

**UNIVERSITÉ DE YAOUNDE I**  
*UNIVERSITY OF YAOUNDE I*

**FACULTÉ DES SCIENCES**  
*FACULTY OF SCIENCES*



**DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE ANIMALES**  
*DEPARTMENT OF ANIMAL BIOLOGY AND PHYSIOLOGY*

**LABORATOIRE DE PARASITOLOGIE ET ECOLOGIE**  
*LABORATORY OF PARASITOLOGY AND ECOLOGY*

**Étude de quelques aspects bio-écologiques des  
monogènes parasites branchiaux de *Phenacogrammus  
major* (Boulenger, 1903) de la rivière Akono à Binguéla**

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master en Biologie des  
Organismes Animaux**

**Option:** Parasitologie et Écologie

Par

**ONANA NGONO Michel Thierry**

**Matricule:** 10Q0574

*Licencié ès-Sciences*

Sous la direction du

**Dr TOMBI Jeannette Épouse BOLL**

*Chargé de cours*

**Année académique 2015**

UNIVERSITE DE YAOUNDE  
UNIVERSITY OF YAOUNDE I



FACULTE DES SCIENCES  
FACULTY OF SCIENCE

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ET  
PHYSIOLOGIE ANIMALES  
BP 812 – Tél : (237) 222-56-59  
Fax : (237) 233-46-96  
CAMEROUN

### ATTESTATION DE CORRECTION

Conformément à l'autorisation de soutenance de Master N° 067 – 016/UYI/CRFD/URFD-SV/NY/16 de Monsieur le coordonnateur du CRFD-SVSE, le mémoire intitulé « Étude de quelques aspects bioécologiques des monogènes parasites branchiaux de *Phenacogrammus major* (Boulenger, 1903) de la rivière Akono à Binguéla » a été présenté le vendredi 13 Mai 2016 par l'étudiant ONANA NGONO Michel Thierry, Matricule 10Q0574. Le document final a été corrigé suivant les recommandations du jury.

En foi de quoi la présente attestation est délivrée pour servir et valoir ce que de droit.

Fait à Yaoundé, 07 SEP 2016

Le Président du Jury

A. FONÉNA

L'Examineur

G. LEKEUFREN

Le Chef de Département



## Dédicace

À

*Mes grands-parents **Passeli** et **Mantrita**,*

*Mon **papa** et ma **maman chérie** pour le soutien et tous les sacrifices*

*consentis,*

*La mémoire de M. **Onana Michel** et son épouse **Ngah Clotilde**.*

## Remerciements

Je voudrais, Madame le Docteur TOMBI Jeannette épouse BOLL, vous exprimer ma profonde reconnaissance pour la confiance que vous avez placée en ma modeste personne. Vous m'avez accepté comme votre étudiant et m'avez encadré dans le strict respect des normes scientifiques. Pendant les manipulations, vous m'avez donné votre précieuse attention. Je n'oublierai jamais votre cœur d'une dame tolérante, ouverte et compréhensive.

Soyez-en sincèrement remerciée.

Dr LEKEUFACK FOLEFACK Guy B., je suis très sensible par votre présence dans le Jury de mon mémoire, vous m'avez accompagné sur le terrain le jour même que j'ai découvert mon site d'étude. J'ai pu apprécier durant nos entretiens, votre conception originale de la parasitologie.

Soyez persuadé de ma profonde reconnaissance.

Je voudrais, Monsieur le Pr Sévilor KEKENOU, vous exprimer ma vive gratitude pour les conseils et encouragements que vous m'avez toujours prodigués, lesquels m'ont servis de motivation, lorsque des circonstances imprévues m'obligèrent à changer de site d'étude. Et, je formule le vœu de pouvoir bénéficier encore de vos conseils.

J'adresse mes vifs remerciements à mes camarades de promotion DEFOUENG NZA A. S., FONGANG TSEKENG C. V., DJOMI TCHAMGA L. A., NGADJEU C. S., NOUTCHE L. E., MBONDO J. A., BASGA P. L. et MBA G. R., pour leur précieuse aide et leur soutien judicieux.

M. AKOUMBA JOHN F. et Mlle SADJE BWAME A., trouvez ici l'expression de ma profonde gratitude pour l'aide amicale et souriante que vous m'avez toujours accordée.

Que M. ESSIMI NTERE Marcel, Mme FOUDA Marguerite, M. NGONO THOMAS Romain, Mme MANGA Marcelline trouvent ici le témoignage de ma profonde reconnaissance, pour tous les sacrifices consentis pour mon éducation, le soutien moral et matériel qu'ils m'ont apportés durant ce travail.

J'ai le plaisir de remercier particulièrement M. FOUDA NGONO Emmanuel Kisito dont le dévouement m'a profondément touché.

Je n'oublierai pas d'adresser mes remerciements à M. ONANA, son Épouse et ses enfants pour le chaleureux accueil qu'ils m'ont réservé dès mon arrivée à Binguela.

À tous ceux, qui de près ou de loin, ont participé à la réalisation de ce travail, soyez grandement remercié pour votre soutien.

## Sommaire

Dédicace .....	i
Remerciements .....	ii
Sommaire.....	iii
Liste des figures.....	v
Liste des tableaux .....	vi
Résumé .....	vii
Abstract.....	viii
<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
<b>CHAPITRE I : REVUE DE LITTÉRATURE .....</b>	<b>3</b>
I.1. Généralités sur les Monogènes.....	4
I.2. Classification sommaire des Monogènes .....	4
I.2.1. La sous-classe des Monopisthocotylea (Odhner, 1912).....	4
I.2.2. La sous-classe des Polyopisthocotylea (Odhner, 1912) .....	4
I.3. Cycle de développement des Monogènes .....	5
I.4. Pathogénicité des Monogènes .....	6
I.5. Traitement .....	7
I.6. Écologie des monogènes au Cameroun.....	7
<b>CHAPITRE II : MATÉRIEL ET METHODES.....</b>	<b>8</b>
II.1. Matériel.....	9
II.1.2. poisson hôte .....	11
II.1.3. Espèces parasites.....	12
II.2. Méthodes.....	13
II.2.1. Pêche et conservation des poissons hôtes .....	13
II.2.2. Prise des paramètres biométriques .....	13
II.2.3. Détermination du sexe du poisson hôte .....	13
II.2.4. Dissection du système branchial .....	14
II.2.5. Recherche, montage et identification des parasites .....	14
II.2.6. Détermination du statut écologique des parasites .....	14
II.2.7. Analyse des données .....	14
II.2.8. Quelques définitions .....	16
<b>CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSION .....</b>	<b>17</b>
III.1. Résultats.....	18
III.1.1. Structure des hôtes échantillonnés et leur biodiversité parasitaire .....	18

III.1.2. Étude de la distribution des parasites à travers les hôtes .....	18
III.1.3. Étude du parasitisme en fonction du côté du poisson.....	19
III.1.4. Étude du parasitisme en fonction de l'arc branchial.....	20
III.1.5. Étude du parasitisme en fonction de la taille du poisson.....	23
III.1.6. Étude du parasitisme en fonction du sexe du poisson .....	24
III.1.7. Étude des associations parasitaires .....	26
III.2. Discussion.....	28
<b>CONCLUSION ET PESRPECTIVES.....</b>	<b>33</b>
<b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>36</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>44</b>

## Liste des figure

<b>Figure 1:</b> Organisation générale d'un monogène Monopisthocotylea .....	5
<b>Figure 2:</b> Cycle de développement d'un monogène .....	6
<b>Figure 3:</b> Carte du site d'étude .....	9
<b>Figure 4:</b> Photographie du site d'étude.....	10
<b>Figure 5:</b> Photographie de <i>Phenacogrammus major</i> .....	12
<b>Figure 6:</b> Répartition des hôtes échantillonnés en classe de taille.....	18
<b>Figure 7:</b> Variation du taux d'infestation en fonction du côté du poisson .....	19
<b>Figure 8:</b> Variation de la charge parasitaire moyenne en fonction du côté du poisson.....	20
<b>Figure 9:</b> Variation du taux d'infestation en fonction de l'arc branchial .....	21
<b>Figure 10:</b> Variation de la charge parasitaire moyenne en fonction de l'arc branchial.....	22
<b>Figure 11:</b> Variation du taux d'infestation en fonction de la taille du poisson .....	23
<b>Figure 12:</b> Variation de la charge parasitaire moyenne en fonction de la taille du poisson.....	24
<b>Figure 13:</b> Variation du taux d'infestation en fonction du sexe du poisson.....	25
<b>Figure 14:</b> Variation de la charge parasitaire moyenne en fonction du sexe du poisson .....	25

## Liste des tableaux

<b>Tableau I:</b> Prévalence, intensité d'infestation et abondance moyennes des monogènes ectoparasites branchiaux de <i>Phenacogrammus major</i> dans la localité de Binguela.....	19
<b>Tableau II:</b> Différents types d'associations parasitaires .....	27



## Résumé

Le poisson est sujet de multiples attaques parasitaires qui réduisent considérablement les effectifs de leurs populations. Pour y remédier, il importe d'étudier la taxonomie et l'écologie des différents parasites de poissons. En ce qui concerne *Phenacogrammus major* (Boulenger, 1903), les premières études ont révélé la présence de 03 espèces de monogènes parasites branchiaux à savoir *Annulotrema amieti* Birgi, 1988; *Annulotrema gabrioni* Birgi, 1988 et *Caracidotrema spiropenis* Birgi, 1988. Le but de ce travail est d'étudier quelques aspects bioécologiques des monogènes parasites branchiaux de ce Characidae de la rivière Akono à Binguéla. D'avril à septembre 2015, 72 poissons ont été capturés. Au laboratoire, le sexe et la taille de chaque spécimen ont été déterminés. La recherche et le montage des monogènes ont été faits à la loupe binoculaire; et les différentes espèces ont été identifiées au microscope optique. Seuls 02 poissons se sont montrés indemnes de tout monogène. Les 70 autres ont hébergé un total de 3109 monogènes à raison de 5 à 153 parasites par poisson. L'helminthofaune branchiale de *P. major* de la rivière Akono à Binguéla est constituée de six espèces, dont trois (*C. spiropenis*, *A. amieti* et *A. gabrioni*) sont principales et les trois autres (*Annulotrema sp1*, *Annulotrema sp2* et *Annulotrema sp3*) sont secondaires. Les charges parasitaires ont été faibles ou très faibles. Hormis *Annulotrema sp3*, toutes les composantes de la xénocommunauté étudiée ont été sur-dispersées. Les monogènes se sont répartis indifféremment sur les deux côtés du poisson. Le sexe n'a montré aucune influence sur la distribution des parasites. Le modèle d'occupation des paires d'arcs branchiaux par *C. spiropenis*, *Annulotrema sp1*, *Annulotrema sp2* et *Annulotrema sp3* a été l'équipartition. *A. amieti* et *A. gabrioni* ont respectivement été plus fréquents sur l'arc II et les paires d'arcs médians. Le taux d'infestation et la charge parasitaire ont graduellement augmenté avec la longueur standard de l'hôte. Excepté les cas de parasitisme monospécifique, la richesse parasitaire et le nombre d'hôtes infestés ont augmenté avec le type d'association parasitaire. La majorité des poissons a donc présenté un parasitisme plurispécifique.

**Mots clés :** Rivière Akono, *Phenacogrammus major*, Parasites, Branchies, Monogènes, Distribution, Associations parasitaires.

## Abstract

Fish is subject to various parasites attacks which reduce their population. As remedy, it is important to conduct taxonomic and ecological studies of different fish parasites. Regarding *Phenacogrammus major* (Boulenger, 1903), the first studies on this species revealed the presence of three monogeneans gill parasites, namely, *Annulotrema amieti* Birgi, 1988; *Annulotrema gabrioni* Birgi, 1988 and *Characidotrema spiopenis* Birgi, 1988. The aim of this study is to investigate some bio-ecological aspects of the various monogeneans gills parasites of this Characidae in Akono River at Binguela locality. From april to September 2015, 72 fishes were captured and taken to the laboratory where the sex and length of each specimen have been determined. The monogeneans species were mounted and observed on a stereoscopic microscope and then, identified using with the light microscope. Only two fishes were free of any parasites. The remaining 70 fishes harbored 3109 monogeneans (5 to 153 parasites per fish). The monogeneans guild of *P. major* in the Akono River at Binguela locality consists of six species of which three (*C. spiopenis*, *A. amieti* and *A. gabrioni*) are core species and the other three species (*Annulotrema sp1*, *Annulotrema sp2* and *Annulotrema sp3*) are the secondary. The parasitic load was either low or very low. Except for *Annulotrema sp3*, all of individuals of this component community have been over-dispersed. Monogeneans displayed equal distribution on both sides of the fish. Sex was found to have no effect on parasites distribution. The occupation model of arches pairs by *C. spiopenis*, *Annulotrema sp1*, *Annulotrema sp2* and *Annulotrema sp3* was an equal-partition. *A. amieti* and *A. gabrioni* have been respectively more frequent on the second and the medians pairs of arches. The infestation rate and parasites load gradually increased with the host standard length. Except the monospecific infections cases, the parasitic richness and the number of infected host increased with the parasitic association type. Therefore, most of the fishes were undergoing plurispecific parasitism.

**Keys words:** Akono River, *Phenacogrammus major*, Parasites, Gills, Monogenean, Distribution, Parasitic associations.

# **INTRODUCTION**

Dans de nombreuses régions d'Afrique et particulièrement au Cameroun, la pêche joue un rôle crucial dans l'alimentation des milliers de personnes. Le poisson de consommation, principal produit de cette activité, est une source précieuse de divers nutriments tels que les protéines de très bonne qualité, les vitamines, les minéraux, ... (**Adjanké**, 2011). Malheureusement, comme toute espèce animale, les poissons sont fréquemment parasités. Pour certains, les parasites sont ordinairement peu dommageables pour le poisson car ils n'affectent en rien la qualité de sa chair et par ailleurs, la plupart des parasites de poissons sont sans danger pour l'homme (**Sindermann**, 1986). Cette conception, bien que n'étant pas toujours vérifiée est l'une des raisons pour lesquelles les parasites de poissons ont longtemps été sous étudiés surtout en écologie (**Combes**, 1995). De nos jours, l'écologie des parasites de poissons est une discipline en plein développement, notamment en raison de la prise en considération par les écologues, du rôle potentiel des parasites dans le processus de régulation des populations hôtes, et de leur impact sur l'équilibre et le fonctionnement des écosystèmes (**Combes**, 1995). Pour ce qui est des monogènes en général et les Monopisthocotylea en particulier, l'analyse de la structure de leurs peuplements est essentielle pour la compréhension des relations intra et interspécifiques (**Tombi et al.**, 2011). La prise en compte des paramètres comme la taille et le sexe de l'hôte offre souvent des possibilités d'élucider les questions relatives à la dispersion, au choix du site d'infestation, à la variabilité de l'infection entre les représentants d'une même population hôte (**Tombi et al.**, 2014).

En ce qui concerne *Phenacogrammus major* (**Boulenger**, 1903), l'étude systématique des monogènes branchiaux faite par **Birgi** (1988) a indiqué la présence de trois espèces de monogènes. L'objectif du présent travail est de vérifier si cette richesse spécifique est restée inchangée 27 ans après ces premiers travaux et d'amorcer l'étude de la biologie de la guilde de monogènes de cet hôte. Pour se faire, trois objectifs spécifiques ont été retenus :

- ◆ Étudier la distribution des Monogènes dans la population hôte échantillonnée;
- ◆ Étudier la structuration des infracommunautés à l'échelle de l'arc et à celle du côté;
- ◆ Étudier les différentes associations parasitaires.

Ce travail sera bâti autour de trois chapitres : le premier chapitre s'occupe de la revue de littérature, le second donne les matériel et méthodes utilisés et le troisième présente les résultats et leur discussion. Une conclusion suivie des perspectives clôturent ce document.

## **CHAPITRE I : REVUE DE LITTÉRATURE**

## **I.1. Généralités sur les Monogènes**

Les Monogenea **Carus**, 1863 ou simplement Monogènes, forment une classe au sein de l'embranchement des Plathelminthes. Ils regroupent des parasites de petite taille (quelques dizaines de micromètres à six millimètres). Ces organismes sont très spécifiques à leurs hôtes (**Silan et al.**, 1999). Ils parasitent les vertébrés aquatiques mais essentiellement les poissons. On les retrouve aussi chez les Amphibiens et les tortues aquatiques (**Sophie et al.**, 2003). En outre, *Oculotrema hippopotami* est un monogène retrouvé sur l'œil d'hippopotames. Les monogènes vivent principalement fixés sur les filaments branchiaux de leurs hôtes. Toutefois, ils peuvent coloniser d'autres sites comme la peau, les nageoires, les cavités buccale et rectale, etc... (**Blahoua et al.**, 2009).

L'organisation générale des monogènes (**Figure 1**) se caractérise par la présence de deux organes de fixation. La partie antérieure ou prohaptateur est de nature glandulaire. Elle accentue la fixation du monogène sur l'hôte (**Rohde**, 1993). La partie postérieure appelée opisthohaptateur (haptateur) est un organe de fixation constitué de crochets (grippi), de crochetons (uncinuli), d'épines, de ventouses et/ou de pinces. La forme des organes copulateurs est très caractéristique d'un taxon (**Birgi**, 1988). Les différences morphologiques du génitalia sont à l'origine du phénomène d'isolement sexuel (**Lambert**, 1977). L'appareil reproducteur mâle présente un ou plusieurs testicules tandis que l'ovaire est unique.

## **I.2. Classification sommaire des Monogènes**

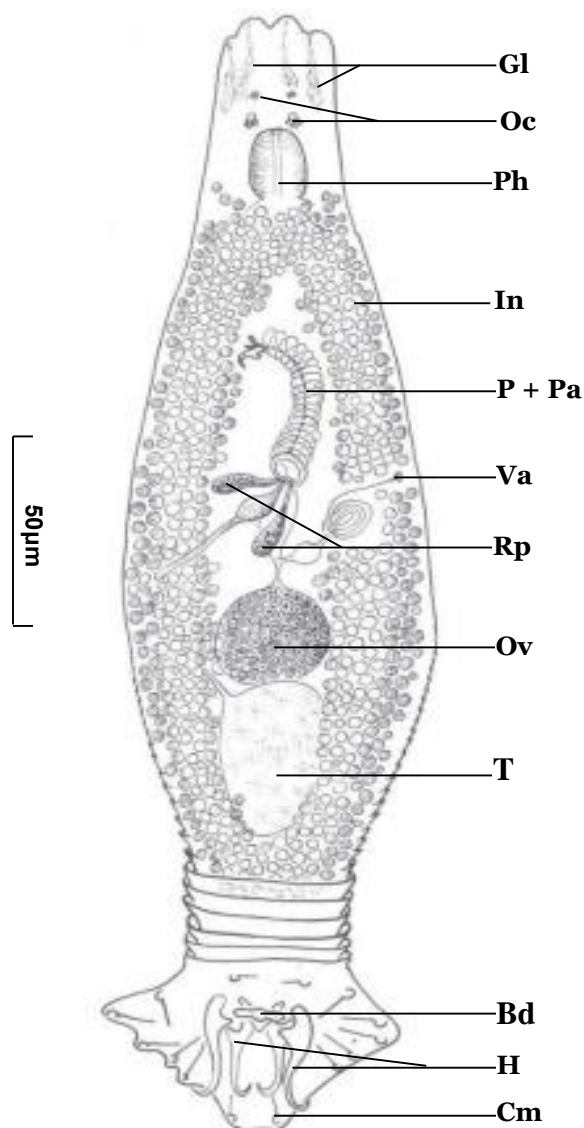
Sur la base des critères morphologiques tels l'armature haptorale et la structure du génitalia, la classe des Monogènes se divise en deux sous-classes: la sous-classe des Monopisthocotylea (**Odhner**, 1912) et la sous-classe des Polyopisthocotylea (**Odhner**, 1912).

### **I.2.1. La sous-classe des Monopisthocotylea (Odhner, 1912)**

Ce sont des monogènes de petite taille, dont l'opisthohaptateur est constitué d'une à deux paires de crochets (grippi) et de douze à seize crochetons (**Silan & Maillard**, 1990). Ils se nourrissent en broutant les cellules épithéliales de leurs hôtes (**Rohde**, 2005).

### **I.2.2. La sous-classe des Polyopisthocotylea (Odhner, 1912)**

Cette sous-classe regroupe des spécimens de grande taille caractérisés par un organe de fixation complexe. Ce dernier a la forme d'un disque pédonculé muni de ventouses, de crochetons, de pinces dépourvu de crochets. Ces organismes sont hématophages (**Rohde**, 2005). Par ailleurs, ils peuvent consommer du mucus et des fragments tissulaires issus de leurs hôtes (**Rohde**, 1993).

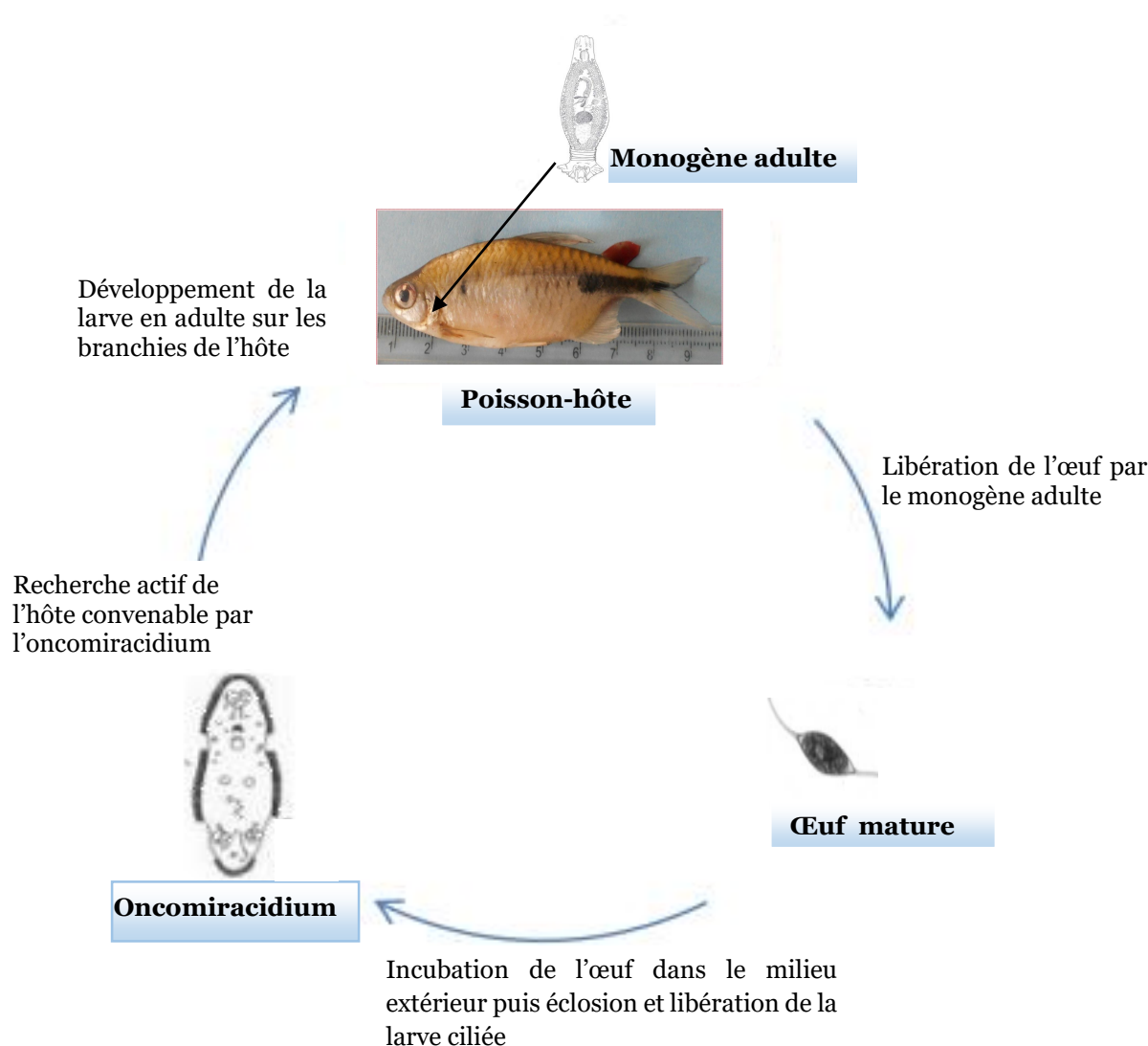


**Figure 1:** Organisation générale d'un monogène Monopisthocotylea (**Birgi, 1988**) modifié

**Légende:** **Bd:** barre dorsale, **Cm:** crochet marginal ou Uncinuli, **Gl:** Glande céphalique, **H:** Hamulus, **In:** Intestin, **Oc:** Ocelle, **Ov:** Ovaire, **Pa:** Pièce accessoire du pénis, **Pe:** Pénis, **Ph:** Pharynx, **T:** Testicule, **Va:** Vagin, **Rp:** Réservoir prostatique.

### **I.3. Cycle de développement des Monogènes**

Les Monogènes présentent en général un cycle de développement direct ou holoxène (**figure 2**). Après fécondation, l'œuf mature est libéré dans le milieu aquatique où il éclot au bout de quelques jours pour libérer une larve ciliée mobile appelée oncomiracidium. Après sa fixation sur un hôte convenable, la larve se transforme en adulte (**Silan et al., 1999**). Cependant, les représentants des Gyrodactylidae une famille des Monopisthocotylea, marquent l'exception. Ils sont vivipares et pratiquent la polyembryonie. En effet, un individu unique peut porter plusieurs générations d'embryons emboîtés les uns dans les autres, et prêts à être relâchés dans la nature (**Silan et al., 1999 ; Cable & Harris, 2002**).



**Figure 2:** Cycle de développement d'un Monogène (**Rohde, 2005**) modifié

#### **I.4. Pathogénicité des Monogènes**

Les infestations naturelles sont généralement bénignes. Cependant, en élevage les monogènes représentent une menace non négligeable (**El Madhi & Belghyti, 2006**). En effet, leur cycle de développement court et leur contagiosité facile sont souvent à l'origine de fortes charges parasitaires généralement responsables d'énormes pertes en aquaculture intense (**Birgi, 1988**).

Par ailleurs, l'action mécanique exercée par l'opisthohapteur peut provoquer la destruction des branchies et la peau de leurs hôtes suite à l'hyperplasie des lamelles branchiales, la nécrose et aux ulcérations cutanées. Ces importants dommages prédisposent l'hôte aux infections secondaires par des bactéries, des champignons et des virus (**Reed et al., 2012**). En outre, le mode de reproduction des Gyrodactylidae les rend redoutables dans les bassins piscicoles par accumulation (**Euzet & Pariselle, 1996 ; Cable & Harris, 2002**). Et généralement, ceci entraîne la léthargie, la perte de poids et même la mort de l'individu hôte. En Chine par exemple, de nombreuses mortalités



ont été enregistrées dans les étangs d'élevage de *Carassius intermedius* (poisson rouge) dues aux infestations par le monogène *Dactylogyrus intermedius* (Wang et al., 2010).

### I.5. Traitement

Le contrôle des infestations causées par des monogènes au moyen d'anthelminthiques chimiques est courant. En effet, les produits tels que le peroxyde d'hydrogène (Ogawa, 2002) et le permanganate de potassium (Stetter et al., 2003) provoquent une destruction rapide des monogènes ectoparasites de poissons. Le mébendazole, anthelminthique à large spectre, tue les monogènes en provoquant des dommages nerveux, musculaires et tégumentaires (Schmahl, 1993). Toutefois, le praziquantel représente le traitement de choix contre ces helminthes en entraînant la paralysie des muscles contractiles et la destruction du tégument (Thoney & Hargis, 1991; Schmahl, 1993). De plus en plus, les extraits de plantes médicinales sont utilisés pour contrôler les infections dues aux monogènes. Par exemple, des extraits de *Radix angelicae pubescentis* permettent de lutter efficacement contre les *Dactylogyrus* (Wang et al., 2010). Pour les parasitoses dues aux espèces ovipares, il est nécessaire de vidanger, nettoyer et désinfecter régulièrement les étangs piscicoles à cause de la résistance des œufs (Ogawa, 2002).

### I.6. Écologie des monogènes au Cameroun

Au Cameroun, l'étude écologique des monogènes ectoparasites de poissons a débuté avec les travaux du professeur Bilong Bilong Charles Félix suivis de ceux des docteurs Tombi Jeanette et Nack Jacques. Ces chercheurs ont menés leurs investigations sur l'étude du biotope branchial, la distribution des monogènes à travers leurs hôtes, l'étude de leur site de fixation, les associations parasitaires et la répartition longitudinale de ces helminthes.

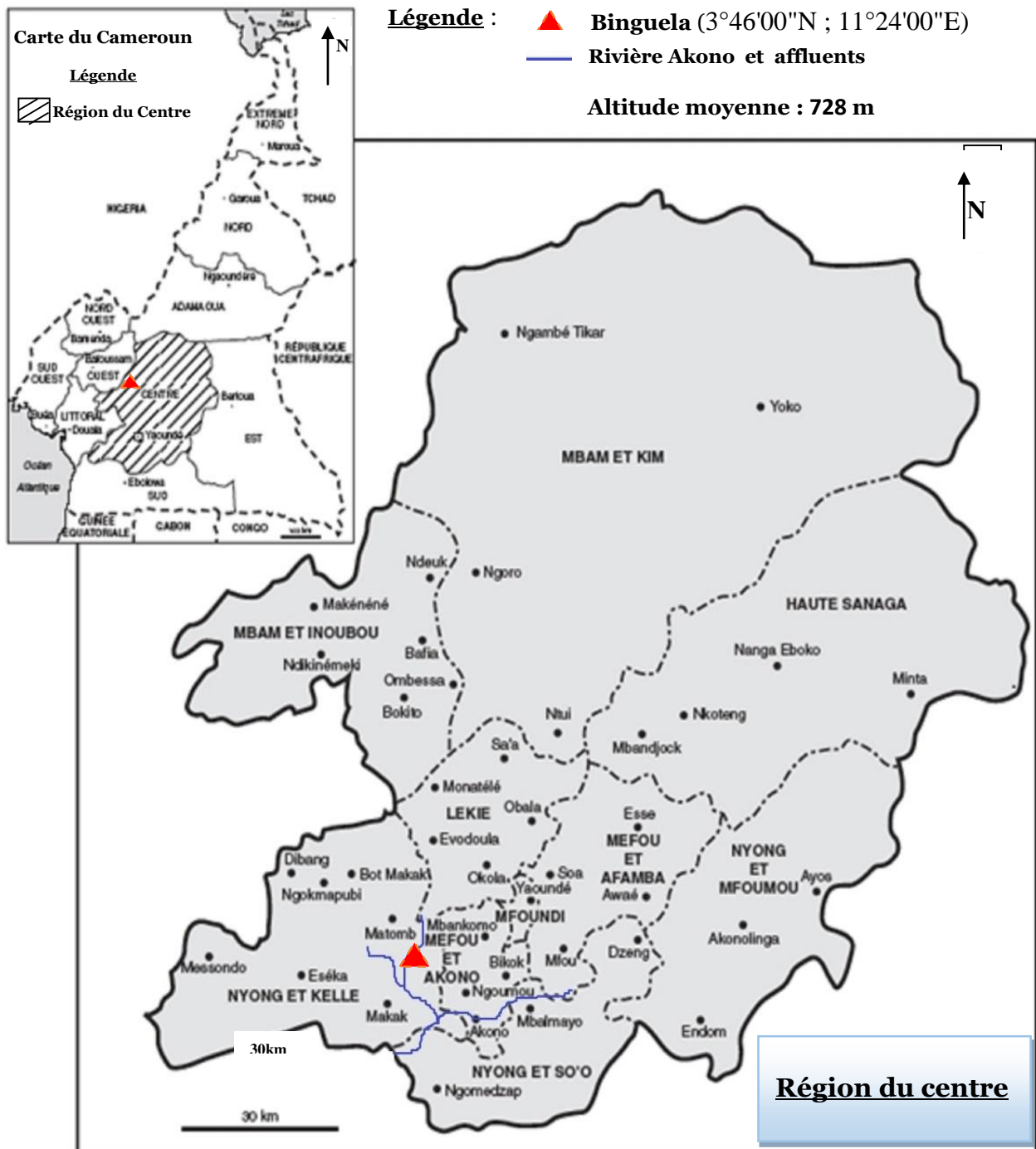
Il ressort des travaux relatifs à l'étude du biotope branchial que le système branchial des poissons est hétérogène et se modifie au fur et à mesure que le poisson grandit (Bilong Bilong et al., 1999; Bilong Bilong & Tombi., 2004). L'étude de la distribution des parasites a indiqué dans la plus part des cas que les monogènes parasitent indifféremment des hôtes des deux sexes et que le parasitisme augmente avec la taille du poisson (Nack et al., 2010). Il a par ailleurs été observé que les monogènes présentent généralement une préférence pour certains sites de fixation (Tombi & Bilong Bilong, 2013; Tombi et al., 2014). L'étude des associations parasitaires menées chez *Barbus martorelli* a montré que les différentes infracommunautés sont isolationnistes (Tombi et al., 2011). La répartition longitudinale des monogènes a révélé une saisonnalité dans l'apparition des différentes espèces. Il a par ailleurs été noté qu'il existe une corrélation négative entre la température et l'intensité moyenne des vers adultes (Bilong Bilong, 1995; Bilong Bilong & Njiné, 1998; Tombi, 2005).

## **CHAPITRE II : MATÉRIEL ET METHODES**

## II.1. Matériel

### II.1.1. Cadre géographique d'étude

Le présent travail a été mené dans la rivière Akono à Binguéla (**Figure 3**).



**Figure 3:** Carte du site d'étude (ORSTOM, 1993) modifié

#### II.1.1.1 Relief

Le village Binguéla est situé dans l'arrondissement de Mbankomo, département de la Mefou et Akono, région du Centre, Cameroun. L'altitude du département de la Mefou et Akono varie entre 700 et 800 mètres. Le relief est en général très accidenté. Il se caractérise par la prédominance des petits sommets dont le principal est « Nkolngok » c'est-à-dire « colline de pierres ». On n'y trouve également des bas-fonds marécageux (**Onguene, 1993**).

#### **II.1.1.2. Climat**

Banlieue de la ville de Yaoundé, Binguéla bénéficie d'un climat équatorial de type guinéen avec deux saisons de pluies et deux saisons sèches (**Onguene, 1993**). La température annuelle varie de 22,3°C (août) à 24,5°C (février).

#### **II.1.1.3. Présentation du site d'étude**

Binguéla est situé à 3°46'00"N et 11°24'00"E à une altitude moyenne de 728 mètres sur l'axe routier Mbankomo – Ngoumou (**ORSTOM, 1993**). Affluent du Nyong, la rivière Akono (**Figures 3 et 4**) qui arrose cette localité a un régime hydrologique de type équatorial (**Onguene, 1993**).

La végétation primitive était la forêt dense ombrophile ou hémi-ombrophile (**Letouzey, 1958**). Suite à l'activité anthropique, le couvert végétal actuel est une forêt secondaire composée d'arbres, de lianes et d'arbustes. Les principales espèces végétales sont *Lophira alata*, *Saccoglottis gabonensis*, *Cynometva hankel*, *Coula edulis*,... On y trouve également diverses espèces de légumineuses et de cultures vivrières. Les végétaux appartenant aux genres *Pandanus*, *Raphia*, *Mitvagzyae*, *Uapaca* poussent dans les bas-fonds marécageux.



**Figure 4:** Photographie du site d'étude

Localisé à proximité de Yaoundé, Binguella se situe dans le domaine des sols ferrallitiques (Onguene, 1993). Ce sont des sols très pauvres en bases et présentant un bon potentiel de fertilité qui a permis la création de l'Ecole Pratique d'Agriculture de Binguella (EPAB). Le Pipelines Tchad – Cameroun et la voie ferrée Yaoundé – Douala traversent cette localité.

Les « Éwondos » constituent l'essentiel des habitants de ce village (ORSTOM, 1993). L'agriculture de rente est l'une de leurs principales activités. Ils cultivent du plantain, du manioc, du piment, du maïs et même du cacao. Par ailleurs, l'aviculture, la pisciculture, la chasse, la vente du charbon et du bois de chauffage domestique sont d'autres moteurs de l'activité économique (Fodouop, 2003).

### II.1.2. poisson hôte

Selon Paugy (1986), la position systématique du poisson-hôte (**Figure 5**) dont les monogènes branchiaux sont étudiés est la suivante :

- ♦ Règne animale,
- ♦ Embranchement des Vertébrés,
- ♦ Sous-embranchement des Gnathostomes,
- ♦ Superclasse des Poissons,
- ♦ Classe des Ostéichtyens,
- ♦ Sous-classe des Actinoptérygiens,
- ♦ Superordre des Téléostéens,
- ♦ Ordre des Characiformes,
- ♦ Famille des Alestidae,
- ♦ Genre *Phenacogrammus* (Eigenmann, 1907),- ♦ Espèce *Phenacogrammus major* (Boulenger, 1903).

Le corps de *Phenacogrammus major* (Boulenger, 1903) est assez robuste et comprimé latéralement. Le mâle a tendance à être plus haut que la femelle. La longueur standard maximale est de 95mm. Le museau est légèrement supère avec la mâchoire inférieure proéminente. Les flancs sont argentés, le bord des écailles du dos est souvent pigmenté. Il existe une large bande noire très prononcée sur le pédoncule caudal. Située en dessous de la ligne latérale, elle s'étend depuis l'origine de la nageoire anale vers la nageoire caudale jusqu'au bord postérieur des rayons médians de celle-ci. La pointe des nageoires ventrales est noire. Chez les spécimens vivants, la nageoire dorsale adipeuse est rouge, rouge-violet chez les mâles. Les autres nageoires sont jaunâtres ou grisâtres. Il existe souvent une tache humérale. La nageoire anale présente 18-22 rayons. La

nageoire dorsale adipeuse est importante. Le long de la ligne longitudinale, on compte 24-26 écailles. La ligne latérale est incomplète (**Amiet & Nzeyimana**, 1990; **Paugy**, 1986; **Stiassny et al.** 2007).



**Figure 5:** Photographie de *Phenacogrammus major*

*Phenacogrammus major* (**Boulenger**, 1903) est retrouvé en basse Guinée, dans le bassin du fleuve Congo mais aussi au Cameroun dans le Nyong, le Ntem, la Sanaga et le Dja (**Amiet & Nzeyimana**, 1990; **Stiassny et al.** 2007).

### II.1.3. Espèces parasites

Les monogènes récoltés au cours de notre travail appartiennent au genre *Annulotrema* **Paperna & Thurston**, 1969 et au genre *Characidotrema* **Paperna & Thurston**, 1968. Ce sont des parasites des Characidae africains (**Birgi**, 1988). Dans le but de mieux se représenter les espèces parasites dont la distribution est étudiée, nous avons trouvé nécessaire de préciser dans les lignes qui suivent la diagnose des genres auxquels elles appartiennent.

#### II.1.3.1. Genre *Characidotrema* **Paperna & Thurston**, 1968

Le genre *Characidotrema* redécrit par **Birgi** (1988) se caractérise par la présence d'une cuticule épaisse généralement annelée à l'extrémité postérieure du corps. L'opisthohapteur en cupule ventrale est constitué de deux paires de gripi ou hamuli, deux barres transversales (avec des expansions latérales sur la ventrale) et 14 crochets. Les paires de crochets I et II sont en position antérieure. Les ocelles sont au nombre de quatre et les glandes céphaliques sont bien individualisées. Les taches oculaires postérieures, plus larges, possèdent un cristallin. L'intestin est simple, il présente deux branches se terminant en cul de sac à l'extrémité du corps. L'appareil reproducteur male est constitué d'un testicule médian postérieur et d'un pénis avec pièce accessoire. Le canal déférent entoure la branche digestive gauche. La vésicule séminale est présente ainsi que deux

réservoirs prostatiques. L'appareil reproducteur femelle se compose d'un ovaire pré-testiculaire, d'un réceptacle séminal et d'un vagin qui s'ouvre latéralement du côté droit. L'unique espèce de ce genre récoltée est *Characidotrema spiropenis*.

### **II.1.3.2. Genre *Annulotrema* Paperna & Thurston, 1969**

Selon les redescriptions faites par **Birgi** (1988) et **N'Douba et al.** (1997), les espèces du genre *Annulotrema* présentent quatre taches oculaires ou ocelles (avec deux postérieurs pourvus de cristallin). Le tégument est annelé dans la moitié postérieure du corps. L'opisthohapteur est constitué de quatre gripi ou hamuli, deux barres transversales et 14 crochets. Les gripi ventraux sont munis d'une garde et d'un manche généralement en forme de U tandis que pour les gripi dorsaux, la garde et le manche forment généralement un V. Les deux premières paires de crochets sont les plus petites. Les crochets III à VII sont munis d'une hampe. Les branches intestinales sont simples et s'unissent postérieurement. L'appareil reproducteur mâle montre un pénis avec pièce accessoire et un testicule médian postérieur. Le canal déférent gauche n'entoure pas la branche intestinale et les réservoirs prostatiques sont au nombre de deux. L'appareil reproducteur femelle est constitué d'un ovaire pré-testiculaire médian et d'un vagin s'ouvrant latéralement du côté droit. Les espèces de ce genre récoltées sont *Annulotrema amieti*, *Annulotrema gabrioni*, *Annulotrema sp1*, *Annulotrema sp2* et *Annulotrema sp3*.

## **II.2. Méthodes**

### **II.2.1. Pêche et conservation des poissons hôtes**

Les poissons ont été capturés à l'aide d'une canne-à-pêche ou d'un filet maillant. Une fois, sorti de l'eau, une boutonnière d'environ un centimètre a été réalisée en avant de la papille anale de chaque spécimen. Le poisson a ensuite été immédiatement plongé dans une solution de formol diluée à 8%. Le transport au laboratoire s'est fait dans un sac en plastique hermétiquement fermé.

### **II.2.2. Prise des paramètres biométriques**

Au laboratoire, le poisson est retiré du formol et déposé dans un récipient contenant de l'eau de robinet. Après l'avoir rincé, il est retiré de l'eau. À l'aide d'une règle graduée au millimètre près, la longueur totale (distance comprise entre l'extrémité antérieure du museau et l'extrémité de la nageoire caudale) ainsi que la longueur standard (distance comprise entre l'extrémité antérieure du museau et la dernière vertèbre postérieure) du poisson sont mesurées.

### **II.2.3. Détermination du sexe du poisson hôte**

Au niveau de la boutonnière abdominale, deux incisions ont été réalisées à l'aide d'une paire de ciseaux et de pinces à bouts fins : l'une latérale et l'autre longitudinale. Après ouverture de

l'abdomen, les gonades visibles ont été prélevé puis déposé sur une boîte de Pétri contenant de l'eau du robinet. L'observation des gonades s'est fait à l'œil nu et/ou sous la loupe binoculaire si nécessaire. Les testicules apparaissent blancs laiteux tandis que les ovaires sont granuleux.

#### II.2.4. Dissection du système branchial

L'opercule de chaque côté de la tête est dégagé à l'aide d'une paire de ciseaux. Une fois l'arc branchial bien individualisé, deux incisions (l'une dorsale et l'autre ventrale) ont permis de détacher chaque arc branchial. Les différents arcs branchiaux ont été progressivement prélevés à l'aide d'une pince à bouts fins, et placés dans des boîtes de Pétri étiquetées de 1 à 4, contenant de l'eau de robinet.

#### II.2.5. Recherche, montage et identification des parasites

Chaque arc branchial a été minutieusement examiné filament par filament sous la loupe binoculaire de marque **NOVEL**. Le monogène détecté a été détaché à l'aide d'une pince à bouts fins (qui stabilise l'arc branchial) et d'une aiguille montée sur mandrin d'horloger, puis placé dans une gouttelette d'eau préalablement déposée sur une lame porte objet. La préparation a alors été recouverte par une lamelle couvre-objets. L'identification spécifique du monogène s'est faite au microscope optique de marque **Optic Ivymen® System**. La reconnaissance des différentes espèces de monogènes s'est faite par l'observation des pièces sclérifiées du génitalia conformément aux descriptions faites par **Birgi** (1988).

#### II.2.6. Détermination du statut écologique des parasites

Dans ce travail le statut écologique d'une espèce sera défini en fonction de la valeur de sa prévalence. Une espèce sera considérée comme principale (fréquente) si sa prévalence (P) est supérieure à 50, secondaire (peu fréquente) si  $10 \leq P \leq 50\%$  et rare (satellite) si  $P < 10\%$  (**Koskivaara & Valtonen**, 1992; **Valtonen et al.**, 1997). Quant à l'intensité moyenne (Im), elle sera forte lorsque  $Im > 100$ , moyenne si  $50 < Im \leq 100$ , faible si  $10 < Im \leq 50$  et très faible si  $Im < 10$  (**Bilong Bilong & Njiné**, 1998).

#### II.2.7. Analyse des données

##### II.2.7.1. Calcul de la moyenne, de la variance et de l'écart-type

La moyenne, la variance et l'écart-type d'une variable  $x$  de l'échantillon ont été calculés.

$$\begin{aligned} \diamond \text{ Moyenne : } \bar{x} &= \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \\ \diamond \text{ Variance : } S^2 &= \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \end{aligned}$$



♦ Écart-type :  $S = \sqrt{S^2}$

### II.2.7.2. Tests statistiques

#### ♦ Test de $\chi^2$ (Chi-deux)

Il s'agit d'un test de comparaison de deux ou plusieurs proportions. La statistique  $\chi^2$  est donnée par la formule :

$$\chi^2 = \sum \frac{(E_o - E_c)^2}{E_c}$$

Avec  $E_o$  et  $E_c$  sont respectivement les effectifs observés et calculés.

Si le  $\chi^2$  calculé est supérieur ou égal à la valeur lue dans la table de  $\chi^2$  pour un risque  $\alpha$  donné et un nombre de degré de liberté (ddl) égal au nombre de classes – 1, la différence entre les diverses distributions est significative (Combes, 1989).

#### ♦ Test K (Kruskal – Wallis)

Il s'agit d'un test de comparaison des moyennes de plusieurs échantillons. La formule permettant de calculer K est :

$$K = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^n \frac{(R_i)^2}{n_i} - 3(N+1)$$

Où,  $N$ : Le nombre des effectifs des différents échantillons,

$n_i$ : La taille d'un échantillon  $i$ ,

$R_i$ : La somme des rangs d'un échantillon  $i$ .

Si  $K$  calculé est supérieur à la valeur lue sur la table de  $K$  pour une probabilité  $\alpha$  donnée, la différence est significative (Combes, 1989).

#### ♦ Test t de Student

Il s'agit d'un test de comparaison des moyennes de deux échantillons donnés. Soient  $n_1$  et  $n_2$  les tailles de deux échantillons.

Si  $n_1 \geq 30$  et  $n_2 \geq 30$ , on calcule les moyennes  $\bar{x}_1$  et  $\bar{x}_2$  puis leurs variances  $S_1^2$  et  $S_2^2$ .

On fait le rapport : 
$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

Si  $n_1 < 30$  et  $n_2 < 30$ , en raison de la normalisation des données sous forme  $\log(x_0+1)$ , la statistique  $t$  de Student s'écrit :

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\left(\sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}\right) \left(\sqrt{\frac{n_1 S_1^2 + n_2 S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}\right)}$$

Dans les deux cas, on compare la valeur  $t$  obtenue à celle lue dans la table de Student pour le nombre de degré de liberté (ddl) égal à  $n_1 + n_2 - 2$  et pour un risque  $\alpha$  fixé. Pour  $t$  calculé strictement supérieur à la valeur correspondante lue dans la table de Student, la différence entre les moyennes est significative (**Combes**, 1989).

La différence est statistiquement acceptée si  $P < 0,05$ . Autrement dit le degré de sécurité retenu pour les analyses statistiques est de 95%.

### II.2.8. Quelques définitions

Dans le but de faciliter la compréhension de texte, Nous avons jugé utile de définir les termes employés dans ce mémoire.

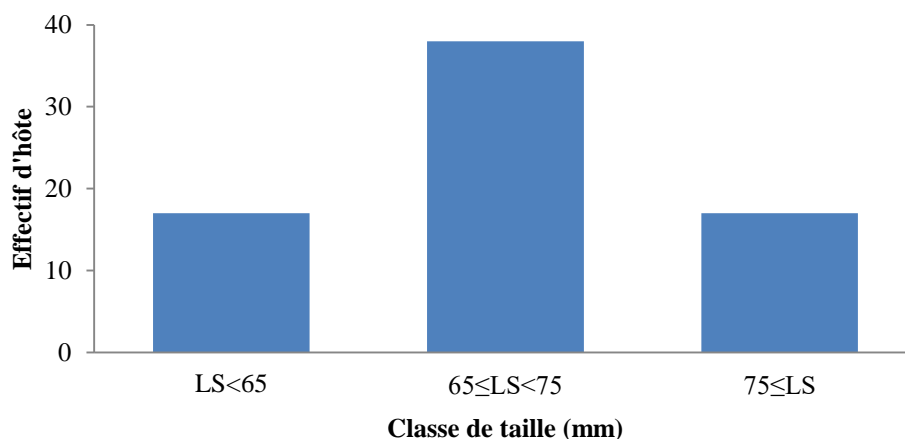
- ♦ **L'abondance moyenne** est le rapport du nombre total d'individus d'une espèce parasite dans un échantillon d'hôtes sur le nombre d'hôtes examinés (**Kaouachi et al.**, 2013).
- ♦ **L'intensité moyenne** est le rapport du nombre total d'individus d'une espèce parasite dans un échantillon d'hôtes sur le nombre d'hôtes hébergeant cette espèce de parasite (**Kaouachi et al.**, 2013).
- ♦ **La prévalence** est le rapport entre le nombre d'individus d'une espèce hôte infestés par une espèce de parasite donnée sur le nombre total d'individus de l'espèce hôte examiné. Elle s'exprime en pourcentage (**Albert et al.**, 1997).
- ♦ **Le ratio parasite/hôte** représente le rapport entre le nombre d'espèces parasite et le nombre d'espèces hôtes (**Kaouachi et al.**, 2013).
- ♦ **La sex-ratio** est le rapport numérique entre les mâles et les femelles. Cette valeur est généralement voisine de 1 à la naissance (**Dajoz**, 2000).

## **CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSION**

### III.1. Résultats

#### III.1.1. Structure des hôtes échantillonnés et leur biodiversité parasitaire

D'avril à septembre 2015, 72 *P. major* ont été capturés et examinés. La longueur standard (LS) a varié de 57mm à 89mm. Ces poissons ont été regroupés en trois classes de taille d'amplitude 10mm (**Figure 6**).



**Figure 6:** Répartition des hôtes échantillonnés en classe de taille

Il en ressort que 76,39 % soit 55 individus ont une taille < 75mm et 23,61% soit 17 poissons ont une taille > 75mm. Les poissons capturés dans la présente étude sont donc majoritairement jeunes. La répartition en fonction du sexe nous a permis de dénombrer 40 mâles et 32 femelles, soit une sex-ratio de 1,25 en faveur des mâles.

L'étude faunistique des monogènes branchiaux de *P. major* a révélé la présence de six espèces de monogènes: *Annulotrema amieti* (Birgi, 1988), *Annulotrema gabrioni* (Birgi, 1988), *Characidotrema spiropenis* (Birgi, 1988), *Annulotrema* sp1, *Annulotrema* sp2 et *Annulotrema* sp3.

#### III.1.2. Étude de la distribution des parasites à travers les hôtes

Parmi les 72 poissons examinés, 02 se sont montrés indemnes de tout monogène. Les 70 autres ont hébergé un total de 3109 helminthes. Le nombre de parasites par poisson infesté a varié de 5 à 153. Les valeurs de la prévalence, l'intensité et l'abondance moyennes des monogènes branchiaux de *P. major* sont résumées dans le **tableau I**.

La prise en compte des diverses prévalences indique que : *A. amieti*, *A. gabrioni* et *C. spiropenis* sont des espèces principales (très fréquentes). *Annulotrema* sp1, *Annulotrema* sp2 et *Annulotrema* sp3 représentent les espèces secondaires (peu fréquentes).

**Tableau I:** Prévalence, intensité d'infestation et abondance moyennes des monogènes ectoparasites branchiaux de *Phenacogrammus major* dans la localité de Binguela

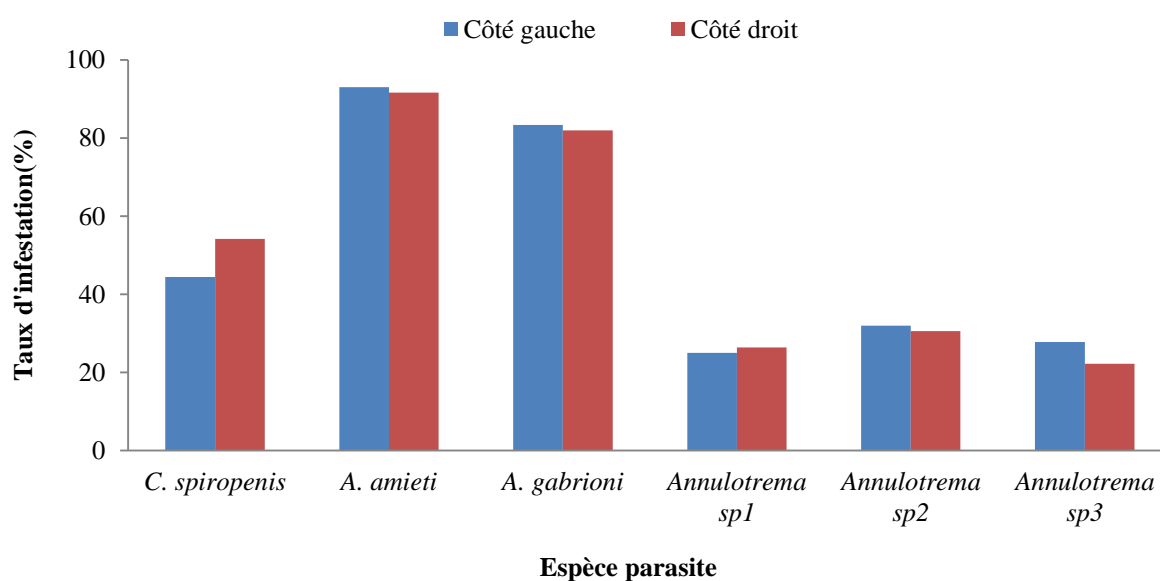
Indice épidémiologique Espèce	Prévalence (%)	Intensité moyenne ( $I_m \pm \sigma$ )	Abondance moyenne ( $\mu \pm \sigma$ )
<i>Characidotrema spiropenis</i>	56,94	4,98±5,19	2,83±4,62
<i>Annulotrema amieti</i>	93,06	25,97±21,36	24,17±21,65
<i>Annulotrema gabrioni</i>	84,72	15,52±10,57	13,15±11,23
<i>Annulotrema</i> sp1	38,89	2,61±1,69	1,01±1,65
<i>Annulotrema</i> sp2	38,89	3,04±2,06	1,18±1,96
<i>Annulotrema</i> sp3	33,33	2,5±1,35	0,83±1,41

L'intensité moyenne d'infestation a été faible chez *A. amieti* et *A. gabrioni* mais très faible chez *C. spiropenis*, *Annulotrema* sp1, *Annulotrema* sp2 et *Annulotrema* sp3. Toutes ces espèces ont adopté une distribution agrégative ( $S^2 > I_m$ ) exception faite d'*Annulotrema* sp3 qui s'est distribuée de façon normale ( $S^2 < I_m$ ). La variation des abondances moyennes est calquée sur celle des intensités moyennes.

### III.1.3. Étude du parasitisme en fonction du côté du poisson

#### III.1.3.1. Variation du taux d'infestation

La variation du taux d'infestation des helminthes en fonction du côté de *P. major* est résumée sur la **Figure 7**.

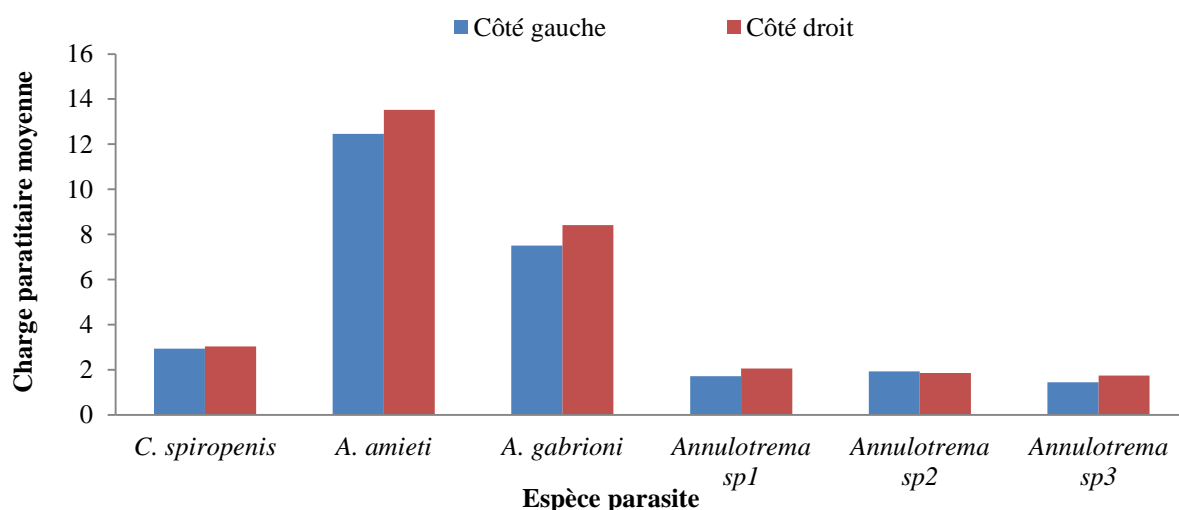


**Figure 7:** Variation du taux d'infestation en fonction du côté du poisson

Les valeurs du taux d'infestation de chaque espèce parasite sont restées statistiquement identiques sur les deux côtés du système branchial de *P. major*. La comparaison des fréquences parasitaires inter-côtés a donné des résultats suivants :  $\chi^2 = 1,36; 0,09; 0,05; 0,04; 0,03$  et  $0,59 < 3,84$  ; ddl = 1 respectivement pour *C. spiropenis*, *A. amieti*, *A. gabrioni*, *Annulotrema* sp1, *Annulotrema* sp2 et *Annulotrema* sp3.

### III.1.3.2. Variation de la charge parasitaire moyenne

Le côté droit est à priori plus chargé en spécimens de chaque espèce que le côté gauche (**Figure 8**). Néanmoins, la comparaison de charges parasitaires moyennes spécifiques inter-côtés a donné à chaque fois des valeurs non significatives ( $P > 0,05$ ).



**Figure 8:** Variation de la charge parasitaire moyenne en fonction du côté du poisson

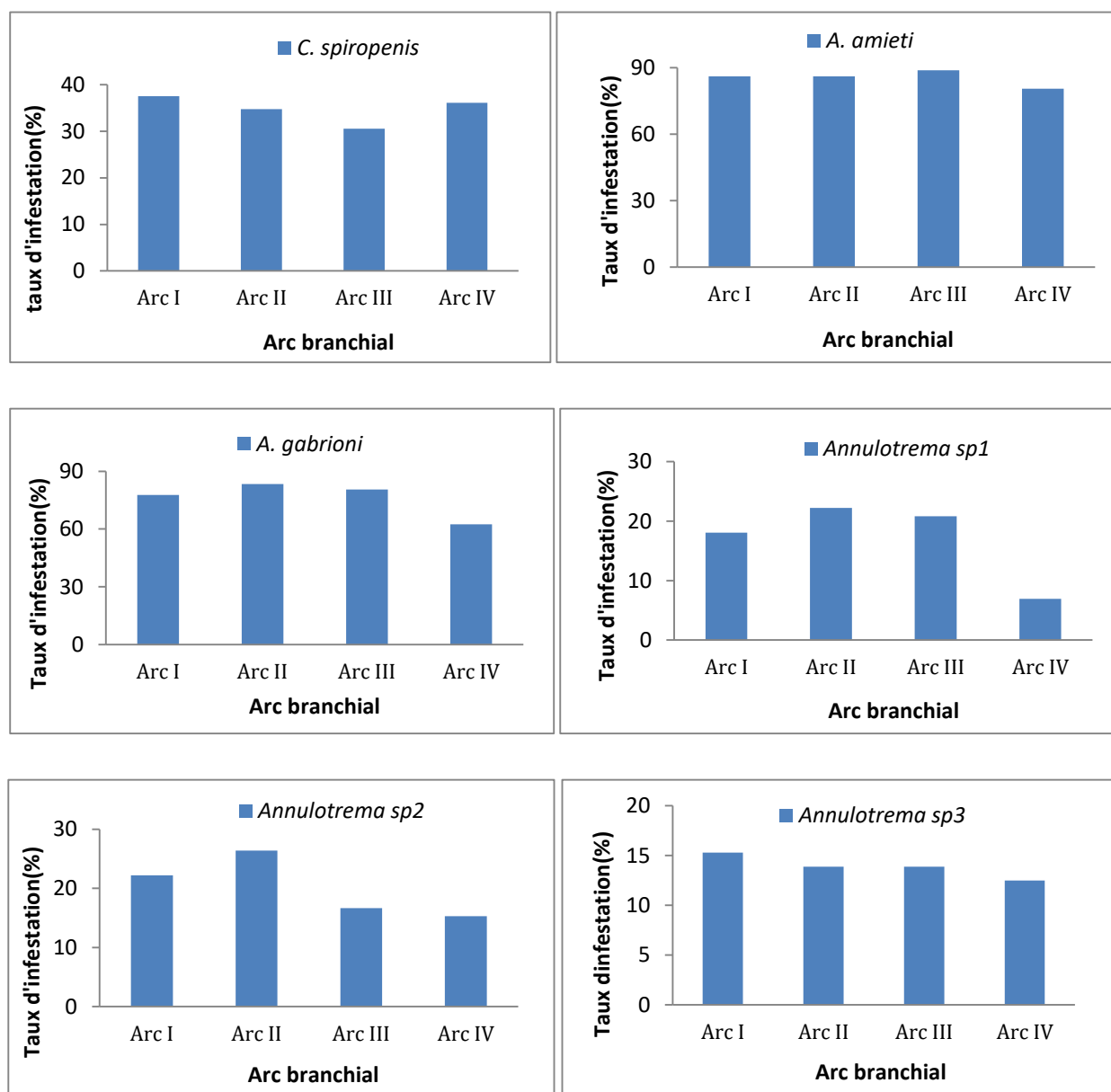
En définitive, il apparaît que le côté de *P. major* de la rivière Akono n'a aucune influence sur la distribution de sa xénocommunauté branchiale.

### III.1.4. Étude du parasitisme en fonction de l'arc branchial

#### III.1.4.1. Variation du taux d'infestation

Le taux d'infestation des arcs branchiaux par *A. gabrioni* a été significativement plus élevé sur les deux paires d'arcs médians ( $\chi^2 = 10,27 > 7,81$ ; ddl = 3). Bien que le taux d'infestation de chacune des autres espèces est resté statistiquement identique sur les quatre paires d'holobranchies ( $P > 0,05$ ;  $\chi^2$ ). Ce modèle a connu quelques modifications d'une espèce à l'autre (**Figure 9**). *C. spiropenis* affiche une préférence pour les paires d'arcs I et IV. L'équipartition a été parfaite chez *A. amieti*. *Annulotrema* sp1 et *Annulotrema* sp2 se sont plus fixés sur les arcs II. Le taux d'infestation

d'*Annulotrema* sp3 a diminué dans le sens antéro-postérieur. Excepté *C. spiropenis*, toutes les espèces de la xénocommunauté ont été moins fréquentes sur l'arc IV.

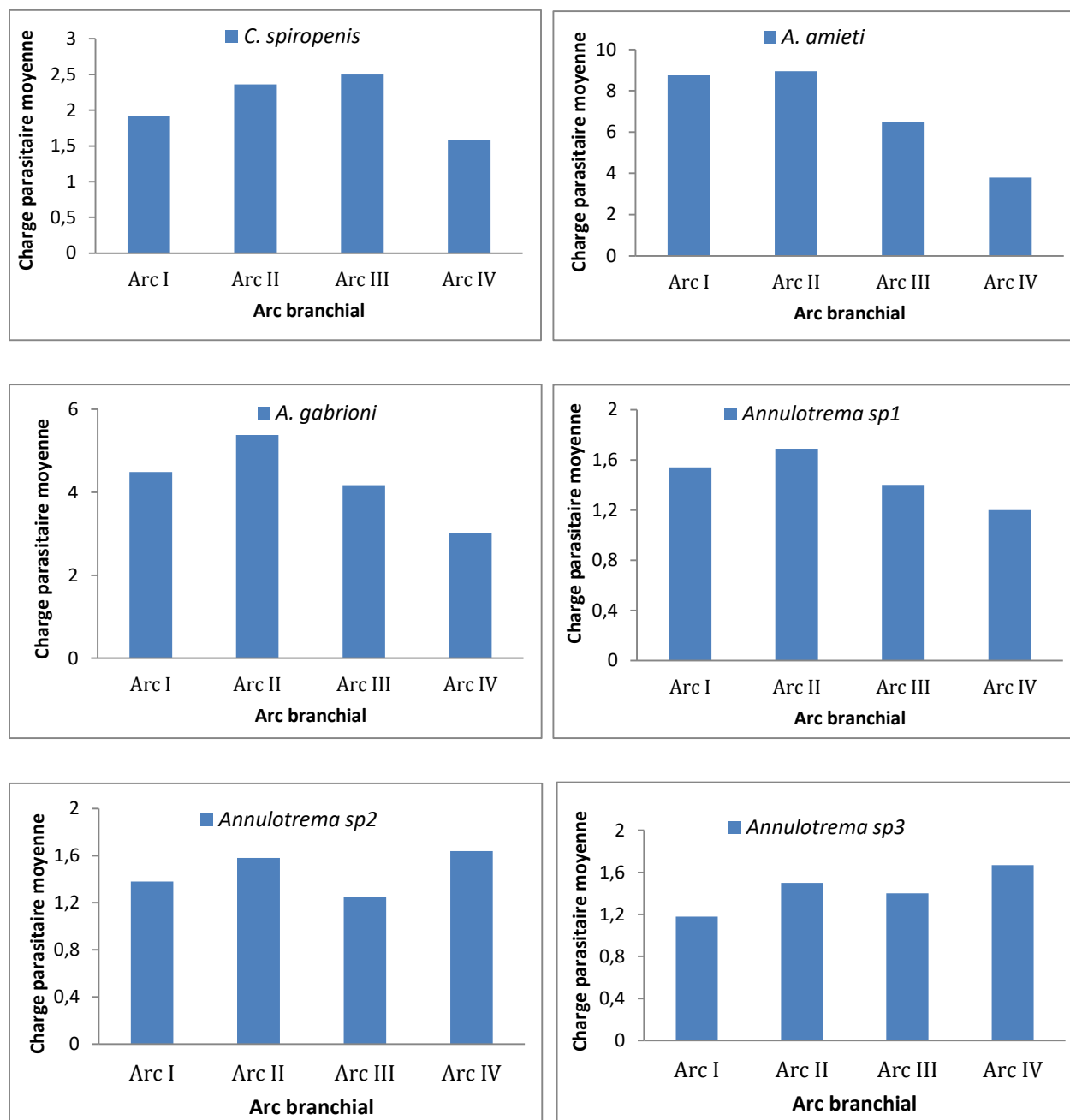


**Figure 9:** Variation du taux d'infestation en fonction de l'arc branchial

### III.1.4.2. Variation de la charge parasitaire moyenne

Les charges parasitaires moyennes des différentes espèces en fonction de l'arc branchial sont résumées sur la **figure 10**. Le modèle de variation de la charge parasitaire de *C. spiropenis*, *Annulotrema* sp1, *Annulotrema* sp2 et *Annulotrema* sp3 à travers le gradient transversal a été l'équipartition ( $P > 0,05$ ; test K). Comme dans le cas du taux d'infestation, cette équipartition a présenté une certaine variabilité en fonction de l'espèce. Ainsi, *Annulotrema* sp1 et *C. spiropenis* ont préférés les arcs II et III respectivement. *Annulotrema* sp2 et *Annulotrema* sp3 ont affiché une

préférence pour la dernière paire d'holobranchies (**Figure 10**). *A. amieti* quant à lui a été statistiquement plus concentré sur l'arc II ( $K = 29,4 > 7,81$ ; ddl = 3). La comparaison des charges parasitaires inter-arcs (**annexe IV**) a donné une différence significative dans tous les cas excepté entre les paires d'arcs I et II. La charge parasitaire d'*A. gabrioni* a été statistiquement plus élevée sur la deuxième paire d'arc ( $K = 11,08 > 7,84$ ; ddl = 3). La comparaison des charges parasitaires des arcs pris deux à deux (**annexe V**) a donné des différences significatives ( $P < 0,05$ ) entre l'arc IV et chacun de ses homologues antérieurs.



**Figure 10:** Variation de la charge parasitaire moyenne en fonction de l'arc branchial

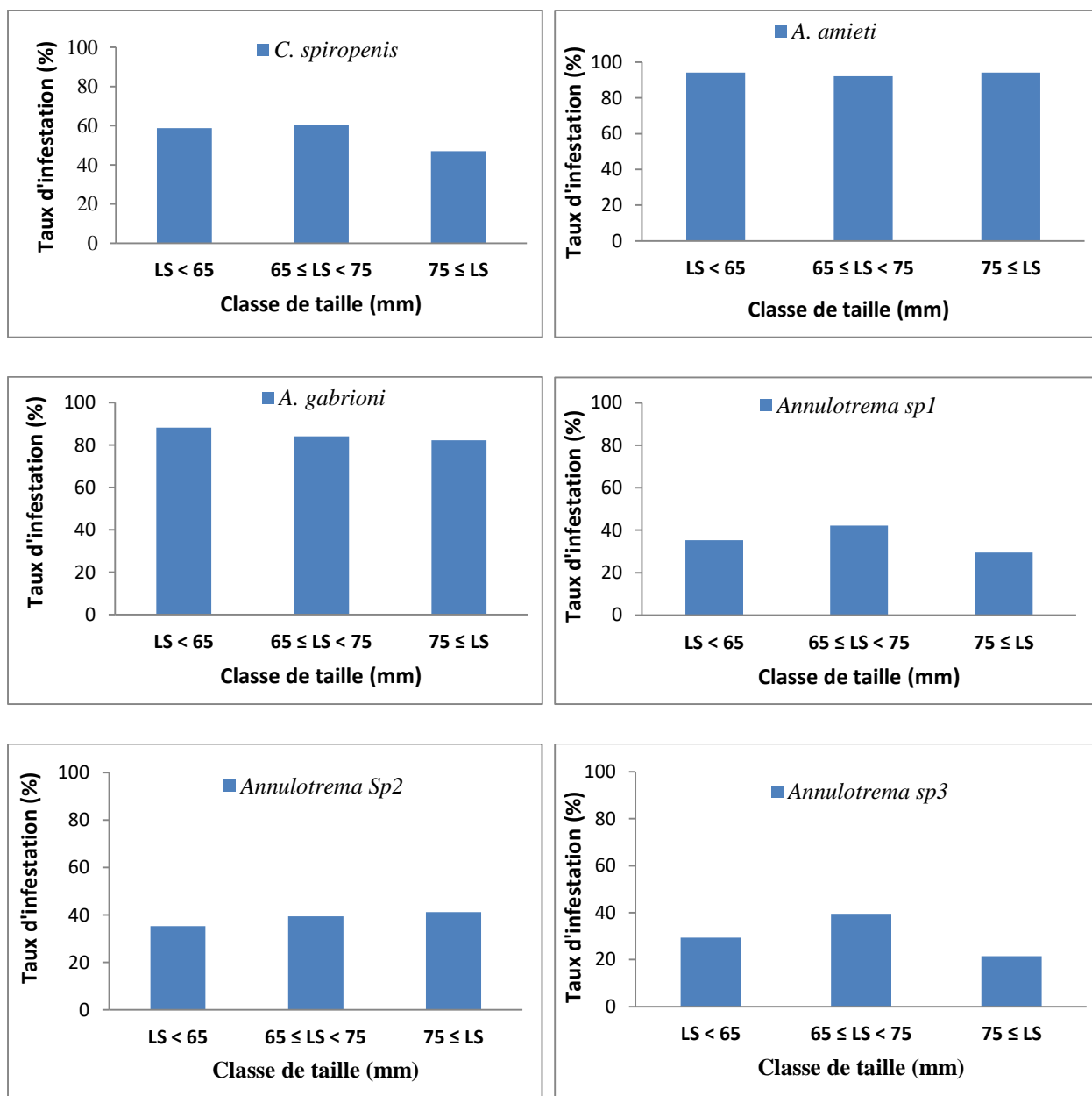


### III.1.5. Étude du parasitisme en fonction de la taille du poisson

Les six espèces de monogènes récoltées dans le présent travail ont infesté les poissons de toutes les classes de taille.

#### III.1.5.1. Variation du taux d'infestation

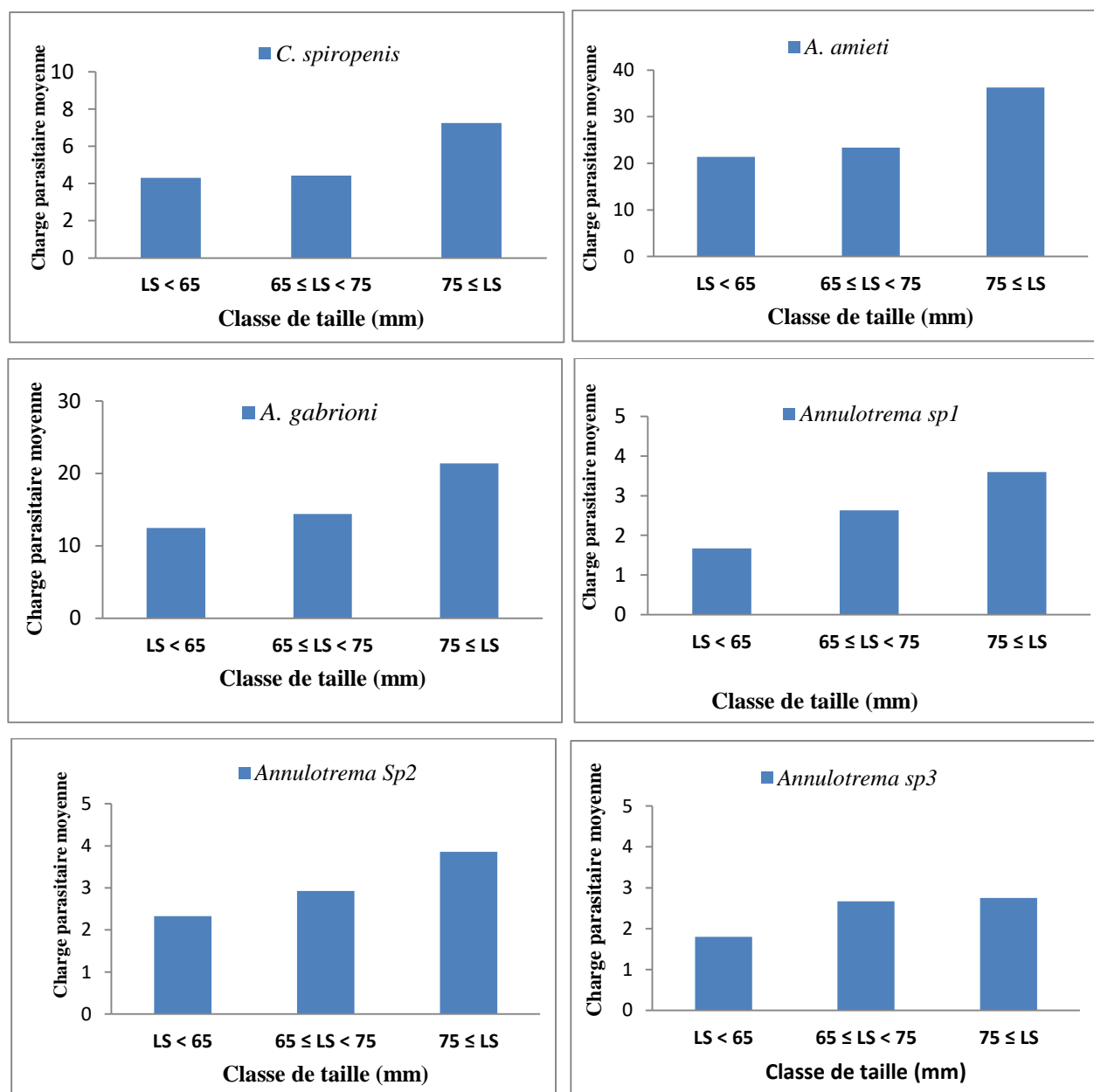
Le profil de variation du taux d'infestation en fonction de la longueur standard de l'hôte diffère d'une espèce à l'autre (**figure 11**). Quelle que soit l'espèce parasite considérée, ce paramètre n'a pas statistiquement varié en fonction de la taille de *P. major* ( $P > 0,05$ ;  $\chi^2$ ).



**Figure 11:** Variation du taux d'infestation en fonction de la taille du poisson

### III.1.5.2. Variation de la charge parasitaire moyenne

La charge parasitaire moyenne de chaque espèce a augmenté avec la taille du poisson (**Figure 12**). La comparaison globale des moyennes des différentes classes a donné pour chaque espèce une différence non significative ( $K = 0,7 ; 2,91 ; 3,91 ; 3,25 ; 1,28$  et  $1,95 < 5,99$  ;  $ddl = 3$ ) respectivement pour *C. spiropenis*, *A. amieti*, *A. gabrioni*, *Annulotrema* sp1, *Annulotrema* sp2 et *Annulotrema* sp3.



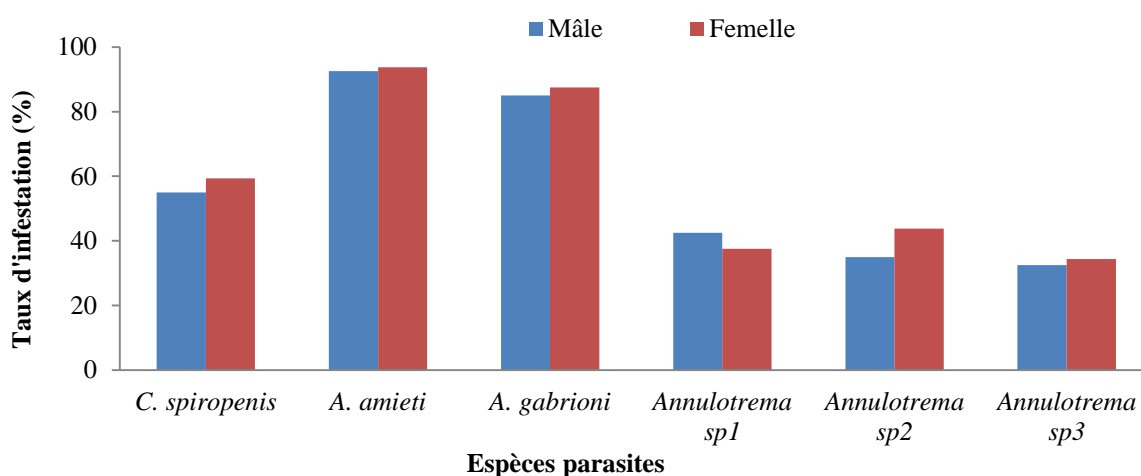
**Figure 12:** Variation de la charge parasitaire moyenne en fonction de la taille du poisson

### III.1.6. Étude du parasitisme en fonction du sexe du poisson

Le constat général est que chaque espèce parasite a affecté les hôtes des deux sexes (**Figure 11**).

### III.1.6.1. Variation du taux d'infestation

La **figure 13** présente la variation du taux d'infestation spécifique en fonction du sexe de l'hôte.

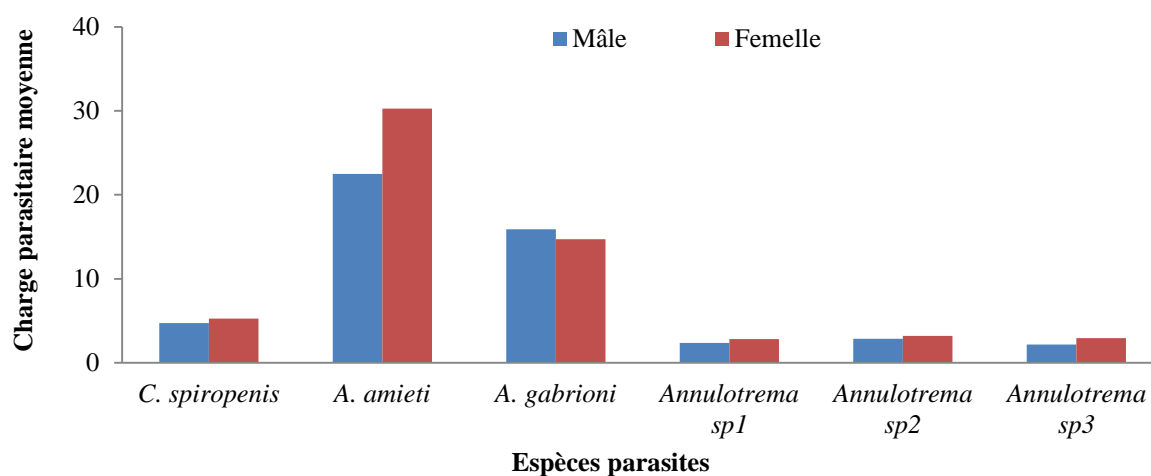


**Figure 13:** Variation du taux d'infestation en fonction du sexe du poisson

Les femelles ont semblé plus parasitées par *A. amieti*, *A. gabrioni*, *Annulotrema sp2*, *Annulotrema sp3* et moins parasitées par *C. spiropenis* et *Annulotrema sp1* mais, aucune différence significative n'a été notée. Les valeurs du  $\chi^2$  sont :  $\chi^2 = 0,13$ ;  $0,04$ ;  $0,09$ ;  $0,18$ ;  $0,57$  et  $0,03 < 3,84$ ; ddl = 1 respectivement pour *C. spiropenis*, *A. amieti*, *A. gabrioni*, *Annulotrema sp1*, *Annulotrema sp2* et *Annulotrema sp3*.

### III.1.6.2. Variation de la charge parasitaire

Les charges parasitaires moyennes des diverses espèces chez les mâles et les femelles font l'objet de la **Figure 14**.



**Figure 14:** Variation de la charge parasitaire moyenne en fonction du sexe du poisson

Ces résultats semblent montrer qu'en général, ces parasites se sont plus concentrés chez les femelles. Malgré ce constat, le test *t* a donné à chaque fois une différence non significative ( $P > 0,05$ ). En conclusion, le sexe de l'hôte n'a donc aucune influence sur la répartition des monogènes branchiaux de *P. major* de la rivière Akono à Binguéla.

### **III.1.7. Étude des associations parasitaires**

Dans la présente étude, des 70 poissons parasités, 7 (10%) et 63 (90%) ont respectivement présenté un parasitisme monospécifique et plurispécifique. Les divers types de parasitisme classés sur la base du nombre d'espèces intervenant dans chacun d'eux font l'objet du **tableau II**.

#### **III.1.7.1. Parasitisme monospécifique**

Le pourcentage global d'hôtes impliqués dans ce type de parasitisme a été de 9,72%. Les seules espèces concernées par le parasitisme monospécifique ont été *A. amieti* et *A. gabrioni*, qui sont les espèces principales. *A. amieti* a été plus fréquemment rencontrée (**Tableau II**). Le ratio parasite/hôte a donné 9,4 et 6 respectivement pour *A. amieti* et *A. gabrioni* soit un ratio parasite/hôte global égal à 8,43. Il en découle que le système branchial de chaque poisson parasité par une seule espèce de monogène a hébergé en moyenne 8 individus.

#### **III.1.7.2. Parasitisme bispécifique**

Le parasitisme bispécifique a concerné 20,63% d'hôtes capturés. Ce type d'association parasitaire a fait intervenir quatre espèces de monogènes: *A. amieti*, *A. gabrioni*, *Annulotrema* sp2 et *Annulotrema* sp3. *A. amieti* s'est retrouvé dans toutes les combinaisons. Toutefois, il s'est mieux associé avec *A. gabrioni* qu'avec *Annulotrema* sp2 ou *Annulotrema* sp3. Le ratio parasite/hôte global a donné 23,77 c'est-à-dire que chaque poisson impliqué dans le parasitisme à deux espèces a en moyenne hébergé 24 monogènes.

#### **III.1.7.3. Parasitisme trispécifique**

Au total, 28,57% d'hôtes hébergeant un parasitisme plurispécifique ont été parasités par trois espèces de monogènes. Excepté *Annulotrema* sp3, toutes les espèces de monogènes ont été impliquées dans ce type d'association parasitaire. *A. amieti* et *A. gabrioni* se sont retrouvés dans toutes les combinaisons. La combinaison la plus fréquente « *A. amieti* - *A. gabrioni* - *C. spiropenis* » est celle qui n'a impliquée que les espèces principales. Ceci implique que ces espèces core s'associent mieux entre elles qu'avec les secondes. Le ratio parasite/hôte global est de 46,22. Il apparaît que chaque spécimen hôte concerné par le parasitisme à trois espèces a en moyenne hébergé 46 monogènes.

### III.1.7.4. Parasitisme par quatre espèces

Toutes les espèces de monogènes ont été impliquées dans ce type d'association parasitaire avec pour ratio parasite/hôte global 42,6. Le couple « *A. amieti* - *A. gabrioni* » s'est retrouvé dans toutes les combinaisons dont la plus fréquente a été « *A. amieti* - *A. gabrioni* - *C. spiropenis* - *Annulotrema* sp1 » (**Tableau II**). Une fois de plus, les espèces core se sont mieux associées entre elles.

**Tableau II:** Différents types d'associations parasitaires

Type de parasitisme	Espèce parasite / Combinaison parasitaire	Nombre d'individus parasites	Nombre d'hôtes	Ratio Parasite/Hôte
Parasitisme monospécifique	<i>A. amieti</i>	47	5	9,4
	<i>A. gabrioni</i>	12	2	6
Parasitisme bispécifique	<i>A. amieti</i> - <i>A. gabrioni</i>	239	9	26,55
	<i>A. amieti</i> - <i>Annulotrema</i> sp2	27	2	13,5
	<i>A. amieti</i> - <i>Annulotrema</i> sp3	43	2	21,5
Parasitisme trispécifique	<i>A. amieti</i> - <i>A. gabrioni</i> - <i>C. spiropenis</i>	788	16	49,25
	<i>A. amieti</i> - <i>A. gabrioni</i> - <i>Annulotrema</i> sp1	25	1	25
	<i>A. amieti</i> - <i>A. gabrioni</i> - <i>Annulotrema</i> sp2	19	1	19
Parasitisme par quatre espèces	<i>A. amieti</i> - <i>A. gabrioni</i> - <i>C. spiropenis</i> - <i>Annulotrema</i> sp1	213	5	42,6
	<i>A. amieti</i> - <i>A. gabrioni</i> - <i>C. spiropenis</i> - <i>Annulotrema</i> sp2	59	2	29,5
	<i>A. amieti</i> - <i>A. gabrioni</i> - <i>C. spiropenis</i> - <i>Annulotrema</i> sp3	48	2	24
	<i>A. amieti</i> - <i>A. gabrioni</i> - <i>Annulotrema</i> sp2 - <i>Annulotrema</i> sp3	106	1	106
Parasitisme par cinq espèces	<i>A. amieti</i> - <i>A. gabrioni</i> - <i>C. spiropenis</i> - <i>Annulotrema</i> sp1 - <i>Annulotrema</i> sp2	336	4	84
	<i>A. amieti</i> - <i>A. gabrioni</i> - <i>Annulotrema</i> sp1 - <i>Annulotrema</i> sp2 - <i>Annulotrema</i> sp3	431	6	71,83
Parasitisme par six espèces	<i>A. amieti</i> - <i>A. gabrioni</i> - <i>C. spiropenis</i> - <i>Annulotrema</i> sp1 - <i>Annulotrema</i> sp2 - <i>Annulotrema</i> sp3	716	12	59,67

### III.1.7.5. Parasitisme par cinq espèces

Au total, 10 poissons ont été infestés par cinq espèces de monogènes avec un ratio parasite/hôte égal à 76,7. Il en découle que chaque poisson concerné a hébergé en moyenne 77 monogènes. Le quatuor « *A. amieti* - *A. gabrioni* - *Annulotrema* sp1- *Annulotrema* sp2 » est répertorié dans toutes les combinaisons. Il se combine préférentiellement avec *Annulotrema* sp3 qu'avec *C. spiropenis*.

### III.1.7.6. Parasitisme par six espèces

Ce type de parasitisme a été observé sur 15,87% d'hôtes hébergeant une infestation plurispécifique. Le ratio parasite/hôte a été de 59,33 indiquant qu'en moyenne 59 monogènes ont été présents sur le système branchial de chaque poisson concerné par ce type de parasitisme.

## III.2. Discussion

L'examen de l'appareil branchial de *Phenacogrammus major* a révélé la présence de six espèces de monogènes. Il s'agit de *Characidotrema spiropenis*, *Annulotrema amieti*, *Annulotrema gabrioni*, *Annulotrema* sp1, *Annulotrema* sp2 et *Annulotrema* sp3. En Afrique, des travaux antérieurs ont mis en évidence divers cas de parasitisme plurispécifique. Au Tchad, quinze espèces de monogènes ont été dénombrées sur les branchies de *Brycinus nurse* (**Birgi**, 1987). Au Cameroun, l'infestation des branchies de *Oreochromis niloticus* par *Cichlidogyrus thurstonae*, *C. halli*, *C. tilapiae* et *Scutogyrus longicornis* a été rapportée par **Tombi et al.** (2014). Des observations similaires ont aussi été faites par **Tombi & Bilong Bilong** (2004) et **Nack & Bilong bilong** (2007) chez *Barbus martorelli* et *Clarias camerunensis* respectivement. L'examen des branchies de *Mormyrus rume* capturée dans le lac de retenue d'Ayamé I en Côte d'Ivoire, a révélé la présence de trois monogènes du genre *Bouixella* (**Blahoua et al.**, 2009). Au Maroc, **El Hafidi et al.** (2013) ont décrit trois espèces de monogènes sur le système branchial de *Mugil cephalus*. Le polyparasitisme a également été mentionné ailleurs qu'en Afrique. Les Branchies de *Salminus hilarii* de la rivière Paranapanema au Brésil sont parasitées par *Anacanthorus contortus*, *A. bicuspidatus*, *Annulotrematoides parisellei*, *Jainusio censis*, *Tereancis trumarcuatus*, *A. franciscanus* et *A. brevicirrus* (**Brandao et al.**, 2013). L'observation sur les branchies de *P. major* du parasitisme plurispécifique habituellement expliqué par l'existence des vides écologiques dans un écosystème (**Tombi**, 2005), nous autorise à conclure que ce biotope présenterait plusieurs niches vacantes. En effet, c'est l'une des conditions qui favorise la coexistence d'espèces taxonomiquement proches (**Lim**, 1990).

Toutes les espèces étudiées au cours de ce travail ont adopté une distribution agrégative exception faite de *Annulotrema* sp3 qui a été sous-dispersée. **Tombi et al.** (2014) ont signalé la sur-

dispersion de *Cichlidogyrus thurstonae*, *C. halli*, *C. tilapiae* et *Scutogyrus longicornis* chez *Oreochromis niloticus* de la station piscicole de Mélen. De même, **Tombi & Bilong Bilong** (2004) ont observé une distribution agrégative de *Dactylogyrus bopeleti*, *D. insolitus*, *D. simplex* et *D. maillardi* ectoparasites branchiaux de *Barbus martorelli*. Il ressort des travaux de **Poulin** (1998) que les parasites sont généralement sur-dispersés à travers leurs hôtes. Selon **Anderson et Gordon** (1982), les contacts hétérogènes entre les hôtes et les larves infestantes d'une part et/ou la susceptibilité différentielle des hôtes aux attaques des parasites d'autre part peuvent expliquer la sur-dispersion des parasites. Pour **Rohde** (1979), l'agrégation favorise la reproduction parce que les parasites très agrégés ont peu de difficultés pour se reproduire même si les charges parasitaires sont faibles. La concentration de la majeure partie des parasites de *P. major* sur un petit nombre d'individus hôtes est avantageuse à cette xénocommunauté car cela facilite la fécondation croisée. En effet, les charges parasitaires étant faibles, la rencontre d'un partenaire sexuel serait aléatoire en cas de distribution régulière.

*Annulotrema amieti*, *A. gabrioni* et *C. spiropenis* sont les espèces principales ou très fréquentes de la xénocommunauté étudiée alors que les trois autres sont les espèces peu fréquentes. Cette information contribue à émettre des hypothèses permettant d'expliquer pourquoi la richesse spécifique de *P. major* de la présente étude est différente de celle obtenue par **Birgi** (1988) lors de l'étude systématique des monogènes parasites des Characoidae du Sud-Cameroun. En effet, ces travaux de recherche n'ont pas fait mention de la présence chez cet hôte des trois espèces secondaires mentionnées dans la présente étude. Il est possible que notre prédécesseur qui n'a travaillé que sur une dizaine d'individus hôtes n'ait pas observé ces espèces. Par ailleurs, même si ces espèces ont bien été observées, il est probable que le nombre de spécimens obtenus n'ait pas rendu possible la réalisation de leur étude systématique.

Les charges parasitaires ont été faibles ou très faibles ; ce résultat a un rapport direct avec les conditions biotiques et abiotiques de la rivière Akono à Binguela. Des observations similaires ont été faites par des auteurs dont les travaux ont été menés en milieu naturel (**Nack et al.**, 2010; **Monteiro et al.**, 2010; **Brandao et al.**, 2013). Dans de telles conditions, les effectifs des monogènes sont généralement restreints à cause de l'équilibre avec les poissons hôtes (**Obiekezie**, 1991). Par ailleurs, les hôtes n'étant pas confinés dans un espace réduit, leur contact limité rendrait difficile la rencontre avec les oncomiracidiums. **Ferrari-Hoeinghaus** et al., 2006 pense que les faibles charges parasitaires sont indicatrices des environnements peu perturbés.

Les côtés gauche et droit de *P. major* ont été parasités de la même manière lorsqu'on considère aussi bien les prévalences que les intensités moyennes. Les monogènes branchiaux de

*Pseudocrenilabrus philander philander* n'ont montré aucune préférence par rapport au côté de l'hôte (**Louise et al.**, 2011). **Turgut et al.** (2006) ont rapporté que tous les *Dactylogyrus* ectoparasites de *Cyprinus carpio* ; *Abramis abrama* ; *Scardinius erythrophthalmus* et *Gymnocephalus cernuae*, ont équitablement exploité les deux côtés du système branchial de chacune de ces espèces ichtyologiques. L'infestation de *Birgiellus kellensis* et *Quadriacanthus sp* n'a pas statistiquement varié en fonction du côté de *Clarias camerunensis* (**Nack et al.**, 2010). Le même constat a été fait par **Dzika** (1999), **Chapman et al.** (2000), **Rubio- Gody** (2008) et **Tombi et al.** (2010) sur les monogènes parasites branchiaux de diverses espèces de poissons. Par contre, une distribution asymétrique est connue du monogène *Metamicrocotyle cephalus* qui parasite préférentiellement le côté gauche de *Mugil cephalus* et du monogène *M. mugilis* qui affecte plus le côté droit du même hôte (**El-Hafidi et al.**, 1998). Nous nous joignons à **Rohde** (1993) et **Bilong Bilong** (1995) pour justifier la répartition équitable des monogènes sur les deux côtés de *P. major* par la symétrie bilatérale du corps de cet hôte et/ou par celle du corps de ses parasites.

Chaque paire d'arcs branchiaux a hébergé toutes les espèces de monogènes. S'agissant du taux d'infestation, il en ressort que chaque espèce les a parasités indifféremment exception faite de *A. gabrioni* qui a été plus fréquente sur les paires d'arcs médians. Quant aux charges parasitaires, le modèle adopté par *C. spiropenis*, *Annulotrema sp1*, *Annulotrema sp2* et *Annulotrema sp3* a été l'équipartition. *A. amieti* et *A. gabrioni* ont été plus abondantes sur la deuxième paire d'holobranchies. Différents modèles d'exploitation du gradient transversal sont présentés dans la littérature. Il ressort des travaux de **Tombi et al.** (2014) que *Cichlidogyrus magnus* et *Scutogyrus longicornis* ont respectivement affiché une préférence pour les arcs II et III d'*Oreochromis niloticus*. Chez *Gymnocephalus cernuae*, le premier arc branchial a été le plus sollicité par *Dactylogyrus amphibothrium* (**Turgut et al.** 2006). Plusieurs hypothèses permettent d'expliquer la colonisation du gradient transversal par les monogènes. Selon **Koskivaara & Valtonen** (1991), la préférence des arcs médians est associée à la grande surface colonisable qu'ils offrent aux monogènes. Pour expliquer le choix de certains arcs par les monogènes, **Tombi et al.** (2013) prennent en compte l'action combinée du courant d'eau respiratoire et de l'hétérogénéité du système branchial. **Nack et al.** (2010) ont justifié la préférence de l'arc IV de *Clarias camerunensis* par *Birgiellus kellensis* et *Quadriacanthus sp.* par le mode de colonisation du gradient transversal par les oncomiracidiums des monopisthocotylea.

Le sexe de *P. major* de la rivière Akono à Binguéla n'a eu aucune influence sur la répartition de chaque représentant de la xénocommunauté étudiée lorsqu'on considère aussi bien la charge parasitaire que le taux d'infestation. Le constat similaire a été fait par **Ferrari-Hoeinghaus et al.** (2006) sur la répartition des monogènes en fonction du sexe de *Astyanax alti paranae* et *Rhamdia*



quelen. **Madhi & Belghyti** (2006) indiquent que *Gotocotyla acanthura* parasite de *Trachinotus ovatus* a indifféremment affecté les hôtes mâles et femelles. Les mêmes observations ont été faites par **Siqueira et al.** (2002) et **Tombi & Bilong Bilong** (2004). Nos résultats sont contraires à ceux de **Lizama et al.** (2005) qui ont noté une préférence d'infestation des femelles par le monogène *Tetreancistrum cirimba*. Les facteurs tels que la sédentarité des hôtes femelles et les différences hormonales entre mâles et femelles permettent souvent d'expliquer la variation du parasitisme en fonction du sexe du poisson (**Esch et al.**, 1998 ; **Tombi & Bilong Bilong**, 2004). Pour **Rohde** (1993), un nombre limité d'espèces parasites afficherait une préférence par rapport au sexe de l'hôte.

Les poissons de toutes les classes de taille ont hébergé chaque espèce parasite. La charge parasitaire a graduellement augmenté avec la longueur standard de l'hôte. Les travaux de **Luo & Yang** (2010) montrent qu'en milieu naturel, le parasitisme de *Pseudorhabdosynochus coioidesis* et *P. serrani* monogènes branchiaux de *Epinephelus* sp. a augmenté avec la taille de l'hôte. D'autres auteurs tels **Tombi & Bilong Bilong** (2004), **Blahoua et al.** (2009) ont obtenu des résultats similaires. L'augmentation du parasitisme en fonction de la taille de *P. major* de Binguela aurait une triple explication : 1) les larges surfaces colonisables des poissons de grande taille augmenteraient leur charge parasitaire (**Cable et al.** 2002 ; **Bilong Bilong & Tombi**, 2004) ; 2) il y aurait cumul des parasites avec l'âge de l'hôte (**Zelmer & Arai**, 1998). Nous pensons aussi comme **Simkova et al.** (2006) que le grand volume d'eau qui passe à travers les branchies des gros poissons augmenterait les chances d'invasion par les oncomiracidiums.

Il ressort de l'étude des associations parasitaires qu'aucune espèce secondaire n'a été engagée dans le parasitisme monospécifique. Cette observation corrobore la conclusion de **Tombi et al.** (2011) selon laquelle ce type d'infestation concerne surtout les espèces principales. Le parasitisme plurispécifique quant à lui a fait intervenir toutes les espèces de la xénocommunauté étudiée. Nous affirmons à la suite de **Madhi & Belghyti** (2006) que les interactions entre les espèces de monogènes ectoparasites d'une même espèce ichtyologique seraient positives. En générale dans chaque type d'infestation, les combinaisons faisant intervenir les espèces principales ont été majoritaires. Ces observations rejoignent celles de **Bilong Bilong** (1995) et de **Tombi et al.** (2011). Exception faite de la combinaison n'impliquant que les espèces principales, les valeurs du ratio parasite/hôte ont été plus élevées pour les combinaisons des parasitismes par 4, 5 et 6 espèces de monogènes. Autrement dit, la richesse parasitaire a en générale augmenté avec le nombre d'espèces d'une combinaison. Le parasitisme plurispécifique représente donc un danger réel pour les hôtes. En effet, les dommages liés à la fixation et/ou au mode d'alimentation d'un monogène seraient multipliés par le nombre de spécimens de chaque espèce parasite. Ceci nous permet de comprendre

pourquoi selon **Combes** (1995), l'effet pathogène est généralement faible en cas de monoparasitisme.

## **CONCLUSION ET PESRPECTIVES**

La présente étude a montré que la faune des monogènes branchiaux de *P. major* de la rivière Akono à Binguela est constituée de trois espèces principales (*Characidotrema spiropenis*, *Annulotrema amieti*, *Annulotrema gabrioni*) et trois espèces secondaires (*Annulotrema* sp1, *Annulotrema* sp2 et *Annulotrema* sp3). Cette richesse spécifique est différente de celle obtenue par **Birgi** (1988) lors de l'étude systématique des monogènes parasites des Characoidae du Sud-Cameroun. Les charges parasitaires ont été faibles dans le cas de *A. amieti* et *A. gabrioni* et très faibles dans le reste des cas. Les conditions biotiques et abiotiques de la rivière Akono à Binguela justifieraient ces résultats. De plus, le non-confinement des hôtes dans un espace réduit et leur contact limité rendrait difficile la rencontre avec les stades infestants. Hormis *Annulotrema* sp3, tous les représentants de cette xénocommunauté ont adopté une distribution agrégative. En effet, les charges parasitaires étant faibles, la rencontre d'un partenaire sexuel serait aléatoire en cas de distribution régulière. L'étude du parasitisme en fonction du côté a montré que les parties gauche et droite du système branchial de *P. major* ont été parasitées de la même manière. En ce qui concerne l'exploitation du gradient transversal et pour ce qui est du taux d'infestation, il ressort de cette étude que toutes les paires d'arcs branchiaux ont indifféremment hébergé les diverses espèces de monogènes exception faite de *A. gabrioni* qui a été plus fréquent sur les paires d'arcs médians. Quant aux charges parasitaires, il apparaît que *A. amieti* et *A. gabrioni* ont été statistiquement plus rencontrés sur l'arc II. Le modèle adopté par *C. spiropenis*, *Annulotrema* sp1, *Annulotrema* sp2 et *Annulotrema* sp3 a été l'équipartition. Le sexe de l'hôte n'a eu aucune influence sur la répartition de chaque représentant de la xénocommunauté étudiée. Les poissons de toutes les classes de taille ont hébergé chaque espèce parasite. Le taux d'infestation de chaque espèce a graduellement augmenté avec la taille du poisson. Aucune espèce secondaire n'a été engagée dans le parasitisme monospécifique tandis que le parasitisme plurispécifique a fait intervenir toutes les espèces de la guildes des monogènes. Exception faite de la combinaison n'impliquant que les espèces principales, la richesse parasitaire a en générale augmenté avec le nombre d'espèces d'une combinaison.

Dans le cadre de nos travaux ultérieurs, nous envisageons faire la systématique de *Annulotrema* sp1, *Annulotrema* sp2 et *Annulotrema* sp3 afin de donner à chacune de ces trois espèces un statut définitif. Il sera tout de même intéressant d'étudier la répartition spatio-temporelle des monogènes branchiaux de *P. major*. Nous prévoyons aussi d'élargir notre champ d'étude sur d'autres espèces de poissons.



## **RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- Adjanké, A.,** (2011). Manuel de formation en alevins et de gestions des fermes piscicoles. 37p.
- Albert, Bush, O., Kevin, D., Lafferty, Jeffery, Lotz, M. & Allen Shostak, W.** (1997). Department of Zoology, Brandon University, Manitoba, Canada R7A 6A9. *Journal of Parasitology* **83** (4): 575 – 583p.
- Amiet, J. & Nzeyimana, F.** (1990). Notes d'ichthyologie camerounaise (1). À propos de *Phenacogrammus major* (Boulenger, 1903) et de *Hemigrammopetersius pulcher* (Boulenger, 1907). *Rev. fr. d'Aquariol.* **17**: 1 – 8.
- Anderson R. C., Gordon D. M.** (1982). Processes influencing the distribution of parasite numbers within host populations with special emphasis on parasite-induced host mortality. *Parasitology* 85: 373 – 389.
- 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 de Doctorat d'État, *Université de Yaoundé I* : 341p.
- Bilong Bilong, C. F. & Njiné, T. (1998).** Dynamique de populations de trois Monogènes parasites d'*Hemichromis fasciatus* Peters, 1858 dans le lac municipal de Yaoundé, et intérêt possible en pisciculture intensive. *Annales de la Faculté des Sciences de l'Université de Yaoundé I, Série Sciences & Nature et vie.* **34** (2): 295-303.
- Bilong Bilong, C. F. & Tombi, J.** (2004). Hétérogénéité du système branchial de *Barbus martorelli* Roman, 1971 (Poisson : Cyprinidae) et modèle de croissance. *Journal of the Cameroon Academy of Sciences.* **4** (3): 211-2118.
- Bilong Bilong, C. F., Le Pommelet, E. & Silan, P.,** (1999). The gills of *Hemichromis fasciatus* Peters, 1858 (Teleostei, Cichlidae), a biotope for ectoparasites: structure, heterogeneity and growth model. *Ecologie.* **30** (2): 125 – 130.
- Birgi, E.** (1988). Les Monogènes de Characoidae de la zone forestière du Cameroun. *Ann. Fac. Sci. Biochim.* **3** (5): 59-111.
- Blahoua, K. G., N'Douba, V., Kone, T. & N'Guessan, J. K.** (2009). Variations saisonnières des indices épidémiologiques de trois monogènes parasites de *Sarotherodon melanotheron* (Pisces : Cichlidae) dans le lac d'Ayamé I (Côte d'Ivoire). *Sciences et nature.* **6** (1): 39 – 47.

- Brandao H., Yamada F. H., Toledo, G. M. Carvalho, E. D., Silva R. J.** (2013). Monogeneans (Dactylogyridae) parasitizing gills of *Salminus hilarii* from neotropical reservoir, Brazil. *Rev. Bras. Parasitol.vet. Jaboticabal* **22**(4): 579 – 587.
- Cable, J. & Harris, P. D.** (2002). Gyrodactylid developpement biology: historical review, current status and future trends. *International Journal for Parasitology* **32**: 255-280.
- Cable, J., Tinsley, R.C. & Harris, P.D.** (2002). Survival and embryo development of *Gyrodactylus gasterostei* (Monogenea : Gyrodactylae). *Parasitology* **124**: 53-68.
- Chapman, L. J., Lanciani, C. A. & Chapman, C. A.** (2000) Ecolgy of a diplozoon parasite on the gills of the african Cyprinid *Barbus neumayeri*. *African Journal of Ecology*. **38**: 312-320.
- Combes, C.** (1989). *ABC de parasitologie probabiliste et statistique*. U.R.A. 698 C.N.R.S. 2<sup>e</sup> Edition. 92p.
- Combes, C.** (1995). *Interactions durables. Ecologie et évolution du parasitisme*. In : Collection d'écologie, n°26. Paris. Ed Masson.
- Dajoz, R.** (2000). *Précis d'écologie pour le parasitisme*, 7<sup>e</sup> ed. Dunod, Paris. 195p.
- Dzika, E.** (1999). Microhabitat of *Pseudodactylogyrus anguillae* and *P. bini* (Monogenea: Dactylogyridae) on the gills of large-size European eel *Anguilla anguilla* from Lake Gaj, Poland. *Folia Parasitologica*, **46**: 33 – 36.
- El-Hafidi, Berrada-Rkhami, O., Benazzou, T., & Gabrion, C.** (1998). Microhabitat distribution and coexistence of Microcotylidae (monogenea) on the gills of the striped mullet *Mugil cephalus*: chance or competition? *Parasitology Research* **84**: 315 – 320.
- El Hafidi, F., Rkhami, O. B., Isaure de Buron, Durand, J.-D., & Pariselle, A.,** (2013), *Ligophorus* species (Monogenea: Ancyrocephalidae) from *Mugil cephalus* (Teleostei: Mugilidae) of Morocco with the description of a new species and remarks about the use of *Ligophorus* spp. as biological markers of host populations, *Folia Parasitologica* **60** (5): 433–440.
- El Madhi, Y. & Belghyti D.** (2006). Distribution de deux Monogènes dans les individus hôtes de *Trachinotus ovatus* (L, 1758) de la côte de Mehdiya. *Biologie & Santé* **6** (2): 65 – 76.



- Esch, G. W., Kennedy, C. R., Bush, A. O. & Aho, J. M.** (1998). Patterns in helminth communities in freshwater fish in Great Britain: alternative strategies for colonization. *Parasitology* **96**: 519 – 532.
- Euzet, L. & Pariselle, A.** (1996). Le parasitisme des *Siluroidei* : un danger pour l'aquaculture ? *Aquatic Living Ressources* **9**: 145 – 151.
- Ferrari-Hoenghaus, A. P., Takemoto, R. M., Oliveira, L. C., Makrakis, M. C. & Baumgartner, G.** (2006). Host-parasite Relationship of Monogeneans gills of *Astyanax altiparanae* and *Rhamdia quelen* of the Sao Francisco Verdadeiro River, Brazil. *Parasite* **9** : 315 – 320.
- Fodouop, K.** (2003). Développement rural dans la province du centre au Cameroun. *Les Cahiers d'Outre-Mer* **221** : 87 – 102.
- Kaouachi, N., Seridi, M., Boualleg, C., Djebbari, N., Bensouilah, M.** (2013). Analyse de la richesse spécifique des Monogènes parasites des poissons de l'Est du Littoral algérien, *Bull. Soc. Zool. Fr.* **138** (1-4): 127 – 138.
- Koskivaara, M. & Valtonen, E.T.** (1991). *Paradiplozoon homoion* (Monogenea) and some other gill parasites on roach *Rutilus rutilus* in Finland. *Aquaculture Fennica* **21** (2): 137-143.
- Koskivaara, M. & Valtonen, E.T.** (1992). *Dactylogyrus* (Monogenea) communities on the gill of roach in three lakes in Central Finland. *Parasitology* **104**: 263 – 272.
- Lambert, A.** (1977). Les monogènes Monopisthocotylea parasites d'eau douce de la France méditerranéenne. *Bulletin du Muséum national d'histoire naturelle* 3<sup>e</sup> série. N°429, Zoologie. 299p.
- Lim L. H. S.,** (1990). Freshwater Monogeneans of Peninsular Malaysia. *Asiaan Fisheries Science* **3**: 275 – 285.
- Lizama, M., De Los, A. P., Takemoto, R. M. & Pavanelli, G.C.** (2005). Influence of host sex and age on infracommunities of metazoan parasites of *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836) (Prochilodontidae) of the Upper Parana river floodplain, Brasil. *Parasite* **12**: 299 – 304.
- Letouzey, R.** (1958). Phytogéographie camerounaise. *Atlas du Cameroun*. Yaoundé, 5p.
- Louise, E., Avenant-Oldewage, A. & Van der Walt, F. C.** (2011). Aspects of the ecology of *Cichlidogyrus philander* collected from the Padda Dam, Gauteng, South Africa. *African Zoology* **46**(1): 103 – 116.

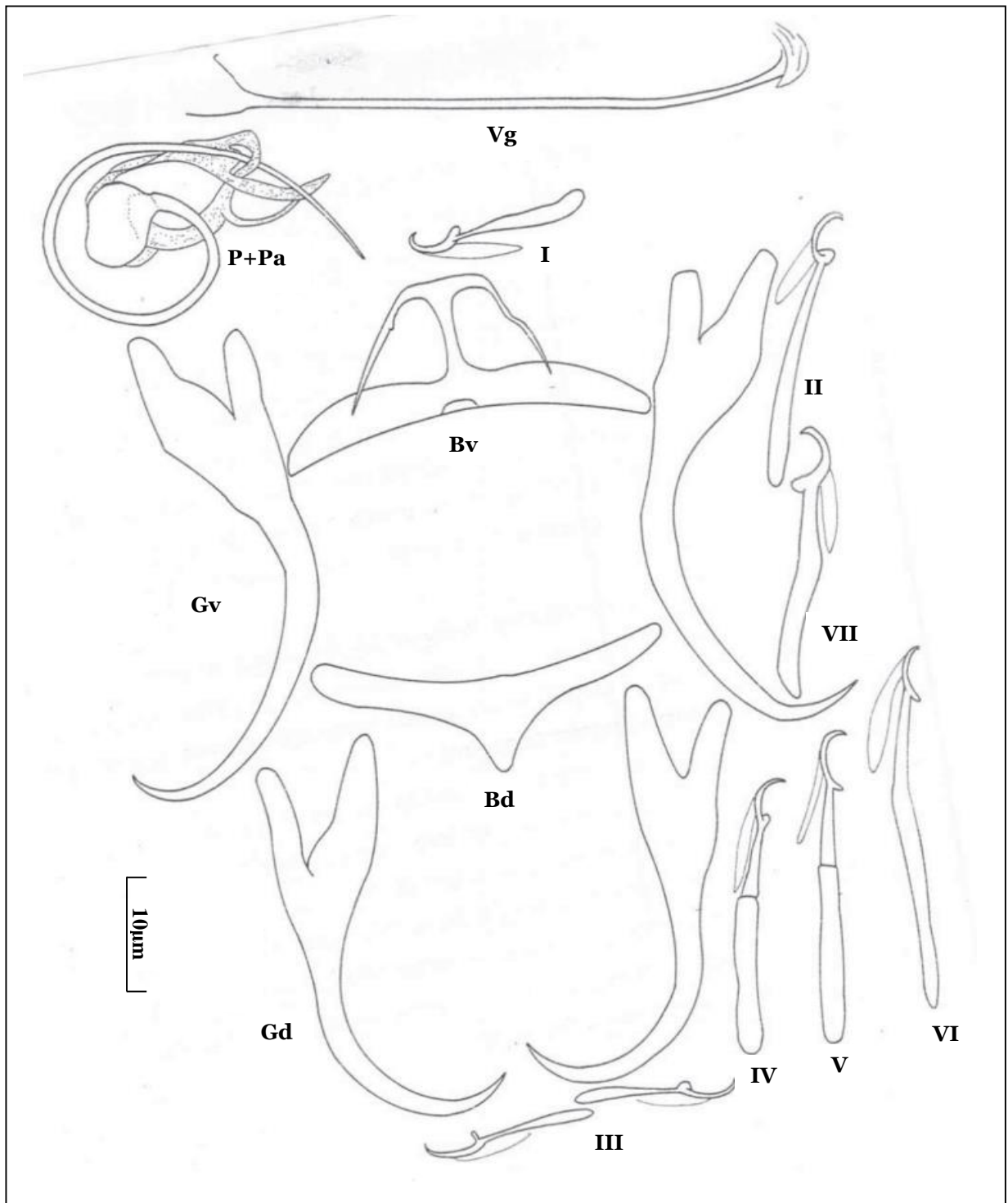
- Luo, Y. F. & Yang, T. B. (2010).** Seasonal population dynamic of monogeneans *Pseudorhabdosynochus coioidesis* and *P. serrani* on wild versus cultured groupers in Daya Bay, south China sea. *Helminthologia* **47** (4): 241 – 250.
- Madhi Y. E. & Belghyti, D. (2006).** Répartition branchiale des monogènes *Gotocotyla acanthura* et *Pyragraphorus hollisae* parente du Pompano, *Trachinotus ovatus* (pisces ; carangidae) de la côte de mehdia (Maroc). *Agronomie Africaine* **18** (2): 117 – 124.
- Monteiro C. M., Kritsky D. C., Brsil-Sato M. C. (2010).** Neotropical Monogenoidea 56 new species of Anacanthorus (Dactylogyridae) from the gills of matruncha, *Brycon orthotaenia* (Characiformes: Characidae), in the Rio Sao Francisco, Brazil. *Folia Parasitology* **57** (3): 1674 – 168.
- Nack, J. & Bilong Bilong, C. F. (2007).** Biotope des ectoparasites branchiaux de *Clarias camerunensis* Lonnberg, 1895 (Pisces Clariidae): modèle de croissance de l'aire colonisable. *Journal of Cameroon Academy of Sciences* **7**: 11 – 16.
- Nack, J. Tombi, J. Bitja, N. A. & Bilong Bilong, C. F. (2010).** Sites de fixation de deux monogènes Dactylogyridea parasites branchiaux de *Clarias camerunensis*: évidence sur le mode d'infestation par les Monopisthocotylea. *Journal of Applied Biosciences* **33**: 2076 – 2083.
- N'Douba, V., Pariselle, A. & Euzet, L. (1997).** Espèces nouvelles du genre *Annulotrema* Paperna et Thurston, 1969 (Monogenea, Ancyrocephalidae) parasites de *Hepsetus odoe* (Bloch, 1794) (Teleostei, Hepsetidae) en côte d'ivoire. *Parasite* **4**: 55 – 61.
- Obiekezie, A.I. (1991).** The principal pathogens and diseases of cultured fishes in Nigeria. *In aquaculture in Africa*, IFS Ed: 197 – 207.
- Ogawa, K. (2002).** Impacts of diclidophorid monogenean infections on fisheries in Japan. *International Journal of Parasitology* **32**: 373 – 380.
- Onguene, M. (1993).** Différenciations pédologiques dans la région de Yaoundé (Cameroun): Transformation d'un sol rouge ferrallitique en sol à horizon jaune et relation avec l'évolution du modelé. Thèse de Doctorat, *Université de Paris VI*.
- ORSTOM. (1993).** Dictionnaire des villages de la Mefou. *Répertoire géographique du Cameroun fascicule 7* : 11 – 12.

- Paugy, D.** (1986). Révision systématique des *Alestes* et *Brycinus* africains (Pisces, Characidae). Paris, ORSTOM Éditions, coll. Études et thèses.
- Poulin R.** (1998). *Evolutionary ecology of parasites*. New York: Chapman and Hall.
- Reed, P. A., Francis-Flyord, R. et Klinger R. E.** (2012). Monogenean parasites of fish. FAO28/FAO33.
- Rohde K. A.** (1979). Critical evaluation of intrinsic and extrinsic factors responsible for niche restriction in parasites. *Am Nat* **114**: 648 – 671.
- Rohde, K** 1993. *Ecology of marine parasites. An introduction of marine parasitology*. 2<sup>e</sup> ed. CAB International, Wallingford. Oxon: 298p.
- Rohde, K.** (2005). Marine Parasitology. ed *CSIRO PUBLISHING*. 559p.
- Rubio-Godoy, M.** (2008). Microhabitat selection of *Discocotyle sagittata* (Monogenea: Polyopisthocotylea) in farmed rainbow trout. *Folia Parasitologica* **55**: 270-276.
- Schmahl, G.** (1993). Treatment of fish parasites: 10. Effects of new triazine derivative. HOE. 092V, on Monogenea: a light and transmission electron microscopy study. *Parasitology Research* **79** (7): 559 – 566.
- Silan, P. & Maillard, C.** (1990). Comparative structures and dynamics of some population of helminths parasites of fishes : the sea bass- *Diplectanum* model. *Acta Ecology* **11**: 857 – 874.
- Silan, P., Langlais, M. & Latu, G.** (1999). Dynamique des populations des monogènes ectoparasites des Téléostéens : Stratégies démographiques et implication mathématiques. *Bulletin d'Ecologie*, t. **30** (4): 1.
- Simkova, A., Verneau, O., Gelnar, M. & Morand, S.** (2006). Specificity and specialisation of congeneric Monogeneans parasiting Cyprinid. *Evolution* **60**: 1023 – 1037.
- Sindermann, C. J.** (1986). Effect of parasites on fish populations: pratical considerations. *Parasitology Quo Vadit*. 371 – 382.
- Sophie Bentz, Combes, C., Euzet, L., Ruitord, J. J. & Verneau, O.** (2003). Evolution of Monogenean parasites across vertebrate host illuminated by the phylogenetic position of *Euzetrema* Combes, 1965 within the Monopisthocotylea. *Biological Journal of the Linnean Society* **80**: 727 – 734.

- Siqueira, S. R., Seriani, R., Ranzani-Paiva, M. J. T., Romagosa, E., Paiva, P. & Andrade-Talmelli, E. F.** (2002). Infestacao de monogenea em branquias de cachara. *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766) (Siluriforme Pimelididae) em viveiros, relacionada ao sexo estadios de maturacao gonadal. In: Encontro Brasileiro de Patologistas de Organismos Aquaticos, 7. Resumos. Foz do iguaçu : ABRAPOA, **112**.
- Stetter, F., Untergasser, D., Iglauer, F., Schreckenbach, K.** (2003). Case report: treatment of the gillworm disease (Dactylogyrosis) of some South American cichlids and catfish. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift* **11** (1): 23–30.
- Stiassny, M. L. J., Teugels, G. G. et Hopkins, C. D.** (2007). *Poissons d’eaux douces et saumâtres de basse guinée, ouest de l’Afrique Centrale*. Volume 1. Tervuren, Belgique. MRHC. IRD, Paris France *Faune tropicale* **42** : 352-353.
- Thoney, D. A., & Hargis, W. J.** (1991). Monogenea (Plathelminthes) as hazard for fish in confinement, *Ann. Rev. Fish. Dis.* 133 – 153.
- Tombi, J.** (2005). Monogènes et myxosporidies ectoparasites de *Barbus martorelli* (Pisces : Cyprinidae): structure temporelle des infracommunautés en milieu forestier secondarisé et impact sur la santé des hôtes. Thèse de Doctorat / PhD. Université de Yaoundé I 135p.
- Tombi, J. & Bilong Bilong, C.F.** (2004). Distribution of gill parasites of the freshwater fish *Barbus martorelli* Roman, 1971 (Teleostei: Cyprinidae) and tendency to inverse intensity evolution between Myxosporidia and Monogenea as a function of the host age. *Revue d’Elevage de Médecine Veterinaires des Pays tropicaux*, **57** (1 – 2): 71 – 76.
- Tombi, J. & Bilong Bilong, C. F.** (2013). Gill arch occupation models of parasite communities of *Barbus martorelli* (Teleostean: Cyprinidae). *Int. J. Fish. Aquaculture* **5**(8): 215 – 220.
- Tombi, J., Nack, J. & Bilong Bilong, C. F.** (2010). Spatial distribution of Monogenean and Myxosporidian gill parasites of *Barbus martorelli* Roman, 1971 (Teleostei: Cyprinid): The role intrinsic factors. *African Journal of Agricultural Research* **5** (13): 1662 – 1669.
- Tombi, J., Bilong Bilong, C. F., & Morand S.** (2011). Gill ectoparasites of *Barbus martorelli* (Teleostean: Cyprinidae) from a tropical watercourse (Cameroon, Africa): Conflit or coexistence?. *Parasite* **18**: 71 – 78.

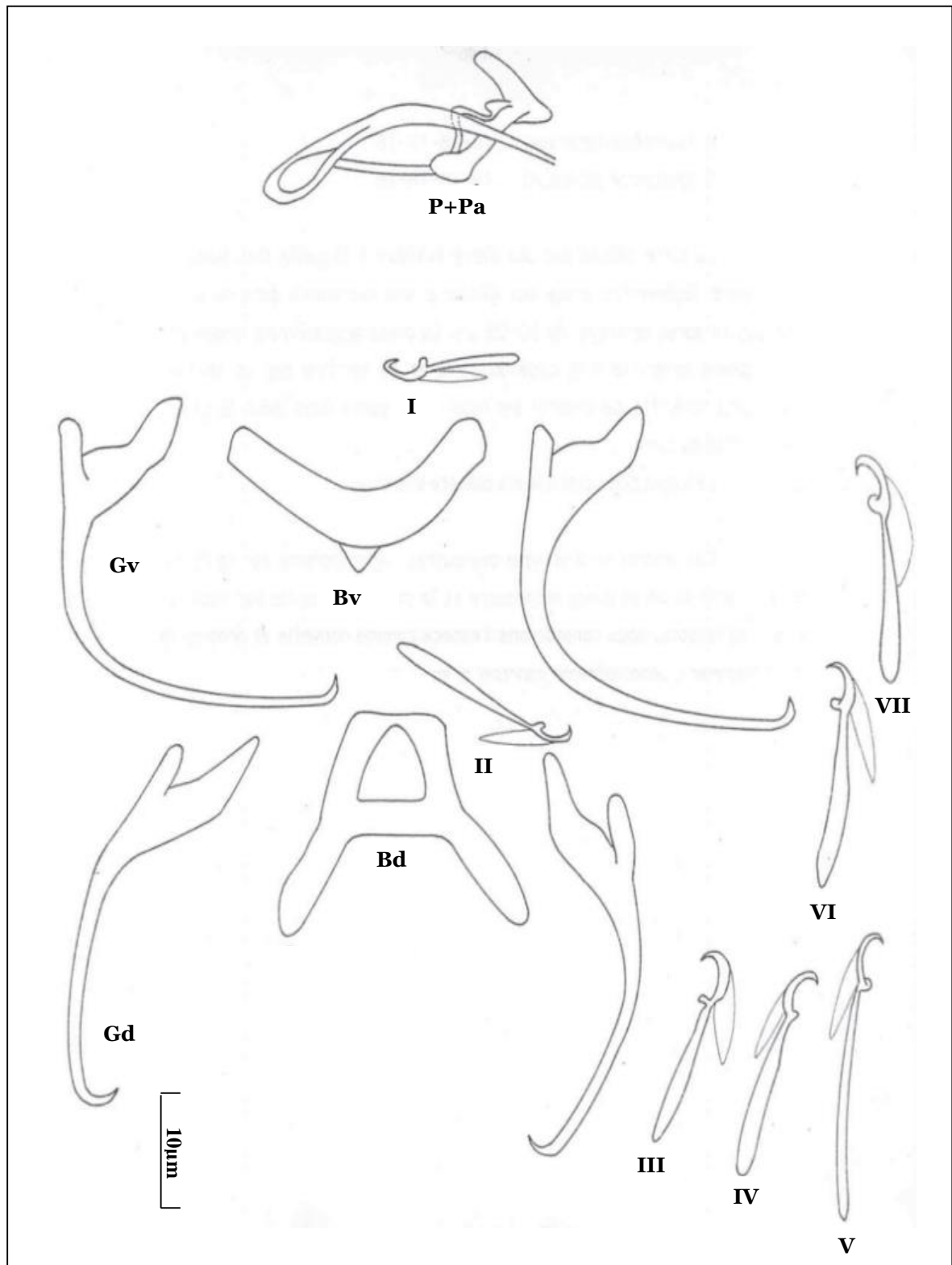
- Tombi, J., Akoumba, J. F., & Bilong Bilong, C. F.,** (2014). The monogenean community on the gills of *Oreochromis niloticus* from Melen fish station in Yaounde, Cameroon. *IJMBR*: (2) 16 – 23.
- Turgut, E., Shinn, A. & Wootten, R.** (2006). Spatial distribution of *Dactylogyrus* (Monogenean) on gills of the host fish. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **6**: 93 – 98.
- Valtonen, E.T., Holmes, J.C. & Koskivaara, M.** (1997). Eutrophication, pollution and fragmentation: effects on parasite communities in roach (*Rutilus rutilus*) and perch (*Perca fluviatilis*) in four lakes in the Central Finland. *Canadian Journal and Aquatic Sciences* **54**: 572 – 585.
- Wang, G. X., Zhou, Z., Jiang, D. X., Han, J., Wang, J. F., Zhao, L. W. & Li, J.** (2010). In vivo anthelmintic activity of five alkaloids from *Macleaya microcarpa* (maxim) Fedde against *Dactylogyrus intermedius* in *Carassius auratus*. *Veterinary Parasitology* **171**: 305 – 313.
- Zelmer, D. A. & Arai, H. P.** (1998). The conditions of hosts age and size to the aggregated distribution of parasites in yellow perch, *Perca flavescens*, from Garner lake, Alberta, Canada. *Journal of Parasitology* **84**: 24 – 28.

## **ANNEXES**



**Annexe I :** Hapteur et génitalia de *Annulotrema amieti* **Birgi, 1988** modifié.

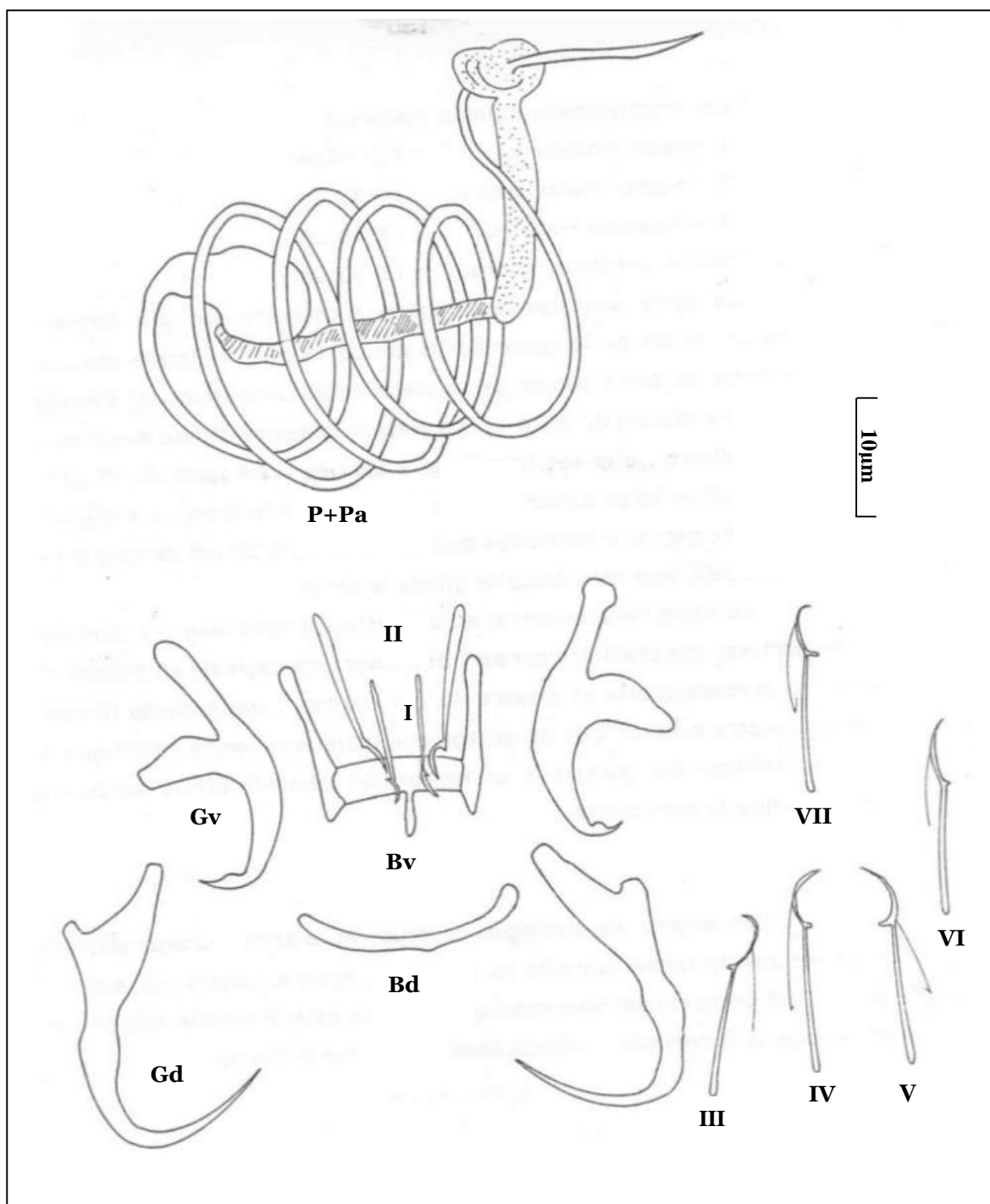
**Légende :** **Bd** : Barre dorsale ; **Bv** : Barre ventrale ; **Gv** : Gripus ventral ; **Gd** : Gripus dorsal ;  
**P** : pénis ; **Pa** : pièce accessoire ; **I – VII** : Uncinuli ; **Vg** : vagin.



**Annexe II :** Hapteur et génitalia de *Annulotrema gabrioni* **Birgi, 1988** modifié.

**Légende :** **Bd** : Barre dorsale ; **Bv** : Barre ventrale ; **Gv** : Gripus ventral ; **Gd** : Gripus dorsal ; **P** : pénis ; **Pa** : pièce accessoire ; **I – VII** : Uncinuli.





**Annexe III :** Hapteur et génitalia de *Characidotrema spiropenis* Birgi, 1988 modifié.

**Légende :** **Bd** : Barre dorsale ; **Bv** : Barre ventrale ; **Gv** : Gripus ventral ; **Gd** : Gripus dorsal ; **P** : pénis ; **Pa** : pièce accessoire ; **I – VII** : Uncinuli.

**Annexe IV :** Résultats du test t (ddl) relatif à la comparaison des charges parasites inter-arcs d'*Annulotrema amieti*

<b>Arc II</b>	0,08 (122)		
<b>Arc III</b>	2,03 (124)	2,02 (124)	
<b>Arc IV</b>	4,78 (118)	4,56 (118)	3,22 (120)
	<b>Arc I</b>	<b>Arc II</b>	<b>Arc III</b>

**Annexe V :** Résultats du test t (ddl) relatif à la comparaison des charges parasites inter-arcs d'*Annulotrema gabrioni*

<b>Arc II</b>	1,16 (114)		
<b>Arc III</b>	0,64 (112)	1,79 (116)	
<b>Arc IV</b>	2,51 (99)	3,31 (103)	2,07 (101)
	<b>Arc I</b>	<b>Arc II</b>	<b>Arc III</b>