant la frontière entre le Nigéria et le Niger. Elle se jette dans la partie nord-est du lac Tchad.

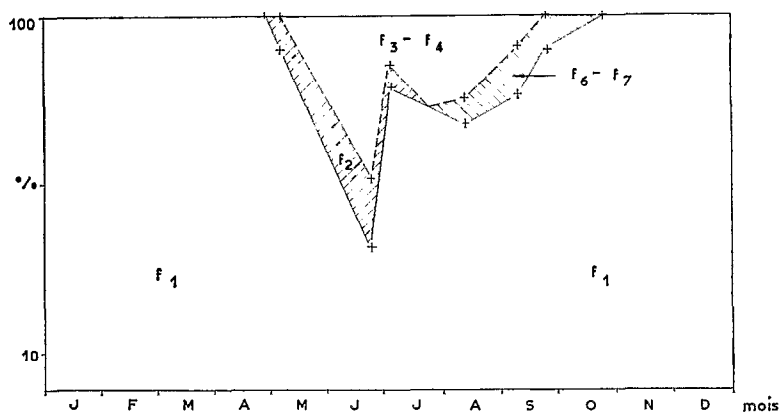


Fig. 4. — Fréquences relatives des femelles aux différents stades de maturation sexuelle en fonction des saisons dans l'archipel de l'est du lac Tchad.

Fig. 5. — Variations du R.G.S. des femelles (%) en fonction des saisons à Fort-Lamy en 1969-1970.

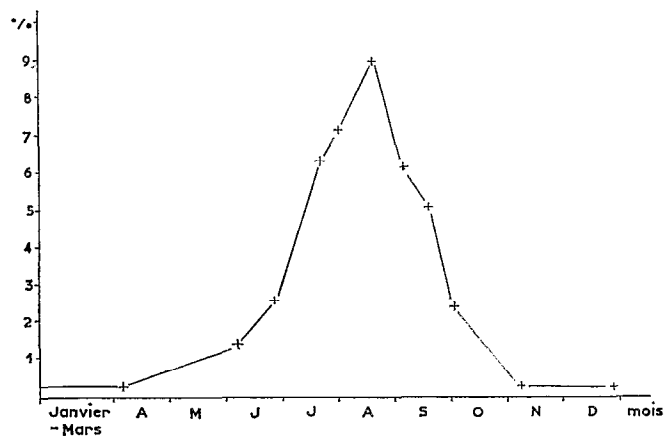
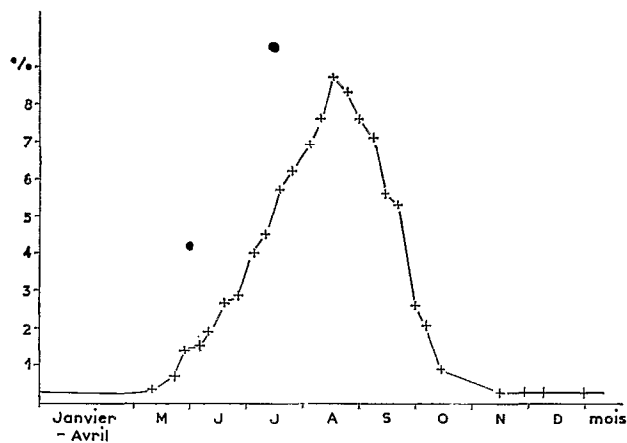


Fig. 6. — Variation du R.G.S. des femelles (%) en fonction des saisons dans le réseau fluvial en amont de Fort-Lamy.

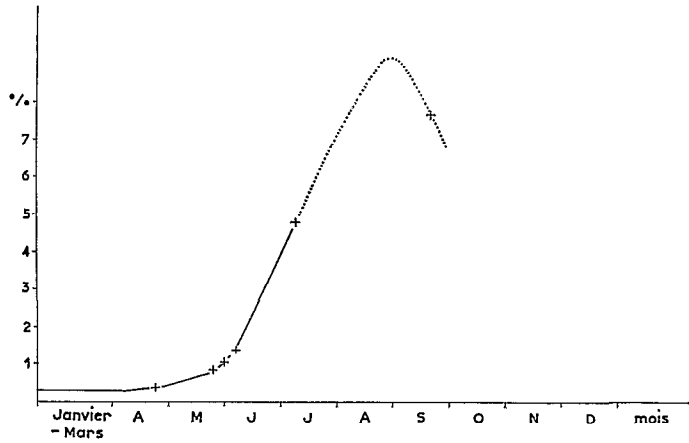


Fig. 7. — Variation du R.G.S. des femelles (%) en fonction des saisons dans le delta du Chari et près de la rive camerounaise du lac Tchad. La partie de la courbe en pointillé est hypothétique.

Fig. 8. — Variation du R.G.S. des femelles (%) en fonction des saisons pour l'archipel de l'est du lac Tchad.

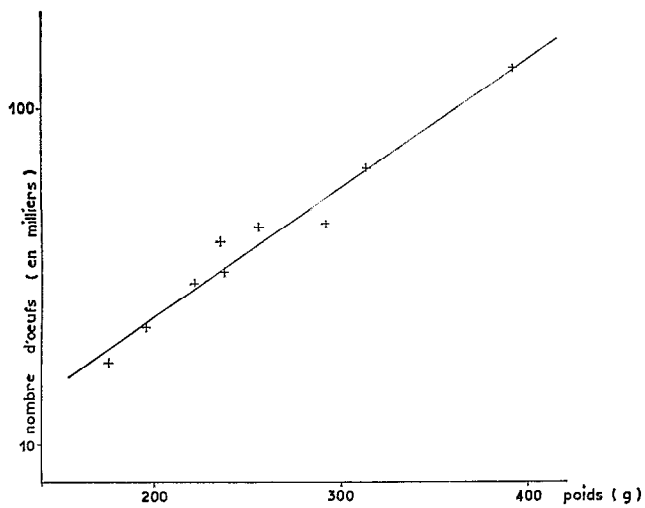
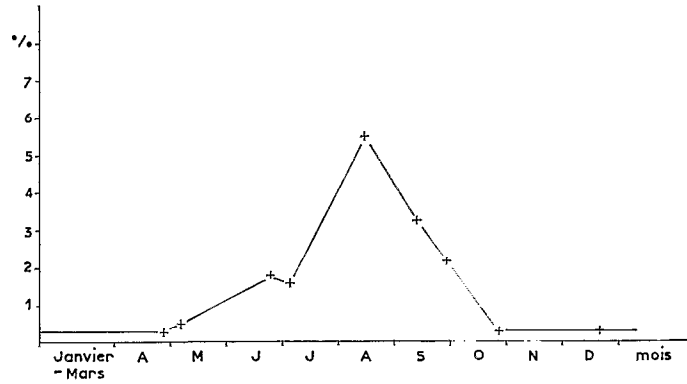


Fig. 9. — Droite de régression du nombre d'œufs (en milliers) des femelles en fonction du poids de leur corps (en grammes).

(maximum observé 12,0 %), n'a été rencontrée. Il n'y avait donc pas de zone de fraie dans les lieux d'échantillonnage.

Des femelles au stade 6 ont été capturées dans plusieurs localités de l'archipel. De très petits individus (12 à 30 mm) ont été observés un peu partout en octobre. Comme dans le réseau fluvial, les frayères sont probablement dispersées dans une vaste région comprenant peut-être tout l'archipel.

La taille moyenne des femelles en activité sexuelle dans l'archipel, établie d'après des pêches à la senne, est de 251,1 mm seulement sans mode bien marqué ; elle est nettement inférieure à celle des femelles du réseau fluvial (267,1 mm), mais bien supérieure à celle des femelles supposées pubères mais en repos sexuel (234,3 mm).

### 2.2.2. Mâles.

Les données moins importantes concernant les mâles (tabl. XIII, XIV et XV) montrent que les cycles de maturation des gonades et d'évolution du R.G.S. sont semblables à ceux des femelles. La maturation est peut-être un peu plus précoce puisque fin avril 46 % des mâles adultes observés en 1966 dans le delta du Chari sont déjà en maturation contre 14 % seulement chez les femelles. Le R.G.S. moyen reste toujours faible, inférieur à 1 %. Enfin, si la quasi-totalité des mâles adultes capturés dans le réseau fluvial sont en maturation dès la fin de juin, une proportion importante d'adultes de l'archipel reste en repos sexuel en pleine période de reproduction.

TABLEAU XIII

Stades de maturation sexuelle et R.G.S. (%) chez les mâles en amont de Fort-Lamy et dans l'El Beid (Daga)

Lieux et dates	Fréquences relatives (%)		N	R.G.S.	
	m <sub>1</sub>	m <sub>2</sub>		R.G.S.	n
Mailao 30/3-7/4/67.....	100		84		
Mailao 31/5-6/6/66.....		100	132	0,27	44
Logone-Gana 3/6/66.....		100	48		
Mailao 22-26/6/67.....	4	96	79		
Logone-Gana 18-20/7/67.....		100	150		
Mailao 27-30/7/66.....		100	158	0,62	15
Mailao 16-17/8/67.....		100	62		
Logone-Gana 30/8-3/9/67.....		100	12		
Ivié 1/9/68.....		100	14		
Mailao 10-19/9/65.....	9	91	90	0,50	57
Mailao 27-30/9/67.....	8	92	36		
Logone-Gana 2-4/11/67.....	100		39		
Daga 13-16/12/67.....	100		26		
Logone-Gana 28-30/12/67.....	100		43		



TABLEAU XIV

Stades de maturation sexuelle et R.G.S. (%) chez les mâles du delta du Chari et de la rive camerounaise du lac Tchad (Cameroun)

Lieux et dates	Fréquences relatives (%)		N	R.G.S.	
	m <sub>1</sub>	m <sub>2</sub>		R.G.S.	n
Delta du Chari 27/1-9/2/1966.....	100		124		
Delta du Chari 20-23/3/67.....	100		75		
Cameroun 26/3-3/4/1968.....	100		32		
Delta du Chari 23-26/4/1966.....	54	46	334		
Delta du Chari 22-26/5/67.....	16	84	76		
Cameroun 28/5-2/6/1968.....	30	70	37		
Delta du Chari {	3-4/6/68.....	94	86		
	5-8/7/1966.....	100	104	0,51	36
	16-19/9/66.....	95	20	0,72	11

TABLEAU XV

Stades de maturation sexuelle chez les mâles de l'archipel

Dates	Fréquences relatives (%)		N
	m <sub>1</sub>	m <sub>2</sub>	
5-9 / 2/1966.....	100		103
24/2-2/3/1967.....	100		160
27-29/ 4/1966.....	100		49
30/6-5/7/1966.....	52	48	40
8-16/ 8/1968.....	84	16	110
6-10/ 9/1968.....	86	14	43
21-24/10/1966.....	100		34
14-17/12/1966.....	100		5

### 2.3. Rapports de la maturation des ovaires avec le métabolisme des matières de réserves.

Il a déjà été montré (DURAND, LOUBENS, 1970) que la maturation des ovaires ne modifie pas le coefficient de condition ; il y a simple transfert des matières de réserve dans les ovaires sans variation du poids de l'individu.

Ces matières de réserve peuvent provenir soit des muscles, soit du foie, soit de la graisse présente dans la cavité abdominale. Sans que des observations rigoureuses aient été faites, il apparaît que le foie reste toujours de volume réduit et ne peut donc pas jouer de rôle notable comme accumulateur de matières de réserves. Par contre, des dépôts graisseux peuvent exister à certaines époques dans la cavité abdominale. Pour l'étude du rapport qui existe entre le R.G.S. des femelles et l'importance de ces dépôts, nous avons distingué d'une part les femelles à adiposité nulle ou faible, d'autre part les femelles à adiposité moyenne ou forte.

Dans le réseau fluvial, de janvier à avril, les femelles sont toutes en repos sexuel et ont une grande quantité de graisse dans la cavité abdominale. La maturation commence ensuite. Il apparaît alors une association négative très nette entre le R.G.S. et l'adiposité abdominale pour les femelles capturées en mai, juin et début juillet (tabl. XVI). Avec un seul degré de liberté, le  $\chi^2$  est de 42,5 ; la probabilité de dépassement de cette valeur par le seul effet du hasard est très faible, bien inférieure à 1 %.

En juillet, la maturation se poursuit et dès la fin du mois on observe que l'adiposité abdominale des femelles est pratiquement nulle quel que soit le R.G.S. qui est alors très variable (de 2 à 14 %). Les graisses abdominales sont donc utilisées à la fois pour la maturation des ovaires et pour les dépenses énergétiques ordinaires, car si les graisses n'étaient utilisées que pour la formation du vitellus des ovocytes, l'association négative entre le R.G.S. et l'adiposité abdominale se maintiendrait tant que l'intervalle de variation du R.G.S. reste grand.

TABLEAU XVI

Nombres de femelles à faible ou forte adiposité en fonction du R.G.S. (Réseau fluvial, 31/5 au 8/7/1966)

R.G.S. (%)	Adiposité abdominale		Totaux
	Nulle ou faible	Moyenne ou forte	
< 2,5.....	9	53	62
≥ 2,5.....	42	15	57
Totaux.....	51	68	119

#### 2.4. Modalités de la fraie.

Certaines précisions peuvent être apportées en ce qui concerne la reproduction dans le réseau fluvial. Les 42 femelles au stade 5 observées ont été capturées au filet dérivant dans le lit mineur en plein courant. Par contre, il n'y en avait aucune dans les prises des filets dormants posés dans les zones récemment inondées du lit majeur (49 femelles examinées).

Dans nos échantillons en provenance du marché de Fort-Lamy, il n'y avait qu'une seule femelle mûre sur 250 ; or les poissons de ces échantillons avaient été pris, compte-tenu de leur état de fraîcheur, durant la deuxième partie de la nuit. En outre au cours de pêches expérimentales au filet dérivant, toutes les femelles mûres ont été capturées entre 16 h 30 et 20 h (tabl. XVII). Les pontes se produisent donc essentiellement en fin d'après-midi, à la tombée du jour et pendant l'heure qui suit.

Le stock d'oeufs mûrs est pondu en une seule fois, car on n'observe pas, en dehors des heures de ponte, de femelles à ovaires partiellement vides. Ce stock représente environ 15 % du poids de la femelle.

Le détail des pêches au filet dérivant dans différentes stations au moment des pontes (tabl. XVIII) montre que les femelles mûres sont dispersées dans le fleuve au milieu des autres femelles et des mâles. Les géniteurs ne se rassemblent pas en groupes importants au moment même de la ponte.

Les œufs mûrs tombent lentement au fond (observation in vitro avec de l'eau du fleuve).

TABLEAU XVII

Stades de maturation sexuelle des femelles du réseau fluvial en fonction des heures de la journée

Lieux et dates	Fréquences absolues			
	16 h 30 à 20 h 00		Reste de la journée	
	$f_1$ à $f_7$	$f_8$	$f_1$ à $f_7$	$f_8$
Logone-Gana 30/8-3/9/1967.....	100	19	47	0
Maïlao 27-30/9/1967.....	12	7	11	0
Ivié 1/9/1968.....	25	2	7	0
Fort-Lamy 13-21/8/1969.....	57	13	25	0
Totaux.....	194	41	90	0

TABLEAU XVIII

Fréquences absolues des femelles ( $\text{♀}$ ), des mâles ( $\text{♂}$ ) et des femelles au stade 5 ( $f_5$ ) capturés au filet dérivant aux moments des pontes

Lieux et dates	Engins	Heures de pêche	Fréquences				
			$\text{♀}$	$\text{♂}$	$f_5$		
Logone-Gana	FM 30 (1)	30/8/1967.....	13	10	3		
		30/8/1967.....	7	1	3		
		31/8/1967.....	1	137	1		
		1/9/1967.....	6	5	2		
		1/9/1967.....	14	0	2		
		1/9/1967.....	19	0	1		
		3/9/1967.....	19	51	4		
Maïlao	FM 30	27/9/1967.....	7	1	6		
		28/9/1967.....	FM 25	17 h 45-18 h 45	1	12	1
				18 h 45-19 h 45	3	1	1
Ivié 1/9/1968.....		vers 18 h 00	9	3	2		
Fort-Lamy	FM 30	13/8/1969.....	7	9	1		
		14/8/1969.....	13	70	1		
		15/8/1969.....	7	62	2		
		19/8/1969.....	4	9	2		
		19/8/1969.....	13	50	5		
		20/8/1969.....	14	5	4		

(1) FM 30, FM 35, etc. : filet maillant à maille de 30 mm, de 35 mm, etc. La longueur de la maille est prise de nœud à nœud.

### 2.5. Fécondité.

Pour les *A. baremoze* il ne peut y avoir plus d'une ponte par an en raison de la durée de la saison de reproduction et du temps nécessaire à la maturation. Les femelles qui pondent les premières fin juillet ne peuvent pondre une deuxième fois début octobre, deux mois et demi après ; le laps de temps est trop court.

Le nombre d'œufs produits par femelle a été déterminé par la méthode pondérale (tabl. XIX). Nous avons opéré sur des individus à maturation très avancée (R.G.S.  $\geq 10$  %) afin de pouvoir distinguer aisément les œufs qui vont être pondus des œufs qui ne le seront pas ; le diamètre de ces derniers est alors nettement inférieur à celui des autres. Des fragments d'ovaire d'environ 2 grammes par femelle ont été prélevés et conservés dans du liquide de Gilson. Les œufs ont été ensuite séparés les uns les autres par agitation du liquide et comptés.

TABLEAU XIX

Nombre d'œufs présents dans les ovaires de quelques femelles et destinés à être pondus

Longueur standard (mm)	Poids (g)	Nombre d'œufs (en milliers)
244	177	32
263	198	42
262	221	53
274	236	64
268	238	56
279	256	68
302	292	68
290	313	84
314	394	111

Les points représentatifs des couples longueur standard-nombre d'œufs sont disposés de façon très irrégulière, il est préférable de considérer les couples poids du corps-nombre d'œufs ; les points sont alors approximativement alignés (fig. 9).

La droite de régression du nombre des œufs (en milliers) en fonction du poids des femelles (en grammes) a pour équation :  $y = 0,345 x - 25$ . Cela correspond pour une femelle moyenne de 265 mm et 220 g à 51.000 œufs, soit 231.000 par kilogramme du poids du corps d'une femelle. La fécondité des *A. baremoze* est donc élevée.

Ces résultats sont nettement inférieurs à ceux obtenus par NAWAR et YOKIM (1963) pour les *A. baremoze* du Nil dans la région du Caire. D'après ces auteurs, le nombre d'œufs par femelle varie de 52.000 à 278.000 avec une moyenne égale à 139.000. Les œufs qui ont été comptés par eux sont petits (0,725 à 0,925 mm). Il peut s'agir soit de femelles à un stade de maturation moins avancé que les nôtres, et dans ce cas la distinction des œufs qui vont être pondus est difficile, soit de femelles dont les œufs sont effectivement de taille plus réduite en fin de maturation, ce qui pourrait expliquer leur plus grand nombre.

## CONCLUSION

Les cycles de maturation sexuelle, les lieux et époques de fraie des *Alestes baremoze* sont maintenant connus. Le fait que la reproduction se fasse dans l'archipel en même temps que dans le réseau fluvial repose le problème de la différence de croissance qui existe entre les jeunes de ces deux régions pour la période s'étendant de la naissance à la formation du premier annulus. Nous avons interprété cette différence comme due à une reproduction plus tardive dans l'archipel (DURAND, LOUBENS, 1969).

La taille et l'âge à la première reproduction sont par contre encore mal définis, puisqu'ils n'ont pu être déterminés avec précision que dans le réseau fluvial, sur une fraction des *Alestes baremoze* dont l'importance relative est inconnue. De même, le nombre moyen de pontes par femelle et par an, certainement inférieur à un puisqu'une partie des individus de l'archipel ne se reproduit pas chaque année, reste à préciser.

Enfin, il semble y avoir un lien entre l'âge, la tendance migratoire et la proportion des individus en reproduction : les adultes présents dans le réseau fluvial à la crue, et qui ont donc effectué un déplacement important, se reproduisent tous et sont de taille moyenne élevée ; à la même période, les adultes de l'archipel, peu ou pas migrateurs, ne se reproduisent pas tous et leur taille moyenne est faible. En somme, plus un *A. baremoze* est âgé, plus il a tendance à migrer et plus il se reproduit souvent.

*Manuscrit reçu le 30 octobre 1970.*

## BIBLIOGRAPHIE

- BAGENAL (T. B.), BRAUM (E.), 1968. — Eggs and early life history, in : Methods for assessment of fish production in fresh waters. Ed. by W. E. Ricker, *I.B.P. Handbook n° 3*, London, 159-181.
- BERTIN (L.), 1954. — Sexualité et fécondation, in : *Traité de Zoologie*. Ed. par P. Grassé, *Masson, Paris*, 13, 2, 1584-1652.
- DURAND (J. R.), 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.
- DURAND (J. R.), LOUBENS (G.), 1969. — La 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.*, III, 1, 59-105.
- DURAND (J. R.), 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.
- 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.
- NAWAR (G.), YÖAKIM (E. G.), 1963. — A study on the fecundity of the Nile Characid *Alestes baremoze* (Joannis 1835). *Ann. Mag. Nat. Hist.*, (13), 6, 633, 157-159.