

## Hétérogénéité du système branchial de *Barbus martorelli* Roman, 1971 (*Poisson Cyprinidae*) et modèle de croissance

Charles Félix BILONG BILONG\* et Jeannette TOMBI

Laboratoire de Biologie Générale, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I, B.P 812 Yaoundé Cameroun.

### RESUME

L'étude du biotope des ectoparasites branchiaux du poisson Cyprinidae *Barbus martorelli* a été menée en tenant compte du nombre de filaments branchiaux des différents arcs (holobranchies) et hémibranchies, de leurs surfaces ainsi que de la surface de l'arc osseux. Elle a montré une hétérogénéité de ce système branchial qui est liée à la taille (ou âge) des individus. L'arc IV est apparu toujours plus petit et, à l'exception de l'arc I, les nombres de filaments sont chaque fois inégaux entre les deux hémibranchies d'un même arc.

**Mots clés :** *Barbus martorelli*, branchie, biotope, structure, modèle de croissance.

### ABSTRACT

A study of the biotope of gill ectoparasites of the Cyprinidae fish *Barbus martorelli* was carried out. Parameters taken into consideration included the number of filaments on different arches (holobranchs), their surface areas as well as that of the bone arches. The study revealed a heterogeneity of this gill system which correlated with the length (or age) of the individuals. For the different parameters considered, arch IV yielded the smallest values. With the exception of arch I, the number of gill filaments were always different between the two hemibranchs of the same arch.

**Key-word:** *Barbus martorelli*, gill, biotope, structure, growth model.

---

\* Correspondance à : BILONG BILONG ;  
E-mail : bilong\_bilong@yahoo.com  
Tel. 998-65-45

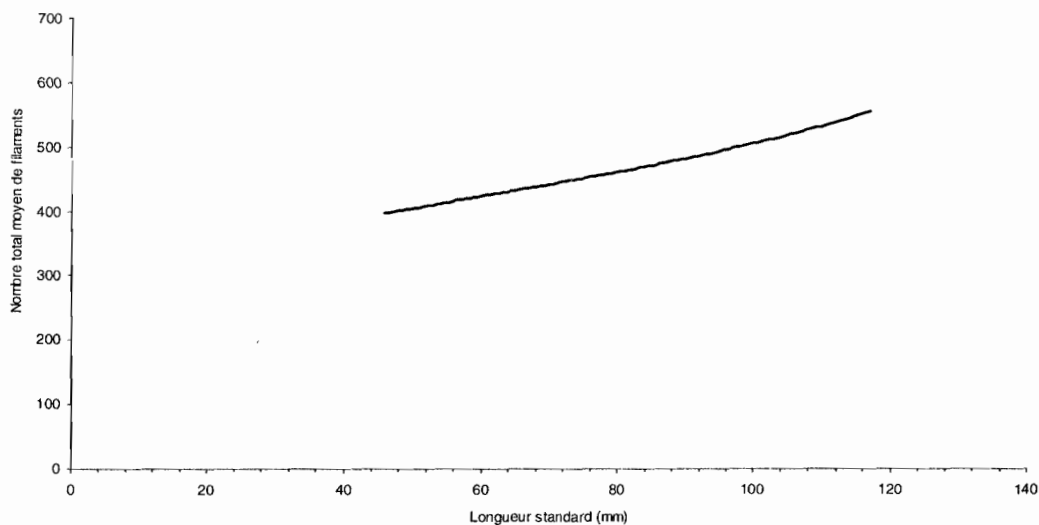
## INTRODUCTION

Les branchies des poissons constituent pour les ectoparasites un biotope de premier choix, puisqu'elles sont dotées d'un épithélium fin richement approvisionné en sang pour les échanges respiratoires et parce qu'elles offrent une surface relativement grande et riche en particules alimentaires (Fernando & Hanek, 1976). Depuis des décennies le système branchial des poissons est devenu un vaste champ favorable à l'étude des communautés parasitaires (Smith, 1969 ; Cloutman, 1974 ; Rohde 1977 & 1979 ; Hanek & Fernando, 1978 ; Holmes, 1979 & 1987 ; Rohde & Watson, 1985 ; Silan & Maillard, 1986 & 1990 ; Silan *et al.*, 1987 ; Guégan, 1990 ; Reversat *et al.*, 1991 et Bilong Bilong *et al.*, 1999). Pour les organismes libres déjà, Barbault (1981 & 1992) indique que la structure du biotope révèle dans la majorité des cas une hétérogénéité des systèmes écologiques qui s'inscrit dans le temps (et même dans l'espace), et qui influence la diversité spécifique et la structure fonctionnelle des peuplements. Au niveau des communautés parasitaires, Roubal (1987), Silan *et al.* (1987), Bilong Bilong (1995), Caltran & Silan (1996) et Bilong Bilong *et al.* (1999) ont mis en évidence l'hétérogénéité du biotope branchial des poissons étudiés et sa grande complexité en fonction du temps (ou âge) de l'individu hôte et partant recommandent [pour une meilleure connaissance de la dynamique des populations et de la structure (distribution des parasites à travers les branchies et interactions biotiques) des peuplements des ectoparasites de poissons], qu'on prenne toujours en compte cette variabilité spatio-temporelle du système branchial. En prélude à l'étude de la biologie de la xénocommunauté branchiale de *B. martorelli* (poisson Cyprinidae), ce travail a pour objectif

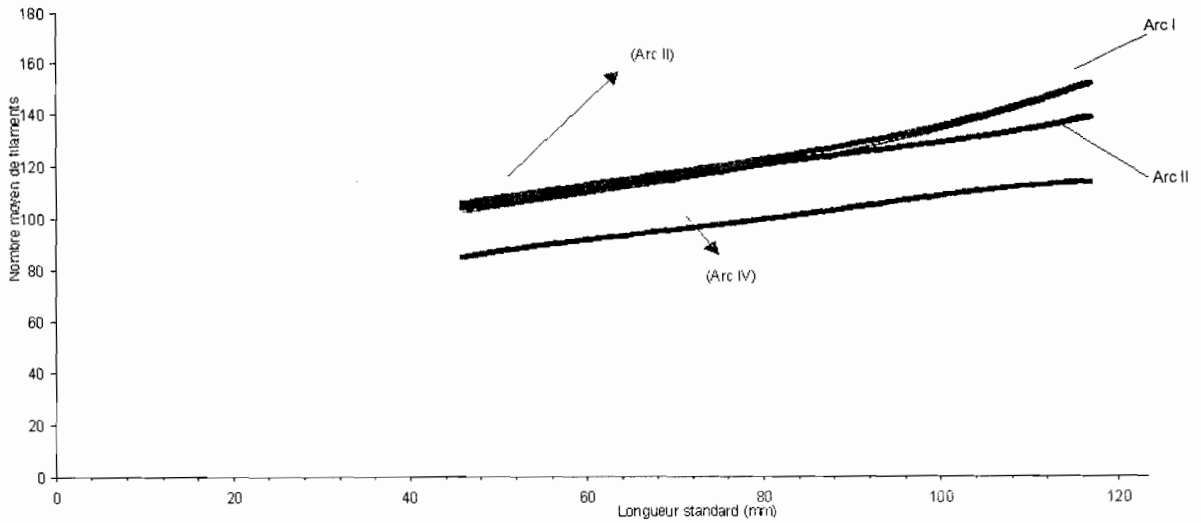
d'analyser la structure du biotope des parasites concernés.

## MATERIEL ET METHODES

Les spécimens de *Barbus martorelli* ont été capturés au filet épervier dans la rivière Foulou (sous-affluent de la Sanaga) aux environs de Yaoundé. Dès la sortie de l'eau, les poissons ont été fixés et conservés suivant la technique décrite par Bilong Bilong (1995) et Bilong Bilong *et al.* (1999). Le système branchial de *B. martorelli* est formé de quatre paires d'holobranchies numérotées de I à IV dans le sens antéro-postérieur ; mais en raison de la symétrie bilatérale, un seul côté du corps (gauche ou droit) de chaque poisson a été considéré dans l'analyse. L'étude de l'évolution du nombre de filaments branchiaux en fonction de la taille du poisson a porté sur 210 spécimens et celle des surfaces branchiales (au niveau des filaments primaires) sur 32 individus ne présentant aucun dommage au niveau de ces organes. Les poissons de longueur standard inférieure à 30 mm n'ont pas pu être échantillonnés parce que passant facilement à travers la maille (1cm x 1cm) du filet. Les courbes moyennes de croissance du nombre de filaments branchiaux, de la surface colonisable (par les parasites) et les équations correspondantes ont été rendues par un programme de maximum de vraisemblance (MLP) installé dans le logiciel Word 2000. La comparaison des moyennes a été faite par le test de l'analyse de variance à un facteur, suivi en cas de différence significative par le test t de Student comparant deux moyennes (Sokal & Rohlf, 1981). Le niveau de signification retenu pour ces analyses est  $P < 0,05$ . Les termes infra recrui population et xénocommunauté sont définis respectivement selon Margolis *et al.* (1982) et Combes (1995).



**Figure 1:** Evolution du nombre total moyen des filaments en fonction de la taille du poisson.



**Figure 2:** Evolution du nombre moyen de filaments d'une holobranchie ( $A_i$ ) en fonction de la taille du poisson.

**RESULTATS**

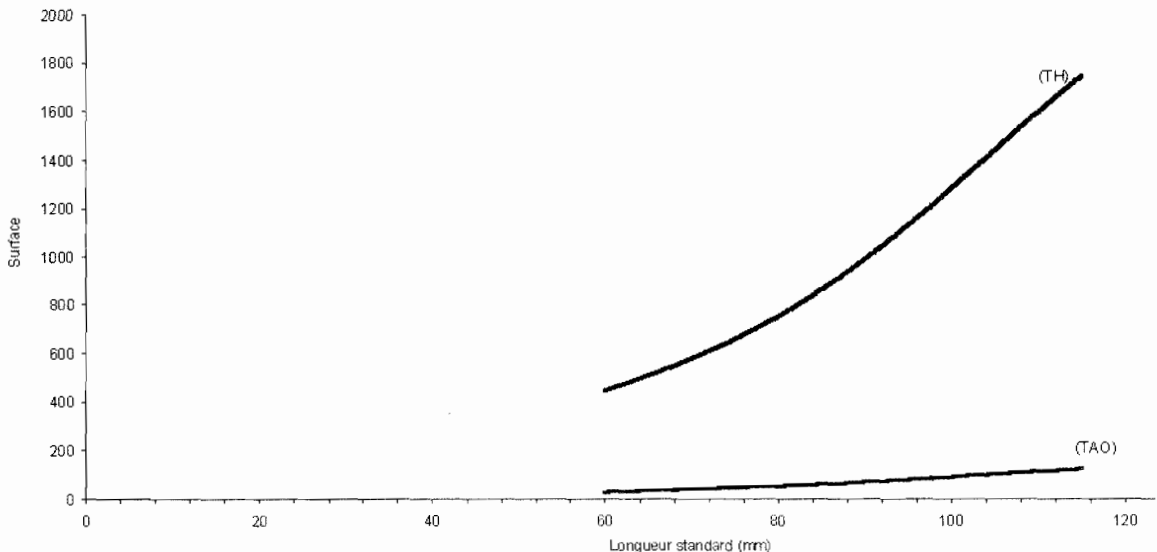
**I – EVOLUTION DU NOMBRE DE FILAMENTS BRANCHIAUX**

Le nombre total moyen de filaments d'une part et par holobranchie d'autre part augmentent progressivement avec la taille (l'âge) du poisson ( Figures 1 et 2). Au cours de la croissance de *Barbus martorelli*, l'arc IV porte toujours le plus petit nombre de ces structures. Jusqu'à la taille  $LS = 80mm$  environ, le nombre moyen de filaments sur les trois arcs antérieurs diffère très peu. Au-delà, l'arc II domine de plus en plus de l'arc I. Le tableau I donne les équations qui décrivent les profils de croissance du nombre moyen de filaments total d'un individu par holobranchie. L'analyse montre que le nombre moyen de filaments par holobranchie diminue selon le modèle suivant  $A_{II} > A_I = A_{III} > A_{IV}$ .

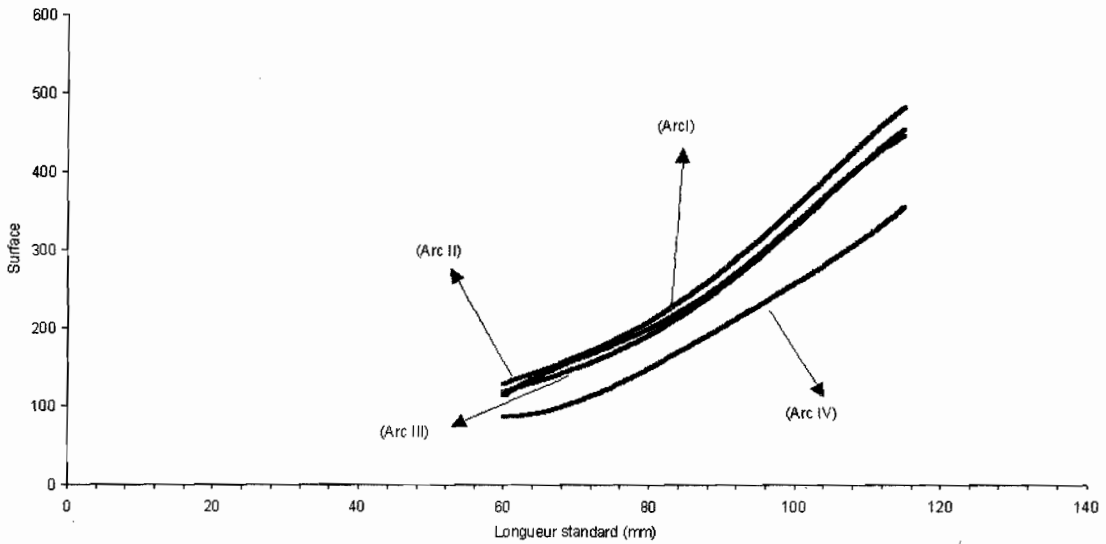
A l'exception de l'arc I où la différence des nombres moyens de filaments est statistiquement non significative ( $P > 0,05$ ) entre les deux hémibranchies, l'hémibranchie antérieure porte toujours plus de filaments branchiaux que l'hémibranchie postérieure. Les équations qui décrivent la croissance du nombre moyen de filaments d'une hémibranchie quelconque en fonction de la taille du poisson sont reportées au tableau II. La comparaison des nombres moyens des filaments entre hémibranchies du système branchial de *B. martorelli* a permis d'obtenir le modèle de décroissance suivant :  $A_{II} > A_{III} > P_I = A_I > P_{II} > A_{IV} = P_{III} > P_{IV}$ .

**II – EVOLUTION DES SURFACES BRANCHIALES ET OSSEUSES**

La surface branchiale totale moyenne augmente rapidement au cours de la croissance de *B. martorelli*



**Figure 3:** Evolution des surfaces totales branchiale (IH) et osseuse (TAO) en  $mm^2$  en fonction de la taille du poisson.



**Figure 4:** Evolution de la surface d'une holobranchie (Ai) en fonction de la taille du poisson .

(Figure 3). Ainsi, pendant que la taille (LS) passe du simple au double, la surface est elle multipliée par un facteur d'environ 4,5. Quant à l'évolution de la surface osseuse totale (Figure 3), elle croît très lentement avec la taille du poisson. Les équations qui décrivent ces deux profils sont respectivement :

$$Y_1 = -0,0001 LS^4 + 0,0401LS^3 - 4,6287LS^2 + 239,72LS - 4359 \quad R^2 = 0,944, \text{ et}$$

$$Y_2 = -2.10^{-5} LS^4 + 0,0074LS^3 - 0,9331LS^2 + 52,073LS - 1064,3 \quad R^2 = 0,8756.$$

Le profil de l'évolution de la surface d'une holobranchie donnée (estimée au niveau des filaments primaires) est similaire à celui rapporté pour la surface totale. Lorsque la taille du poisson double, cette surface colonisable par les parasites est multipliée par un facteur de l'ordre de 4,5 à 5 en fonction de l'arc (Fig-

ure 4). Pour les classes de taille de *B. martorelli* concernées dans ce travail , l'arc IV présente toujours la plus petite aire exploitable. Le tableau III résume les équations qui décrivent les différents profils de croissance des surfaces moyennes par holobranchie. La comparaison des surfaces moyennes inter-arcs permet de déduire que l'ordre décroissant des aires colonisables des arcs est  $A_{II} = A_I = A_{III} > A_{IV}$ . De plus les surfaces des deux hémibranchies (antérieure et postérieure) de chaque arc et de la zone osseuse correspondante présentent (en fonction de la taille du poisson) des profils similaires à ceux des holobranchies (pour la partie filamentaire Figure 4), et à celui de l'arc osseux (pour la partie osseuse Figure 3). Les équations qui décrivent la croissance des aires colonisables (par les parasites) en fonction de la taille du poisson sont consignées dans le tableau IV. Pour tout arc, les sur-

**Tableau I:** Variation et équations de croissance du nombre moyen de filaments total et par holobranchie

ARC	EQUATION	NOMBRE MOYEN DE FILAMENTS (ECART-TYPE)
I	$Y=2.10^{-6} LS^4 - 0,0006LS^3 + 0,0698LS^2 - 2,8128LS + 137,98 ; R^2 = 0,5813$	117,26 (7,41)
II	$Y=2.10^{-6} LS^4 - 0,0006LS^3 + 0,0698LS^2 - 2,8128LS + 137,98 ; R^2 = 0,5813$	119,7 (8,46)
III	$Y=5.10^{-7} LS^4 - 8.10^{-5} LS^3 + 0,0023LS^2 + 0,5982LS + 78,584 ; R^2 = 0,6954$	116,64 (9,18)
IV	$Y=4.10^{-7} LS^4 - 5.10^{-5} LS^3 + 0,0009LS^2 - 0,5605LS + 77,243 ; R^2 = 0,6917$	96,95 (7,07)
<b>TOTAL</b>	$Y=5.10^{-7} LS^4 + 10^{-5} LS^3 + 0,0153LS^2 + 3,1469LS + 280,8 ; R^2 = 0,692$	

**Tableau II:** Equations de croissance du nombre de filaments par hémibranchie. A= hémibranchie antérieure, P = hémibranchie postérieure.

ARC		EQUATION	NOMBRE MOYEN DE FILAMENTS (ECART-TYPE)
I	A	$Y = -7.10^{-7} LS^4 + 0,0002LS^3 - 0,0232LS^2 + 1,3833LS + 19,878 ; R^2 = 0,5262$	58,5 (3,69)
	P	$Y = -7.10^{-7} LS^4 + 0,0002LS^3 - 0,0232LS^2 + 1,3833LS + 19,878 ; R^2 = 0,5262$	58,72 (3,82)
II	A	$Y = -10^{-6} LS^4 + 0,0004LS^3 - 0,05538LS^2 + 3,221LS - 15,06 ; R^2 = 0,6737$	62,26 (4,31)
	P	$Y = 2.10^{-6} LS^4 + 0,0006LS^3 + 0,0652LS^2 + 3,0626LS + 100,56 ; R^2 = 0,6708$	57,46 (4,42)
III	A	$Y = 3.10^{-7} LS^4 - 2.10^{-5} LS^3 - 0,0027LS^2 + 0,5995LS + 33,383 ; R^2 = 0,6687$	61,42 (4,44)
	P	$Y = 3.10^{-7} LS^4 - 2.10^{-5} LS^3 - 0,0027LS^2 + 0,5995LS + 33,383 ; R^2 = 0,6687$	55,10 (5,06)
IV	A	$Y = -3.10^{-6} LS^4 + 0,0009LS^3 - 0,1049LS^2 + 5,2697LS - 48,237 ; R^2 = 0,4947$	55,85 (3,86)
	P	$Y = 3.10^{-7} LS^4 - 7.10^{-5} LS^3 + 0,006LS^2 + 0,0467LS + 25,902 ; R^2 = 0,4064$	41,10 (3,65)

faces moyennes des hémibranchies antérieure et postérieure se révèlent statistiquement égales ( $p > 0,05$ ). La comparaison des aires de l'ensemble des hémibranchies du système branchial de *B. martorelli* permet de ressortir le modèle de décroissance ci-après :  $P_{II} = P_I = A_{II} = A_{III} = P_{III} = A_I > A_{IV} = P_{IV}$ . Le calcul des valeurs moyennes des surfaces osseuses des différents arcs et leur comparaison 2 à 2 conduit à construire le modèle de décroissance des aires suivant :  $I = II = III > IV$ .

**DISCUSSION ET CONCLUSION**

Notre étude du biotope branchial de *B. martorelli* tient compte de trois paramètres essentiels à savoir le nombre moyen de filaments (par holobranchie et par hémibranchie), la surface branchiale moyenne (par holobranchie et par hémibranchie) enfin la surface osseuse des arcs. Dans l'ensemble, il est apparu deux principaux faits saillants de cette analyse. Pour ce qui est de l'abondance des filaments, les arcs II et IV en sont respectivement plus et moins riches, et le modèle

de décroissance est le suivant :  $II > I = III > IV$ . A l'échelle d'observation de l'hémibranchie, ce travail a montré que les hémibranchies antérieures portent toujours plus de filaments que leurs homologues postérieures, exception faite de l'arc I. Pour ce qui est de la surface branchiale, elle ne varie pas significativement entre les trois arcs antérieurs mais celle de l'arc IV est toujours plus petite, soit le modèle :  $II = I = III > IV$ . Toutefois, au niveau d'un arc (ou holobranchie) donné, on n'observe pas d'effet hémibranchie pour ce paramètre. Quant à la variation de la surface osseuse, elle suit pratiquement le modèle précédent :  $I = II = III > IV$ .

Bien que ces résultats présentent certaines particularités liées à l'espèce de poisson, ils s'apparentent à ceux d'autres auteurs. Ainsi, chez *Dicentrarchus labrax* (Moronidae), Silan et al. (1987) montrent que le nombre de filaments branchiaux et les surfaces branchiales décroissent dans le sens antéro – postérieur (I, II, III, IV), les hémibranchies antérieure et postérieure d'un

**Tableau III:** Variation et équations de croissance de la surface moyenne par holobranchie.

ARC	EQUATION	SURFACE MOYENNE en mm <sup>2</sup> (ECART-TYPE)
I	$Y = -8.10^{-5} LS^4 + 0,029LS^3 - 3,6974LS^2 + 205,97LS - 4180 ; R^2 = 0,9077$	249,375 (90,05)
II	$Y = -4.10^{-5} LS^4 + 0,0122LS^3 - 1,4227LS^2 + 73,734LS - 1339,3 ; R^2 = 0,9622$	264,19 (95,00)
III	$Y = -4.10^{-5} LS^4 + 0,0124LS^3 - 1,4346LS^2 + 73,734LS - 1328,9 ; R^2 = 0,9192$	244,19 (92,85)
IV	$Y = 4.10^{-5} LS^4 - 0,0139LS^3 + 1,9259LS^2 - 113,73LS + 2489,6 ; R^2 = 0,9012$	189,28 (74,69)

même arc étant équivalentes pour ces deux variables. Chez *Liza ramada* (Mugilidae), Caltran & Silan (1996) révèlent les faits suivants : les hémibranchies antérieures (arcs II et III) et postérieure (arc IV) ont respectivement le plus grand et le plus petit nombre de filaments branchiaux, alors que les hémibranchies postérieures (arcs II et IV) ont respectivement la plus grande et la plus petite surface branchiale soit le modèle de décroissance  $P_{II}, P_P, P_{III}, A_P, A_{II}, A_{III}, A_{IV}$  et  $P_{IV}$ . Dans le cas d'*Hemichromis fasciatus* (Cichlidae), Bilong Bilong et al. (1999) montrent également que (a) les arcs II et IV sont respectivement les plus et moins riches en filaments branchiaux mais avec le modèle de décroissance suivant  $II > III > I > IV$ ; et (b) pour un arc donné l'hémibranchie antérieure porte plus de filaments branchiaux que son homologue postérieure, exception faite pour l'arc III où il y a équipartition de ces structures entre hémibranchies. Pour ce qui est des surfaces ces derniers auteurs notent que l'hémibranchie antérieure est respectivement plus, moins et autant étendue que l'hémibranchie postérieure pour les arcs III, IV, I et II. Quant à l'évolution de la surface osseuse, à l'état actuelle de nos recherches nous ne disposons d'aucune donnée nous permettant une quelconque comparaison..

Notre analyse menée chez *B. martorelli* (Cyprinidae) montre que le système branchial de ce poisson se modifie au cours de sa croissance pour ce qui concerne le nombre de filaments et les surfaces branchiales et osseuses. Chez un individu, l'arc IV est toujours plus

petit en tout point de vue, les trois premiers arcs ne paraissant équivalents que pour la surface moyenne. Ces données traduisent l'existence d'une hétérogénéité du système branchial de *B. martorelli*. Si les filaments branchiaux sont plus abondants sur l'arc II que sur l'arc I, leur longueur est plus grande sur ce dernier où le surplus de tissu compense le déficit d'aire causé par le nombre de filaments en sus de l'arc I. Un tel phénomène a été observé chez *H. fasciatus* entre l'arc III et l'arc I (Bilong Bilong, 1995). Chez *B. martorelli* cette explication justifie l'égalité des surfaces des deux hémibranchies des arcs II à IV, alors qu'elles ont des abondances de filaments différentes.

Pour une taille donnée *B. martorelli* (comparé à *D. labrax*, *L. ramada*, et à *H. fasciatus*) offre toujours moins de filaments branchiaux et une plus petite surface colonisable. Notons que la taille maximale (LS : longueur standard) décrite est plus petite chez ce Cyprinidae soit 98mm (Levêque & Daget, 1984) contre 1m pour *D. labrax* (Tortonese, 1986), 50 cm pour *L. ramada* (Ben-Tuvia, 1986), 204 mm pour *H. fasciatus* (Teugels & Thys van den Audenaerde, 1992). Les données acquises sur l'analyse de la structure du biotope branchial de *B. martorelli* nous paraissent d'une grande importance et donc indispensables dans l'étude en cours de la structure des infra-communautés parasitaires branchiales (monogènes et myxosporidies) de ce poisson et sur leur dynamique. Les équations des profils obtenus sont toutes polynomiales ; or, la croissance du nombre de filaments en fonction de la

**Tableau IV:** Equations de croissance de la surface d'une hémibranchie et de la zone osseuse par arc. A= hémibranchie antérieure, P = hémibranchie postérieure, OS = arc osseux.

ARC	EQUATION	SURFACE MOYENNE en mm <sup>2</sup> (ECART-TYPE)
I	A $Y = -4.10^{-5} LS^4 + 0,0144LS^3 - 1,858LS^2 + 105,72LS - 2184,8 ; R^2 = 0,8997$	119,53 (44,69)
	P $Y = -4.10^{-5} LS^4 + 0,015LS^3 - 1,839LS^2 + 100,25LS - 1995,5 ; R^2 = 0,8939$	129,84 (46,04)
	OS $Y = -6.10^{-6} LS^4 + 0,0021LS^3 - 0,2623LS^2 + 14,457LS - 292,82 ; R^2 = 0,8456$	18,75 (7,78)
II	A $Y = -2,10^{-6} LS^4 + 0,0006LS^3 - 0,0105LS^2 - 2,3231LS + 144,28 ; R^2 = 0,9632$	129,10 (47,10)
	P $Y = -3,10^{-5} LS^4 + 0,0116LS^3 - 1,4122LS^2 + 76,063LS - 1483,6 ; R^2 = 0,9542$	135,10 (48,13)
	OS $Y = -2,10^{-5} LS^4 + 0,0079LS^3 - 0,9945LS^2 + 54,928LS - 1118,3 ; R^2 = 0,7801$	17,94 (7,86)
III	A $Y = -3,10^{-5} LS^4 + 0,0081LS^3 - 0,9214LS^2 + 45,833LS - 795,05 ; R^2 = 0,8971$	123,47 (47,51)
	P $Y = -9,10^{-5} LS^4 + 0,0032LS^3 - 0,3701LS^2 + 19,697LS - 361,05 ; R^2 = 0,9349$	120,75 (45,66)
	OS $Y = -5,10^{-6} LS^4 + 0,0017LS^3 - 0,2114LS^2 + 11,587LS - 231,4 ; R^2 = 0,822$	16,20 (6,25)
IV	A $Y = 2,10^{-5} LS^4 - 0,0063LS^3 + 0,8547LS^2 - 49,587LS + 1069,8 ; R^2 = 0,8923$	87 (33,14)
	P $Y = 2,10^{-5} LS^4 - 0,0076LS^3 + 1,0712LS^2 - 64,14LS + 1419,7 ; R^2 = 0,9041$	86,90 (33,14)
	OS $Y = 10^{-5} LS^4 - 0,0043LS^3 + 0,5352LS^2 - 28,8999LS + 578,31 ; R^2 = 0,6745$	12,97 (5,61)

taille du poisson est d'un modèle exponentiel chez *D.labrax* (Silan *et al.*, 1987), *H.fasciatus* (Bilong Bilong, 1995 et Bilong Bilong *et al.*, 1999) et *L.ramada* (Caltran & Silan 1996). L'acquisition de *Barbus* de taille LS<30 mm (grâce par exemple à la pêche électrique) pourrait donc modifier ces équations.

#### REMERCIEMENTS :

Nous disons notre profonde gratitude au Dr. Gilbert Mbianda, Chargé de cours au Département de Mathématiques (FS/YUI) pour son assistance technique pendant l'élaboration des profils de croissance.

#### REFERENCES

- 1- BARBAULT, R., 1981- *Ecologie des populations et des peuplements*. Masson, Paris :200P.
- 2- BARBAULT, R., 1992 – *Ecologie des peuplements – structure, dynamique et évolution*. Masson, Paris :273p.
- 3- BEN-TUVIA, A., 1986-Mugilidae in *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean*. Vol III. Ed. P.J.P.Whitehead, M.-L. Bauchot, J.-C. Hureau, J.Nielsen, E.Tortonese. UNESCO : 1197-1204.
- 4- BILONG BILONG, C.F.,1995 –Les monogènes parasites des poissons d'eau douce du Cameroun : biodiversité et spécificité ; biologie des populations inféodées à *Hemichromis fasciatus*. Thèse Doctorat d'Etat . Université de Yaoundé I : 341p.
- 5- BILONG BILONG, C.F., Le POMMELET, E.,& SILAN, P.,1999-The gills of *Hemichromis fasciatus*. Peters, 1958 (Teleostei, Cichlidae), a biotope for ectoparasites : structure, heterogeneity and growth models. *Ecologie*. **30** (2):125-130.
- 6- CALTRAN, H., & SILAN, P.,1996-Gill filaments of *Liza ramada*, biotope for ectoparasites : surface area acquisition using image analysis and growth models. *J.Fish.Biol.* **49** : 1267-1279.
- 7- CLOUTMAN, D.G. , 1974-Parasite community structure of Largemouth Bass, warmouth, and bluegill in lake Fort Smith, Arkansas. *Trans. Amer. Fish.Soc* : **104** (2) : 277 –283.
- 8- COMBES, C., –1995 *Interactions durables. Ecologie et évolution du parasitisme*. Collection d'écologie, n°26. Paris. Ed. Masson : 524 p.
- 9- FERNANDO, C. H., & HANEK, C., 1976 –Gills *In, Ecological aspects of parasitology. Kennedy. C.R* (Ed) :209-226.
- 10- GUEGAN, J-F.,1990-Structures des peuplements parasitaires : le modèle monogène des Cyprinidea Ouest- africains. Thèse de Doctorat . Académie de Montpellier . Université Montpellier II, Sciences et Techniques du Languedoc : 211p .
- 11- HANEK, G., & FERNANDO, C.H., 1978- Spatial distribution of gill parasites of *Lepomis gibbosus* (L) and *Ambloplites rupestris* (Raf) . *Can. J. Zool.* , **56** : 1235-1240.
- 12- HOLMES, J.C., 1979- Parasite populations and host community structure. Academic Press , Inc . University of Alberta, Canada : 27-46.
- 13- HOLMES, J.C., 1987- The structure of Helminth communities. *Inter. J.Parasitol.* **17**(1) :203-208.
- 14- LEVÊQUE, C., DAGET, J., 1984- Cyprinidae in *Check-list of the freshwater fishes of Africa*. Ed. Daget, JP. Gosse and D.F.E. Thys van den Audenaerde. ORSTOM- Paris / MRAC-Tervuren :217-342.
- 15- MARGOLIS, L., ESH, G. W., HOLMES, J. C., KURIS, A. M. & SCHAD, G. A., 1982- The use of the ecological terms in parasitology (Report of an ad hoc committee of the American Society of parasitologists) . *J. Parasitol.* **68** (1) : 131-133.
- 16- REVERSAT, J., SILAN, P., & MAILLARD, C., 1991- Structure of monogenean populations , ectoparasites of the gilthead sea bream *Sparus aurata*. *Mar. Biol.* **112**: 43-47
- 17- ROHDE, K.,1977 - A non competitive mechanism responsible for restricting niches. *Zool .Anz* . **199** :164-172.
- 18- ROHDE, K., 1979- A critical evaluation of intrinsic and extrinsic factors responsible for niche restriction in parasite . *Amer. Natur.* **144**:648-671.
- 19- ROHDE, K., & WATSON, N. A. ; 1985- Morphology, microhabitats and geographical variation of *Kuhnia* Spp. (Monogenea : polyopisthocotylea). *Int .J.parasitol.* **15** (5) : 569-586.

- 20- ROUBAL, F. R., 1987 – Gill surface area and its components in the yellowfin Bream, *Acanthopagrus australis* (Günther) (pisces : sparidae). *Aust. J. Zool.*, **35**:25-64.
- 21- SILAN, P., & MAILLARD, C., 1986- Structure spatiale et temporelle des populations naturelles d'helminthes parasites de poisson : Le modèle Bar-*Diplectanum*. *Coll. Nat. CNRS « Biologie des populations »* : 215-216.
- 22- SILAN, P., & MAILLARD, C., 1990- Comparative structures and dynamics of some populations of helminths, parasites of fishes : the sea bass-*Diplectanum* model. *Acta Oecologica* **11** (6) : 857-874.
- 23- SILAN, P., EUZET, L., MAILLARD, C. & CABRAL, P., 1987- Le biotope des ectoparasites branchiaux des poissons : facteurs de variations dans le modèle bar-monogènes. *Bul. Ecol.*, **18** (4) : 383-391.
- 24- SMITH, J. W., 1969- The distribution of one monogenean and two copepod parasites of Whiting *Merlangus merlangus* (L.) caught in british waters. *Nytt. Mag. Zool.*, **17**: 57-63.
- 25- SOKAL, R. R. & ROHLF, F. J., 1981- *Biometry the principles and practice of statistics in biological research*. 2<sup>e</sup> Ed. Freeman, WH and company, New York : 859p.
- 26- TEUGELS, G.G., THYS VAN DEN AUDENAERDE, F.E., 1992- Cichlidae in *Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest*. Tome 2. Ed. C. Levêque, D.Paugy, G.G. Teugels. MRAC. Tervuren Belgique, ORSTOM. Paris-France. *Faune tropicale* **28** : 714-779.
- 27- TORTONESE, E., 1986- Moronidae in *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean* Vol II. Ed. P.J.P. Whitehead, M.-L. Bauchot, J.-C. Hureau, J. Nielsen, E. Tortonese. UNESCO 793-796.

Received: 22/08/2003

Accepted: 26/12/2004