ÉCOLOGIE ET BIOLOGIE DES *ALESTES IMBERI* (*PISCES, CHARACIDAE*) DES RIVIÈRES DE CÔTE D'IVOIRE COMPARAISON MÉRISTIQUE AVEC *A. NIGRICAUDA*

DIDIER PAUGY

Hydrobiologiste O.R.S.T.O.M.
M.N.H.N., Laboratoire d'Ichtyologie Générale et Appliquée
43, rue Cuvier, 75231 Paris Cedex 05

RÉSUMÉ

Alestes imberi *est une forme guinéenne que l'on trouve dans les bassins côtiers du golf de Guinée, dans l'ensemble du bassin Congo-Zaïre et dans le Zambèze jusque sur la côte est. En revanche, cette espèce est absente notamment dans les bassins de la zone soudano-sahélienne.*

Les exemplaires de Côte d'Ivoire ont des caractères méristiques différents de ceux des individus du bassin du Zambèze. Ils possèdent en particulier moins de rayons branchus à la nageoire anale et d'écailles en ligne latérale.

La taille moyenne de première maturité sexuelle est respectivement de 60 mm et 70 mm de longueur standard chez les mâles et les femelles. Dans l'ensemble des bassins ivoiriens, la ponte a lieu toute l'année sans qu'il soit possible de discerner des périodes de repos ou de reproduction bien marquées. La fécondité moyenne est de 191 000 œufs par kilogramme du poids du corps des femelles.

Le régime alimentaire qui varie avec la taille des poissons est surtout composé d'invertébrés aquatiques mais également en plus faible quantité d'invertébrés terrestres et de débris végétaux.

Chez les adultes, le coefficient de condition est indépendant du sexe et possède des valeurs plus élevées dans le Sassandra que dans le Bandama.

De jeunes individus de 40 mm élevés en étang ont atteint six mois plus tard une taille de 90 mm. Ce résultat, sans qu'il reflète exactement la croissance naturelle de l'espèce, montre cependant que celle-ci est très rapide chez les jeunes.

La comparaison entre A. imberi *et* A. nigricauda, *espèce très voisine, montre que ces deux* Characidae *diffèrent par leurs caractères méristiques et leur type de reproduction, qui paraît cyclique chez la seconde espèce.*

ABSTRACT

ECOLOGY AND BIOLOGY OF *Alestes imberi (Pisces, Characidae)* OF STREAMS IN IVORY COAST. MERISTIC COMPARISON WITH *A. nigricauda*

The guinean species Alestes imberi *occurs in the coastal basins of the gulf of Guinea, in all the Congo-Zaire basin and in the Zambezi river up to the eastern coast. On the other hand, this form is absent in the basins of the Sudan-Sahel zone.*

The meristic characters of A. imberi *in Ivory Coast differ from those of fishes from the Zambezi river. Particularly, there are less anal fin branched rays and less lateral line scales in the West African populations.*

At the first sexual maturity the average standard length is 60 mm for males and 70 mm for females. In all the Ivory Coast basins, spawning takes place all during the year. It is not possible to distinguish rest and reproduction periods. The average fecundity of A. imberi *reaches 191,000 eggs per kilogramme of female body.*

Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol., vol. XIII, nos 3-4, 1979-1980: 129-141.

Most of the diet, which varies with size, is constituted by aquatic invertebrates, but also by few terrestrial invertebrates and plant debris.

The mean condition coefficient of adults is independent of sex. For adults the mean value of the condition coefficient is higher in the Sassandra river than in the Bandama river.

Young fishes of 40 mm S.L., reared in ponds have reached 90 mm after six months which is a very fast growth rate.

The comparison between A. nigricauda *and* A. imberi, *shows differences between the meristic characters and the reproduction pattern which seems cyclic for the first species.*

INTRODUCTION

Alestes imberi Peters 1852 est un *Characidae* assez abondant que l'on rencontre dans de nombreux bassins ivoiriens.

L'étude écologique et biologique des *Characidae* de Côte d'Ivoire commencée avec *A. baremoze* (PAUGY, 1978) et *A. nurse* (PAUGY, 1980) a pour but de parvenir à une meilleure interprétation des données obtenues lors de la surveillance des peuplements ichtyologiques des rivières soumises aux épandages d'insecticide anti-simulidien (1).

A. imberi est une forme guinéenne (DAGET et ILTIS, 1965) qui possède une assez large distribution géographique puisqu'on la trouve depuis les bassins côtiers du golf de Guinée jusque sur la côte est dans le Zambèze (fig. 1). Bien qu'un exemplaire ait été signalé dans le haut bassin du Niger (affluent guinéen) (DAGET, 1954), l'espèce est absente des grands bassins soudano-sahéliens (Niger moyen, Tchad, Nil). En revanche, elle est présente dans toutes les régions du bassin du Congo-Zaïre (POLL, 1939). Si on la trouve dans le lac Tanganyika, il semble qu'elle soit en fait purement fluviatile et se limite dans les lacs aux abords immédiats de l'embouchure des rivières (POLL, 1953). Cette préférence pour un milieu fluvial s'est par ailleurs manifestée dans le Zambèze. En effet avant la fermeture du barrage Kariba, *A. imberi* était abondant dans le moyen Zambèze. Après la formation du lac, l'espèce a très nettement régressé dans ce nouveau biotope au profit d'*A. lateralis* (BALON, 1971). Selon cet auteur, l'espèce aurait besoin de l'alternance crue-étiage pour effectuer sa reproduction. Enfin *A. imberi* est le seul *Alestes* signalé dans le lac Malawi (BOULENGER, 1907), mais là encore il n'est pas véritablement lacustre.

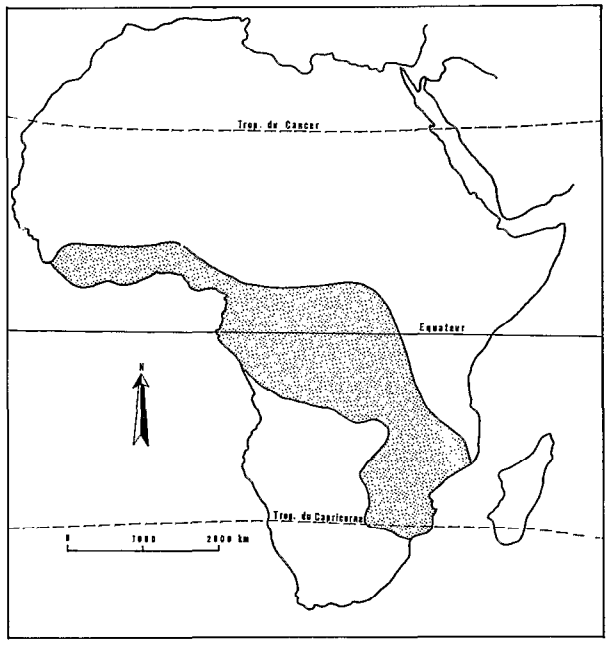


Fig. 1. — *Alestes imberi* : répartition en Afrique.
Alestes imberi : *African distribution.*

En Côte d'Ivoire, on rencontre *A. imberi* dans toutes les rivières excepté dans les plus petits marigots. Notons cependant qu'aucun exemplaire n'a jamais été capturé dans la Bagoé (affluent du Niger) (fig. 2). Pouvant être considérée comme très large, il faut néanmoins noter que la distribution de *A. imberi* est dépendante des zones forestières.

Signalée dans la lagune Ebrié (DAGET et ILTIS, 1965), nous n'avons personnellement jamais trouvé cette espèce en zone estuarienne. Il apparaît donc qu'elle ne possède pas à l'inverse d'autres *Alestes (A. macrolepidotus, A. longipinnis)* une très grande tolérance à la salinité.

Les poissons du Congo et du Zambèze sont argentés et ont des nageoires rayonnées jaunes et une adipeuse noire ou orangée. Cette livrée diffère quelque peu de celle que nous connaissons en Côte d'Ivoire, puisque dans cette région les individus possèdent des nageoires (rayonnées et adipeuse) rouge-vermillon.

(1) Programme de surveillance de l'environnement aquatique subventionné par l'Organisation Mondiale de la Santé dans le cadre du programme de lutte contre l'Onchocercose en Afrique de l'Ouest.

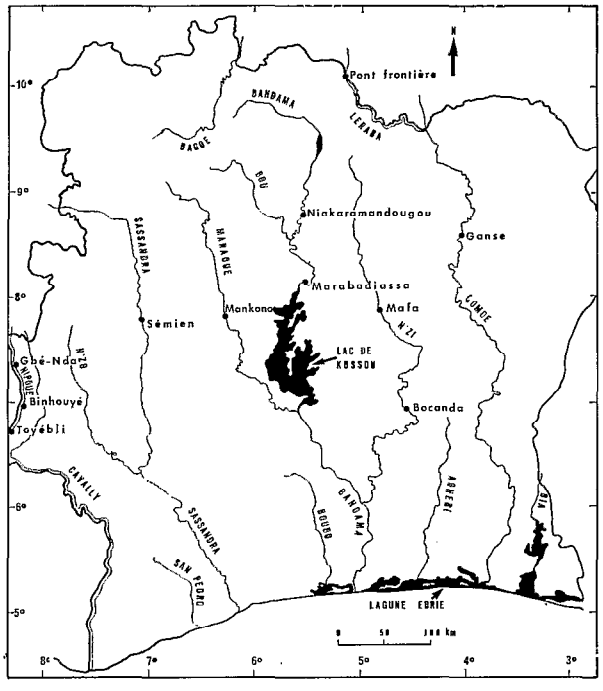


Fig. 2. — Carte de la région étudiée.
Studied region map.

1. CARACTÈRES MÉRISTIQUES

Trois caractères indépendants de la longueur des individus ont été étudiés : nombres de rayons branchus de la nageoire anale, d'écailles en ligne latérale et de vertèbres.

Pour chacun de ces caractères, il n'existe jamais de différence significative entre les sexes chez *A. imberi*. Nous avons donc regroupé les comptages relatifs aux mâles et aux femelles pour étudier les variations inter-bassins.

1.1. Rayons branchus de la nageoire anale

Il n'a été tenu compte que des rayons branchus. Les deux premiers rayons bifurqués dès la base et portés par un seul baséoste ont été comptés pour un seul.

La comparaison des moyennes de chaque bassin (tabl. I) à l'aide du test t de Student-Fisher permet d'individualiser quatre groupes. Le premier avec un nombre moyen de rayons important (14,5) correspond aux *A. imberi* du lac Kariba. Le second, composé des populations de la Comoé, de la Léraba et du lac de Kossou, est formé par des poissons possédant en moyenne 13,9 rayons branchus. Le troisième groupe avec en moyenne un rayon de moins que le précédent réunit les populations des autres bassins de Côte d'Ivoire, moins celles du Cavally, du Nipoué et du San Pedro dont le nombre moyen de rayons branchus de la nageoire anale est très faible (12,1) et qui forment ainsi un quatrième groupe.

1.2. Écailles en ligne latérale

Les comptages ont porté sur l'ensemble des écailles percées y compris les post-operculaires situées au-dessus de la ligne où sont rangées la majorité des écailles de la ligne latérale.

TABLEAU I

Alestes imberi : nombre de rayons branchus de la nageoire anale (r) pour diverses régions d'Afrique. Nombre d'individus (N), nombre moyen de rayons branchus ($\bar{r}$), variance (σ^2_r)

Alestes imberi : *anal fin branched rays number (r) for some african areas. Fish number (N), branched rays mean number ($\bar{r}$), variance (σ^2_r)*

Régions	Nipoué	Cavally	San Pedro	Sassandra	Sud Bandama	Bandama Kossou	Centre Bandama	N'Zi	Comoé	Léraba	Lac Kariba
Auteurs / r	Paugy	Paugy	Paugy	Paugy	Paugy	Kouassi (1978)	Paugy	Paugy	Paugy	Paugy	Balon (1971)
11	2	1						1			
12	60	34	20	10	9		31	63			
13	11	4	3	30	46	17	136	271	5	7	
14				3	1	112	17	23	51	31	
15						4			2	3	
16											
N	73	39	23	43	56	133	184	358	58	41	35
$\bar{r}$	12,123	12,077	12,130	12,837	12,857	13,902	12,924	12,883	13,948	13,902	14,5
σ^2_r	0,165	0,126	0,119	0,282	0,161	0,149	0,256	0,238	0,180	0,240	0,792

TABLEAU II

Alestes imberi : nombre d'écailles en ligne latérale (e) pour diverses régions d'Afrique. Nombre d'individus (N), nombre moyen d'écailles ($\bar{e}$), variance (σ_e^2)

Alestes imberi : *lateral line scales number (e) for some African areas. Fish number (N), lateral line scales mean number ($\bar{e}$), variance (σ_e^2)*

Régions	Nipoué	Cavally	San Pedro	Sassandra	Sud Bandama	Centre Bandama	N'Zi	Comoé	Léraba	Lac Kariba	Lac Kariba	Zambèze
Auteurs / r	Paugy	Paugy	Paugy	Paugy	Paugy	Paugy	Paugy	Paugy	Paugy	Bell. Cross (*in* Balon, 1971)	Balon (1971)	Balon (1971)
21						2						
22						18	4			2		
23	8	4		3	1	51	30	4		15		
24	23	8	9	9	7	54	54	18	12	17	8	
25	15	12	10		17	32	79	22	12	2		1
26	2	4	4	1	10	14	53	11	13		1	8
27						1	5	3	1		3	16
28							1				1	7
29											1	2
30												1
N	48	28	23	13	35	172	226	58	38	36	14	35
$\bar{e}$	24,229	24,571	24,783	23,923	25,029	23,826	24,735	24,845	25,079	23,528	25,429	27,114
σ_e^2	0,606	0,847	0,542	0,577	0,617	1,361	1,227	0,975	0,777	0,485	3,341	1,045

L'ensemble des prélèvements (tabl. II) comparés deux à deux à l'aide du test t de Student-Fisher permet d'individualiser deux groupes en Côte d'Ivoire. Le premier correspondant aux poissons du Nipoué, du Sassandra et du centre Bandama possède 0,9 écailles de moins que le second qui réunit les poissons des autres bassins ivoiriens. Selon les auteurs (BALON, 1971, BELL-CROSS *in* BALON, 1971), il existe en moyenne une différence de deux écailles dans les comptages réalisés sur les *A. imberi* du lac Kariba, cependant les variations observées se situent sensiblement dans les mêmes limites que celles que nous avons pour l'ensemble des bassins ivoiriens. En revanche, il apparaît que les poissons du Zambèze possèdent un nombre moyen d'écailles notablement plus élevé. Il semble donc exister une population fluviale dont les caractères diffèrent de ceux de la population lacustre. Nous avons déjà pu observer un phénomène analogue dans le Bandama et le lac de barrage de Kossou en Côte d'Ivoire.

1.3. Vertèbres

Pour dénombrer les vertèbres, il a été tenu compte des quatre premières modifiées et non soudées entre elles.

A partir des données recueillies en Côte d'Ivoire (tabl. III) et en comparant les moyennes à l'aide du test t de Student-Fisher, nous avons pu mettre en évidence la présence de trois groupes. Le premier, centre Bandama et Sassandra, est composé de poissons ayant en moyenne 38,1 vertèbres. Le second est formé par les individus des autres bassins ivoiriens (37,7) moins les *A. imberi* du lac de Kossou dont la moyenne vertébrale est sensiblement plus faible (36,9) et qui correspondent donc à un troisième groupe.

1.4. Conclusions

Malgré la mise en évidence de différences dans le nombre de rayons branchus, il faut noter que pour les autres caractères, les populations de Côte d'Ivoire sont somme toute relativement homogènes. Les écarts constatés sont dans la plupart des cas inférieurs à ce qui a pu être observé en comparant les populations côtières occidentales et les soudaniennes des autres *Alestes* (DURAND, 1978; PAUGY, 1978 et 1979, 1980). Néanmoins il existe une évolution graduelle du nombre moyen de rayons branchus de la nageoire anale et d'écailles en ligne latérale chez *A. imberi*, depuis les populations des rivières

TABLEAU III

Alestes imberi : nombre de vertèbres (v) pour diverses régions de Côte d'Ivoire. Nombre d'individus (N), nombre moyen de vertèbres ($\bar{v}$), variance (σ_v^2)

Alestes imberi : *vertebra number (v) for some Ivory Coast areas. Fish number (N), vertebra mean number ($\bar{v}$), variance (σ_v^2)*

Régions	Nipoué	Cavally	San Pedro	Sassandra	Maraoué	Bandama Kossou	Centre Bandama	N'Zi	Comoé	Léraba
Auteurs / v	Paugy	Paugy	Paugy	Paugy	Paugy	Kouassi (1978)	Paugy	Paugy	Paugy	Paugy
34						1				
35								1		
36						12				1
37	22	6	8	7	11	91	6	13	14	15
38	10	12	10	31	41	8	60	34	15	13
39			4	9	3		18	8		2
N	32	18	22	47	55	112	84	56	29	31
$\bar{v}$	37,313	37,667	37,818	38,043	37,855	36,938	38,143	37,857	37,517	37,516
σ_v^2	0,222	0,235	0,537	0,346	0,238	0,257	0,269	0,525	0,259	0,458

à régime de montagne (Nipoué, Cavally) vers celles des cours d'eau à régime plus tropical (Léraba, Comoé) (fig. 3). Notons enfin que comme chez les autres *Alestes* il existe dans le lac de barrage de Kossou une population se distinguant singulièrement par ses caractères méristiques de celle du Bandama.

Dans deux cas sur quatre, il existe une corrélation positive significative entre le nombre d'écailles en ligne latérale et le nombre de vertèbres. Il est donc probable que ces deux caractères soient liés. En revanche, il n'y a qu'un seul cas où le nombre d'écailles et le nombre de rayons branchus présentent une corrélation positive significative (tabl. IV). Il semble donc que ce dernier caractère ne soit pas interdépendant des deux autres.

1.5. **Données comparées entre** *A. imberi* **et** *A. nigricauda*

A. nigricauda Thys van den Audenaerde, 1974, a récemment été décrit du Cess ou Nipoué où l'espèce serait endémique. THYS (1974) pensait que dans ce bassin, *A. nigricauda* remplaçait *A. imberi* qui n'y était pas signalé. Depuis, quelques pêches expérimentales dans le Nipoué à hauteur de Gbé-Nda, Binhouyé et Toyébli, nous ont permis de capturer les deux espèces qui cohabitent donc. *A. nigricauda* diffère d'*A. imberi* par sa coloration (queue bordée de noir) et par un nombre plus important de rayons branchus de la nageoire anale, d'écailles en ligne latérale et de vertèbres (tabl. V).

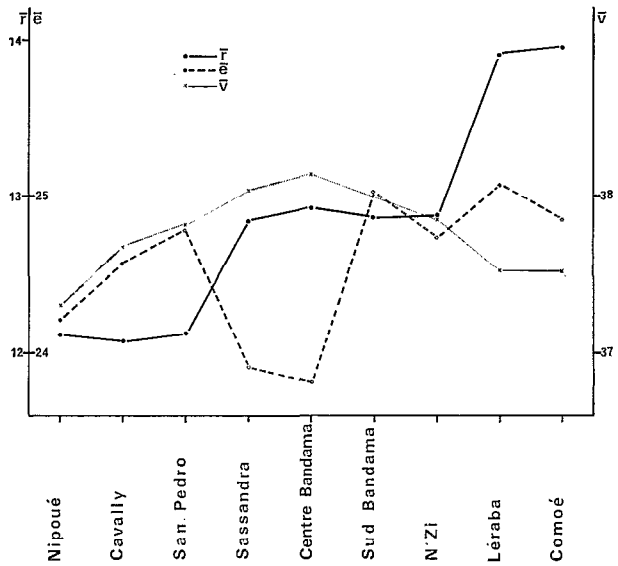


Fig. 3. — *Alestes imberi* : variations méristiques en Côte d'Ivoire ($\bar{r}$: nombre moyen de rayons branchus de la nageoire anale, $\bar{e}$: nombre moyen d'écailles en ligne latérale, $\bar{v}$: nombre moyen de vertèbres).

Alestes imberi : *meristic variations in Ivory Coast ($\bar{r}$: anal fin branched rays mean number, $\bar{e}$: lateral line scales mean number, $\bar{v}$: vertebra mean number).*

Nos résultats diffèrent un peu de ceux de THYS, qui trouve en moyenne un rayon de plus à la nageoire anale et deux écailles de moins en ligne latérale.

TABLEAU IV

Alestes imberi : corrélations entre différents caractères méristiques. Nombre de couples (N), coefficient de corrélation (ρ), corrélation significative (C.S.), corrélation non significative (C.N.S.), rayons branchus de la nageoire anale (r), écailles en ligne latérale (e), vertèbres (v)

Alestes imberi : *correlations between different meristic, characters. Pair number (N), correlation coefficient (ρ), significant correlation (C.S.), unsignificant correlation (C.N.S.) anal fin branched rays (r), lateral line scales (e), vertebra (v)*

Stations	N	Nature de la corrélation	ρ	C.S.	C.N.S.
Marabadiassa (Bandama).....	43	r-e	0,106		*
Mafa (N'zi).....	22	r-e	0,507	*	
Mafa (N'zi).....	41	r-v	0,149		*
Mafa (N'zi).....	19	e-v	0,081		*
Sémien (Sassandra)....	21	e-v	0,534	*	
Pont frontière (Léraba).....	21	e-v	0,497	*	
Gansé (Comoé).....	30	r-e	0,093		*
Gansé (Comoé).....	29	r-v	0,000		*
Gansé (Comoé).....	29	e-v	0,208		*

La différence d'un rayon est peut-être due au fait que dans sa description THYS a compté pour deux (et non pour un dans nos propres comptages) les deux derniers rayons bifurqués dès la base. D'autre part, il donne le nombre d'écailles en ligne longitudinale et non pas en ligne latérale, ce qui exclut quelques écailles percées situées au-dessus de la ligne longitudinale et qui appartiennent à la ligne latérale.

2. SEXUALITÉ. REPRODUCTION

2.1. **Sexualité**

2.1.1. CARACTÈRES SEXUELS SECONDAIRES

Comme chez la plupart des *Alestes*, il existe chez *A. imberi* et chez *A. nigricauda* un dimorphisme sexuel touchant la forme de la nageoire anale. Chez le mâle en effet le bord extérieur de la nageoire est très fortement convexe. Cette partie est droite ou légèrement concave chez la femelle. Bien que le profil général de la nageoire soit identique chez *A. imberi* et *A. nurse*, il faut noter que la convexité de l'appendice mâle est plus prononcée chez le premier que chez le second.

TABLEAU V

Valeurs comparées de 3 caractères méristiques ches les *A. nigricauda* et les *A. imberi* du Nipoué (r : rayons branchus de la nageoire anale, e : écailles en ligne latérale, v : vertèbres)

Comparative values of 3 meristic characters of A. nigricauda *and of* A. imberi *in the Nipoué river (r: anal fin branched rays, e: lateral line scales, v: vertebra)*

Caract. méristiques \ Espèces		*Alestes nigricauda*	*Alestes imberi*
r	11		2
	12	6	60
	13	17	11
$\bar{r}$		12,739	12,123
e	22	1	
	23	3	8
	24	4	23
	25	8	15
	26	3	2
	27	1	
$\bar{e}$		24,600	24,229
v	37	1	22
	38	5	10
$\bar{v}$		37,833	37,313

2.1.2. TAILLE DE PREMIÈRE MATURITÉ SEXUELLE

Chez *A. imberi*, la ponte ayant lieu toute l'année, il est nécessaire de tenir compte de l'ensemble des observations quelle qu'en soit la date. Nous considérerons que la taille moyenne de première maturité est atteinte lorsque la majorité des poissons sont en activité sexuelle. Toutefois si le seuil de 50 % peut être retenu quand on considère les espèces à reproduction annuelle, il paraît légitime de l'abaisser dans le cas présent, dans la mesure où à chaque instant, il n'y a qu'une certaine proportion de la population qui est en mesure de se reproduire.

Pour évaluer le nombre d'individus susceptibles d'être en activité sexuelle suivant leur taille, nous avons réparti les *A. imberi* en deux catégories suivant l'état de leurs gonades, femelles — (f—) et mâles — (m—) pour les immatures ou les adultes au repos, femelles + (f+) et mâles + (m+) pour ceux en activité sexuelle ou venant juste de se reproduire.

Les résultats sont assez similaires dans le Bandama et dans le N'Zi (tabl. VI). Une forte porportion

TABLEAU VI

Alestes imberi : fréquences relatives des mâles (m^+) et des femelles (f^+) en activité sexuelle dans les principales rivières de Côte d'Ivoire

Alestes imberi : *relative frequencies for males (m^+) and females (f^+) in sexual activity in the main rivers of Ivory Coast*

$\bar{L}$ mm	BANDAMA				N'ZI				LERABA			
	Mâles		Femelles		Mâles		Femelles		Mâles		Femelles	
	N	% m^+	N	% f^+	N	% m^+	N	% f^+	N	% m^+	N	% f^+
52	1	0,0	1	0,0							2	0,0
57	8	87,5	5	0,0	56	58,9	38	0,0			1	0,0
62	17	82,4	11	9,1					4	25,0	6	0,0
67	35	77,1	33	42,4	79	82,3	39	20,5	12	8,3	19	0,0
72	17	82,4	18	38,9					10	10,0	14	0,0
77	72	51,4	70	60,0	77	70,1	80	71,3	14	50,0	12	0,0
82	29	58,6	34	58,8					12	41,7	17	11,8
87	35	45,7	52	42,3	73	65,8	86	74,4	12	25,0	7	0,0
92	9	66,7	14	57,1					17	35,3	6	0,0
97	13	69,2	39	53,9	23	73,9	31	74,2	7	42,9	5	80,0
102	2	50,0	4	50,0					10	60,0	10	60,0
107	2	50,0	57	75,4	14	78,6	43	76,7	5	100,0	8	75,0
112									10	100,0	14	71,4
117	1	100,0	39	61,5	5	100,0	33	78,8	3	66,7	3	66,7
122									2	100,0	3	66,7
127			4	50,0	2	50,0	11	72,7	1	0,0	2	100,0
132											1	100,0
137			3	66,7			2	100,0				
142											1	0,0

des individus est apte à se reproduire à la taille de 57 mm L.S. chez les mâles et de 67 mm L.S. chez les femelles. Des résultats différents sont observés dans la Léraba, car si la taille moyenne de première reproduction demeure la même pour les mâles, ce n'est qu'à partir de 97 mm L.S. que l'on rencontre une majorité de femelles en état de se reproduire.

Ne connaissant pas la croissance de *A. imberi* en milieu naturel, il nous est difficile de préciser à quel âge les individus sont matures. Néanmoins, grâce à des élevages réalisés en étang (§ 5), nous pensons que la première maturité est atteinte au cours de la première année.

En Rhodésie, dans le lac McIlwaine (MARSHALL et VAN DER HEIDEN, 1977), les individus se reproduisent pour la première fois à l'âge de deux ans, ce qui correspond pour les mâles et les femelles à des tailles respectives de 110 et 125 mm de longueur standard.

2.1.3. SEX-RATIO

Dans l'ensemble des bassins étudiés, la proportion de femelles dépasse un peu 50 %, aussi bien chez les jeunes que chez les adultes (tabl. VII).

TABLEAU VII

Alestes imberi : sex-ratio dans les principales rivières de Côte d'Ivoire

Alestes imberi : *sex-ratio in the main rivers of Ivory Coast*

Rivières	Nombre Total	Fréquences relatives	
		Mâles	Femelles
ADULTES			
Bandama	729	40,88	59,12
N'zi	873	45,02	54,98
Maraoué	852	47,18	52,82
Sassandra	235	42,55	57,45
Comoé	111	48,65	51,35
Léraba	385	49,61	50,39
TOTAL	3 185	45,15	54,85
IMMATURES			
N'zi	227	48,90	51,10

Dans le lac de barrage de Kossou, ROEST (1973) donne des résultats inverses puisque les mâles représentent 54,50 % des captures de *A. imberi*. Dans le lac McIlwaine, MARSHALL et VAN DER HEIDEN (1977) estiment que suivant la taille la proportion de mâles et de femelles varie : de 115 à 125 mm les mâles représentent 95 % de la population, puis à partir de 145 mm les femelles deviennent nettement plus nombreuses pour atteindre 100 % à 160 mm.

2.2. Reproduction

Pour caractériser les gonades lors de leur évolution, nous avons adopté la classification définie pour *A. baremoze* par DURAND et LOUBENS (1970). Notons qu'à maturité les œufs de *A. imberi* ont un diamètre voisin de celui des ovocytes de *A. nurse* puisqu'il est en moyenne de 0,86 mm (ALBARET, 1979).

2.2.1. ÉPOQUE DU FRAI

Nous ne tiendrons compte naturellement ici que des poissons dont la taille est au moins égale à celle

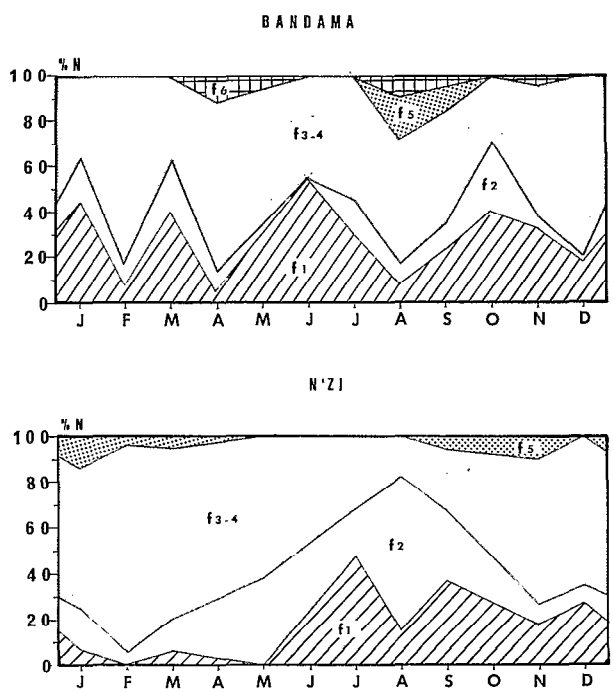


Fig. 4. — *Alestes imberi* : fréquences cumulées des stades de maturité sexuelle des femelles en fonction des saisons dans le Bandama et dans le N'Zi.

Alestes imberi : *cumulated frequencies sexual maturity stages of females in relation with seasons in the Bandama and the N'Zi rivers.*

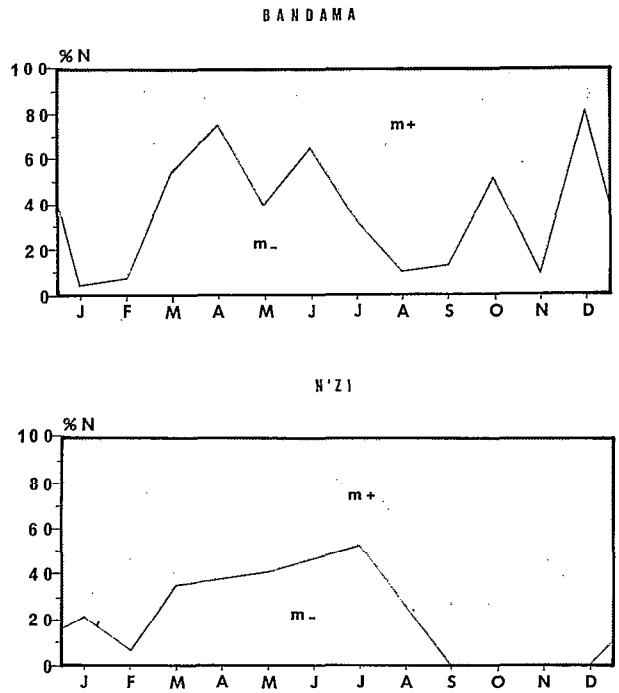


Fig. 5. — *Alestes imberi* : fréquences cumulées des stades de maturité sexuelle des mâles en fonction des saisons dans le Bandama et dans le N'Zi.

Alestes imberi : *cumulated frequencies sexual maturity stages of males in relation with seasons in the Bandama and the N'Zi rivers.*

atteinte à la première maturité, soit 60 mm pour les mâles et 70 mm pour les femelles. Nous avons regroupé les données mensuelles sans tenir compte des années de capture.

Il existe tout au cours de l'année dans le Bandama et dans le N'Zi une importante proportion de femelles et de mâles qui sont en maturation avancée ou prêts à se reproduire. Il n'est pas possible de discerner de périodes de repos ou de reproduction bien marquées (fig. 4 et 5).

Dans le Bandama, PLANQUETTE et LEMASSON (1975) situent la période du frai de *A. imberi* fin juillet, mais ROEST (1974) estime que l'espèce ne possède pas de période de reproduction bien définie dans le lac de Kossou. Dans le lac Kariba (BALON et COCHE, 1974), les *A. imberi* se reproduisent une fois par an durant la saison des pluies dans les plaines d'inondation. Dans le lac McIlwaine (MARSHALL et VAN DER HEIDEN, 1977), la période du frai est courte et coïncide également avec la crue principale de la rivière.

Deux échantillonnages dans le Nipoué en avril 1977 et décembre 1978, nous ont permis de récolter quelques exemplaires de *A. imberi* et *A. nigricauda*.

TABLEAU VIII

Alestes imberi : nombre d'œufs présents dans les ovaires
Alestes imberi : *egg number in the ovaries*

Longueur standard (mm)	Poids (g)	R.G.S. (%)	Nombre d'œufs
79	13,3	10,92	1 000
81	16,6	10,67	1 800
85	18,3	14,38	4 700
88	21,2	10,42	3 200
91	23,5	15,20	2 900
92	22,6	10,78	4 000
92	23,1	15,50	5 200
94	22,9	12,81	5 900
94	23,9	14,90	5 000
95	22,9	19,27	5 000
96	28,6	10,85	3 900
100	27,5	16,53	5 700
101	31,2	15,13	6 200
105	35,6	15,21	9 200
105	36,4	16,67	10 000
105	37,1	15,94	8 000
106	33,7	10,86	5 300
108	37,0	10,78	6 000
112	40,0	17,58	7 200
115	44,3	14,77	7 600
116	48,5	14,66	11 000
120	53,0	16,74	8 400
140	69,6	10,30	12 000

Pour la première espèce, la proportion de femelles en maturation (f3 et f4) était de 89 % en décembre et de 81 % en avril. En revanche toutes les femelles de *A. nigricauda* étaient au repos en décembre et une seule (9 %) au stade 3 en avril. Ces résultats quoique fragmentaires peuvent néanmoins laisser supposer que *A. nigricauda* possède une ponte de type annuel qui pourrait se situer durant la crue c'est-à-dire en septembre. Cette hypothèse est étayée par le fait que chez les *Alestes*, les femelles mettent quatre à cinq mois pour mûrir leurs produits génitaux (DURAND, 1978; PAUGY, 1978 et 1979, 1980).

2.2.2. FÉCONDITÉ

Pour estimer la fécondité de *A. imberi*, nous avons prélevé un fragment de un gramme dans différentes parties de chaque ovaire. Les œufs une fois séparés après immersion dans le liquide de Gilson ont été comptés dans une cuve de Dollfus. Leur nombre est ensuite extrapolé au poids de la gonade (tabl. VIII). Notons que les comptages ont été effectués sur des ovaires dont le rapport gonado-somatique (R.G.S.) était supérieur à 10 % afin de séparer les ovocytes qui seront pondus de ceux qui ne seront pas émis.

Les relations linéaires existant entre la fécondité (φ) d'une part, la longueur standard du poisson (L), son poids (P) et le poids de ses ovaires (P.G.) d'autre part sont les suivantes :

$$\varphi = 176{,}672\ L - 11768{,}642 \quad (r = 0{,}875)$$
$$\varphi = 186{,}059\ P + 140{,}357 \quad (r = 0{,}871)$$
$$\varphi = 1450{,}094\ P.G. + 390{,}504 \quad (r = 0{,}872).$$

Une femelle moyenne de 100 mm et 32 g a une fécondité de 6 100 œufs, soit 191 000 œufs par kilogramme du poids du corps. Les données relatives au lac Kariba (BALON et COCHE, 1974) sont peu nombreuses, mais à partir de trois comptages réalisés, on peut estimer la fécondité à 166 000 œufs, ce qui est du même ordre que ce que nous avons observé en Côte d'Ivoire. Dans le lac McIlwaine (MARSHALL et VAN DER HEIDEN, 1977), la fécondité de *A. imberi* semble nettement plus élevée. En effet pour une longueur standard de 160 mm, le nombre d'œufs comptés par les deux auteurs est en moyenne de 30 000 à 40 000. Pour une même longueur et d'après l'équation définie plus haut, nous obtenons pour les exemplaires de Côte d'Ivoire 16 500 œufs, soit environ deux fois moins. Pour la Rhodésie, le diamètre des ovocytes comptés n'est pas précisé et il est possible que les comptages aient porté sur tous les œufs sans distinction de ceux devant arriver ou non à maturité.

3. RÉGIME ALIMENTAIRE

Dans le Bandama, PLANQUETTE et LEMASSON (1975) signalent seulement que les principaux aliments ingérés par les adultes de *A. imberi* sont des invertébrés aquatiques et terrestres.

Cette espèce possède en réalité deux écophases. Les jeunes passent le début de leur existence dans les radiers. Plus tard, ils gagnent les eaux plus calmes et plus profondes des vasques qui existent de part et d'autre des seuils rocheux. Néanmoins quelques adultes sont occasionnellement pêchés dans les radiers.

Dans ceux-ci, le régime alimentaire de *A. imberi* est essentiellement à base d'invertébrés aquatiques (MERONA, comm. pers.), les larves d'Éphémères, de Trichoptères et de Chironomides sont consommées de préférence. Parmi ces proies, certaines sont typiques des eaux courantes, en particulier les Trichoptères. En revanche certains Éphéméroptères peuplent des eaux plus stagnantes comme les *Caenidae* (Éphéméroptère le plus consommé) et les *Leptophlébidae* (FORGE *et al.*, 1977). Il est impossible de préciser si ces dernières proies ont été ingérées alors qu'elles dérivaient dans le radier ou bien si les

poissons se sont déplacés eux-mêmes dans les vasques.

En ce qui concerne le régime alimentaire des adultes dans les eaux calmes, nous noterons simplement que les invertébrés aquatiques constituent plus de 80 % de l'alimentation. Les invertébrés terrestres (surtout les Hyménoptères) et les débris végétaux sont également consommés, mais en plus faible quantité (VIDY, 1976).

Dans les zones calmes, cet auteur ne trouve pas de variations significatives du régime suivant les saisons. En revanche, sur quatre lots provenant de radiers et examinés à des dates différentes, MERONA note des différences importantes qui selon lui sont vraisemblablement dues au fait que les poissons se déplacent et rencontrent ainsi des biotopes différents, donc une faune différente à l'intérieur même du radier. D'un autre côté, les radiers sont, suivant les saisons, des milieux beaucoup plus hétérogènes que les vasques. La faune invertébrée doit donc être différente suivant les conditions de milieu (en particulier vitesse du courant), d'où un régime variant selon l'entomofaune présente dans le biotope. On peut encore ajouter que la dérive peut être différente suivant les saisons. Enfin MERONA constate, sans toutefois généraliser, que suivant la taille du poisson, le régime devient de plus en plus strict, les plus grands adultes consommant essentiellement des larves de Trichoptères dans les stations du N'Zi où les prélèvements ont été effectués.

Le régime alimentaire de *A. imberi* est donc comparable à celui de *A. nurse* sur le plan qualitatif, mais les proies ne s'y trouvent pas dans les mêmes proportions, les invertébrés terrestres étant beaucoup plus nombreux que les invertébrés aquatiques dans l'alimentation de *A. nurse*.

Dans le lac McIlwaine, *A. imberi* possède un régime varié et semble-t-il cyclique, puisqu'il se nourrit surtout d'insectes terrestres de avril à novembre et de Chironomides de décembre à mars; les végétaux et le zooplancton entrant également pour une faible part dans l'alimentation (MARSHALL et VAN DER HEIDEN, 1977).

4. RELATION LONGUEUR-POIDS ET COEFFICIENT DE CONDITION

4.1. **Relation longueur-poids (L-P)**

Les couples L-P ont été pris au hasard et dans des milieux différents. Dans la mesure du possible une vingtaine de valeurs ont été tirées pour chaque classe de taille de 10 mm, aussi bien chez les jeunes que chez les adultes mâles et femelles.

Quels que soient les cas considérés, la valeur de b (pente de la droite) est toujours proche de 3 et n'en est jamais significativement différente ($t < 2{,}60$) (tabl. IX).

4.2. **Coefficient de condition**

Les valeurs individuelles du coefficient de condition $K = 10^5 P/L^3$ (P en g et L en mm) ont été calculées à partir de poissons frais dont le poids a été déterminé au gramme près et la longueur standard au mm près. Seuls les plus petits individus ont été conservés dans le formol puis pesés au laboratoire.

4.2.1. INFLUENCE DE LA TAILLE

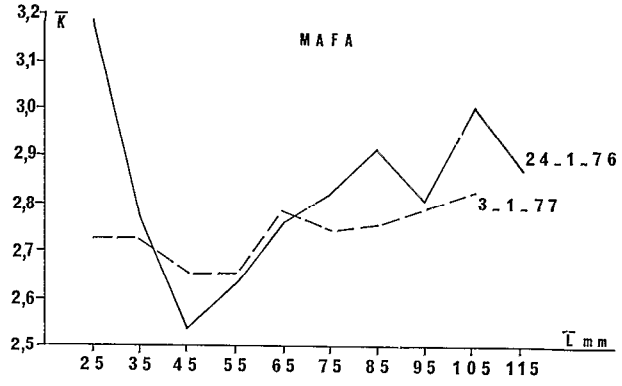
Suivant les échantillons les résultats sont différents (fig. 6). Dans deux cas sur le N'Zi, il y a diminution des valeurs du coefficient de condition selon la taille du poisson jusqu'à environ 40 mm de longueur standard, puis augmentation et stabilisation aux alentours de 60 mm. Dans deux autres

TABLEAU IX

Alestes imberi : relation L-P. Nombre de couples (n), coefficient de corrélation (r), valeur absolue du paramètre de Student-Fisher en comparant la pente calculée à 3 (t)

Alestes imberi : *L-P relationship. Pair number (n), correlation coefficient (r), absolute value of the t-distribution parameter to compare calculated slope to 3 (t)*

Intervalles de taille	Individus	Relation L-P	n	r	t	Relation L-P recalculée	Condition
28-59	Jeunes	log P = 2,868 log L — 4,358	95	0,976	1,98	log P = 3 log L — 4,575	2,660
60-143	Mâles	log P = 2,949 log L — 4,468	105	0,987	1,08	log P = 3 log L — 4,568	2,704
60-153	Femelles	log P = 2,845 log L — 4,246	97	0,982	1,85	log P = 3 log L — 4,545	2,854
28-143	Jeunes+mâles	log P = 2,996 log L — 4,563	200	0,996	0,21	log P = 3 log L — 4,571	2,686
28-153	Jeunes+femelles	log P = 3,031 log L — 4,616	192	0,994	1,13	log P = 3 log L — 4,559	2,758



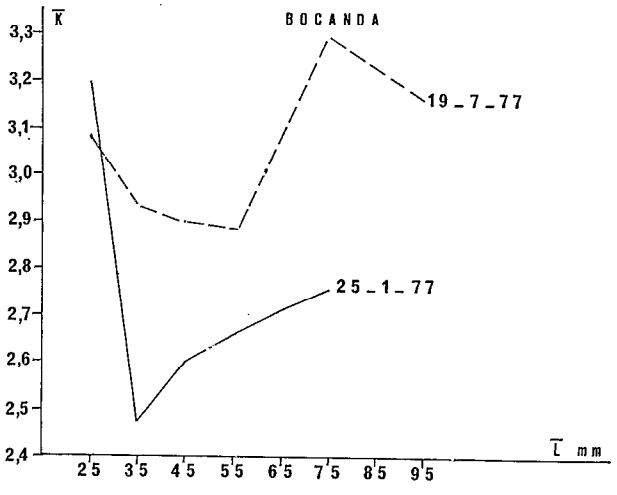


Fig. 6. — *Alestes imberi* : variations du coefficient de condition moyen (K) en fonction de la taille moyenne ($\bar{L}$) dans le N'Zi.

Alestes imberi : *variations of the mean condition coefficient ($\bar{K}$) depending on mean size ($\bar{L}$) in the N'Zi river.*

cas en revanche, K est toujours sensiblement stable quelle que soit la taille. A l'aide d'un test d'homogénéité F de Snédécor, nous avons pu montrer que chez les adultes (L $\geqslant$ 70 mm), les valeurs du coefficient de condition restent homogènes quelle que soit la taille, aussi bien chez les mâles que chez les femelles. Nous nous adresserons donc à ce groupe d'adultes pour étudier les variations de K en fonction des autres facteurs.

4.2.2. Influence du sexe

Dans la mesure où les échantillons étaient suffisamment importants, nous avons comparé à l'aide du test t les moyennes relatives à chaque sexe en différentes stations. Dans la majorité des cas (cinq sur six), les femelles ont une condition supérieure à celle des mâles, cependant cette différence est rarement significative. Il ne paraît donc pas utile de séparer les sexes pour l'étude des variations saisonnières et régionales de K chez les *A. imberi* adultes.

4.2.3. Variations saisonnières

Que ce soit dans le Bandama ou dans le Sassandra, nous n'observons aucun cycle de condition au cours de l'année (fig. 7). Il paraît évident qu'aucune périodicité, sinon individuelle, ne peut être due à la reproduction puisque celle-ci est continue pour l'ensemble d'une population. Toutefois, nous noterons sur ces deux rivières une baisse sensible de K au cours de l'année 1977. Enfin dans le N'Zi, fin 76 et fin 77, les *A. imberi* ont une condition supérieure à celle enregistrée durant les autres mois de l'année.

4.2.4. Variations régionales

A. imberi n'a été capturé régulièrement que dans deux stations : Marabadiassa sur le Bandama et Sémien sur le Sassandra (fig. 7). En règle générale, les poissons apparaissent en meilleure condition dans le Sassandra, sauf à la mi-76. Des résultats analogues ont été observés pour *A. baremoze* (Paugy, 1978) et pour *A. nurse* (Paugy, 1979, 1980).

5. CROISSANCE EN LONGUEUR

La reproduction étant continue, il est impossible d'appliquer chez *A. imberi* les méthodes classiques d'étude de la croissance (scalimétrie, structures en taille...).

Afin d'avoir une idée de la croissance de cette espèce, nous avons mis dans les bassins de la pisciculture de Bouaké, 19 jeunes poissons de sexe indéterminé provenant du N'Zi d'une longueur standard moyenne de 40 mm et un mâle de 100 mm (1). Ces poissons n'ont pas été nourris artificiellement. Les 20 individus ont été déposés début décembre 1976, puis ont été mesurés deux fois : la première début mars 1977 et la seconde début juin 1977. Chez les jeunes la croissance est assez rapide, après quoi elle se ralentit fortement pour ne plus pratiquement augmenter chez l'individu adulte (fig. 8). L'autopsie des poissons en juin 77, soit après six mois d'élevage, montre que la plupart sont en état de maturation sexuelle avancée. On peut donc penser que celle-ci est atteinte avant

(1) Nous tenons à remercier MM. Hirigoyen et Planquette, qui ont bien voulu accepter que nous réalisions ces élevages dans les installations piscicoles de la station de Kokondékro.

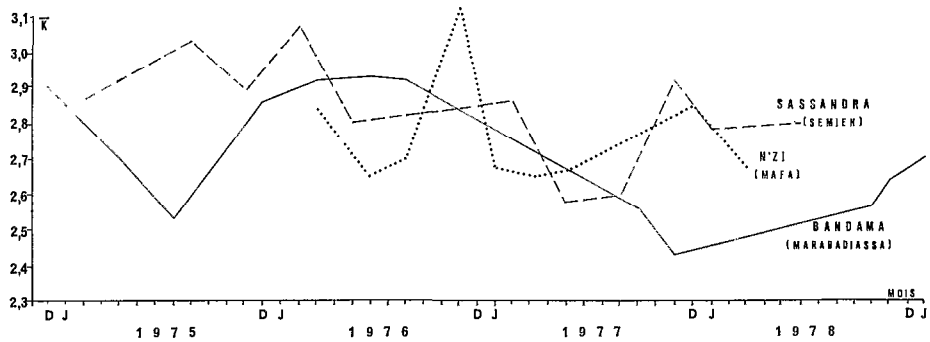


Fig. 7. — *Alestes imberi* : variations du coefficient de condition moyen ($\bar{K}$) des adultes dans quelques rivières de Côte d'Ivoire.
Alestes imberi : *variations of the mean condition coefficient ($\bar{K}$) of adults in some Ivory Coast rivers.*

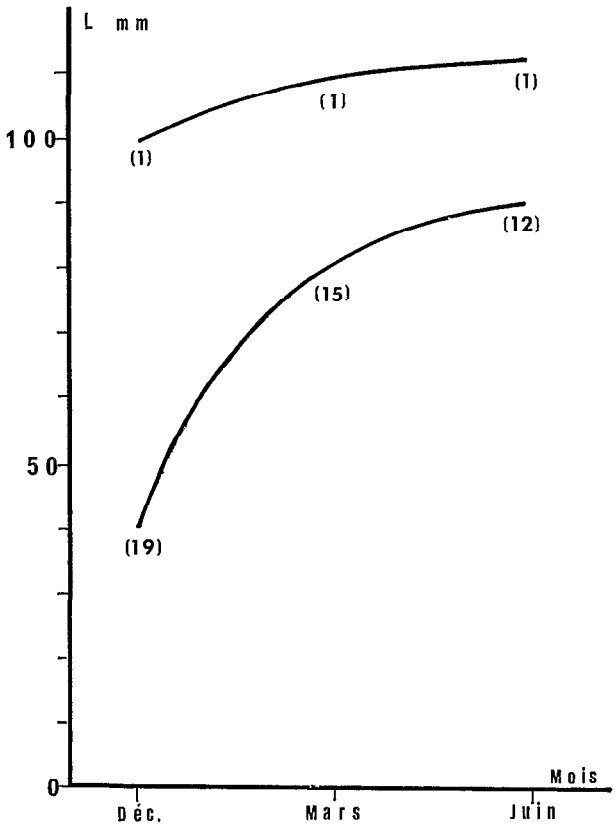


Fig. 8. — *Alestes imberi* : croissance en longueur d'individus élevés en étang en Côte d'Ivoire. Entre parenthèses, nombre de poissons.
Alestes imberi : *length growth rate of fish reared in ponds in Ivory Coast. Brackets, fish number.*

un an, les poissons de 40 mm compte tenu de leur croissance rapide n'étant vraisemblablement âgés au début de l'expérience que de quelques mois.

Dans le lac Kariba (Balon, 1971; Balon et Coche, 1974), la croissance de *A. imberi* semble moins rapide, mais Balon (1971) précise cependant qu'en raison du manque de matériel, il ne faut pas considérer comme définitive les conclusions qu'il tire. En dépit de cela, il estime que la croissance des femelles est supérieure à celle des mâles. Un résultat identique se retrouve dans le lac McIlwaine (Marshall et Van der Heiden, 1977). Dans ce cas cependant, les auteurs précisent d'avantage leurs résultats et pensent qu'à respectivement 1 et 2 ans, les *A. imberi* mesurent en moyenne (mâles+femelles) 98 et 126 mm de longueur standard. D'après leurs données nous avons calculé les paramètres de croissance de l'équation de Von Bertalanffy :

$L\infty = 178{,}37$ mm

k_m (mensuel) $= 0{,}065$.

La valeur de $L\infty$ paraît tout à fait cohérente dans la mesure où la taille maximale observée (T.M.O.) qu'ils ont pu noter est de 189 mm. Cette observation est tout à fait différente de ce que nous avons remarqué en Côte d'Ivoire où pour les mâles et les femelles les T.M.O. sont respectivement de 143 et 153 mm.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

La biologie de *A. imberi* a peu été étudiée et mis à part les travaux de Balon (1971) et de Marshall et Van der Heiden (1977), les données relatives à cette espèce sont fragmentaires malgré sa très large distribution.

Le phénotype des *A. imberi* de Côte d'Ivoire est assez différent de celui des individus du bassin du Zambèze (caractères méristiques et coloration). De même le type de reproduction diffère puisque les poissons ivoiriens pondent toute l'année, alors que dans le lac Kariba et le lac McIlwaine, la ponte est cyclique et coïncide avec la crue. Selon la région considérée et donc vraisemblablement suivant les caractéristiques climatiques et hydrologiques, l'espèce

change de mode de reproduction. Nous avons pu remarquer que la fécondité des *A. imberi* du lac McIlwaine était environ deux fois plus importante que celle des poissons ivoiriens. Nous pouvons donc penser que les comptages d'œufs effectués sur les individus de Rhodésie ont porté sur l'ensemble des ovocytes sans distinction de ceux devant ou non arriver à maturité. Mais il est également possible que la ponte étant annuelle, l'espérance de survie des jeunes soit moindre (facteurs climatiques, hydrologiques, alimentaires...) et que, en conséquence, une adaptation tendant vers une fécondité plus élevée s'en soit suivie. Dans ce sens, nous pouvons également noter que chez les *Alestes* de Côte d'Ivoire, les poissons à ponte cyclique : *A. baremoze* (PAUGY, 1978) et *A. nurse* (PAUGY, 1979, 1980), ont une fécondi téplus élevée que ceux à ponte continue : *A. imberi*, *A. macrolepidotus* (PAUGY, en prép.) et *A. longipinnis* (PAUGY, en prép.).

Enfin, après une comparaison entre *A. imberi* et *A. nigricauda*, les différences dans la coloration, les caractères méristiques et le mode de reproduction justifient pleinement une séparation spécifique entre ces deux *Characidae*.

Manuscrit reçu au Service des Publications de l'O.R.S.T.O.M. le 31 mars 1980.

BIBLIOGRAPHIE

ALBARET (J. J.), 1979. — Revue des recherches entreprises sur la fécondité des poissons d'eau douce africains. Réunion de travail sur la limnologie africaine. Nairobi, 16-23 déc. 1979. O.R.S.T.O.M. Abidjan, 67 p. *multigr.*

BALON (E. K.), 1971. — Replacement of *Alestes imberi* Peters, 1852 by *A. lateralis* Boulenger, 1900 in Lake Kariba, with ecological notes. *Fish. Res. Bull. Zambia*, 5 : 119-162.

BALON (E. K.), COCHE (A. G.), 1974. — Lake Kariba : a man-made tropical ecosystem in Central Africa. Dr. W. Junk b.v. Publishers The Hague, vol. 24, 767 p.

BOULENGER (G. A.), 1907. — On a small collection of fishes made in the eastern watershed of the Transvaal by Capt. G. E. Bruce. *Proc. Zool. Soc. Lond.* : 307-311.

DAGET (J.), 1954. — Les poissons du Niger supérieur. *Mém. I.F.A.N.*, 36, 391 p.

DAGET (J.), ILTIS (A.), 1965. — Poissons de Côte d'Ivoire (eaux douces et saumâtres). *Mém. I.F.A.N.*, 74, 385 p.

DURAND (J. R.), 1978. — Biologie et dynamique des populations d'*Alestes baremoze* (Pisces, Characidae) du bassin tchadien. *Trav. et Doc. O.R.S.T.O.M.*, 98, 331 p.

DURAND (J. R.), 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.*, vol. IV, n° 2 : 61-81.

FORGE (P.), DEJOUX (C.), ÉLOUARD (J. M.), 1977. — Microdistribution des invertébrés d'un bief. I : le N'Zi. Rapp. O.R.S.T.O.M., Bouaké, 11, 60 p. *multigr.*

KOUASSI (N.), 1978. — Données écologiques et biologiques sur les populations d'*Alestes baremoze* (Joannis). Poisson Characidae du lac de barrage de Kossou. Thèse de doctorat, Abidjan, 278 p.

MARSHALL (B. E.), VAN DER HEIDEN (J. T.), 1977. — The biology of *Alestes imberi* Peters *(Pisces, Characidae)* in Lake Mc Ilwaine, Rhodesia. *Zoologica Africana*, 12, 2 : 329-346.

PAUGY (D.), 1978. — Écologie et biologie des *Alestes baremoze (Pisces, Characidae)* des rivières de Côte d'Ivoire. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, vol. XII, n° 3-4 : 245-275.

PAUGY (D.), 1979, 1980. — Écologie et biologie des *Alestes nurse (Pisces, Characidae)* des rivières de côte d'Ivoire. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, vol. XIII, n° 3-4 : 143-159.

PLANQUETTE (P.), LEMASSON (J.), 1975. — Les peuplements de poissons du Bandama Blanc en pays Baoulé. *Ann. Univ. Abidjan*, E, VIII : 78-121.

POLL (M.), 1939. — Les poissons du Stanley Pool. *Ann. Mus. Congo Belge, Zool*, sér. I, IV, 1 : 1-60.

POLL (M.), 1953. — Exploration hydrobiologique du lac Tanganyika (1946-1947). Poissons non Cichlidae. *Inst. Roy. Sc. Nat. Belgique*, VIII, 5 A, 251 p.

ROEST (F. C.), 1973. — Développement de la pêche du lac de Kossou. Projet PNUD/AVB/FAO. IVC 526, 20 p.

ROEST (F. C.), 1974. — Les populations piscicoles du lac de Kossou. Projet PNUD/AVB/FAO. IVC 26., Rapp. Tech. 24, 53 p.

THYS VAN DEN AUDENAERDE (D. F. E.), 1974. — Description d'une nouvelle espèce d'*Alestes* de la rivière Cess (Côte d'Ivoire et Libéria). *Rev. Zool. afr.*, 88, 1 : 143-147.

VIDY (G.), 1976. — Étude du régime alimentaire de quelques poissons insectivores dans les rivières de Côte d'Ivoire. Recherche de l'influence des traitements insecticides effectués dans le cadre de la lutte contre l'Onchocercose. Rapp. O.R.S.T.O.M., Bouaké, 2, 36 p., *multigr.*