

## Variations du régime alimentaire de *Chrysichthys nigrodigitatus* et *C. auratus* (Claroteidae) dans les lagunes du Sud-Bénin

Philippe Laleye<sup>(1, 2)</sup>, Etienne Baras<sup>(2)</sup> et Jean-Claude Philippart<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Université Nationale du Bénin, B.P. 526 Cotonou, Bénin.

<sup>(2)</sup> Université de Liège, 22 Quai Van Beneden, B-4020 Liège, Belgique.

Accepté le 12 janvier 1995.

---

Laleye P., E. Baras, J.-C. Philippart. *Aquat. Living Resour.*, 1995, 8, 365-372.

*Diet and food resource partitioning between Chrysichthys nigrodigitatus and C. auratus in South-Benin lagoons.*

### Abstract

The diet of Claroteid (formerly Bagrid) fish species, *Chrysichthys nigrodigitatus* Lacépède (N=646) and *C. auratus* Geoffroy Saint-Hilaire (N=253), was studied through the analysis of the stomach contents from fish captured in the lagoons of South Benin in 1990-1991. Correspondence analysis on the occurrence of 16 categories of preys in 21 categories of fish (depending on species, fish size, season and habitat) showed resource partitioning between *C. auratus* and size-related categories of *C. nigrodigitatus* captured in open environments. From prey volume and abundance indices ( $I_v$  and  $I_{ab}$ ) and equitability ( $R_v$  and  $R_{ab}$ ), it is evident that both species can be ranked as benthophagous. *C. auratus* (6-20 cm SL) is a generalist ( $R_v=0.842$ ), mainly feeding on small molluscs and small crustaceans (branchiopods, copepods, ostracods) living in the substratum. *C. nigrodigitatus* becomes more specialised with age and size ( $R_v=0.826$  to  $0.597$  from 6-20+ cm SL) towards decapods ( $I_v$  from 13.4 to 49.4%) and fish (eggs and fry,  $I_v$  from 7.8 to 66.9%). Seasonal differences mainly refer to the season of spates, when fish forage on larvae or nymphs of insects on macrophytes in the inundated plain. In "acadjas" biotopes (man-assembled boughs), the two species share the same resources. These traits of the feeding ecology of the two *Chrysichthys* species inhabiting the lagoons of South Benin are analysed within the context of life-history strategies and growth potentialities. The generalist diet of *C. auratus* is probably a consequence of niche segregation with *C. nigrodigitatus*. The ecological roles of the two species in a modified and overfished ecosystem are discussed.

**Keywords:** Siluriformes, *Chrysichthys*, feeding ecology, Western Africa, lagoons, acadja.

### Résumé

L'étude du régime alimentaire de *C. nigrodigitatus* Lacépède (N = 646) et *C. auratus* Geoffroy Saint-Hilaire (N=253) a été réalisée d'après l'analyse des contenus stomacaux de poissons du lac Nokoué et de la lagune de Porto-Novo (Sud-Bénin) en 1990-1991. L'analyse factorielle de correspondance sur l'occurrence de 16 catégories de proies dans 21 catégories de poissons (suivant l'espèce, la taille des poissons, la saison et l'habitat) met en évidence la répartition des ressources alimentaires entre *C. auratus* et différentes catégories de tailles de *C. nigrodigitatus* capturés hors acadjas (enclos en branchages). Les indices d'abondance ( $I_{ab}$ ) et de volume ( $I_v$ ) des proies et leur régularité ( $R_{ab}$  et  $R_v$ ) dans le régime alimentaire mettent en évidence la tendance benthophage des deux espèces : *C. auratus* (6-20 cm Ls) est beaucoup plus généraliste ( $R_v=0,842$ ) se nourrissant essentiellement de mollusques et de petits crustacés (branchiopodes, copépodes, ostracodes) par fouille du substrat. *C. nigrodigitatus*, en revanche, se spécialise avec l'âge et la taille ( $R_v=0,826$  à  $0,597$  de 6-10 cm à 6-20 cm Ls) vis-à-vis des décapodes ( $I_v$  de 13,4 à 49,4 %) et des poissons (œufs et alevins,  $I_v$  de 7,8 à 66,9 %). Les différences saisonnières concernent principalement la période des crues, au cours de laquelle les poissons se nourrissent de larves ou de nymphes d'insectes sur des végétaux de la plaine inondée. Dans les acadjas, les deux espèces partagent les mêmes ressources alimentaires. Cette étude de l'écologie trophique des *Chrysichthys* du complexe lagunaire du Sud-Bénin, mise en parallèle avec leurs potentialités de croissance, suggère que le régime alimentaire généraliste de *C. auratus* se situe dans un contexte de ségrégation sélective vis-à-vis de *C. nigrodigitatus*. La valeur adaptative des deux espèces dans un écosystème modifié et exploité par l'homme est brièvement discutée.

**Mots-clés :** Siluriformes, *Chrysichthys*, écologie trophique, Afrique Occidentale, lagunes, acadja.

## INTRODUCTION

L'étude de la biologie des poissons d'eau douce africains est actuellement en plein essor (e.g. Lévêque *et al.*, 1988; Laë, 1994). Cet effort de recherches se justifie non seulement par une démarche fondamentale pour mieux appréhender le fonctionnement des écosystèmes d'eau douce – ou saumâtre – via une meilleure compréhension de leurs différents constituants mais aussi par la nécessité d'une gestion rationnelle des stocks visant à la préservation de l'intégrité de ces écosystèmes et des activités socio-économiques liées aux activités de pêche. Cette double préoccupation s'applique notamment aux espèces de mâchoiron (*Chrysichthys auratus* Geoffroy Saint-Hilaire et *C. nigrodigitatus* Lacépède, Siluriformes, Claroteidae – après Teugels, in press – anciennement Bagridae) des eaux continentales béninoises. Constituants essentiels de l'ichtyofaune du plus vaste complexe lagunaire du Sud-Bénin (lac Nokoué – lagune de Porto-Novo), les *Chrysichthys*, fortement appréciés par la population locale, y font l'objet d'une intense exploitation halieutique susceptible de menacer leur pérennité (Laleye, 1995; Laleye *et al.*, in press). Les distributions des tailles des deux espèces à la première maturité sexuelle (Laleye et Philippart, 1993) et le fort pourcentage de *C. nigrodigitatus* immatures dans les captures suggèrent également une exploitation non homogène des stocks de mâchoirons susceptible de modifier l'équilibre de la communauté de poissons. C'est dans ce contexte que nous avons entrepris une étude comparée de l'écologie trophique des deux espèces, de manière à mieux apprécier la répartition des ressources entre ces deux espèces dans le complexe lagunaire du Sud-Bénin.

Les travaux se rapportant à cet aspect de l'écologie des *Chrysichthys* proviennent pour la plupart des lagunes et rivières de la Côte-d'Ivoire (Chauvet, 1973; Dia, 1975; Gomez, 1988) et du Nigéria (Imevbore et Bakare, 1970; Ikusemiju, 1975; Ikusemiju et Olaniyan, 1977; Fagade, 1980; Ezenwa et Ikusemiju, 1981; Sturm, 1984). Les résultats de ces études révèlent des différences plus ou moins importantes liées non seulement à chacune des espèces étudiées mais aussi au milieu, à la saison de capture et à la taille des poissons. Outre les variations saisonnières de la salinité, qui sont typiques d'une dynamique fluvio-lagunaire, le complexe lac Nokoué – lagune de Porto-Novo du Sud-Bénin présente des particularités écologiques marquées par la présence d'« acadjas » (parcs de branchages aménagés par les pêcheurs; Welcomme, 1972; Vincke et Philippart, 1984) installés en pleine eau pour créer des biotopes très appréciés par certaines espèces de poissons, dont les *Chrysichthys*. Les questions auxquelles nous tenterons d'apporter une réponse dans cette étude menée en 1990-1991 sont :

- 1) Quel est le régime alimentaire des *Chrysichthys* du Sud-Bénin et, en corollaire, y a-t-il répartition des ressources alimentaires entre les espèces ou

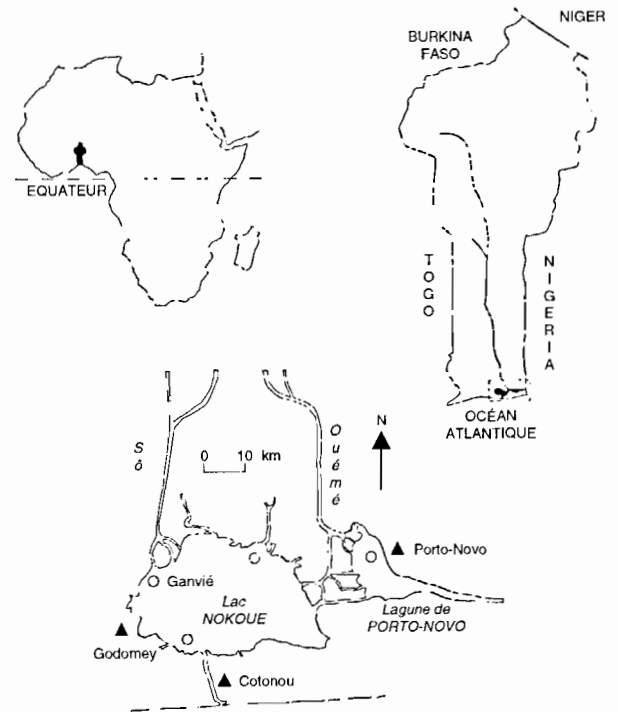


Figure 1. – Situation géographique du complexe lagunaire Lac Nokoué-Lagune de Porto-Novo au Sud-Bénin (O) = stations d'échantillonnage.

Geographical situation of the Lake Nokoué-Porto-Novo Lagoon complex in South-Benin. (O) = sampling stations.

entre les classes de tailles d'une même espèce? 2) La dynamique fluvio-lagunaire et la présence des acadjas influencent-elles l'écologie trophique des deux espèces? et 3) Les traits spécifiques de l'écologie alimentaire et modes d'exploitation d'une même niche écologique peuvent-ils être associés aux stratégies démographiques des deux espèces?

## Présentation du milieu

Le complexe lagunaire lac Nokoué – lagune de Porto-Novo représente la plus importante superficie (180 km<sup>2</sup>) d'eaux saumâtres du Bénin (fig. 1). Reliées entre elles par le canal Totché, ces deux lagunes subissent au cours de l'année l'influence des eaux marines et des eaux douces alternativement prépondérantes. Les variations périodiques de certains paramètres du milieu – pluviosité, profondeur, température, et salinité de l'eau – mettent en évidence trois saisons bien déterminées (Laleye *et al.*, in press).

– La saison sèche (novembre à mars), caractérisée par une température de l'eau élevée (28,0-30,5°C) et une augmentation progressive de la salinité : de 7 à 26 g l<sup>-1</sup> dans le lac Nokoué et de <1 à 12 g l<sup>-1</sup> dans la lagune de Porto-Novo.

– la période avril-juin (et début juillet) est la saison des grandes pluies dans le Sud du pays, mais celles-ci

n'influencent ni la profondeur, ni la salinité de l'eau qui atteint son maximum annuel au cours de cette période ( $\geq 30 \text{ g l}^{-1}$  dans le lac Nokoué et  $\geq 20 \text{ g l}^{-1}$  dans la lagune de Porto-Novo).

– Les mois d'août, septembre et octobre se caractérisent par une crue généralisée (variations du niveau d'eau de 50-150 cm) due aux pluies dans le nord du pays et par une dessalinisation totale du système lagunaire (salinité de  $0 \text{ g l}^{-1}$ ). La température de l'eau atteint son minimum annuel (25,5-26,5°C).

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### Collecte des données

En 1990 et 1991, des *Chrysichthys* ont été récoltés tous les 15 jours, directement auprès des pêcheurs artisanaux du complexe lagunaire, qui utilisent des filets (épervier, « médokpokonou »), des lignes simples ou composées (palangres) en eau libre ou dans des parcs en branchages (acadjas). Aussitôt après leur capture, les poissons sont conservés dans de la glace jusqu'au laboratoire où ils sont mesurés, pesés et sexés. L'estomac est extrait, pesé et conservé individuellement dans du formol 10 % pour l'analyse du régime alimentaire. Les estomacs dont les contenus stomacaux représentent moins de 75 % du volume de l'estomac – ou sont trop dégradés par les sucs digestifs – ne sont pas retenus pour cette analyse (Lauzanne, 1976). Chaque contenu stomacal est trié sous une loupe binoculaire (grossissement : 10-20 ×). Les différentes proies sont identifiées, réunies par catégories taxonomiques et dénombrées. Après essorage sur papier filtre (légèrement humidifié), le volume de chacune de ces catégories est mesuré par déplacement d'eau à l'aide d'éprouvettes graduées (0,1 ml). Au total, 899 estomacs ont été analysés, dont 646 de *C. nigrodigitatus* (6,4-39,7 cm Ls) et 253 de *C. auratus* (6,0-29,5 cm Ls).

### Expression des résultats

Les *Chrysichthys* ont été classés en 36 catégories, en fonction de l'espèce (N=2 : *C. nigrodigitatus* et *C. auratus*), de la taille (N=3 : longueur standard (Ls) < 10 cm;  $10 \text{ cm} \leq \text{Ls} < 20 \text{ cm}$  et  $\text{Ls} \geq 20 \text{ cm}$ ), de la saison (N=3 : saison sèche, pluies et crues) et de la localisation (N=2 : hors acadja ou en acadja). Ces regroupements se sont avérés nécessaires en raison de l'hétérogénéité qualitative (espèce, longueur du corps) et quantitative (nombre) des effectifs capturés au cours des différentes sessions d'échantillonnage. Les proies recensées ont été regroupées en 14 catégories taxonomiques auxquelles ont été ajoutées les macrophytes ainsi que la présence de substrat fin (sable, vase), en raison de leurs fréquences élevées dans les contenus stomacaux (tabl. 1).

Une analyse factorielle des correspondances (AFC, Benzécri, 1973, sur logiciels MacMul-GraphMu;

Thioulouse *et al.*, 1989) a été effectuée sur l'occurrence des proies dans les catégories de *Chrysichthys* dont l'effectif de classe est supérieur à 5. Les indices d'abondance (ou numérique) et de volume (Hynes, 1950; Lauzanne, 1976) ont été utilisés pour exprimer qualitativement et quantitativement le régime alimentaire au sein des différents groupements de poissons identifiés grâce à l'AFC sur l'occurrence des proies. Les distributions des fréquences et du volume des proies (unités de 0,1 ml correspondant à la précision des mesures) sont comparées par table de contingence. La régularité (R. Margalef, 1958; aussi nommée équitabilité ou « equitability »; Legendre et Legendre, 1984) du régime alimentaire (abondance et volume) est analysée d'après l'équation proposée par Pielou (1966), qui définit ce paramètre comme « le rapport de l'entropie observée à l'entropie maximale ( $H_{\max}$ ) », situation où toutes les espèces ou taxons sont également représentés ( $H_{\max} = \log n$ , où  $n$  = nombre d'espèces ou de taxons). Les hypothèses nulles sont rejetées au seuil  $p < 0,05$ .

## RÉSULTATS

### Analyses sur l'occurrence des proies

Sur les 36 catégories constituées sur la base de critères spécifiques, liés à la taille, à la saison ou à la localisation des captures, seules 21 catégories ont présenté des effectifs de classe supérieurs à 5 individus et ont été retenues pour l'analyse factorielle des correspondances sur l'occurrence des proies dans le régime alimentaire des *Chrysichthys* (AFC, matrice de 21 lignes × 16 colonnes, tabl. 1). L'inertie totale est de 1,042. Sur la base du graphique des valeurs propres (fig. 2a), seuls ont été retenus les deux premiers vecteurs propres pour la représentation sur plans factoriels (fig. 2b et c). Cette représentation bidimensionnelle rend compte de 64,16 % de l'inertie totale. Sur la base des coordonnées factorielles des 21 catégories de poissons et de l'orientation de leurs ellipses d'inertie, 5 groupements trophiques (A-E, fig. 2b) ressortent nettement de cette analyse d'occurrence.

Chez les *C. nigrodigitatus* capturés en dehors des acadjas (B-C-D), les différences liées à la taille des poissons sont bien marquées (orientation suivant l'axe factoriel AF1) et les 3 gammes de tailles considérées constituent chacune un groupement bien défini en termes de régime alimentaire. Les différences liées à la saison sont également perceptibles chez cette espèce, mais à un niveau moindre au sein de chaque classe de tailles (orientation suivant AF2). Chez les *C. auratus* pêchés en dehors des acadjas, aucune subdivision liée à la taille ne ressort de l'analyse, probablement en raison de l'étalement plus faible de la distribution des fréquences des longueurs du corps, par comparaison à celle de *C. nigrodigitatus*. Le cinquième groupement trophique concerne toutes les catégories de *Chrysichthys* capturées dans les

**Tableau 1.** – Matrice d'occurrence de 16 taxons de proies chez 21 catégories de *Chrysichthys*, en fonction de l'espèce (*C. auratus* et *C. nigrodigitatus*), de la taille, de la saison (s1 : décrue, s2 : pluies, s3 : crues) et de l'habitat (hors acadjas ou en acadjas). Proies a-p : cf. tableau inférieur.

Occurrence matrix of 16 preys in 21 categories of *Chrysichthys*, depending on species (*C. auratus* and *C. nigrodigitatus*), fish size (6-10 cm, 10-20 cm and  $\geq 20$  cm SL), season (s1: dry season, s2: rains, s3: spates) and habitat (in or outside acadjas). Preys a-p, cf. lower table.

Habitat	Espèce, taille, saison	N	Poisson			Mollusques		Crustacés				Insectes		Divers				
			a	b	c	d	e	Entomostracés			Malacostracés				m	n	o	p
<i>C. auratus</i>																		
Hors (outside) acadjas	1. 6-10 cm Ls s1	12	1	0	0	3	2	2	11	0	5	0	0	0	2	0	0	2
	2. 6-10 cm Ls s2	8	0	0	0	3	1	3	6	0	5	0	0	0	0	0	2	1
	3. 6-10 cm Ls s1	26	1	0	2	5	4	6	6	2	14	1	0	0	7	1	3	11
	4. 10-20 cm Ls s2	26	5	0	0	7	3	13	3	1	19	1	0	0	1	0	7	10
	5. 10-20 cm Ls s3	22	0	0	2	9	2	4	3	0	5	0	0	0	3	0	2	4
En (in) acadjas	6. 6-10 cm Ls s2	8	4	1	1	1	0	1	2	1	4	1	0	0	0	0	0	1
	7. 10-20 cm Ls s1	18	14	3	1	1	0	6	2	1	16	1	0	0	0	0	2	0
	8. 10-20 cm Ls s2	66	24	31	2	2	2	5	2	4	34	2	1	0	0	0	2	6
<i>C. nigrodigitatus</i>																		
Hors (outside) acadjas	9. 6-10 cm Ls s1	24	1	2	4	6	2	3	9	2	11	0	1	1	0	0	0	5
	10. 6-10 cm Ls s2	9	0	0	1	1	0	2	0	1	6	1	2	0	0	0	0	4
	11. 10-20 cm Ls s1	55	1	26	2	10	0	0	0	0	15	2	0	14	1	0	1	2
	12. 10-20 cm Ls s2	77	8	21	9	20	5	7	1	4	24	2	3	20	0	1	5	6
	13. 10-20 cm Ls s3	69	1	3	5	25	2	2	4	1	20	8	4	15	6	3	8	8
	14. $\geq 20$ cm Ls s1	25	1	16	0	0	0	0	0	0	1	0	6	10	0	0	1	0
	15. $\geq 20$ cm Ls s2	45	4	16	2	2	1	0	0	0	2	0	9	25	0	0	2	0
16. $\geq 20$ cm Ls s3	27	0	5	1	3	0	0	0	0	2	1	2	19	1	0	0	1	
En (in) acadjas	17. 6-10 cm Ls s1	16	1	3	0	0	0	3	1	0	10	0	1	0	0	0	2	2
	18. 6-10 cm Ls s2	7	1	1	0	3	0	0	2	0	5	1	0	0	0	0	0	1
	19. 10-20 cm Ls s1	32	6	16	0	2	0	3	0	0	17	1	0	1	0	0	1	3
	20. 10-20 cm Ls s2	59	23	52	3	1	1	2	0	0	10	1	0	0	0	0	1	1
	21. 10-20 cm Ls s3	13	1	4	1	0	0	1	0	0	7	2	0	0	0	0	0	1

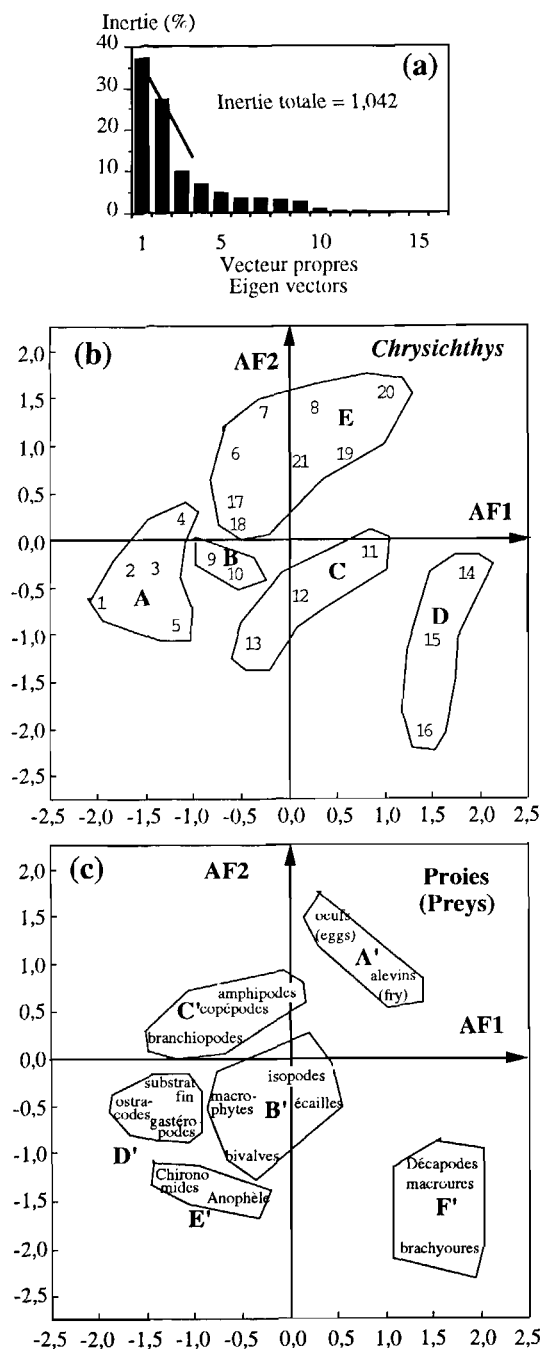
*Poissons* (Fish) : a. Œufs (eggs), b. Alevins (fry), c. Écailles (scales), *Mollusques* (Molluscs) : d. Bivalves, e. Gastéropodes, *Crustacés* (Crustaceans) : f. Branchiopodes, g. Ostracodes, h. Copépodes, i. Amphipodes, j. Isopodes, k. Décapodes macroures, l. Décapodes brachyours, *Insectes* (Insects) : m. Chironomides (larves), n. Anophèles (nymphe), *Divers* (Various) : o. Macrophytes (débris), p. Substrat fin.

acadjas, indépendamment de l'espèce ou de la taille des poissons. La répartition des proies consommées dans le plan factoriel construit sur la base de la matrice d'occurrence met clairement en évidence six regroupements. Quatre de ces groupements correspondent à des taxons bien définis : poissons (A'), crustacés entomostracés et malacostracés (C'), insectes (E') et crustacés décapodes (F'). Les groupements B' et D' présentent une hétérogénéité beaucoup plus grande au plan systématique.

La comparaison des répartitions des 21 catégories de *Chrysichthys* et des 16 catégories de proies met en évidence que, dans les acadjas, les *C. auratus* et *C. nigrodigitatus* de tailles inférieures à 10 cm sont principalement associés aux copépodes et, dans une moindre mesure, aux Amphipodes. Dans ce milieu relativement fermé, les *Chrysichthys* de 10-20 cm sont davantage caractérisés par un régime alimentaire composé d'œufs et d'alevins. En dehors des acadjas, *C. auratus* est associé aux ostracodes, gastéropodes

et branchiopodes. Ainsi que le suggère la présence de substrat fin dans leur contenu stomacal, cette prise de proies s'effectue probablement par fouille du substrat.

Hors acadjas, les *C. nigrodigitatus* de 6-10 cm sont associés aux macrophytes, aux Isopodes et dans une moindre mesure aux bivalves et aux branchiopodes. Chez les poissons de 10 à 20 cm, le régime alimentaire est caractérisé par la présence d'isopodes, de bivalves et, dans une moindre mesure de décapodes. Cette dernière catégorie de proies apparaît comme typique des *C. nigrodigitatus* de grande taille (Ls  $\geq 20$  cm) avec une augmentation relative de la composante brachyours au cours de la saison des pluies et des crues. Quant aux insectes (larves de chironomides et nymphe d'anophèles), elles ne représentent qu'une composante accessoire, limitée à la saison des crues, du régime alimentaire chez *C. nigrodigitatus* et *C. auratus* de 10 à 20 cm.



**Figure 2.** – Graphique des valeurs propres (% inertie, a) et plans factoriels (b, poissons et c, proies) de l'analyse factorielle des correspondances sur l'occurrence des proies dans le régime alimentaire des *Chrysichthys* du Lac Nokoué et de la Lagune de Porto-Novo. Matrice d'occurrence et catégories de poissons 1-21, cf. *tableau 1*. AF1=axe factoriel.

Graph of eigen values (% inertia, a), and mean score of the fish (b) and prey (c) categories on the two first axes (AF1 and AF2) of a correspondence analysis on the occurrence of preys in the diet of *Chrysichthys auratus* and *C. nigrodigitatus* in the Lake Nokoué – Porto-Novo Lagoon complex in South-Benin. Occurrence matrix and fish categories 1-21 (*table 1*).

**Régularité, indices d'abondance et de volume des proies**

Les indices d'abondance ( $I_{ab}$ ) et de volume ( $I_v$ ) des six catégories de proies (A'-F') extraites de l'analyse factorielle des correspondances ont été comparés par table de contingence pour les cinq catégories de *Chrysichthys* identifiées grâce à cette analyse. Comme le montre le *tableau 2*, les répartitions des fréquences et du volume des proies (*fig. 3*) diffèrent significativement d'une catégorie à l'autre. Les indices de régularité établis sur la répartition des proportions numériques et volumétriques des différentes catégories de proies (*fig. 3*) mettent nettement en évidence que la tendance omnivore est la plus marquée chez *C. auratus* ( $R_v=0,842$  et  $R_{ab}=0,849$ ). Chez *C. nigrodigitatus*, la régularité de répartition des proies est moindre et diminue lorsque la taille des poissons augmente, particulièrement au plan du volume des proies ( $R_v$  de 0,826 à 0,597), ce qui suggère une spécialisation du régime alimentaire. Dans les acadjas, la régularité est intermédiaire ( $R_v=0,705$  et  $R_{ab}=0,696$ ).

**Tableau 2.** – Comparaison, par table de contingence ( $\chi^2$ ), de l'abondance (triangle supérieur droit) et du volume (triangle inférieur gauche) de six catégories de proies (A'-F') dans le régime alimentaire des *Chrysichthys* du Lac Nokoué et de la Lagune de Porto-Novo. Catégories de poissons (A-E) définies d'après l'analyse factorielle des correspondances sur l'occurrence des proies (*tableau 1*, *fig. 2*). (\*\*  $p < 0,01$ ; d.d.l=5, sauf comparaisons B-E, d.d.l=4).

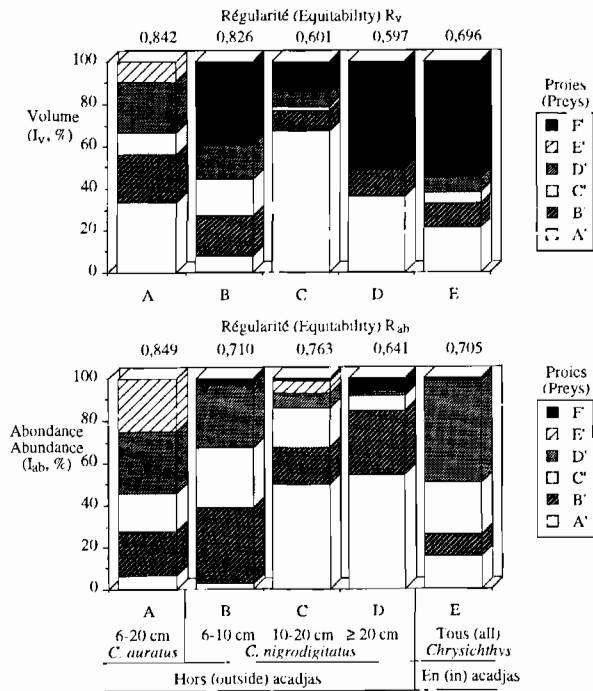
Comparison (contingency table,  $\chi^2$ ) between the frequency (upper right triangle) and volume (lower left triangle) distributions of six categories of preys (A'-F') in the diet of five categories of *Chrysichthys* (A-E) from Lake Nokoué and Porto-Novo Lagoon. Fish categories identified following correspondence analysis on the occurrence of preys (*table 1*; *fig. 2*). (\*\*  $p < 0,01$ ;  $df = 5$ , except for B-E pairs,  $df = 4$ ).

	A		B		C		D		E	
	$\chi^2$	p	$\chi^2$	p	$\chi^2$	p	$\chi^2$	p	$\chi^2$	p
A	–		13 603	**	9 851	**	6 198	**	6 026	**
B	412	**	–		3 770	**	2 886	**	1 731	**
C	1 218	**	504	**	–		1 479	**	14 040	**
D	2 970	**	1 106	**	3 570	**	–		5 611	**
E	1 061	**	120	**	2 849	**	787	**	–	

Volume des catégories de proies (A'-F') ( $\chi^2$  global = 7000; d.d.l. = 20;  $p < 0,01$ ).

Abondance des catégories de proies (A'-F') ( $\chi^2$  global = 27 608; d.d.l. = 20;  $p < 0,01$ ).

Chez les poissons capturés dans l'habitat semi-fermé des acadjas, les catégories de proies F' (décapodes macroures et brachyours) et A' (œufs et alevins) sont les mieux représentées au point de vue volumétrique ( $I_v=55,0\%$  et  $21,1\%$ ) alors qu'elles le sont nettement moins en termes de nombres de proies (respectivement  $I_{ab}=1,1\%$  et  $15,6\%$ ). La



**Figure 3.** Variations de l'abondance et du volume de six catégories de proies (A'-F') dans le régime alimentaire des *Chrysichthys* du Lac Nokoué et de la Lagune de Porto-Novo. Groupements trophiques A-E suivant l'analyse factorielle des correspondances sur l'occurrence des proies (fig. 2). Indices de régularité  $R_{ab}$  et  $R_v$  suivant l'équation proposée par Pielou (1966).

Variations of abundance and volume of six preys categories (A'-F') in the diet of *Chrysichthys* from Lake Nokoué - Porto-Novo Lagoon complex in South-Benin. Fish clusterings A-E as defined following correspondence analysis illustrated in fig. 2. Regularity indices following the equation by Pielou (1966).

situation opposée est observée pour les catégories C' (gastéropodes et ostracodes) et D' (branchiopodes, copépodes et amphipodes) (respectivement  $I_{ab} = 24,3$  et  $48,9$  %.  $I_v = 5,1$  et  $7,0$  %). La présence de substrat fin associée à ces proies suggère qu'elles représentent une composante non essentielle, voire opportuniste, du régime alimentaire.

En dehors des acadjas, le régime alimentaire le plus varié est observé chez *C. auratus* ( $I_v$  de  $9,8$  à  $33,3$  % et  $I_{ab}$  de  $6,4$  à  $28,8$  %). La caractéristique la plus marquante de leur régime alimentaire est l'absence complète de crustacés décapodes alors que cette catégorie de proies représente de  $13,4$  à  $49,4$  % du volume des proies consommées par les *C. nigrodigitatus* (correspondant à des abondances de  $1,1$  à  $6,3$  %). Chez cette espèce, le nombre d'œufs et d'alevins consommés augmente significativement avec la taille des poissons ( $I_{ab}$  de  $2,5$  à  $53,9$  %; table de contingence,  $p < 0,01$ , 2 d.d.). Ces proies remplacent progressivement celles des catégories C' et D', dont l'abondance diminue significativement lorsque la taille de *C. nigrodigitatus* augmente ( $I_{ab}$  respectivement de  $28,6$  à  $7,3$  % et de  $30,3$  à  $1,2$  %, table de

contingence,  $p < 0,01$ , 2 d.d.). Chez *C. nigrodigitatus*, les larves et nymphes d'insectes sont peu abondantes ( $I_{ab}$  de  $0,0$  à  $1,0$  %) et représentent moins de  $10$  % du volume alimentaire, contrairement aux isopodes et aux bivalves dont l'abondance varie de  $17,4$  à  $36,1$  % et le volume de  $9,8$  à  $19,6$  % (maximum et minimum chez les poissons 6-10 et 10-20 cm, respectivement).

## DISCUSSION ET CONCLUSION

Cette étude met en évidence la plasticité du régime alimentaire et la répartition des ressources chez les deux espèces de *Chrysichthys* du lac Nokoué et de la lagune de Porto-Novo. Cette plasticité concorde avec les études effectuées par plusieurs chercheurs dans divers écosystèmes d'Afrique Occidentale. Dans la lagune de Lagos au Nigeria, Fagade et Olaniyan (1973) rapportent que le régime alimentaire de *C. nigrodigitatus* consiste principalement en mollusques pélécytopodes ( $I_o = 84$  %) et gastéropodes ( $14$  %). Dans la lagune Lekki au Nigeria, ce sont les gastéropodes ( $I_o = 30$  %) et les ostracodes ( $I_o = 12$  %) qui dominent dans le régime de *C. nigrodigitatus* (Ikusemiju et Olaniyan, 1977). Dans le fleuve Niger, les études de Imevbore et Bakare (1970); révèlent la forte dominance d'alevins et de végétaux dans le régime alimentaire de *C. auratus*. Dans le lac Tiga (Nord du Nigeria), Sturm (1984) signale la présence de larves de chironomides, de détritit et de végétaux dans le régime alimentaire de *C. auratus*. Les différentes proies décrites par ces auteurs se retrouvent avec une importance variable dans le régime alimentaire des poissons provenant du complexe lagunaire du Sud-Bénin. Par rapport à l'ensemble des espèces du genre *Chrysichthys*, ce régime est qualitativement comparable à celui décrit par Chauvet (1973) pour les *Chrysichthys* des eaux intérieures de la Côte d'Ivoire et par Lauzanne (1988) dans sa synthèse sur les habitudes alimentaires des poissons d'eau douce africains.

Nos analyses sur la base de l'occurrence, de l'abondance, du volume et de la régularité montrent que la répartition des ressources alimentaires s'effectue suivant des axes liés à l'espèce, à la taille, à la saison et à l'habitat. Alors que les *C. auratus* présentent un régime omnivore régulier, relativement homogène et microphage, les *C. nigrodigitatus* tendent à se spécialiser au cours de leur croissance, avec apparition d'une tendance prédatrice plus marquée vis-à-vis des alevins, jeunes poissons et crustacés décapodes. Bien que les deux espèces soient nettement benthophages, cette tendance est plus marquée chez *C. auratus* qui s'alimente probablement par fouille du substrat (haute occurrence de substrat fin dans le contenu stomacal) alors que *C. nigrodigitatus* chasserait à proximité du substrat, mais avec peu d'activités de fouille, excepté chez les individus 6-10 cm. Ainsi que le suggère l'analyse factorielle des correspondances sur la base de l'occurrence des proies, les variations saisonnières

du régime alimentaire (orientation suivant AF2) sont proportionnellement moins marquées que celles liées à l'espèce ou à la taille des *Chrysichthys* (orientation suivant AF1). Au cours des crues (variations de niveau de 50-150 cm), De Kimpe (1967) et Welcomme (1972) rapportent que plusieurs espèces de poissons exploitent la plaine inondée. Ces observations sont renforcées par le développement d'activités de pêche dans ce biotope au cours de cette saison. Compte tenu de l'occurrence plus élevée, au cours de la période des crues, de larves et nymphes d'insectes et de débris de macrophytes dans leur contenu stomacal, cette hypothèse est probablement aussi applicable au cas des *Chrysichthys*. De même, la proportion des crustacés décapodes macroures et brachyours dans le régime alimentaire des *C. nigrodigitatus*  $\geq 20$  cm évolue en faveur des brachyours de la saison sèche à la saison des crues. Ces variations saisonnières peuvent être attribuées à l'évolution des conditions environnementales, et principalement du débit et de la salinité, qui modifient sensiblement la disponibilité des proies au fil des saisons (Lagler, 1971; Wootton, 1990). L'influence saisonnière se manifeste également au plan de l'utilisation par les *Chrysichthys* du biotope acadja. Il est en effet établi (Welcomme, 1972), que plusieurs espèces de poissons (e.g. *Sarotherodon melanotheron*) se reproduisent dans les acadjas des lagunes béninoises, générant une disponibilité plus importante de ressources alimentaires (œufs, larves et alevins) dans ces habitats. De même, les branchages caractérisant le biotope acadja servent de support à une épifaune très variée (Rabier *et al.*, 1979), dominée par les crustacés.

Sur la base des indices de régularité, *C. auratus* apparaît comme une espèce généraliste alors que *C. nigrodigitatus* exercerait davantage une sélection de ses proies, du moins au cours d'une même saison. Toutefois, ne disposant pas de données précises sur les fluctuations de la disponibilité absolue et relative des proies dans le complexe lagunaire, il ne nous est pas permis de préciser si le régime alimentaire des *Chrysichthys* traduit un opportunisme saisonnier ou la recherche de proies préférentielles (*sensu* Ivlev, 1961).

Les régimes alimentaires des deux espèces de *Chrysichthys* peuvent être mis en parallèle avec leurs potentialités respectives de croissance. *C. auratus* a une croissance relativement lente et atteint une taille

maximale plus faible que celle de *C. nigrodigitatus* (maxima modélisés d'après les équations de Von Bertalanffy : 40 et 93 cm Ls; Laleye et Philippart, in press). La croissance lente de *C. auratus* permet de supposer un risque de compétition intraspécifique pour les ressources alimentaires, qui peut être évité, soit par une spécialisation marquée des différentes cohortes ou classes d'âge, soit par l'adoption d'un régime alimentaire de type généraliste. La similitude du régime alimentaire chez les *C. auratus* de différentes tailles capturés au cours de différentes périodes du cycle annuel (fig. 2b), en parallèle avec l'indice de régularité particulièrement élevé du régime alimentaire (fig. 3), suggère que la seconde solution a été sélectionnée au cours de l'évolution de l'espèce. Cette hypothèse apparaît d'autant plus plausible dans un contexte de ségrégation sélective (Nilsson, 1967) vis-à-vis de *C. nigrodigitatus* qui semble avoir évolué vers une spécialisation du régime alimentaire, à tendance davantage carnivore.

Dans un environnement naturel, stable et non perturbé, les deux stratégies alimentaires devraient permettre la coexistence des deux espèces avec un minimum d'interactions. En revanche, dans un environnement fortement altéré par les interventions humaines, comme le complexe lagunaire du Sud-Bénin au cours de ces 35 dernières années (Laleye *et al.*, in press), l'espèce généraliste (*C. auratus*) sera moins défavorisée par les variations de la disponibilité de proies déterminées. Le phénomène de surpêche affectant les individus de grande taille (principalement *C. nigrodigitatus*, K-stratège; Laleye et Philippart, 1993) se superpose à l'impact des modifications de l'environnement lagunaire par l'homme et constitue un second facteur de déséquilibre expliquant le déclin récent des stocks et pêcheries de *Chrysichthys* du lac Nokoué et de la lagune de Porto-Novo (Laleye *et al.*, in press). Dans l'optique d'une gestion rationnelle des stocks, l'étude des traits de l'écologie trophique des espèces du genre *Chrysichthys* de ce complexe lagunaire permet également de confirmer que ces espèces, de par leur régime alimentaire relativement omnivore et leur présence en forte densité dans les acadjas, présentent des potentialités particulièrement intéressantes pour l'aquaculture de production ou de repeuplement.

## Remerciements

Nous tenons à remercier le Prof. J. Biernaux (Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux), qui, lors de ses missions au Bénin, nous a permis de bénéficier de ses conseils judicieux pour l'identification des contenus stomacaux. Ph. Laleye a bénéficié d'une bourse de doctorat accordée par l'Agence Générale de Coopération au Développement (A.G.C.D) belge. J. C. Philippart est Chercheur Qualifié du Fonds National de la Recherche Scientifique (F.N.R.S.) et E. Baras est Chercheur FIRST-Université ULg.

## RÉFÉRENCES

- Benzécéri J. P. 1973. L'analyse des données. Tome II. L'analyse des correspondances. Dunod, Paris, vii + 619 p.
- Chauvet C. 1973. Notes préliminaires à l'étude des stocks de poissons du genre *Chrysichthys* des lagunes et rivières de la Côte d'Ivoire. *Tethys* **4**, 981-988.
- De Kimpe P. 1967. Les facteurs de production des lagunes de l'Est-Dahomey et leur évolution récente. *Rev. Bois. Forêt Trop.* **3**, 53-62.
- Dia A. 1975. Détermination de l'âge des mâchoirons (*Chrysichthys nigrodigitatus*). Première estimation de la croissance. *Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan* **6**, 139-151.
- Ezenwa B. I. O., K. Ikusemiju 1981. Age and growth determinations in the catfish, *Chrysichthys nigrodigitatus* (Lacépède) by use of the dorsal spine. *J. Fish Biol.* **19**, 345-351.
- Fagade S. O. 1980. The morphology of the otoliths of the Bagrid catfish, *Chrysichthys nigrodigitatus* (Lacépède) and their use in age determination. *Hydrobiologia* **71**, 209-215.
- Fagade S. O., C. I. O. Olaniyan 1973. The food and feeding interrelationship of the fishes in the Lagos Lagoon. *J. Fish Biol.* **7**, 205-225.
- Gomez M. 1988. Données préliminaires sur le régime alimentaire de *Chrysichthys maurus* (Val., 1839) (Pisces, Bagridae) dans le lac d'Ayamé I (Côte d'Ivoire). *Cybiurn* **12**, 115-121.
- Hem S. 1985. Premiers résultats sur la reproduction contrôlée de *Chrysichthys nigrodigitatus* en milieu d'élevage. In : Aquaculture Research in the Africa Region. Proc. African Seminar on Aquaculture, October 7-11, 1985. PUDOC, Wageningen, Pays-Bas, 189-205.
- Hynes H. B. N. 1950. The food of freshwater sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*) with a review of methods used in studies of food of fishes. *J. Anim. Ecol.* **19**, 36-58.
- Ikusemiju K. 1976. Distribution, reproduction and growth of the catfish, *Chrysichthys walkeri* (Gunther) in the Lekki Lagoon, Nigéria. *J. Fish Biol.* **8**, 453-458.
- Ikusemiju K., C. I. O. Olaniyan 1977. The food and feeding habits of the catfish *Chrysichthys walkeri*, *Chrysichthys filamentosus*, *Chrysichthys nigrodigitatus* in the Lekki lagoon, Nigéria. *J. Fish Biol.* **10**, 105-112.
- Imevbore A. M. A., O. Bakare 1970. The food and feeding habits of non-cichlid fishes of the River Niger in the Kainji reservoir area. In: Kainji Lake Studies I. Ecology, S. A. Viser ed. Ibadan University Press, Nigéria, 87-98.
- Ivlev V.W. 1961. Experimental ecology of the feeding of fishes. Yale University Press, New Haven, Connecticut, USA, 302 p.
- Laë R. 1994. Évolution des peuplements (poissons et crustacés) dans une lagune tropicale, le lac Togo, soumise à un régime alternatif de fermeture et d'ouverture du cordon lagunaire. *Aquat. Living Resour.* **7**, 165-179.
- Lagler K. F. 1971. Capture, sampling and examination of fishes. In : Methods for Assessment of Fish Production in Freshwaters (2nd ed.), W. E. Ricker ed. *Int. Biol. Prog.* **3**. Oxford and Edinburgh, 7-44.
- Laleye Ph., 1995. Écologie comparée de deux espèces de *Chrysichthys*, Poissons siluriformes (Claroteidae) du complexe lagunaire lac Nokoué – lagune de Porto-Novo au Bénin. Ph. D. Thesis Zool. Sci., Univ. Liège (Belgique), 152 p + ann.
- Laleye Ph., J.C. Philippart, E. Baras, 1995. Impacts des activités humaines sur la diversité biologique des communautés de poissons dans le Lac Nokoué et la Lagune de Porto-Novo au Bénin. In : Proc. Symp. Int. Diversité biologique des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique, Dakar, 15-20 Novembre 1993, Orstom, Paris, in press, 10 p.
- Laleye Ph., J.C. Philippart 1993. Growth and reproduction of two *Chrysichthys* species (Siluriforms, Bagridae), *C. nigrodigitatus* and *C. auratus*, in lake Nokoué and Porto-Novo lagoon (Bénin). *Belg. J. Zool.* **123** (Suppl. 1), 40.
- Lauzanne L. 1976. Régimes alimentaires et relations trophiques de poissons du Lac Tchad. *Cah. ORSTOM Sér. Hydrobiol.* **10**, 267-310.
- Lauzanne L. 1988. Les habitudes alimentaires des poissons d'eau douce africains. In : Biologie et écologie des poissons d'eau douce africains, C. Lévêque, M. N. Bruton, G. W. Ssentongo eds. ORSTOM, Paris, 221-242.
- Legendre L., P. Legendre 1984. Écologie numérique. Tome 1. Le traitement multiple des données écologiques. Masson, Paris, 260 p.
- Levêque C., M. N. Bruton, G.W. Ssentongo 1988. Biologie et écologie des poissons d'eau douce africains. ORSTOM, Paris, 508 p.
- Margalef R. 1958. Information theory in ecology. *Gen. Syst.* **3**, 36-71.
- Nilsson N.-A. 1967. Interactive segregation between fish species. In: The biological basis of freshwater fish production, S. D. Gerking ed. Blackwell, Oxford, 295-313.
- Olaniyan C. I. O. 1981. A review of the potentialities for research and fish culture in the coastal lagoons of West Africa. In : Coastal lagoon research. Present and future, *UNESCO Tech. Pap. Mar. Sci.* **33**, 261-272.
- Pielou E.C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. Theor. Biol.* **13**, 131-144.
- Rabier J., A. Klingebiel, J. Lang, 1979. Étude sédimentologique de la Lagune de Porto-Novo (Bénin, Afrique de l'Ouest). *Bull. Inst. Géol. Bassin Aquitaine* **25**, 31-55.
- Sturm M. G. De L. 1984. On the biology of the catfish *Chrysichthys auratus* (Geoffroy) in the man-made Tiga Lake in Northern Nigeria. *Freshw. Biol.* **14**, 43-51.
- Teugels G. G. in press. Taxonomy, phylogeny and biogeography of Siluriformes: an overview. *Aquat. Living Resour.* **9**, suppl. 1.
- Thioulouse J. 1989. Statistical analysis and graphical display of multivariate data on the Macintosh. *Comput. Appl. Biosc.* **5**, 287-292.
- Vincke P., J. C. Philippart, 1984. Mission d'évaluation de la pisciculture en République Populaire du Bénin. Rapp. Miss. CECODEL-AGCD, Univ. Liège, 132 p. + ann.
- Welcomme R. L. 1972. An evaluation of the acadja method of fishing as practiced in the coastal lagoons of Dahomey (West Africa). *J. Fish Biol.* **4**, 39-55.
- Wootton R. J. 1990. Ecology of teleost fishes. Chapman and Hall, London, Fish and Fisheries Ser. 1, 396 p.