

Structure du tube digestif d'un Channidae africain, *Parachanna obscura* (Günther, 1861)

[Structure of the digestive tract of an African Channidae, *Parachanna obscura* (Günther, 1861)]

Zéré Marius GOGBE¹, Yao Saki APPIAH¹, Attoubé Ida MONNEY², and Valentin N'DOUBA³

¹Département de Biologie Animale, UFR Sciences Biologiques, Université Peleforo Gon Coulibaly, BP 1328 Korhogo, Côte d'Ivoire

²Laboratoire de Biodiversité et Ecologie Tropicale, UFR Environnement, Université Lorougnon Guédé, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

³Laboratoire des Milieux Naturels et Conservation de la Biodiversité, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

Copyright © 2025 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Knowledge of the digestive tract of fishes is a crucial clue to understanding their diet. Information on the digestive tract of *P. obscura* remains scarce and fragmentary. Therefore, this work aims to improve our knowledge of *P. obscura* by investigating the structure of its digestive tract in order to better understand its feeding ecology. To this end, the relationship between the length of the intestine and the standard length was determined by the equation: $Li = aLS^b$. On the other hand, the morphological and microscopic aspects of the digestive tract were described. The histological study was carried out according to the standard histological method and stained with haematoxylin and eosin. Intestinal growth relative to standard length follows positive allometry. The digestive tract includes an oesophagus, a developed stomach, a cecum and a relatively short intestine. The wall of the digestive tract consists of four distinct tunics. The muscularis is made up of two layers of muscle fibres at the level of the oesophagus. In other parts of the digestive tract, the muscularis consists of one layer of muscle fibres.

KEYWORDS: *Parachanna obscura*, digestive tract, allometry, morphology, histology, food ecology.

RESUME: La connaissance du tube digestif des poissons est un indice capital dans la compréhension de leur régime alimentaire. Les informations concernant le tube digestif de *P. obscura* demeurent rares et fragmentaires. Ainsi, ce travail se propose d'approfondir la connaissance de *P. obscura*, en abordant la structure du tube digestif afin de mieux comprendre son écologie alimentaire. Pour ce faire, la relation entre la longueur intestinale et la longueur standard a été déterminée par l'équation: $Li = aLS^b$ d'une part. D'autre part, les aspects morphologique et microscopique du tube digestif ont été décrits. L'étude histologique a été faite selon la méthode standard d'histologie et la coloration a été faite à l'hématoxyline et l'éosine. La croissance de l'intestin par rapport à la longueur standard suit une allométrie positive. Le tube digestif comporte un œsophage, un estomac développé, des cæcums et un intestin relativement court. La paroi du tube digestif est constituée de quatre tuniques distinctes. La musculature est formée de deux couches de fibres musculaires au niveau de l'œsophage. Dans les autres parties du tube digestif, la musculature est formée d'une couche de fibres musculaires.

MOTS-CLEFS: *Parachanna obscura*, tube digestif, allométrie, morphologie, histologie, écologie alimentaire.

1 INTRODUCTION

Parachanna obscura (Günther, 1861) est le plus répandu des Channidae africains [1]. L'espèce est présente en Afrique Centrale, Orientale et Occidentale. En Côte d'Ivoire, *P. obscura* se rencontre presque dans toutes les rivières côtières et grands fleuves [2], [3].

Initialement présenté comme une espèce n'ayant aucune valeur piscicole du fait de son ichtyophagie et de sa voracité [1], *P. obscura* est l'une des espèces dont la domestication est en pleine étude ces dernières années en Afrique de l'Ouest. L'un des facteurs les plus importants au maintien des larves de poissons est l'alimentation [4]. Sur ce point, des travaux ont été entrepris sur les exigences nutritionnelle et zootechnique de l'espèce [5], [6]. Mais, la connaissance du tractus alimentaire reste un préalable à toute investigation portant sur le choix de nourriture car elle est nécessaire à la compréhension du mécanisme nutritionnel des espèces [7].

Une multitude de données existe sur la structure du tube digestif des poissons téléostéens. Cependant, les informations portant sur le tube digestif de *P. obscura* demeurent rares et fragmentaires. Si la morphologie globale et l'équipement enzymatique de l'appareil digestif de *P. obscura* ont donné lieu à quelques rares travaux [8], [9]; la morphologie microscopique du tube digestif de cette espèce reste à étudier.

La présente étude a pour objectif d'approfondir la connaissance de *P. obscura*, afin de mieux comprendre son écologie alimentaire.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 DISSECTION ET ANALYSE MACROSCOPIQUE DU TUBE DIGESTIF

Les poissons examinés au cours du présent travail proviennent du lac de barrage d'Ayamé 2 situé dans le sud-est de la Côte d'Ivoire. Après la capture, les bonnes pratiques liées au traitement éthique des animaux ont été respectées. Ainsi, aucune souffrance, ni cruauté n'a été infligée aux poissons. Une fois la cavité abdominale du poisson ouverte, la peau est rabattue sur le côté pour permettre la mise en évidence de l'organisation du tube digestif dans la cavité abdominale. Le tube digestif est isolé dans sa totalité, déroulé et dégagé de l'ensemble des tissus adipeux et des adhérences afin de le photographier. Les cæcums ont été dénombrés et l'intestin a été mesuré au millimètre près. L'œsophage, l'estomac et les cæcums ont été prélevés et fixés individuellement dans un pilulier au moyen du formaldéhyde à 5 % pour la réalisation ultérieure des coupes histologiques. L'intestin a été divisé en intestin antérieur, médian et postérieur [10], avant d'être fixé par le même procédé.

La relation longueur intestin (Li) -longueur standard (LS) a été décrite par la fonction puissance de type: (1) $Li = aLS^b$ avec Li: longueur de l'intestin; a : ordonnée à l'origine; LS: longueur standard et b : coefficient d'allométrie [11], [12], [13].

Le coefficient d'allométrie b a été comparé à la valeur théorique 1 selon [11]. La comparaison du coefficient d'allométrie b à la valeur 1 a été faite à l'aide du test t de Student au seuil de significativité de 5 %. La valeur statistique t du test de Student est donnée par la relation suivante [14]: (2) $t = \frac{b-1}{ES}$ où ES = l'Ecart-type.

ES est donnée par la relation ci-après: (3) $ES = \sqrt{\frac{VAR(Li)}{(VAR(LS))(1-R^2)}} \sqrt{\frac{1}{N-2}}$ où VAR (Li) = variance ou dispersion de Li; VAR (LS) = variance ou dispersion de LS; R^2 = coefficient de détermination; $N-2$ = degré de liberté (ddl). Le degré de liberté exprime le nombre de classes réellement indépendantes. Si la valeur absolue de t ($|t|$) est supérieure ou égale à la valeur critique indiquée par la table de Student alors le coefficient d'allométrie b est significativement différent de 1. Dans le cas contraire b est statistiquement égal à 1. Si $b > 1$ l'allométrie est dite majorante, l'intestin croît plus vite que la longueur standard du poisson. Pour $b < 1$ l'allométrie est dite minorante, l'intestin croît moins vite que la longueur standard du poisson. Et si $b = 1$, alors il y a une isométrie entre les deux variables c'est-à-dire que Li et LS évoluent à la même vitesse [14].

Le coefficient intestinal (CI) défini comme étant le rapport de la longueur de l'intestin (Li) par la longueur standard (LS) [15] a été calculé comme suit: (4) $CI = \frac{Li}{LS}$.

2.2 COUPE HISTOLOGIQUE

La réalisation des coupes histologiques a été faite selon la méthode standard d'histologie et la coloration a été faite à l'hématoxyline et l'éosine. L'observation et les photos ont été réalisées à l'aide d'un microscope optique de type *OLYMPUS CX21* muni d'une caméra.

3 RESULTATS

3.1 MORPHOLOGIE GÉNÉRALE DU TUBE DIGESTIF

L'examen *in toto* du tube digestif de *P. obscura* met en évidence quatre principales parties qui sont: l'œsophage, l'estomac, les cæcums et l'intestin (**Figure 1**).

L'œsophage et l'estomac sont musculieux et à paroi épaisse. Extérieurement, il n'y a pas une limite nette qui sépare l'œsophage de l'estomac. Mais, la limite entre l'œsophage et l'estomac est marquée sur la face interne de la paroi. Les replis sont longitudinaux au niveau de l'œsophage et finissent là où commence l'estomac. La paroi interne de l'estomac est aussi fortement plissée. La branche cardiaque est très développée contrairement à la pylorique qui est beaucoup réduite. Les cæcums sont bien présents au niveau du pylore entre l'intestin et l'estomac. Deux de ces cæcums recouvrent presque toujours la branche cardiaque. Le nombre des cæcums pyloriques n'est pas fixe aussi bien chez les mâles que chez les femelles. Ce nombre varie de 5 à 9 chez les mâles et de 5 à 11 chez les femelles. Le test-t de Student a révélé que le nombre des cæcums diffère significativement en fonction des sexes chez *P. obscura* ($P = 0,03$). L'intestin est rattaché à l'estomac du côté droit c'est-à-dire du côté gauche de l'observateur dans une vue ventrale du poisson. L'intestin est plié en deux, délimitant trois segments. En partant de l'estomac, le premier segment, le plus long, se prolonge dans la cavité abdominale en arrière de l'orifice anal. Le troisième segment est moins long que le deuxième et se poursuit par le rectum qui s'ouvre à l'extérieur par l'orifice anal. La longueur relative moyenne de l'intestin est 0,5417 et 0,5409 chez les mâles et les femelles respectivement. La **figure 2** présente la relation longueur intestin-longueur standard chez les mâles et les femelles. Cette relation est donnée par l'équation $Li = 0,321 \times LS^{1,093}$ pour les mâles et $Li = 0,4063 \times LS^{1,0509}$ pour les femelles. Le test-t de Student révèle que les valeurs de b sont significativement supérieures à 1 ($|t| > 1,96$). Ces valeurs de b indiquent donc que l'allométrie existant entre la longueur de l'intestin et la longueur du poisson est de type positif chez *P. obscura* traduisant une croissance plus rapide de l'intestin par rapport à la longueur standard du poisson.

Les valeurs 0,7031 et 0,6510 de R^2 respectivement chez les mâles et les femelles montrent une corrélation forte entre la longueur de l'intestin et la longueur standard chez *P. obscura*.

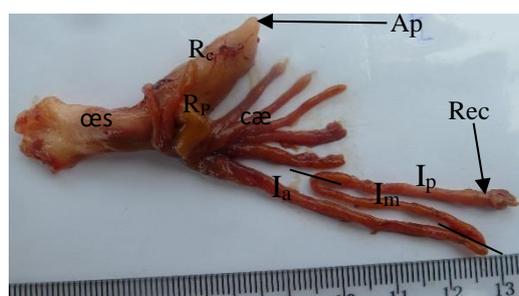


Fig. 1. Vue macroscopique du tube digestif de *P. obscura*

œs: œsophage, **Rc:** région cardiaque, **Rp:** région pylorique, **Ap:** apex, **cæ:** cæcums, **Ia:** intestin antérieur, **Im:** intestin médian, **Ip:** intestin postérieur, **Rec:** rectum

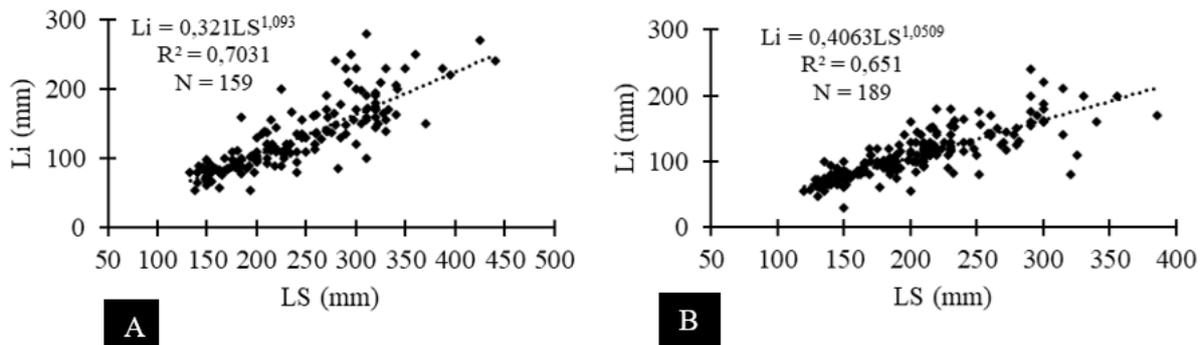


Fig. 2. Relation longueur intestin (Li) -longueur standard (LS) chez les mâles (A) et femelles (B) *P. obscura*

3.2 HISTOLOGIE DU TUBE DIGESTIF

Œsophage: la section transversale montre que, l'œsophage présente de larges villosités orientées dans la lumière œsophagienne (**figure 3A**). La paroi est formée de quatre principales tuniques: la séreuse, la musculuse, la sous-muqueuse et la muqueuse (**figure 3B**). La séreuse est une couche très fine qui enveloppe la musculuse. La musculuse est formée de deux couches de fibres musculaires. La couche externe est constituée de fibres musculaires circulaires et la couche interne est constituée de fibres musculaires longitudinales. Sur la section transversale de l'œsophage, les fibres musculaires longitudinales apparaissent juste en-dessous de la couche externe sous-forme de plusieurs amas de cellules disposés de façon plus ou moins irrégulière dans la sous-muqueuse. La sous-muqueuse est beaucoup plus importante que les autres couches et constitue la majeure partie de la paroi œsophagienne. La sous-muqueuse est très vascularisée et innervée. Au fort grossissement ($G \times 400$), la muqueuse est constituée essentiellement de chorion et de cellules arrondies (cellule en gobelet) disposées, de façon perpendiculairement à la couche épithéliale (**figure 3C**). La couche épithéliale montre deux structures plus ou moins alternées. L'une, riche en cellules épithéliales pavimenteuses, forme la crête des replis de l'épithélium et l'autre au fond, pauvre en cellules épithéliales est une évagination du chorion dans la couche épithéliale.

Estomac: comme dans l'œsophage, la coupe transversale de l'estomac montre des villosités (**Figure 4A**). Les quatre tuniques observées dans la paroi de l'œsophage y sont également présentes. Cependant, la couche interne de la musculuse formée de fibres musculaires longitudinales est absente. La couche musculaire circulaire de la musculuse et la muqueuse sont beaucoup plus épaisses que dans l'œsophage. Contrairement à celui de l'œsophage, l'épithélium gastrique a un aspect uniforme.

Cæcums pyloriques: les cæcums sont caractérisés par une paroi mince constituée de trois tuniques qui sont la séreuse, la musculuse et la muqueuse (**Figure 4B**). La sous-muqueuse y est très réduite voire absente. La musculuse du cæcum est formée uniquement de fibres musculaires circulaires. La muqueuse est profondément divisée en villosités qui se présentent sous forme de lamelles séparées par des cryptes. Des structures globulaires assimilables à des glandes apparaissent dans la paroi cæcale.

Intestin: l'intestin présente une paroi à trois tuniques concentriques (séreuse, musculuse et muqueuse). La muqueuse est plus développée avec des villosités qui varient en nombre et en longueur dans chaque région de l'intestin. La coupe transversale effectuée au niveau de la partie antérieure de l'intestin montre une paroi similaire à celle du cæcum avec présence des structures globulaires dans la paroi (**figure 5A**). Mais, le nombre des structures globulaires est bien plus élevé dans la paroi de l'intestin antérieur. Un peu plus loin, au niveau de la partie médiane de l'intestin, ces structures n'ont pas été observées dans la paroi (**Figure 5B**). La paroi de la partie postérieure de l'intestin est plus épaisse. La séreuse et la musculuse sont plus larges dans cette partie de l'intestin. Les villosités y sont branchues formant des cryptes plus importantes (**Figure 5C**).

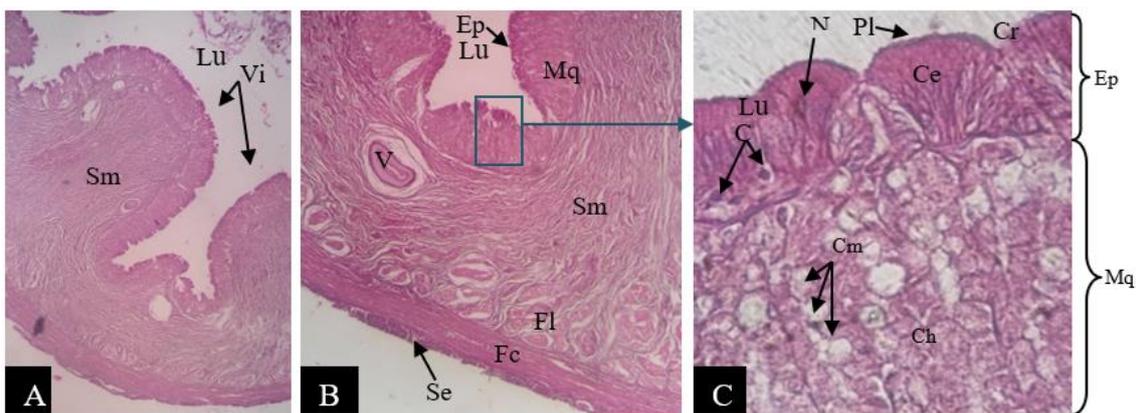


Fig. 3. Coupe transversale de l'œsophage de *P. obscura* (H et E)

A (GX40) et B (GX100); C: Détail de la muqueuse et de l'épithélium (GX400); Ce: Cellule épithéliale; Ch: Chorion; Cm: Cellules de la muqueuse; Cr: Crypte; Cs: Cellules souches de l'épithélium; Ep: Epithélium; Fc: Fibres musculaires circulaires de; Fl: Fibres musculaires longitudinales de la musculature; Lu: Lumière; Mc: Musculeuse, Mq: Muqueuse; N: Noyau de la cellule épithéliale; Pl: Plateau strié; Ser: Séreuse; Sm: Sous-muqueuse; Vi: Villosités; Vs: Vaisseau sanguin.

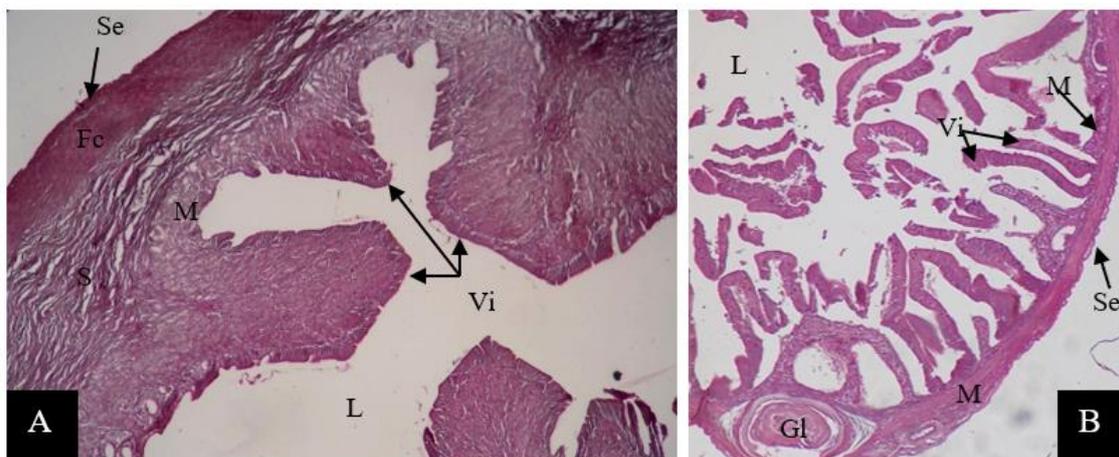


Fig. 4. Coupe transversale de l'estomac (A) et d'un caecum pylorique (B) de *P. obscura*

Grossissement: Gx100; Gl: structure globulaire; Fc: Fibres musculaires circulaire de la musculature; Mq: Muqueuse; Lu: Lumière; Ser: Séreuse; Sm: Sous-muqueuse; Vi: Villosités.

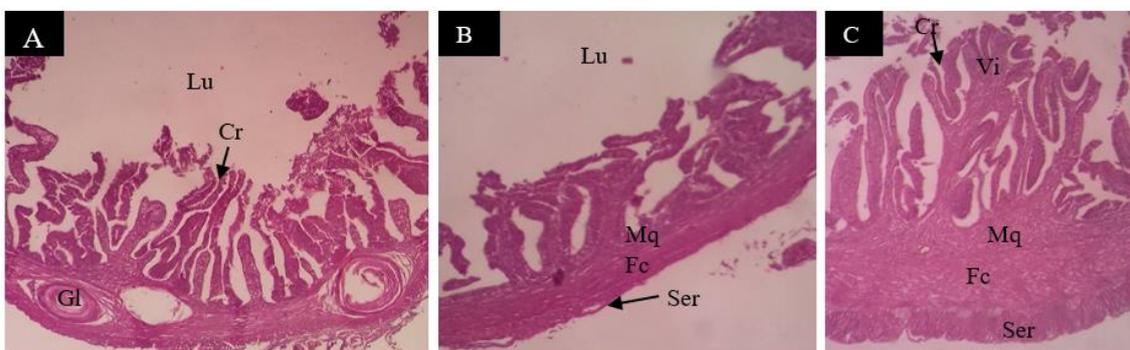


Fig. 5. Coupe transversale de l'intestin de *P. obscura* (H et E)

A: intestin antérieur; B: intestin médian; C: intestin postérieur; Cr: Crypte; Gl: Structure globulaire; Lu: Lumière; Fc: Fibres musculaires circulaires de la musculature; Mq: Muqueuse; Ser: Séreuse; Vi: Villosités.

4 DISCUSSION

L'examen macroscopique du tube digestif de *P. obscura* indique un œsophage et un estomac bien développés à paroi épaisse et musculeuse avec des plis sur la face interne. Une telle morphologie du tube digestif a été observée chez d'autres Channidae tels que *Channa punctata* et *Channa striata* [16]. *Parachanna obscura* est un carnivore et son régime alimentaire est composé essentiellement de poissons [17]. Le type morphologique avec un large estomac est l'une des caractéristiques des poissons carnivores, notamment les piscivores [11], [18], [19]. La présence des plis sur la face interne de l'œsophage et de l'estomac est nécessaire à l'ingestion des proies de grande taille [20]. En effet, les plis internes dans la paroi permettent à l'œsophage et à l'estomac d'être facilement extensibles, permettant ainsi au poisson d'avaler de grosses proies entières et augmentent la surface permettant le mélange efficace des aliments avec le suc gastrique [21].

La longueur relative de l'intestin inférieure à 1 obtenue dans le présent travail montre que l'intestin de *P. obscura* est très court. Ce résultat est conforme à ceux habituellement rapportés dans la littérature pour les carnivores. Ainsi, en se référant aux travaux de [13], la longueur relativement de l'intestin des carnivores est inférieure à 1. Aussi, nos résultats indiquent-ils que la croissance de l'intestin est plus rapide que celle de la longueur standard du poisson. Cette croissance rapide de l'intestin serait liée à la demande en énergie du poisson pendant sa croissance. En effet, la croissance de l'intestin augmente son efficacité et sa capacité à absorber les nutriments nécessaires pour faire face aux besoins énergétiques de l'animal au cours de la croissance de celui-ci [22], [12].

Les cæcums pyloriques sont absents chez plusieurs familles de Téléostéens comme les Cyprinidae, Cyprinodontidae, certains Cichlidae, etc [8]. Quand les cæcums pyloriques sont présents, leur nombre varie selon les espèces. La référence [8] en a dénombré 5 et 8 respectivement chez les mâles et les femelles de *P. obscura*. La présente investigation indique également une variation significative du nombre des cæcums pyloriques en fonction des sexes. Cependant, en raison de l'importance des ramifications observées, ce nombre n'est fixe ni chez les mâles ni chez les femelles. Toutefois, les ramifications des cæcums pyloriques semblent plus accentuées chez les femelles que les mâles. C'est qui explique le nombre élevé des cæcums en faveur des femelles. La variation du nombre des cæcums pyloriques en fonction des sexes pourrait être attribuée selon [11] au caractère pylogénétique de l'espèce.

De nombreuses observations indiquent que la tunique musculeuse chez les Téléostéens est constituée d'une couche de fibres longitudinales externes et d'une couche de fibres circulaires internes [23], [18]; [24]. Cette structure classique de la musculeuse a bien été observée au niveau de la paroi œsophagienne de *P. obscura*. Cependant, la présente étude montre qu'à l'exception de la paroi œsophagienne, la tunique musculeuse du tube digestif de *P. obscura* est caractérisée par une seule couche: la couche musculaire circulaire. La présence d'un seul type de fibres musculaires au niveau de la musculeuse pourrait être une caractéristique du tube digestif des Channidae. En effet, cette même observation a été faite chez d'autres Channidae, en occurrence *Channa punctata* et *Channa striata* [16].

La muqueuse et les plis bien développés au niveau de l'estomac augmentent le séjour de la nourriture dans ce compartiment du tube digestif permettant une digestion mécanique et chimique plus complète des aliments [25]. Selon ces auteurs, les replis stomacaux retardent le passage du bol alimentaire de l'estomac à l'intestin afin de permettre sa digestion complète.

La structure histologique des cæcums pyloriques observée au cours de la présente investigation est similaire à celle de l'intestin antérieur. Cette similarité structurale s'explique par l'hypothèse selon laquelle ces deux parties du tube digestif auraient la même fonction [26], [27], [28]. Selon ces auteurs, les entérocytes de l'intestin antérieur et des cæcums pyloriques des poissons interviendraient dans l'absorption des particules lipidiques.

La différence de structure observée entre les parties antérieure, médiane et postérieure de l'intestin est caractéristique aux poissons téléostéens. Cette différence est due aux fonctions assignées à ces différentes portions de l'intestin. Selon les travaux de [26] et de [29] l'intestin antérieur des Téléostéens est spécialisé dans l'absorption des molécules lipidiques tandis que l'intestin moyen est le lieu d'absorption des macromolécules protéiques. Concernant la partie postérieure, elle est la portion où s'effectuent les échanges d'osmo-régulation. Aussi, le présent travail a-t-il révélé une augmentation de la muqueuse de l'intestin antérieur vers l'intestin postérieur. Le présent résultat est conforme aux résultats obtenus sur trois espèces de carnivore de la famille des Ambassidae par [30] et sur un autre carnivore *Seriola dumerili* par [31]. Ce dernier argumente que la forte concentration des cellules de la muqueuse dans la partie postérieure est due au fait que le mucus serait utilisé comme un lubrifiant pour faciliter la défécation. Ce résultat est aussi en accord avec ceux obtenus par [29] sur le carnivore *Schilbe Mystus*.

5 CONCLUSION

Cette investigation a permis de connaître la morphologie et l'histologie du tube digestif de *P. obscura*. Le tube digestif de ce poisson est constitué de quatre tuniques. Mais la sous-muqueuse est très réduite voire absente au niveau de l'intestin et des cæcums pyloriques. La musculature est de deux couches de fibres musculaires au niveau de l'œsophage et dans le reste du tube digestif elle est formée uniquement de fibres musculaires circulaires. La musculature de l'œsophage et de l'estomac observée au cours de ce travail est en adéquation avec le régime alimentaire rapporté dans la littérature.

REMERCIEMENTS

Les auteurs sont singulièrement reconnaissants à Monsieur Touré Famaga, technicien au Laboratoire d'Anatomie et Cytologie pathologique du Centre Hospitalier et Universitaire de Treichville (Abidjan) pour son aide précieuse pendant la réalisation des coupes histologiques. Les auteurs saluent également les pêcheurs de la ville d'Ayamé pour leur franche collaboration lors de l'échantillonnage.

REFERENCES

- [1] C. A. Bonou et G. G. Teugels, « Révision systématique du genre *Parachanna* Teugels et Daget 1984 (Pisces: Channidae) », *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, vol.18, n° 4, pp. 267-280, 1985.
- [2] G. G. Teugels, C. Lévêque, D. Paugy et K. Traoré, « Etat des connaissances sur la faune ichthyologique des bassins côtiers de Côte d'Ivoire et de l'ouest du Ghana », *Revue Hydrobiologie Tropicale*, vol. 21 n° 3, pp. 221-237, 1988.
- [3] T. Koné, G. G. Teugels, V. N'douba, G. Gooré Bi et E. P. Kouamélan, « Premières données sur l'inventaire et la distribution de l'ichtyofaune d'un petit bassin côtier ouest africain: rivière Gô (Côte d'Ivoire) », *Cybium*, vol. 27, n° 2, pp. 101-106, 2003.
- [4] V. Tan-Tue, « Etude du développement du tube digestif des larves de bar *Dicentrarchus labrax* », *Archives de zoologie expérimentale générale*, vol. 117, n° 4, pp. 493-509, 1976.
- [5] D. N. S. Kpoguè, « Contribution à la domestication de *Parachanna obscura* (Günther, 1861): besoins nutritionnels et densité de mise en charge », Thèse de Doctorat de l'Université d'Abomey Calavi, 2013.
- [6] D. N. S. Kpoguè, H. Gangbazo and E. Fiogbe, « A preliminary study on the dietary protein requirement of *parachanna obscura* (günther, 1861) larvae », *Turkish Journal Fisheries and Aquatic Sciences*, vol.13, pp. 111-117, 2013.
- [7] S. M. Banan Khojasteh and S. Ghodratiya, « Gastric and intestinal morphohistology of *Epinephelus coioides* (Osteichthyes, Serranidae) », *International Journal of Aquatic Science*, vol. 4, n° 2, pp. 83-90, 2013.
- [8] E. P. Kouamélan, G. Gourène, G. G. Teugels, V. N'Douba et D. F. E. Thys Van Den Audenaerde, « Diversité morphologique du tube digestif chez 39 espèces de poissons africains et relation avec la classification ichthyologique », *Journal of African Zoology*, vol. 111, n° 2; pp. 109-119, 1997.
- [9] D. O. Odedeyi, « Digestive Enzymes in the Gut of Snakehead Fish *Parachanna obscura* (Güther, 1861) (Channidae in River Ose South Western Nigeria », *Journal of Fisheries International*, vol. 2, n° 2, pp. 178-181, 2007.
- [10] R. B. Mari, M. M. Rotundo, J. P. Guimaraes and I. M. Andrade, « Morphology of the digestive tract of the Whitemouth croaker *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) (Perciformes: Sciaenidae). *Acta Zoologica* », vol. 98, n° 2, pp. 136-143, 2016.
- [11] P. Geistdoerfer, « Morphologie et histologie de l'appareil digestif des Macrouridae (Téléostéens). I- Morphologie de l'appareil digestif ». *Cybium*, vol. 5 n° 2, pp. 3-44, 1981.
- [12] D. L. Kramer and M. J. Bryant, « Intestine length in the fishes of a tropical stream: 1. Ontogenetic allometry », *Environmental Biology of Fishes.*, vol. 42, pp. 115-127, 1995.
- [13] P. K. Karachle and K. I. Stergiou, « Intestine morphometrics of fishes: a compilation and analysis of bibliographic data », *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, vol. 40 n° 1, pp. 45-54, 2010.
- [14] S. Dhaouadi-Hassen et M. Boumaïza, « Croissance relative de l'endopodite sexuel chez trois populations d'*Atyaephyra desmaresti* (Crustacea, Decapoda, Atyidae) de trois barrages tunisiens (Sidi Salem, Lebna et Sidi Saâd) », *Zoologica Baetica*, vol.16, pp. 3-19, 2005.
- [15] D. Paugy, « Ecologie des poissons tropicaux d'un cours d'eau temporaire (Baoulé, haut bassin du Sénégal au Mali): adaptation au milieu et plasticité du régime alimentaire », *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, vol. 27 n° 2, pp. 157-172, 1994.
- [16] M. Borman, I. Ara, M. Kamrujjaman and M. R. Nabi, « Histo-morphology of the alimentary canal in two freshwater snakehead fish *Channa punctata* and *Channa striata* », *Journal of Fisheries*, vol. 3 n°3, pp. 297-300; 2015.

- [17] Z. M. Gogbé, K. G. Blahoua, E. L. G. Djadji et V. N'Douba, « Habitudes alimentaires de *Parachanna obscura* (Günther, 1861) dans un lac de barrage hydroélectrique ouest-africain: lac d'Ayamé 2, Côte d'Ivoire » *Afrique Sciences*, vol. 13 n°6 pp. 248-260, 2017.
- [18] M. Sinha, « Functional morphology, anatomy and histology of the digestive organs of the catfish *Plotosus canius* Hamilton ». *Indian Academy of Sciences (Animal Sciences.)*, vol. 95, n° 1 pp. 23-44, 1986.
- [19] M. Carrasson, A. Grau, L. R. Dopazo and S. Crespo, « A histological, histochemical and ultrastructural study of the digestive tract of *Dentex dentex* (Pisces, Sparidae) », *Histology and Histopathology*, vol. 21, n° 6, pp. 579-593, 2006.
- [20] R. D. M. Germano, S. R. Stabile, R. D. B. Mari, J. N. B. Pereira, J. R. S. Faglioni and M. H. D. M. Neto, « Morphological characteristics of the *Pterodoras granulosus* digestive tube (valenciennes, 1821) (Osteichthyes, Doradidae)», *Acta Zoologica*, vol. 95 n° 2, pp. 166-175, 2014.
- [21] E. De Felice, A. Palladino, F. M. Tardella, D. Giaquinto, C. M. A. Barone, A. Crasto and P. Scocco, « A morphological, glycohistochemical and ultrastructural study on the stomach of adult Rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* », *European Zoological Journal*, vol. 88, n° 1, pp. 269-278, 2021.
- [22] D. O. Ribble, and M. H. Smith, 1983. Relative intestine length and feeding ecology of freshwater fishes. *Growth*, vol. 47, n°3, pp. 292-300.
- [23] P. Geistdoerfer, « Morphologie et histologie de l'appareil digestif des Macrouridae (Téléostéens). II-Histologie de l'appareil digestif », *Cybiurn*, vol. 5 n° 4, pp. 3-22, 1981.
- [24] V. T. Namulawa, C. D. Kato, E. Nyatia, P. Britz and J. Rutaisire, « Histomorphological description of the digestive system of Nile Perch (*L. niloticus*) », *International Journal of Morphology*, vol. 29, n°3, pp.723-732, 2011.
- [25] M. Silva, M. R. M. Natali and N. S. Hahn, « Histology of the digestive tract of *Satanoperca pappaterra* (Osteichthyes, Cichlidae) », *Acta Scientiarum Biological Sciences*, vol. 34, n°3, pp. 319-326, 2012.
- [26] P. Bergot, A. Solari et P. Luquet, « Comparaison des surfaces d'absorbantes des caeca pyloriques et de l'intestin chez la truite arc-en-ciel (*Salmo gairdneri*, Rich.) ». *Annal d'Hydrobiologie*, vol. 6, pp. 27-43, 1975.
- [27] D. N. Ezeasor and W. M. Stokoe, « Light and electron microscopic studies on the absorptive cells of the intestine, caeca and rectum of the adult rainbow trout *Salmo gairdneri*, Rich », *Journal of Fish Biology*, vol. 18, n°5, pp. 527-544, 1981.
- [28] A. M. Houssain and H. M. Dutta, « Assessment of structural and functional similarities and differences between caeca of the bluegill ». *Journal of Fish Biology*, vol. 53 n°6, pp. 1317-1323, 1998.
- [29] I. A. Fawzy, A. A. N. Suzan and A. A. E. G. Fawzia, 2008. Comparative study on the intestine of the *Schilbe Mystus* and *Labeo Niloticus* in correlation with their feeding habits. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, vol. 12, n° 4; pp. 275-309, 2008.
- [30] T. J. Martin and S. J. M. Blader, « Morphology and histology of the alimentary tract of the Ambassidae (Cuvier) (Teleostei) in relation to feeding ». *Journal of Morphology*, vol.182, n° 3, pp. 295-305, 1984.
- [31] A. Grau, S. Crespo, M. C. Sarasquete and M. L. Gonzalez De Canales, « The digestive tract of the amberjack *Seriola dumerili*, Risso: light and scanning electron microscope study ». *Journal of Fish Biology*, vol. 41, n°2, pp. 287-303, 1992.