

REPUBLIQUE DU CAMEROUN

Paix – Travail – Patrie

UNIVERSITE DE YAOUNDE I

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ET

PHYSIOLOGIE ANIMALES

LABORATOIRE DE PARASITOLOGIE

ET ECOLOGIE



REPUBLIC OF CAMEROUN

Peace – Work – Fatherland

UNIVERSITY OF YAOUNDE I

FACULTY OF SCIENCE

DEPARTMENT OF ANIMAL

BIOLOGY AND PHYSIOLOGY

LABORATORY OF
PARASITOLOGY AND ECOLOGY

**Diversité, phylogénie et écologie des Monogènes parasites
des poissons du genre *Synodontis* Cuvier, 1816 (Siluriformes-
Mochokidae) dans quelques bassins hydrographiques du
Cameroun et impact sur la santé des hôtes**

THESE

Présentée et soutenue en vue de l'obtention du Doctorat/ Ph.D
en Biologie des Organismes Animaux

Par : **MBONDO Jonathan Armel**
Master en Parasitologie et Ecologie

Sous la direction de
NACK Jacques
Chargé de Cours
Université de Douala
BILONG BILONG Charles Félix
Professeur Université de Yaoundé I

Année Académique : 2020



REPUBLIQUE DU CAMEROUN
Paix-Travail-Patrie

UNIVERSITE DE YAOUNDE I
FACULTE DES SCIENCES



REPUBLIC OF CAMEROON
Peace-Work-Fatherland

UNIVERSITY OF YAOUNDE I
FACULTY OF SCIENCE

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE ANIMALES

DEPARTMENT OF ANIMAL BIOLOGY AND PHYSIOLOGY

ATTESTATION DE CORRECTION DE LA THESE

Nous soussignés, membres du jury de soutenance de la thèse de Doctorat/Ph.D de Biologie des Organismes Animaux de Monsieur **Mbondo Jonathan Armel**, matricule **10Q0366**, soutenance autorisée par correspondance du Recteur de l'Université de Yaoundé I N° 20780/UWI/VREPDTIC/DAAC/DEPE/SPD/CB-nsr du 01 juin 2020, sur le sujet intitulé : «**Diversité, phylogénie et écologie des Monogènes parasites des poissons du genre *Synodontis* Cuvier, 1816 (Siluriformes-Mochokidae) dans quelques bassins hydrographiques du Cameroun et impact sur la santé des hôtes** »,

attestons que les corrections demandées par les membres du jury ont été effectuées par le candidat. Le document peut donc, sous sa forme actuelle, être déposé pour exploitation ultérieure.

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

Fait à Yaoundé, le **22 JUL 2020**

L'Examineur

Le Président du jury

Professeur

Le Chef du Département de BPA

Charlès Felicia Bilong
Professeur

UNIVERSITÉ DE YAOUNDÉ I Faculté des Sciences Division de la Programmation et du Suivi des Activités Académiques		THE UNIVERSITY OF YAOUNDE I Faculty of Science Division of Programming and Follow-up of Academic Affairs
LISTE DES ENSEIGNANTS PERMANENTS	LIST OF PERMANENT TEACHING STAFF	

LISTE DES ENSEIGNANTS PERMANENTS

ANNÉE ACADEMIQUE 2019/2020

(Par Département et par Grade)

DATE D'ACTUALISATION 03 Mars 2020

ADMINISTRATION

DOYEN : TCHOUANKEU Jean- Claude, *Maitre de Conférences*

VICE-DOYEN / DPSAA : ATCHADE Alex de Théodore, *Maitre de Conférences*

VICE-DOYEN / DSSE : AJEAGAH Gideon AGHAINDUM, *Professeur*

VICE-DOYEN / DRC : ABOSSOLO Monique, *Maitre de Conférences*

Chef Division Administrative et Financière : NDOYE FOE Marie C. F.,
Maitre de Conférences

Chef Division des Affaires Académiques, de la Scolarité et de la Recherche

DAASR : MBAZE MEVA'A Luc Léonard, *Professeur*

1- DÉPARTEMENT DE BIOCHIMIE (BC) (38)
--

N°	NOMS ET PRÉNOMS	GRADE	OBSERVATIONS
1	BIGOGA DIAGA Jude	Professeur	En poste
2	FEKAM BOYOM Fabrice	Professeur	En poste
3	FOKOU Elie	Professeur	En poste
4	KANSCI Germain	Professeur	En poste
5	MBACHAM FON Wilfried	Professeur	En poste
6	MOUNDIPA FEWOU Paul	Professeur	Chef de Département
7	NINTCHOM PENLAP V. épse BENG	Professeur	En poste
8	OBEN Julius ENYONG	Professeur	En poste

9	ACHU Merci BIH	Maître de Conférences	En poste
10	ATOgho Barbara Mma	Maître de Conférences	En poste
11	AZANTSA KINGUE GABIN BORIS	Maître de Conférences	En poste
12	BELINGA née NDOYE FOE M. C. F.	Maître de Conférences	Chef DAF / FS

13	BOUDJEKO Thaddée	Maître de Conférences	En poste
14	DJUIDJE NGOUNOUE Marcelline	Maître de Conférences	En poste
15	EFFA NNOMO Pierre	Maître de Conférences	En poste
16	NANA Louise épouse WAKAM	Maître de Conférences	En poste
17	NGONDI Judith Laure	Maître de Conférences	En poste
18	NGUEFACK Julienne	Maître de Conférences	En poste
19	NJAYOU Frédéric Nico	Maître de Conférences	En poste
20	MOFOR née TEUGWA Clotilde	Maître de Conférences	Inspecteur de Service MINESUP
21	TCHANA KOUATCHOUA Angèle	Maître de Conférences	En poste

22	AKINDEH MBUH NJI	Chargé de Cours	En poste
23	BEBOY EDZENGUELE Sara Nathalie	Chargée de Cours	En poste
24	DAKOLE DABOY Charles	Chargé de Cours	En poste
25	DJUUKWO NKONGA Ruth Viviane	Chargée de Cours	En poste
26	DONGMO LEKAGNE Joseph Blaise	Chargé de Cours	En poste
27	EWANE Cécile Anne	Chargée de Cours	En poste
28	FONKOUA Martin	Chargé de Cours	En poste
29	BEBEE Fadimatou	Chargée de Cours	En poste
30	KOTUE KAPTUE Charles	Chargé de Cours	En poste
31	LUNGA Paul KEILAH	Chargé de Cours	En poste
32	MANANGA Marlyse Joséphine	Chargée de Cours	En poste
33	MBONG ANGIE M. Mary Anne	Chargée de Cours	En poste
34	PECHANGOU NSANGOU Sylvain	Chargé de Cours	En poste
35	Palmer MASUMBE NETONGO	Chargé de Cours	En poste

36	MBOUCHE FANMOE Marceline Joëlle	Assistante	En poste
37	OWONA AYISSI Vincent Brice	Assistant	En poste
38	WILFRIED ANGIE Abia	Assistante	En poste

2- DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE ANIMALES (BPA) (48)

1	AJEAGAH Gideon AGHAINDUM	Professeur	<i>VICE-DOYEN / DSSE</i>
2	BILONG BILONG Charles-Félix	Professeur	Chef de Département
3	DIMO Théophile	Professeur	En Poste
4	DJIETO LORDON Champlain	Professeur	En Poste
5	ESSOMBA née NTSAMA MBALA	Professeur	<i>Vice Doyen/FMSB/UYI</i>
6	FOMENA Abraham	Professeur	En Poste
7	KAMTCHOING Pierre	Professeur	En poste
8	NJAMEN Dieudonné	Professeur	En poste
9	NJIOKOU Flobert	Professeur	En Poste
10	NOLA Moïse	Professeur	En poste
11	TAN Paul VERNYUY	Professeur	En poste
12	TCHUEM TCHUENTE Louis Albert	Professeur	<i>Inspecteur de service Coord.Progr./MINSANTE</i>

13	ZEBAZE TOGOUET Serge Hubert	Professeur	<i>En poste</i>
----	-----------------------------	------------	-----------------

14	BILANDA Danielle Claude	Maître de Conférences	En poste
15	DJIOGUE Séfirin	Maître de Conférences	En poste
16	DZEUFLET DJOMENI Paul Désiré	Maître de Conférences	En poste
17	JATSA BOUKENG Hermine épouse MEGAPTCHÉ	Maître de Conférences	En Poste
18	KEKEUNOU Sévilor	Maître de Conférences	En poste
19	MEGNEKOU Rosette	Maître de Conférences	En poste
20	MONY Ruth épouse NTONE	Maître de Conférences	En Poste
21	NGUEGUIM TSOFAK Florence	Maître de Conférences	En poste
22	TOMBI Jeannette	Maître de Conférences	En poste

23	ALENE Désirée Chantal	Chargée de Cours	En poste
26	ATSAMO Albert Donatien	Chargé de Cours	En poste
27	BELLET EDIMO Oscar Roger	Chargé de Cours	En poste
28	DONFACK Mireille	Chargée de Cours	En poste
29	ETEME ENAMA Serge	Chargé de Cours	En poste
30	GOUNOUE KAMKUMO Raceline	Chargée de Cours	En poste
31	KANDEDA KAVAYE Antoine	Chargé de Cours	En poste
32	LEKEUFACK FOLEFACK Guy B.	Chargé de Cours	En poste
33	MAHOB Raymond Joseph	Chargé de Cours	En poste
34	MBENOUN MASSE Paul Serge	Chargé de Cours	En poste
35	MOUNGANG LucianeMarlyse	Chargée de Cours	En poste
36	MVEYO NDANKEU Yves Patrick	Chargé de Cours	En poste
37	NGOULATEU KENFACK Omer Bébé	Chargé de Cours	En poste
38	NGUEMBOK	Chargé de Cours	En poste
39	NJUA Clarisse Yafi	Chargée de Cours	Chef Div. UBA
40	NOAH EWOTI Olive Vivien	Chargée de Cours	En poste
41	TADU Zephyrin	Chargé de Cours	En poste
42	TAMSA ARFAO Antoine	Chargé de Cours	En poste
43	YEDE	Chargé de Cours	En poste

44	BASSOCK BAYIHA Etienne Didier	Assistant	En poste
45	ESSAMA MBIDA Désirée Sandrine	Assistante	En poste
46	KOGA MANG DOBARA	Assistant	En poste
47	LEME BANOCK Lucie	Assistante	En poste
48	YOUNOUSSA LAME	Assistant	En poste

3- DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE VÉGÉTALES (BPV) (33)

1	AMBANG Zachée	Professeur	Chef Division/UYII
2	BELL Joseph Martin	Professeur	En poste
3	DJOCGOUE Pierre François	Professeur	En poste
4	MOSSEBO Dominique Claude	Professeur	En poste

5	YOUMBI Emmanuel	Professeur	Chef de Département
6	ZAPFACK Louis	Professeur	En poste

7	ANGONI Hyacinthe	Maître de Conférences	En poste
8	BIYE Elvire Hortense	Maître de Conférences	En poste
9	KENGNE NOUMSI Ives Magloire	Maître de Conférences	En poste
10	MALA Armand William	Maître de Conférences	En poste
11	MBARGA BINDZI Marie Alain	Maître de Conférences	CT/ MINESUP
12	MBOLO Marie	Maître de Conférences	En poste
13	NDONGO BEKOLO	Maître de Conférences	<i>CE / MINRESI</i>
14	NGODO MELINGUI Jean Baptiste	Maître de Conférences	En poste
15	NGONKEU MAGAPTCHE Eddy L.	Maître de Conférences	En poste
16	TSOATA Esaïe	Maître de Conférences	En poste
17	TONFACK Libert Brice	Maître de Conférences	En poste

18	DJEUANI Astride Carole	Chargé de Cours	En poste
19	GOMANDJE Christelle	Chargée de Cours	En poste
20	MAFFO MAFFO Nicole Liliane	Chargé de Cours	En poste
21	MAHBOU SOMO TOUKAM. Gabriel	Chargé de Cours	En poste
22	NGALLE Hermine BILLE	Chargée de Cours	En poste
23	NGOOU Lucas Vincent	Chargé de Cours	En poste
24	NNANGA MEBENGA Ruth Laure	Chargé de Cours	En poste
25	NOUKEU KOUAKAM Armelle	Chargé de Cours	En poste
26	ONANA JEAN MICHEL	Chargé de Cours	En poste
27	GODSWILL NTSOMBAH NTSEFONG	Assistant	En poste
28	KABELONG BANAHOU Louis-Paul-Roger	Assistant	En poste
29	KONO Léon Dieudonné	Assistant	En poste
30	LIBALAH Moses BAKONCK	Assistant	En poste
31	LIKENG-LI-NGUE Benoit C	Assistant	En poste
32	TAEDOUNG Evariste Hermann	Assistant	En poste
33	TEMEGNE NONO Carine	Assistant	En poste

4- DÉPARTEMENT DE CHIMIE INORGANIQUE (CI) (34)

1	AGWARA ONDOH Moïse	Professeur	<i>Chef de Département</i>
2	ELIMBI Antoine	Professeur	En poste
3	Florence UFI CHINJE épouse MELO	Professeur	<i>Recteur Univ.Ngaoundere</i>
4	GHOGOMU Paul MINGO	Professeur	<i>Ministre Chargé de Miss.PR</i>
5	NANSEU Njiki Charles Péguy	Professeur	En poste
6	NDIFON Peter TEKE	Professeur	<i>CT MINRESI</i>
7	NGOMO Horace MANGA	Professeur	<i>Vice Chancellor/UB</i>
8	NDIKONTAR Maurice KOR	Professeur	<i>Vice-Doyen Univ. Bamenda</i>

9	NENWA Justin	Professeur	En poste
10	NGAMENI Emmanuel	Professeur	DOYEN FS UDS

11	BABALE née DJAM DOUDOU	Maître de Conférences	Chargée Mission P.R.
12	DJOUFAC WOUMFO Emmanuel	Maître de Conférences	En poste
13	EMADACK Alphonse	Maître de Conférences	En poste
14	KAMGANG YOUNBI Georges	Maître de Conférences	En poste
15	KEMMEGNE MBOUGUEM Jean C.	Maître de Conférences	En poste
16	KONG SAKEO	Maître de Conférences	En poste
17	NDI NSAMI Julius	Maître de Conférences	En poste
18	NJIOMOU C. épse DJANGANG	Maître de Conférences	En poste
19	NJOYA Dayirou	Maître de Conférences	En poste

20	ACAYANKA Elie	Chargé de Cours	En poste
21	BELIBI BELIBI Placide Désiré	Chargé de Cours	CS/ ENS Bertoua
22	CHEUMANI YONA Arnaud M.	Chargé de Cours	En poste
23	KENNE DEDZO GUSTAVE	Chargé de Cours	En poste
24	KOUOTOU DAOUDA	Chargé de Cours	En poste
25	MAKON Thomas Beauregard	Chargé de Cours	En poste
26	MBEY Jean Aime	Chargé de Cours	En poste
27	NCHIMI NONO KATIA	Chargé de Cours	En poste
28	NEBA nee NDOSIRI Bridget NDOYE	Chargée de Cours	CT/ MINFEM
29	NYAMEN Linda Dyorisse	Chargée de Cours	En poste
30	PABOUDAM GBAMBIE A.	Chargée de Cours	En poste
31	TCHAKOUTE KOUAMO Hervé	Chargé de Cours	En poste
32	NJANKWA NJABONG N. Eric	Assistant	En poste
33	PATOUOSSA ISSOFA	Assistant	En poste
34	SIEWE Jean Mermoz	Assistant	En Poste

5- DÉPARTEMENT DE CHIMIE ORGANIQUE (CO) (35)

1	DONGO Etienne	Professeur	Vice-Doyen
2	GHOUMU TIH Robert Ralph	Professeur	Dir. IBAF/UDA
3	NGOUELA Silvère Augustin	Professeur	Chef de Département UDS
4	NKENGACK Augustin Ephrem	Professeur	Chef de Département
5	NYASSE Barthélemy	Professeur	En poste
6	PEGNYEMB Dieudonné Emmanuel	Professeur	Directeur/ MINESUP
7	WANDJI Jean	Professeur	En poste

8	Alex de Théodore ATCHADE	Maître de Conférences	Vice-Doyen / DPSAA
9	EYONG Kenneth OBEN	Maître de Conférences	En poste
10	FOLEFOC Gabriel NGOSONG	Maître de Conférences	En poste
11	FOTSO WABO Ghislain	Maître de Conférences	En poste

12	KEUMEDJIO Félix	Maître de Conférences	En poste
13	KEUMOGNE Marguerite	Maître de Conférences	En poste
14	KOUAM Jacques	Maître de Conférences	En poste
15	MBAZOA née DJAMA Céline	Maître de Conférences	En poste
16	MKOUNGA Pierre	Maître de Conférences	En poste
17	NOTE LOUGBOT Olivier Placide	Maître de Conférences	Chef Service/MINESUP
18	NGO MBING Joséphine	Maître de Conférences	Sous/Direct. MINERESI
19	NGONO BIKOBO Dominique Serge	Maître de Conférences	En poste
20	NOUNGOUE TCHAMO Diderot	Maître de Conférences	En poste
21	TABOPDA KUATE Turibio	Maître de Conférences	En poste
22	TCHOUANKEU Jean-Claude	Maître de Conférences	<i>Doyen /FS/ UYI</i>
23	TIH née NGO BILONG E. Anastasie	Maître de Conférences	En poste
24	YANKEP Emmanuel	Maître de Conférences	En poste

25	AMBASSA Pantaléon	Chargé de Cours	En poste
26	KAMTO Eutrophe Le Doux	Chargé de Cours	En poste
27	MVOT AKAK CARINE	Chargé de Cours	En poste
28	NGNINTEDO Dominique	Chargé de Cours	En poste
29	NGOMO Orléans	Chargée de Cours	En poste
30	OUAHOUE WACHE Blandine M.	Chargée de Cours	En poste
31	SIELINOU TEDJON Valérie	Chargé de Cours	En poste
32	TAGATSING FOTSING Maurice	Chargé de Cours	En poste
33	ZONDENDEGOUNBA Ernestine	Chargée de Cours	En poste

34	MESSI Angélique Nicolas	Assistant	En poste
35	TSEMEUGNE Joseph	Assistant	En poste

6- DÉPARTEMENT D'INFORMATIQUE (IN) (27)

1	ATSA ETOUNDI Roger	Professeur	<i>Chef Div.MINESUP</i>
2	FOUDA NDJODO Marcel Laurent	Professeur	<i>Chef Dpt ENS/Chef IGA.MINESUP</i>

3	NDOUNDAM René	Maître de Conférences	En poste
---	---------------	-----------------------	----------

4	AMINOUE Halidou	Chargé de Cours	<i>Chef de Département</i>
5	DJAM Xaviera YOUH - KIMBI	Chargé de Cours	En Poste
6	EBELE Serge Alain	Chargé de Cours	En poste
7	KOUOKAM KOUOKAM E. A.	Chargé de Cours	En poste
8	MELATAGIA YONTA Paulin	Chargé de Cours	En poste
9	MOTO MPONG Serge Alain	Chargé de Cours	En poste
10	TAPAMO Hyppolite	Chargé de Cours	En poste
11	ABESSOLO ALO'O Gislain	Chargé de Cours	En poste
12	MONTHÉ DJIADEU Valéry M.	Chargé de Cours	En poste

13	OLLE OLLE Daniel Claude Delort	Chargé de Cours	C/D Enset. Ebolowa
14	TINDO Gilbert	Chargé de Cours	En poste
15	TSOPZE Norbert	Chargé de Cours	En poste
16	WAKU KOUAMOU Jules	Chargé de Cours	En poste

17	BAYEM Jacques Narcisse	Assistant	En poste
18	DOMGA KOMGUEM Rodrigue	Assistant	En poste
19	EKODECK Stéphane Gaël Raymond	Assistant	En poste
20	HAMZA Adamou	Assistant	En poste
21	JIOMEKONG AZANZI Fidel	Assistant	En poste
22	MAKEMBE. S . Oswald	Assistant	En poste
23	MESSI NGUELE Thomas	Assistant	En poste
24	MEYEMDOU Nadège Sylvianne	Assistante	En poste
25	NKONDOCK. MI. BAHANACK.N.	Assistant	En poste

7- DÉPARTEMENT DE MATHÉMATIQUES (MA) (30)

1	EMVUDU WONO Yves S.	Professeur	<i>Inspecteur MINESUP</i>
---	---------------------	------------	---------------------------

2	AYISSI Raoult Domingo	Maître de Conférences	Chef de Département
3	NKUIMI JUGNIA Célestin	Maître de Conférences	En poste
4	NOUNDJEU Pierre	Maître de Conférences	<i>Chef service des programmes & Diplômes</i>
5	MBEHOU Mohamed	Maître de Conférences	En poste
6	TCHAPNDA NJABO Sophonie B.	Maître de Conférences	Directeur/AIMS Rwanda

7	AGHOUKENG JIOFACK Jean Gérard	Chargé de Cours	Chef Cellule MINPLAMAT
8	CHENDJOU Gilbert	Chargé de Cours	En poste
9	DJIADEU NGAHA Michel	Chargé de Cours	En poste
10	DOUANLA YONTA Herman	Chargé de Cours	En poste
11	FOMEKONG Christophe	Chargé de Cours	En poste
12	KIANPI Maurice	Chargé de Cours	En poste
13	KIKI Maxime Armand	Chargé de Cours	En poste
14	MBAKOP Guy Merlin	Chargé de Cours	En poste
15	MBANG Joseph	Chargé de Cours	En poste
16	MBELE BIDIMA Martin Ledoux	Chargé de Cours	En poste
17	MENGUE MENGUE David Joe	Chargé de Cours	En poste
18	NGUEFACK Bernard	Chargé de Cours	En poste
19	NIMPA PEFOUKEU Romain	Chargée de Cours	En poste

20	POLA DOUNDOU Emmanuel	Chargé de Cours	En poste
21	TAKAM SOH Patrice	Chargé de Cours	En poste
22	TCHANGANG Roger Duclos	Chargé de Cours	En poste
23	TCHOUNDJA Edgar Landry	Chargé de Cours	En poste
24	TETSADJIO TCHILEPECK M. E.	Chargée de Cours	En poste
25	TIAYA TSAGUE N. Anne-Marie	Chargée de Cours	En poste
26	MBIAKOP Hilaire George	Assistant	En poste
27	BITYE MVONDO Esther Claudine	Assistante	En poste
28	MBATAKOU Salomon Joseph	Assistant	En poste
29	MEFENZA NOUNTU Thiery	Assistant	En poste
30	TCHEUTIA Daniel Duviol	Assistant	En poste

8- DÉPARTEMENT DE MICROBIOLOGIE (MIB) (18)

1	ESSIA NGANG Jean Justin	Professeur	<i>Chef de Département</i>
---	-------------------------	------------	----------------------------

2	BOYOMO ONANA	Maître de Conférences	En poste
3	NWAGA Dieudonné M.	Maître de Conférences	En poste
4	NYEGUE Maximilienne Ascension	Maître de Conférences	En poste
5	RIWOM Sara Honorine	Maître de Conférences	En poste
6	SADO KAMDEM Sylvain Leroy	Maître de Conférences	En poste

7	ASSAM ASSAM Jean Paul	Chargé de Cours	En poste
8	BODA Maurice	Chargé de Cours	En poste
9	BOUGNOM Blaise Pascal	Chargé de Cours	En poste
10	ESSONO OBOUGOU Germain G.	Chargé de Cours	En poste
11	NJIKI BIKOÏ Jacky	Chargée de Cours	En poste
12	TCHIKOUA Roger	Chargé de Cours	En poste
13	ESSONO Damien Marie	Assistant	En poste
14	LAMYE Glory MOH	Assistant	En poste
15	MEYIN A EBONG Solange	Assistante	En poste
16	NKOUDOU ZE Nardis	Assistant	En poste
17	SAKE NGANE Carole Stéphanie	Assistante	En poste
18	TOBOLBAÏ Richard	Assistant	En poste

9. DEPARTEMENT DE PYSIQUE(PHY) (40)

1	BEN- BOLIE Germain Hubert	Professeur	En poste
2	EKOBENA FOU DA Henri Paul	Professeur	<i>Chef Division. UN</i>
3	ESSIMBI ZOBO Bernard	Professeur	En poste
4	KOFANE Timoléon Crépin	Professeur	En poste
5	NANA ENGO Serge Guy	Professeur	En poste
6	NDJAKA Jean Marie Bienvenu	Professeur	Chef de Département
7	NOUAYOU Robert	Professeur	En poste
8	NJANDJOCK NOUCK Philippe	Professeur	<i>Sous Directeur/ MINRESI</i>
9	PEMHA Elkana	Professeur	En poste
10	TABOD Charles TABOD	Professeur	Doyen Univ/Bda
11	TCHAWOUA Clément	Professeur	En poste
12	WOAFO Paul	Professeur	En poste

13	BIYA MOTTO Frédéric	Maître de Conférences	DG/HYDRO Mekin
14	BODO Bertrand	Maître de Conférences	En poste
15	DJUIDJE KENMOE épouse ALOYEM	Maître de Conférences	En poste
16	EYEBE FOU DA Jean sire	Maître de Conférences	En poste
17	FEWO Serge Ibraïd	Maître de Conférences	En poste
18	HONA Jacques	Maître de Conférences	En poste
19	MBANE BIOUELE César	Maître de Conférences	En poste
20	NANA NBENDJO Blaise	Maître de Conférences	En poste
21	NDOP Joseph	Maître de Conférences	En poste
22	SAIDOU	Maître de Conférences	MINERESI
23	SIEWE SIEWE Martin	Maître de Conférences	En poste
24	SIMO Elie	Maître de Conférences	En poste
25	VONDOU Derbetini Appolinaire	Maître de Conférences	En poste
26	WAKATA née BEYA Annie	Maître de Conférences	<i>Sous Directeur/ MINESUP</i>
27	ZEKENG Serge Sylvain	Maître de Conférences	En poste

28	ABDOURAHIMI	Chargé de Cours	En poste
29	EDONGUE HERVAIS	Chargé de Cours	En poste
30	ENYEGUE A NYAM épse BELINGA	Chargée de Cours	En poste
31	FOUEDJIO David	Chargé de Cours	Chef Cell. MINADER
32	MBINACK Clément	Chargé de Cours	En poste
33	MBONO SAMBA Yves Christian U.	Chargé de Cours	En poste
34	MEL'I Joelle Larissa	Chargée de Cours	En poste
35	MVOGO ALAIN	Chargé de Cours	En poste
36	OBOUNOU Marcel	Chargé de Cours	DA/Univ Inter Etat/Sangmalima
37	WOULACHE Rosalie Laure	Chargée de Cours	En poste

38	AYISSI EYEBE Guy François Valérie	Assistant	En poste
39	CHAMANI Roméo	Assistant	En poste
40	TEYOU NGOUPOU Ariel	Assistant	En poste

10- DÉPARTEMENT DE SCIENCES DE LA TERRE (ST) (43)

1	BITOM Dieudonné	Professeur	<i>Doyen / FASA / UDs</i>
2	FOUATEU Rose épouse YONGUE	Professeur	En poste
3	KAMGANG Pierre	Professeur	En poste
4	NDJIGUI Paul Désiré	Professeur	Chef de Département
5	NDAM NGOUPAYOU Jules-Remy	Professeur	En poste
6	NGOS III Simon	Professeur	DAAC/Uma
7	NKOUMBOU Charles	Professeur	En poste
8	NZENTI Jean-Paul	Professeur	En poste

9	ABOSSOLO née ANGUE Monique	Maître de Conférences	<i>Vice-Doyen / DRC</i>
10	GHOGOMU Richard TANWI	Maître de Conférences	CD/Uma
11	MOUNDI Amidou	Maître de Conférences	<i>CT/ MINIMDT</i>
12	NGUEUTCHOUA Gabriel	Maître de Conférences	CEA/MINRESI
13	NJILAH Isaac KONFOR	Maître de Conférences	En poste
14	ONANA Vincent Laurent	Maître de Conférences	<i>Chef service Maintenance & du Matériel</i>
15	BISSO Dieudonné	Maître de Conférences	<i>Directeur/Projet Barrage Memve'ele</i>
16	EKOMANE Emile	Maître de Conférences	En poste
17	GANNO Sylvestre	Maître de Conférences	En poste
18	NYECK Bruno	Maître de Conférences	En poste
19	TCHOUANKOUE Jean-Pierre	Maître de Conférences	En poste
20	TEMDJIM Robert	Maître de Conférences	En poste
21	YENE ATANGANA Joseph Q.	Maître de Conférences	<i>Chef Div. /MINTP</i>
22	ZO'O ZAME Philémon	Maître de Conférences	<i>DG/ART</i>

23	ANABA ONANA Achille Basile	Chargé de Cours	En poste
24	BEKOA Etienne	Chargé de Cours	En poste
25	ELISE SABABA	Chargé de Cours	En poste
26	ESSONO Jean	Chargé de Cours	En poste
27	EYONG JOHN TAKEM	Chargé de Cours	En poste
28	FUH Calistus Gentry	Chargé de Cours	<i>Sec. D'Etat/MINMIDT</i>
29	LAMILEN BILLA Daniel	Chargé de Cours	En poste
30	MBESSE CECILE OLIVE	Chargée de Cours	En poste
31	MBIDA YEM	Chargé de Cours	En poste
32	METANG Victor	Chargé de Cours	En poste
33	MINYEM Dieudonné-Lucien	Chargé de Cours	CD/Uma
34	NGO BELNOUN Rose Noël	Chargée de Cours	En poste
35	NGO BIDJECK Louise Marie	Chargée de Cours	En poste
36	NOMO NEGUE Emmanuel	Chargé de Cours	En poste
37	NTSAMA ATANGANA Jacqueline	Chargé de Cours	En poste
38	TCHAKOUNTE J. épouse NOUMBEM	Chargée de Cours	<i>Chef.cell / MINRESI</i>

39	TCHAPTCHET TCHATO De P.	Chargé de Cours	En poste
40	TEHNA Nathanaël	Chargé de Cours	En poste
41	TEMGA Jean Pierre	Chargé de Cours	En poste
42	FEUMBA Roger	Assistant	En poste
43	MBANGA NYOBE Jules	Assistant	En poste

Répartition chiffrée des Enseignants de la Faculté des Sciences de l'Université de Yaoundé I

NOMBRE D'ENSEIGNANTS					
DÉPARTEMENT	Professeurs	Maîtres de Conférences	Chargés de Cours	Assistants	Total
BCH	9 (1)	13 (09)	14 (06)	3 (2)	39 (18)
BPA	13 (1)	09 (06)	19 (05)	05 (2)	46 (14)
BPV	06 (0)	11 (02)	9 (06)	07 (01)	33 (9)
CI	10 (1)	9 (02)	12 (02)	03 (0)	34 (5)
CO	7 (0)	17 (04)	09 (03)	02 (0)	35(7)
IN	2 (0)	1 (0)	13 (01)	09 (01)	25 (2)
MAT	1 (0)	5 (0)	19 (01)	05 (02)	30 (3)
MIB	1 (0)	5 (02)	06 (01)	06 (02)	18 (5)
PHY	12 (0)	15 (02)	10 (03)	03 (0)	40 (5)
ST	8 (1)	14 (01)	19 (05)	02 (0)	43(7)
Total	69 (4)	99 (28)	130 (33)	45 (10)	343 (75)

Soit un total de **344 (75)** dont :

- Professeurs **68 (4)**
- Maîtres de Conférences **99 (28)**
- Chargés de Cours **130 (33)**
- Assistants **46 (10)**

() = Nombre de Femmes **75**

DEDICACE

Je dédie ce travail à :

- la mémoire de ma mère, **Antoinette Salomé MANGA**, partie très tôt;*
- mon père, M. **Guillaume MBONDO**, pour tous ses efforts.*

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, je voudrais en premier remercier mon directeur de thèse, Docteur Jacques Nack, pour m'avoir permis de mener cette étude sur un sujet aussi captivant et de m'avoir confié une large liberté d'action.

Je tiens également à exprimer ma profonde gratitude au Professeur Charles Félix Bilong Bilong, superviseur de ce travail, pour m'avoir accueilli dans son unité de recherche depuis mes premiers pas dans ce domaine et pour en avoir suivi de très près le déroulement. Sa rigueur, son sens d'analyse et son expérience m'ont forgé. Qu'il soit également remercié pour sa disponibilité et pour son soutien moral indéfectible.

Je remercie chaleureusement Docteur Antoine Pariselle. Sa disponibilité au laboratoire, lors des descentes sur le terrain et lors de nos discussions ont constitué un socle solide sur lequel s'est érigée cette thèse. Terminer ces travaux sans lui n'aurait pas été facile. Bien qu'étant loin du Cameroun, il a continué à suivre mes recherches. Sa question « où en êtes-vous avec votre thèse ? » qui revenait après un échange d'emails a été un véritable catalyseur pour moi.

Je voudrais dire toute ma gratitude au Docteur Arnold Roger Bitja Nyom pour les discussions enrichissantes que nous avons eues. Qu'il soit également remercié pour avoir pris du temps pour identifier les poissons hôtes utilisés dans ce travail.

J'exprime ma reconnaissance aux membres du jury qui ont accepté d'évaluer ce travail.

J'adresse un grand merci aux enseignants du Département de Biologie et Physiologie Animales de l'Université de Yaoundé I, notamment aux Professeurs Abraham Fomena, Rémy Mimpfoundi, Sévilor Kekeunou et au Docteur Roger Bellet Edimo pour leurs enseignements, leurs conseils et leurs encouragements.

Je ne saurais oublier de remercier mes aînés de laboratoire, Docteurs Françoise Danielle Messu Mandeng, Raymond Mahob, Yede pour leurs conseils, Docteurs Dieu Ne Dort Bahanak, Etienne Didier Bassock Bayiha et Monsieur John Francis Akoumba pour leur bonne humeur et leurs conseils. Leur soutien lors des descentes sur le terrain ainsi que dans l'organisation des données de ce travail a été déterminant.

J'exprime toute ma reconnaissance aux camarades du Laboratoire de Parasitologie et Ecologie de l'Université de Yaoundé I pour leur franche collaboration ; il s'agit de : Mesdames Adèle Michèle Yede, Annie Tapko, Camille Paola Bisseck, Crescence Ngo Nwaha, de Messieurs Hermann Kitio, Samuel Didier Njom et Sévérin Oscar Fankoua.

Que la famille Yomba, sans laquelle la collecte du matériel biologique n'aurait jamais été aisée dans la partie inférieure de la Sanaga à Edéa, trouve ici toute ma reconnaissance.

Les mots me manquent pour exprimer ma gratitude à toute ma famille, plus particulièrement à ma grande sœur Suzanne Ngo Mbondo, à Madame Christine Ebelle et à Monsieur Godefroy Germain Mbondo pour leur soutien moral et financier.

À tous ceux qui, de près ou de loin, ont participé à la réalisation de ce travail, je dis merci.

SOMMAIRE

LISTE DES ENSEIGNANTS PERMANENTS.....	i
DEDICACE.....	xiii
REMERCIEMENTS.....	xiv
SOMMAIRE.....	xvi
ABREVIATIONS.....	xx
LISTE DES FIGURES.....	xxi
LISTE DES TABLEAUX.....	xxiv
LISTE DES ANNEXES.....	xxvi
RESUME.....	xxvii
ABSTRACT.....	xxix
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I : REVUE DE LITTERATURE.....	6
I.1- Généralités sur les Monogènes	7
I.1.1- Définition et cycle de développement des Monogènes	7
I.1.2- Monogènes parasites des poissons de la famille des Mochokidae en Afrique	10
I.1.3- Systématique des Monogènes parasites des <i>Synodontis</i>	10
I.1.4- Méthodes de reconstruction phylogénétique.....	13
I.2- Ecologie des Monogènes	14
I.3- Notion du parasitisme.....	15
I.3.1- Relation hôte – parasite.....	15
I.3.2- Notion de spécificité parasitaire.....	16
I.3.3- Rôle des parasites dans les populations d'hôtes.....	17
CHAPITRE II : BASSINS HYDROGRAPHIQUES PROSPECTES, MATERIEL ET METHODES D'ETUDE	18
II.1- Bassins hydrographiques prospectés.....	19

II.1.1- Bassin de la Sanaga.....	20
II.1.2- Bassin de la Dibamba.....	22
II.1.3- Bassin du Nyong.....	23
II.1.4- Bassin de la Boumba.....	24
II.2- Systématique et distribution des poissons hôtes autopsiés.....	25
II.2.1- Présentation de la famille des Mochokidae et du genre <i>Synodontis</i>	26
II.2.2- Systématique et distribution des poissons hôtes récoltés.....	28
II.3- Méthodes d'étude.....	33
II.3.1- Capture, conservation et identification des poissons.....	33
II.3.2- Recherche et montage des Monogènes.....	35
II.3.3- Acquisition des données morphologiques et morphométriques.....	36
II.3.4- Acquisition des données moléculaires.....	38
II.3.5- Acquisition et analyse des données d'écologie parasitaire.....	40
II.3.6- Traitements statistiques.....	42
CHAPITRE III : RESULTATS.....	47
III.1- Systématique des espèces de Monogènes récoltées.....	48
III.1.1- Redescription et description des Monogènes récoltés.....	48
III.1.2- Analyses morphologiques et morphométriques des parasites décrits.....	72
III.2- Richesse parasitaire et spécificité des Monogènes.....	75
III.3- Analyse phylogénétique.....	75
III.4- Structure de la population d'hôtes de <i>Synodontis rebeli</i> dans le cours inférieur de la Sanaga.....	79
III.4.1- Distribution des fréquences de <i>S. rebeli</i> en fonction des périodes de capture.....	79
III.4.2- Distribution de fréquences de <i>S. rebeli</i> en fonction de la taille (longueur standard).....	80
III.5- Dynamique de populations des Monogènes parasites branchiaux de <i>Synodontis rebeli</i>	81

III.5.1- Distribution des différentes espèces parasites dans l'échantillon de <i>Synodontis rebeli</i>	81
III.5.2- Variations saisonnières des indices épidémiologiques de <i>Sy.melanoptera</i> , <i>Sy. sanagaensis</i> et <i>Sy. extensiocirrus</i> à Edéa dans le cours inférieur de la Sanaga.....	82
III.5.3- Variations du parasitisme de <i>Synodontis rebeli</i> par campagne de pêche.....	85
III.5.4- Variations des indices épidémiologiques en fonction du sexe de l'hôte.....	88
III.5.5- Variation du parasitisme en fonction de la taille de l'hôte.....	89
III.5.6- Variations des indices épidémiologiques en fonction du côté de l'hôte.....	92
III.5.7- Variation des indices épidémiologiques en fonction des types de parasitisme.....	93
III.6- Impact potentiel des monogènes parasites sur la santé de <i>Synodontis rebeli</i> dans le cours inférieur de la Sanaga.....	94
III.6.1-Relation entre IGS et Coefficient de condition K.....	96
III.6.2- Effets du parasitisme sur le poids des hôtes.....	96
CHAPITRE IV : DISCUSSION.....	98
VI.1- Systématique des taxons décrits.....	99
IV.2- Analyses des composantes principales.....	105
IV.3- Analyse phylogénétique.....	105
IV.4- Spécificité parasitaire.....	106
IV.5- Dynamique des populations des Monogènes branchiaux de <i>Synodontis rebeli</i>	108
IV.5.1- Distribution des différentes espèces parasites dans la population de <i>Synodontis rebeli</i>	108
IV.5.2- Variations saisonnières des indices épidémiologiques des <i>Synodontella</i> spp. en fonction des campagnes de pêche dans le cours inférieur de la Sanaga.....	110
IV.5.3- Variations des indices épidémiologiques en fonction du sexe de l'hôte.....	111

IV.5.4- Variation du parasitisme en fonction de la longueur standard de l'hôte.....	111
IV.5.5- Variation du parasitisme en fonction du côté de l'hôte.....	114
IV.5.6- Variation des charges moyennes parasitaires en fonction des types de parasitisme.....	115
V.5.7- Impact potentiel des Monogènes parasites sur la santé de <i>Synodontis rebeli</i> dans le cours inférieur de la Sanaga.....	115
CONCLUSION.....	117
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	120
ANNEXES.....	139
PUBLICATIONS ISSUES DE LA THESE.....	148

SIGLES ET ABREVIATIONS

ACP: Analyse en Composante Principale

ADN : Acide DesoxyriboNucléique

ddNTP: dideoxyNucleotideTriPhosphate

dNTP: diNucleosideTriPhosphate

EDF: Electricité de France

FAO: Food and Agriculture Organization

IGS: Indice Gonado-Somatique

In= indéterminé

Ind : Individu

IRD: Institut de Recherche pour le Développement

ISEM: Institut de l'Evolution des Sciences de Montpellier

ITS: Internal Transcribed Spacer

PCR: Polymerase Chain Reaction

PIB : Produit Intérieur brut

Pr : Prévalence

S : *Synodontis*

Sy : *Synodontella*

MV : Maximum de Vraisemblance

PM : Parcimonie Maximale

NJ : neighbor-Joining

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Morpho-anatomie générale, vue ventrale, de <i>Synodontella arcopenis</i> Dossou et Euzet, 1993	8
Figure 2 : cycle de développement des Monogènes parasites branchiaux de poissons (Lambert, 1977, modifié).....	9
Figure 3: schéma général de la disposition des pièces sclérifiées du haptour chez les Ancyrocephalidae.....	12
Figure 4 : Signification de la spécificité (Euzet et Combes, 1980).....	16
Figure 5 : Bassins hydrographiques du Cameroun (Olivry, 1986 ; modifié).....	19
Figure 6 : Carte hydrographique du bassin de la Sanaga (Olivry, 1986 modifié).....	20
Figure 7 : Carte hydrographique du bassin de la Dibamba (Olivry, 1986 modifié).....	23
Figure 8 : Carte hydrographique du bassin du Nyong (Olivry, 1986 modifié).....	24
Figure 9 : Carte hydrographique du bassin de la Boumba (Olivry, 1986 modifié).....	25
Figure 10 : Carte des différentes Provinces ichtyologiques d’Afrique.....	26
Figure 11 : Morphologie de <i>Synodontis njasse</i> , d’après Poll (1971).....	27
Figure 12 : Morphologie de <i>Synodontis obesus</i> , d’après Boulenger (1911).....	28
Figure 13 : <i>Synodontella rebeli</i> Holly, 1926 (photo Mbondo).....	29
Figure 14 : <i>Synodontis obesus</i> Boulenger, 1898 (photo Mbondo).....	30
Figure 15 : <i>Synodontis steindachneri</i> Boulenger, 1913 (photo Mbondo).....	31
Figure 16 : <i>Synodontis nummifer</i> Boulenger, 1899 (photo Mbondo).....	32
Figure 17 : <i>Synodontis decorus</i> Boulenger, 1899 (photo Mbondo).....	33
Figure 18 : Levée d’un filet maillant avec un spécimen de <i>Synodontis</i> (photo de Danadu)....	34
Figure 19 : Gonades femelles (A) et mâles (B) de <i>Synodontis rebeli</i> (photo de Mbondo).....	35
Figure 20 : Récoltes des parasites.....	35
Figure 21 : Séance de recherche des parasites sur le terrain (photo de Pariselle).....	36
Figure 22: Mensurations des pièces sclérifiées du haptour et du genitalia mâle dans le genre <i>Synodontella</i> (Dossou et Euzet, 1993, modifié).....	37
Figure 23: Microscope LEICA DM2500 couplé à un ordinateur (photo de Mbondo).....	37
Figure 24 : Des thermocycleurs (photo de Bahanak).....	39
Figure 25: Détermination du nombre d’axes significatifs à l’aide de la règle du coude (Pinton, 2008).....	43

Figure 26 : Pièces sclérifiées du haptère et de l'organe copulateur mâle de <i>Synodontella melanoptera</i> (barre d'échelle = 20 µm).....	49
Figure 27 : Pièces sclérifiées du haptère et de l'organe copulateur mâle de <i>Synodontella apertipenis</i> (barre d'échelle = 20 µm).....	51
Figure 28 : Pièces sclérifiées du haptère et de l'organe copulateur mâle de <i>Synodontella sanagaensis</i> (barre d'échelle = 20 µm).....	53
Figure 29 : Pièces sclérifiées du haptère et de l'organe copulateur mâle de <i>Synodontella extensiocirrus</i> n.sp (barre d'échelle = 20 µm).....	55
Figure 30 : Pièces sclérifiées du haptère et de l'organe copulateur mâle de <i>Synodontella pseudoapertipenis</i> (barre d'échelle = 20 µm).....	57
Figure 31 : Pièces sclérifiées du haptère et de l'organe copulateur mâle de <i>Synodontella nyongensis</i> (barre d'échelle = 20 µm).....	59
Figure 32 : Pièces sclérifiées du haptère et de l'organe copulateur mâle de <i>Synodontella angustupenis</i> (barre d'échelle = 20 µm).....	62
Figure 33 : Pièces sclérifiées du haptère et de l'organe copulateur mâle de <i>Synodontella boumbaensis</i> (barre d'échelle = 20 µm).....	64
Figure 34 : Pièces sclérifiées du haptère et de l'organe copulateur mâle de <i>Synodontella spirocirrus</i> (barre d'échelle = 20 µm).....	66
Figure 35 : Pièces sclérifiées du haptère et de l'organe copulateur mâle de <i>Synodontella simplex</i> (barre d'échelle = 20 µm).....	68
Figure 36 : Pièces sclérifiées du haptère et de l'organe copulateur mâle de <i>Synodontella longipenis</i> (barre d'échelle = 20 µm).....	70
Figure 37 : Tracées des valeurs propres des axes.....	73
Figure 38 : Projection des variables sur les axes factoriels 1 et 2.....	73
Figure 39 : ACP des mensurations des différentes variables explicatives représentées sur les axes factoriels 1 et 2.....	74
Figure 40 : Arbre phylogénétique consensuel obtenu avec l'analyse de Maximum de Vraisemblance.....	78
Figure 41 : A proportions des différentes espèces de Monogènes récoltées chez <i>S. rebeli</i> à Edéa	82
Figure 42 : Variations saisonnières des intensités moyennes des différents Monogènes parasites étudiés.....	84
Figure 43 : Variations de la charge globale en Monogènes (genre <i>Synodontella</i>) par campagne de capture d'hôtes.....	85
Figure 44 : Variations des intensités parasitaires moyennes par campagne de pêche.....	88

Figure 45 : Droite de régression de la charge parasitaire en fonction de la longueur standard de l'hôte.....	90
Figure 46 : Variations des intensités moyennes des Monogènes en fonction des différentes classes de tailles de l'hôte à Edéa.....	92
Figure 47 : Taux d'infestation des différentes espèces parasites en fonction du côté de l'hôte.....	92
Figure 48 : Variation du nombre moyen de Monogènes hébergé par individu hôte en fonction du type de parasitisme.....	94
Figure 49 : Variation du coefficient de condition K de <i>S. rebeli</i> en fonction de la campagne de capture à Edéa.....	95
Figure 50 : Variation de l'indice gonado-somatique en fonction des périodes de capture.....	95
Figure 51 : Droite de régression entre le GSI et le coefficient de condition K.	96
Figure 52 : Droite de régression entre les logPE et logLS en tenant compte de la charge parasitaire.....	97
Figure 53 : Comparaisons des pièces sclérifiées du haptéur de quatre genres, parasites de Siluriformes africains.....	100
Figure 54 : Provinces ichthyologiques africaines: Nilo-Soudan (N-S), Guinée Supérieure (UGF), Guinée Inférieure (LGF), Congo Basin (CB), Lac Tanganyika (LT), Lac Malawi (LM), Côte Est (EA), Quanza (K), Zambèze (Z) [Roberts (1975) modifié].....	101
Figure 55 : Capture des eaux entre les bassins de la Sanaga et du Congo.....	102
Figure 56 : Comparaison des pièces sclérifiées des barres transversales dorsales des espèces de <i>Synodontella</i> de la Sanaga (1) et celles de la Boumba (2).....	103

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Mensurations (en μm) des espèces parasites étudiées	71
Tableau II : Différentes variables utilisées dans l'analyse en composantes principales.....	72
Tableau III: Liste de poissons hôtes et de leurs Monogènes.....	75
Tableau IV : Liste des espèces de Monogènes et numéros d'accèsion des séquences d'ADNr 28s LSU dans GenBank.....	76
Tableau V : Distances génétiques entre les différentes espèces de parasites étudiées.....	77
Tableau VI : Distribution des fréquences de <i>Synodontis rebeli</i> en fonction des périodes de capture.....	79
Tableau VII : Distribution des fréquences de <i>Synodontella rebeli</i> en fonction de la longueur standard.....	80
Tableau VIII : Indices épidémiologiques et statut des différentes espèces parasites.....	82
Tableau IX : Variations saisonnières du parasitisme au niveau de la xénocomunauté.....	83
Tableaux X : Variations saisonnières des indices épidémiologiques (prévalence, abondance moyenne et intensité moyenne) des différentes espèces parasites de <i>Synodontis rebeli</i>	83
Tableau XI : Variations entre les campagnes de capture d'hôtes des indices épidémiologiques des différentes espèces de parasites.....	86
Tableau XII : Valeurs de la probabilité P résultant des comparaisons 2x2 des intensités moyennes par le test U de Mann-Whitney chez <i>Sy. melanoptera</i>	86
Tableau XIII : Valeurs de la probabilité P résultant des comparaisons 2x2 des intensités moyennes par le test U de Mann-Whitney chez <i>Sy. sanagaensis</i>	87
Tableau XIV : Variation globale des indices épidémiologiques en fonction du sexe.....	88
Tableau XV : Variation des indices épidémiologiques des différentes espèces de parasites en fonction du sexe de l'hôte	89
Tableau XVI : Variation du parasitisme au niveau de la xénocomunauté en fonction des classes de taille des hôtes.....	89
Tableau XVII : Valeurs de la probabilité P résultant de la comparaison 2x2 des charges moyennes en Monogènes en fonction des classes de taille (test Mann- Whitney).....	90
Tableau XVIII : Variations des indices épidémiologiques des Monogènes étudiés en fonction des classes de taille des hôtes.....	91

Tableau XIX : Variation des charges moyennes parasitaires en fonction du type de parasitisme.....	93
Tableau XX : Répartition des différentes espèces parasites sur les espèces hôtes récoltées.....	107

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Place des Monogènes dans le groupe des Plathelminthes (Desclaux, 2003).....	140
Annexe 2 : Pièces sclérifiées de <i>Synodontella synodontii</i> Paperna et Thurston, 1968.....	140
Annexe 3 : Pièces sclérifiées de <i>Synodontella arcopenis</i> Dossou et Euzet, 1993.....	141
Annexe 4 : Pièces sclérifiées de <i>Synodontella davidi</i> Dossou et Euzet, 1993.....	142
Annexe 5 : Pièces sclérifiées de <i>Synodontella zambezensis</i> Douëllou et Chishawa, 1995.....	143
Annexe 6 : Vue partielle du cours inférieur du fleuve Sanaga (photo de Mbondo)	144
Annexe 7 : Vue partielle du débarcadère du Nyong (photo de Mbondo).....	144
Annexe 8 : Glacière servant au transport des poissons du terrain au laboratoire	145
Annexe 9 : Balance électronique (SARTORIUS® modèle Handy).....	145
Annexe 10 : Pied à coulisse (Carbon Fiber Composites Digital Caliper) de résolution 0,1mm avec une précision de ± 0.2 mm (photo de Mbondo).....	145
Annexe 11 : Loupe binoculaire de marque WILD HEERBRUG M2G17 (photo de Mbondo).....	145
Annexe 12 : Aiguille d'entomologie montée sur un mandrin d'horloger (photo de Mbondo).....	145
Annexe 13 : Cliché de la migration de l'ADN sur gel polyacrylamide (photo de Bahanak).....	145
Annexe 14 : Coordonnées des variables actives sur les axes factoriels 1 et 2.....	146
Annexe 15 : Valeurs de la probabilité P résultant de la comparaison 2x2 des intensités moyennes de <i>Sy. melanoptera</i> en fonction des classes de taille de <i>S. rebeli</i> ...	147
Annexe 16 : Valeurs de la probabilité P résultant de la comparaison 2x2 des intensités moyennes de <i>Sy. sanagaensis</i> en fonction des classes de taille de <i>S. rebeli</i>	147

RESUME

Les sociétés humaines sont confrontées à un immense défi, celui d'assurer un approvisionnement en nourriture tout en préservant les ressources pour une population qui dépassera largement les neuf milliards d'habitants au milieu du XXI^e siècle. La FAO estime que l'humanité consomme de plus en plus de poisson et dépend beaucoup de ce secteur ; les faibles abondances et les petites tailles des poissons issus de la pêche de capture témoignent de l'épuisement des stocks naturels dû à la surpêche. Face à cette difficulté, l'aquaculture peut assurer une croissance continue de l'offre de cette denrée destinée à la consommation humaine ; toutefois cette dernière est menacée par la mortalité des poissons due en partie au parasitisme. Les Monogènes figurent parmi les groupes de parasites capables de causer de lourdes pertes dans les populations de poissons mais ils sont aussi de bons marqueurs de leurs hôtes à cause de leur spécificité, souvent stricte. Ce travail qui s'inscrit dans le cadre de l'amélioration de la production halieutique vise préalablement à approfondir les connaissances sur la systématique, la phylogénie et la dynamique des populations des Monogènes parasites branchiaux des poissons du genre *Synodontis* Cuvier, 1916 qui sont de bons candidats pour la domestication car ils ont une large distribution, présentent une grande diversité biologique et une grande importance économique. Le présent travail a concerné les bassins hydrographiques de la Dibamba, de la Sanaga, du Nyong et de la Boumba dans lesquels nous avons récolté cinq espèces du genre *Synodontis*. Les poissons ont été capturés au moyen de filets maillants, des lignes dormantes ou achetés vivants au marché ; ont ensuite été soit conservés au frais, soit fixés sur le terrain dans du formol à 10 %, selon l'étude ultérieurement visée. Après mensuration de la taille, pesage, le sexe des poissons a été déterminé. Les arcs branchiaux gauches et droits ont été détachés et les Monogènes ont été décrochés à l'aide d'une aiguille d'entomologie. Les parasites récoltés ont été montés dans une goutte de picrate d'ammonium glycérimé pour les études systématiques ou introduits dans de l'alcool à 95% pour les études génétiques, ou encore montés dans une goutte d'eau pour les études écologiques. L'ADN des parasites fixés à l'alcool a été amplifié puis séquencé. Les séquences obtenues ont été nettoyées et ont servi à la construction d'un arbre phylogénétique consensuel. Les études systématiques ont abouti à la description de dix nouvelles espèces de Monogènes appartenant au genre *Synodontella* ainsi qu'à la redescription de l'espèce *Synodontella melanoptera*. L'analyse en composantes principales des variables descriptives de ces espèces a montré que les différences observées entre les différents taxons tiennent essentiellement à la longueur des crochets ventraux et dorsaux et à celle de la pièce accessoire

de l'organe copulateur mâle. De toutes ces espèces de *Synodontella* récoltées, seule *Sy. melanoptera* a montré une spécificité sténoxène, les autres étant oïxènes. La construction de l'arbre phylogénétique montre une monophylie entre les *Synodontella*, les *Protoancylodiscoides* et les *Schilbetrema*. On observe également l'existence de deux sous-groupes chez les *Synodontella* du Cameroun, résultat probable d'un isolement des populations d'hôtes et celles des parasites des différentes zones géographiques prospectées, suivi d'un processus de spéciation allopatrique (vicariance). L'analyse écologique menée sur les Monogènes branchiaux de 257 *Synodontis rebeli* du cours inférieur de la Sanaga a permis de récolter 3683 spécimens appartenant à trois espèces : *Synodontella melanoptera*, *Synodontella sanagaensis* et *Synodontella extensiocirrus* ; ces parasites ont présenté une distribution de type agrégatif. Leurs intensités moyennes ont varié de très faibles à faibles. *Synodontella melanoptera* et *Synodontella sanagaensis* se sont révélés des espèces dominantes de la xénocommunauté tandis que *Synodontella extensiocirrus* a été l'espèce rare, satellite ou dominante en fonction de la période de capture des hôtes. Les intensités moyennes des Monogènes parasites branchiaux de *S. rebeli* augmentent en saison de pluie, mais également avec la taille des hôtes. Le parasitisme par *Synodontella melanoptera*, *Synodontella sanagaensis* et *Synodontella extensiocirrus* évolue indépendamment du sexe et du côté de l'hôte mais la charge moyenne parasitaire croît avec la richesse spécifique parasitaire. S'agissant de la santé des poissons, les Monogènes parasites branchiaux de *S. rebeli* ne semblent pas causer de dommage à leurs hôtes en milieu naturel, mais en situation d'élevage, ces parasites peuvent probablement réduire le poids de leurs hôtes.

Mots clés : Systématique, phylogénie, spéciation allopatrique, spécificité parasitaire, xénocommunauté, épidémiologie, espèce dominante ou rare, impact.

ABSTRACT

Human societies are facing with a great challenge: providing food and livelihoods for a population which will largely surpass nine billion by mid XXI century. FAO (2014) estimates that populations are increasingly consuming fish and are highly dependent on this sector. The low abundance and small size of fishes caught in capture fisheries show depletion of natural stocks due to overfishing. In this context, fish farming can ensure continuous growth in the supply of fish for human consumption, but is threatened by fish mortality partially due to parasitism. On the other hand, parasites can play an important role in ecosystem equilibrium. Monogenea appear to be among parasite groups capable of causing great losses in fish populations, but also good hosts markers due to their often narrow specificity. We undertook this research as part of the improvement of fisheries production with the aim to deepen the knowledge on the systematic, the phylogeny and the dynamics of populations of the Monogenean gill parasites of *Synodontis* fishes, which are good candidates for domestication due to their wide distribution, great diversity and great economic importance. The present work was done in the watersheds of Dibamba River, Sanaga River, Nyong River and Boumba River. Five fish species belonging to genus *Synodontis* have been harvested. Fish were caught by gill nets or angling. They were then kept refrigerated or fixed in the field in a 10% formalin solution according to the study later targeted. Each fish was then measured, weighed and their sex determined. Gill arches were removed by dorsal and ventral sections, and then placed in a Petridish containing tap water. The parasites were dislodged from the gill filaments with the aid of a dissecting needle. Monogeneans were fixed between slides and cover slips into a drop of glycerin ammonium-picrate mixture for systematic studies, introduced in 95% alcohol for genetic studies or fixed between slides and cover slips in a drop of water for ecological studies. Parasites in 95% alcohol were amplified, then their DNA sequenced. The resulting DNA sequences were cleaned up and used to construct a consensual phylogenetic tree. The systematic studies led to the description of ten new species of Monogenes belonging to genus *Synodontella* as well as the redescription of *Synodontella melanoptera*. The Principal Component Analysis made from the sclerotized parts of these species shows that parasites are different mainly by the length of the ventral and dorsal hooks. The other ten parasite species found only on the gill filaments of one host specie are oioxenous, while *Synodontella melanoptera* parasitizing the gill filaments of three different host species of the same genus is mesostenoxenous. *Synodontella*, *Protoancylodiscoides* and *Schilbetrema* appear as belonging to a monophyletic group.

Horseshoes-shaped makes it possible to separate *Synodontella* species from Cameroon in two different subgroups. This difference can be explained by a long isolation period of the hosts, living in two different basins, followed by the divergence of the parasite populations (vicariant speciation). During the study of the population dynamic of monogeneans gills parasite of *Synodontis rebeli* from the downstream of Sanaga River, 257 fish specimens were exanimated and we found 3683 monogeneans belonging to three species ie: *Synodontella melanoptera*, *Synodontella sanagaensis* and *Synodontella extensiocirrus*. All the three species presented an aggregate distribution. Their mean intensities vary from low to very low. *Synodontella melanoptera* and *Synodontella sanagaensis* are dominant while *Synodontella extensiocirrus* is rare, satellite or dominant, depending on the host capture period. The mean intensities of the monogeneans gill parasite of *S. rebeli* increase during the rainy season and with the size of the hosts. Parasitism by *Synodontella melanoptera*, *Synodontella sanagaensis* and *Synodontella extensiocirrus* does depend neither on the sex nor on the host gill side, but increases with specie richness. In the natural environment, Monogeneans gill parasites of *S. rebeli* do not seem to cause damage to their hosts, but these parasites can greatly reduce the weight of their hosts in fish farming.

Key words: Systematics, phylogeny, vicariant speciation, specificity, Parasites, Gills, Synodontis, damage.

INTRODUCTION

Contexte général

Environ 800 millions d'êtres humains souffrent de malnutrition chronique dans le monde ; le nombre de ces malnutris grandira dans les prochaines décennies puisque la population du globe va encore croître de 2 milliards pour atteindre 9,6 milliards de personnes en 2050 ; cette population se concentrera dans les zones urbaines côtières (FAO, 2014). Face à cette croissance démographique vertigineuse, nourrir la planète tout en préservant ses ressources pour les générations futures reste un véritable challenge. Selon la FAO (2014), jamais auparavant l'humanité n'avait consommé autant de poisson, ni dépendu si fortement du secteur aquacole pour son bien-être. En 2016, la production halieutique mondiale a atteint une valeur record d'environ 171 millions de tonnes, le secteur de l'aquaculture comptant pour 47 % de ce chiffre, voire 53 % si l'on exclut la production destinée à des utilisations non alimentaires (FAO, 2018). Le poisson est donc un aliment d'une grande importance ; il constitue une source de protéines animales à valeur biologique élevée, couvrant près de 20% de l'apport protéique mondial (Subasinghe et *al.*, 2000 ; Béné et *al.*, 2008). Dans ces conditions, l'aquaculture peut jouer un rôle important dans la lutte contre la faim, dans la promotion de la santé et dans la réduction de la pauvreté car la production de la pêche de capture est relativement stable depuis la fin des années 1980 ; c'est à l'aquaculture que l'on doit la croissance continue et impressionnante de l'offre de poisson destinée à la consommation. De plus, en 2016, la valeur totale de la production halieutique et aquacole à la première vente était estimée à 362 milliards de dollars américains (USD) dont 232 milliards provenaient de l'aquaculture. Un an plus tôt, en 2015, environ 17 % des protéines animales consommées dans le monde provenaient du poisson (FAO, 2018). En outre et selon la même source, le poisson a fourni, à environ 3,2 milliards de personnes, près de 20 % de leur apport moyen en protéines animales ; si l'on considère les données par habitant, la consommation humaine de poisson est passée de 9 kg en 1961 à 20,2 kg en 2015, soit un taux de croissance annuel moyen d'environ 1,5 %. Cette consommation, qui a continué d'augmenter pour atteindre environ 20,3 kg en 2016 et environ 20,5 kg en 2017, s'explique par la hausse de la production et d'autres facteurs parmi lesquels on peut citer la diminution du gaspillage (FAO, 2018). Au Cameroun, bien que la valeur du Produit Intérieur Brut (PIB) du sous-secteur pêche ait connu une hausse de 0,2% entre 2014 et 2015, elle reste néanmoins la moins élevée de toutes les ventilations sectorielles du PIB du pays (Loi De Finances, 2017). L'observation de faibles abondances, de petites tailles des poissons pêchés dans les cours d'eau et lacs ainsi que les changements dans la composition des espèces récoltées incriminent la surpêche et la dégradation de l'environnement (Allan *et al.*, 2005) et demandent une implication active de

l'aquaculture dans l'objectif de pérennisation de la ressource poisson pour un développement durable.

Problématique

L'aquaculture est menacée par une forte mortalité des poissons qui est une entorse réelle au développement de cette activité ; cette mortalité est en partie due au parasitisme et aux activités anthropiques qui perturbent les écosystèmes aquatiques telles que la construction des ouvrages et l'introduction des espèces compétitrices. L'explosion de la demande en produits piscicoles rend urgent le développement du secteur aquacole. Ainsi, le poisson d'eau douce issu des étangs piscicoles peut contribuer directement à satisfaire la demande sus-évoquée d'aliments protéiques. Le poisson est également utile dans divers autres domaines ; il est employé comme bio-indicateur de pollution (Hugueny et *al.*, 1996; Hay et *al.*, 1996), dans la lutte contre certaines maladies liées à l'eau, par exemple l'utilisation d'espèces malacophages pour éliminer des étangs les mollusques hôtes intermédiaires de la bilharziose (George, 1975; Lévêque, 1999). Il peut aussi servir à enrichir la faune de certains plans d'eaux naturels jugés insuffisamment productifs, en occupant des niches écologiques laissées vides (Moreau et *al.*, 1988; Lévêque, 1999). Cependant, tous ces services rendus par le poisson nécessitent, *a priori*, une bonne connaissance de la biologie des taxons concernés; il s'agit entre autres de : (1) l'identification des espèces à grand intérêt piscicole, (2) la maîtrise de leur reproduction et de leur élevage, enfin (3) la prévention de leur mortalité en culture. Le parasitisme peut jouer un rôle majeur dans l'équilibre des écosystèmes (Combes, 1995). Lors d'une étude d'une xénocommunauté d'*Oreochromis niloticus* (Linné, 1758), Bilong Bilong et Njiné (1998) ont montré que les parasites (Protozoaires et métazoaires), en plus de leurs effets qui potentialisent ceux de la prédation et de la pollution des eaux, sont de réelles causes de mortalité des poissons surtout en élevage. De l'examen des hôtes capturés dans la nature, Euzet et Pariselle (1996) ont souligné que tous les principaux groupes de parasites de poissons sont connus chez les poissons de l'ordre des Siluroidei. Ainsi, pour ces derniers auteurs, le développement de l'aquaculture des Siluroidei doit tenir compte de quatre phénomènes liés à la pathologie parasitaire qui sont malheureusement trop souvent négligés ; il s'agit, entre autres, de (1) l'estimation de la pathologie parasitaire en milieu naturel, (2) l'estimation de la pathologie parasitaire en aquaculture, (3) l'introduction d'espèces et (4) le parasitisme des poissons hybrides. Parmi les taxons parasites capables d'infliger de lourdes pertes aux populations de poissons, les Monogènes occupent une place non négligeable. Du fait de leur spécificité souvent stricte (Euzet et Combes, 1980), ces Plathelminthes sont aussi de

véritables marqueurs pour leurs hôtes. Par conséquent, ils sont capables de fournir des informations sur l'origine, les migrations, la biogéographie, la phylogénie et l'écologie de leurs hôtes (Pariselle et *al.*, 2011).

Notre étude a deux préoccupations: répondre aux questions scientifiques sur la diversité, la phylogénie et l'écologie des Monogènes parasites des poissons d'une part et, d'autre part, contribuer au développement du secteur piscicole au Cameroun via une bonne connaissance épidémiologique des pathogènes des poissons en milieu naturel avant leur mise en culture dans les étangs piscicoles. Parmi les espèces candidats à la domestication, les poissons du genre *Synodontis* Cuvier, 1916 sont particulièrement intéressants, notamment:

- par leur **distribution**. La distribution actuelle et celle des fossiles du genre *Synodontis* sont attestées en Afrique Centrale, Australe, Occidentale puis en Afrique de l'Est et du Nord (Pinton, 2008). Une telle répartition large fait de ce genre un bon modèle pour des études de phylogénie ;

- par leur **diversité**. Le genre *Synodontis*, qui rassemble 119 espèces décrites, est l'un de ceux parmi les Téléostéens qui sont plus diversifiés en Afrique (Stiassny et *al.*, 2007). La présence d'un grand nombre d'espèces sauvages doit pouvoir faciliter la sélection de souches à fortes potentialités aquacoles ;

- par leur **importance économique**. En effet, les poissons du genre *Synodontis* sont par exemple très appréciés dans l'alimentation des riverains du fleuve Sanaga (obs.pers.). Les visites effectuées sur le terrain dans les foyers de pêche, notamment aux débarcadères du lac Ossa et au marché de bord d'Edéa, ont permis d'estimer entre 2000 et 3000 FCA (5,6 et 7,5 dollars américain) le prix du kilogramme de poissons frais du genre *Synodontis*.

Objectifs de recherche

Au Cameroun, aucune recherche sur les Monogènes n'a été conduite chez les poissons du genre *Synodontis*.

Objectif général

L'objectif général de cette étude est donc d'entreprendre et d'approfondir les connaissances sur la systématique, la phylogénie et la dynamique de populations des Monogènes parasites branchiaux des poissons du genre *Synodontis* qui sont de bons candidats à une domestication.

Objectifs spécifiques

Pour atteindre cet objectif général, nous avons défini trois objectifs spécifiques.

Le premier objectif spécifique de ce travail est d'inventorier les Monogènes parasites branchiaux des espèces du genre *Synodontis*, dans quelques bassins hydrographiques du Cameroun, pour se faire une idée de la diversité et de l'extension géographique du genre *Synodontella*.

Le deuxième objectif spécifique de notre étude consiste à établir les liens phylétiques existant entre les Monogènes du genre *Synodontella* et ceux d'autres genres parasites des Siluriformes, d'autant plus qu'une seule étude des relations phylogénétiques inter-génériques concernant les *Synodontella* a été publiée à ce jour (Raphahlelo et *al.*, 2016).

Le troisième objectif spécifique est consacré à une analyse écologique qui intègre l'étude de la dynamique de populations des Monogènes parasites branchiaux de *Synodontis rebeli*, espèce de Siluriforme très appréciée dans l'une des localités de notre zone d'étude.

Hormis l'introduction et la conclusion, le présent mémoire s'articule autour de quatre chapitres. Le premier chapitre expose les généralités sur les Monogènes et la notion de parasitisme. Après avoir décrit le cadre de notre étude, le deuxième chapitre traite du matériel et des différents aspects de la méthodologie utilisés. Le troisième chapitre présente les résultats obtenus, enfin le quatrième chapitre se consacre à la discussion de ces différents résultats.

CHAPITRE I : REVUE DE LITTERATURE

I.1- Généralités sur les Monogènes

I.1.1- Définition et cycle de développement des Monogènes

Les Monogenea Carus, 1863 ou Monogenoidea Bychowsky, 1957, ou encore Monogènes appartiennent au phylum des Plathelminthes qui est divisé en quatre ou en deux groupes selon les auteurs. Rohde (1994) divise les Plathelminthes en Turbellariés (organismes majoritairement libres), Trématodes, Monogènes et Cestodes. En tenant compte de l'évolution permanente au sein des Plathelminthes, de l'utilisation de la méthode cladistique et des caractères ultrastructuraux des organismes que comprend ce phylum, Desclaux (2003) le subdivise en deux groupes ou sous-phylum (annexe 1), à savoir les Trepaxonemata et les Neodermata. Les Trepaxonemata regroupent les organismes possédant un axonème dont le centre est spiralé dans les spermatozoïdes ; les Turbellariés sont rangés dans ce groupe. Les Neodermata rassemblent les organismes capables de renouveler leur épiderme à la fin de la vie larvaire ; ce groupe n'est formé que des plathelminthes parasites obligatoires, à savoir les Trématodes, les Cestodes et les Monogènes qui forment des classes distinctes.

Les Monogènes sont principalement des ectoparasites des poissons ; ce sont des Métazoaires Triploblastiques Acœlomates dont le corps non segmenté présente une symétrie bilatérale. Les Monogènes sont hermaphrodites et ont une taille en général comprise entre 0,5 mm et 6 mm (Baer et Euzet, 1961) ; ils se caractérisent par deux organes de fixation: l'un postérieur, appelé opisthaptor ou opisthaptor ou simplement haptor, est constitué de trois types de pièces sclérifiées : les crochets, les crochetons et les barres transversales ; l'autre organe est antérieur, appelé prohaptor, et fait de glandes céphaliques (figure 1). Chez leurs hôtes et au cours de l'évolution, les Monogènes se sont adaptés à des biotopes variés tels que le tégument, les branchies, les narines, l'intestin, la vessie urinaire, l'estomac et le système cardiovasculaire (Baer et Euzet, 1961; Paperna, 1963; Yamaguti, 1968; Bilong Bilong, 1988 ; Kritsky et Kulo, 1988; Kritsky, 1990; Pariselle et *al.*, 1991 ; Rhode, 1993). On a également décrit une espèce de Monogène sur l'œil d'un hippopotame (Thurston & Laws, 1965). Cette classe de parasites est subdivisée en deux sous- classes: les Monopisthocotylea et les Polyopisthocotylea (Baer et Euzet, 1961). Les Polyopisthocotylea sont essentiellement des parasites branchiaux avec un régime alimentaire de type hématophage. Les Monopisthocotylea ont essentiellement une localisation cutanée ou branchiale et se nourrissent de cellules épithéliales et du mucus de leurs hôtes (Lambert, 1980).

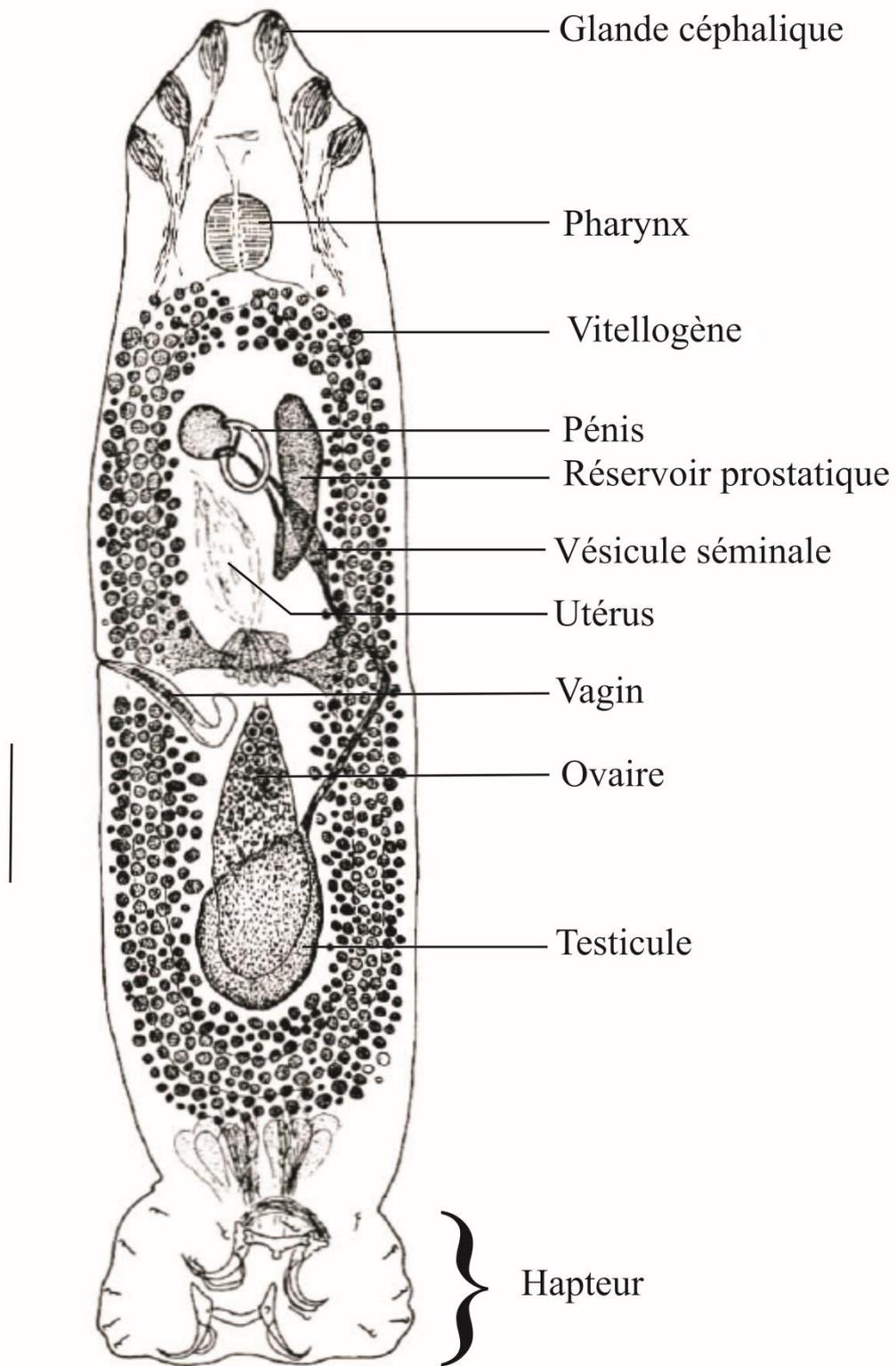


Figure 1 : morpho-anatomie générale, vue ventrale, de *Synodontella arcopenis* Dossou et Euzet, 1993 ; barre d'échelle = 100 μ m.

Les Monogènes ont un cycle de vie direct ou monoxène (figure 2). Le ver adulte pond généralement des œufs dans l'eau ; leur durée de développement est fonction de la température de l'eau et de l'espèce. L'embryogenèse achevée, l'oncomiracidium, qui est une larve libre, nageuse et infestante, s'échappe de l'œuf en soulevant l'opercule (Lambert, 1980). La rencontre avec un nouvel individu hôte se fait suivant deux modalités d'infestation.

Chez les Polyopisthocotylea, l'oncomiracidium gagne directement les branchies du poisson grâce au courant d'eau respiratoire; chez les Monopisthocotylea, l'oncomiracidium se fixe d'abord sur le corps de l'hôte puis migre pour atteindre secondairement les branchies (Rohde, 1993).

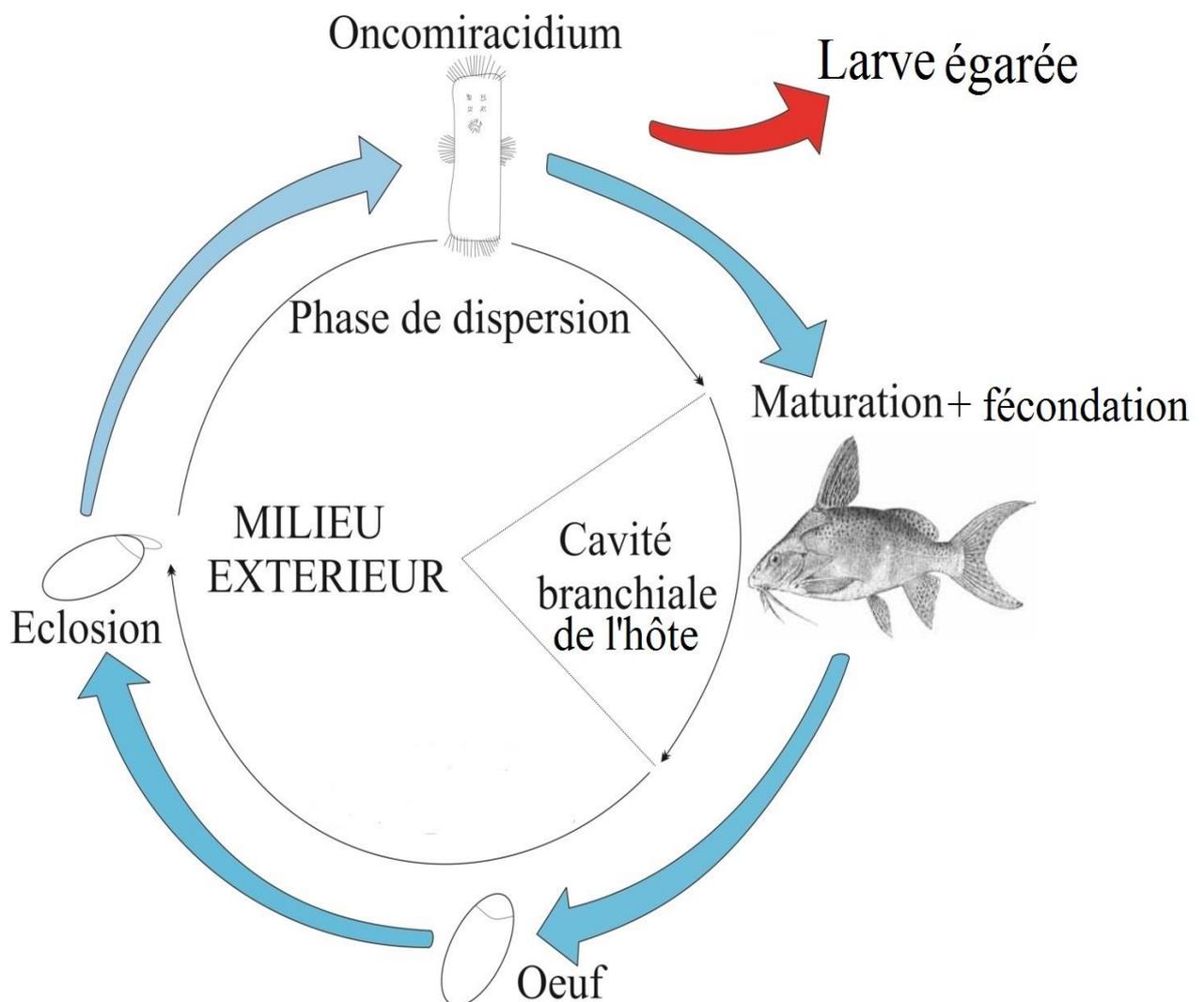


Figure 2 : cycle de développement des Monogènes parasites branchiaux de poissons (Lambert, 1980 modifié).

I.1.2- Monogènes parasites des poissons de la famille des Mochokidae en Afrique

Jusqu'à présent les travaux sur les Monogènes parasites de Mochokidae n'ont concerné que les poissons du genre *Synodontis*. Paperna & Thurston (1968) ont décrit *Ancyrocephalus synodontii* (annexe 2) chez *Synodontis victoriae* Boulenger, 1906. Plus tard, Dossou et Euzet (1993) ont placé ce parasite dans un nouveau genre *Synodontella* dans lequel ils ont en plus décrit trois espèces, en l'occurrence *Synodontella arcopenis* Dossou & Euzet, 1993 (annexe 3) chez *Synodontis sorex* Günther, 1864, *Synodontella melanoptera* Dossou & Euzet, 1993 chez *Synodontis melanopterus* Boulenger, 1902 et *Synodontella davidi* Dossou & Euzet, 1993 (annexe 4) chez *Synodontis membranaceus* (Geoffroy St Hilaire, 1809). Par la suite, Douëllou et Chishawa (1995) ont décrit *Synodontella zambezensis* chez *Synodontis zambezensis* Peters, 1852 provenant du Lac Kariba au Zimbabwe. Les travaux de N'douba (2000) et de Blahoua (2013) sur deux espèces de Mochokidae, à savoir *Synodontis schall* (Bloch & Schneider, 1801) et *Synodontis bastiani* Daget, 1948, n'ont révélé aucune présence de Monogènes. Un an plus tard, Raphahlelo *et al.* (2016) ont révisé la description de *Sy. zambezensis* (annexe 5) récolté sur *S. zambezensis* en Afrique du Sud et ont publié les premières données moléculaires sur le genre *Synodontella*, données obtenues à partir des séquences partielles de la sous-unité de l'ADN ribosomal et entière de l'ITS 1 (first internal transcribed spacer).

I.1.3- Systématique des Monogènes parasites des *Synodontis*

Les Monogènes parasites branchiaux de *Synodontis* spp. appartiennent à la sous-classe des Monopisthocotylea Odhner, 1912 et à l'ordre des Dactylogyridea Bychowsky, 1937. En nous inspirant des propositions faites par Dossou (1985), nous présentons dans la suite les deux unités taxinomiques sus-mentionnées.

Sous-classe des Monopisthocotylea Odhner, 1912

Les organismes appartenant à cette sous-classe se caractérisent par la présence d'un haptor simple muni de 14 ou 16 crochets avec ou sans crochets (ou hamuli), reliés ou non par des barres transversales. On peut y observer ou non des pièces sclérifiées supplémentaires. La région antérieure du corps possède ou pas des organes glandulaires et est pourvue ou non de ventouses buccales. Les ocelles sont présents ou absents. L'intestin forme des branches simples ou ramifiées unies ou non postérieurement. On note la présence d'un ou de plusieurs testicules. L'organe copulateur est muni ou non d'une pièce accessoire. Les glandes prostatiques sont présentes ou absentes. L'ovaire est pré-testiculaire, massif et médian.

L'ouverture vaginale est médiane, sub-médiane ou latérale. Le vagin est sclérifié ou non. On note la présence d'un réceptacle séminal et l'absence de canal génito-intestinal. Ovipares ou vivipares, ces organismes sont parasites de poissons mais aussi, rarement, d'Amphibiens et de Céphalopodes.

Ordre Dactylogyridea Bychowsky, 1937

L'ordre des Dactylogyridea regroupe les Monogènes Monopisthocotylea munis d'organes glandulaires céphaliques, d'un intestin formé de branches simples unies ou non postérieurement et d'un testicule postérieur. L'organe copulateur est sclérifié avec ou sans pièce accessoire. L'appareil copulateur présente un ou deux réservoirs prostatiques. L'unique ouverture vaginale est médiane, sub-médiane ou latérale. Ces organismes sont ovipares et parasites de poissons.

Dossou (1985) a utilisé la position de l'ovaire pour séparer en deux sous-groupes, les familles appartenant à l'ordre des Dactylogyridea, il a reconnu d'une part les familles dont l'ovaire est intercaecal et, d'autre part, celles dont l'ovaire entoure la branche intestinale. Dans le premier sous-groupe, la structure du hapter permet de distinguer trois familles, celles des:

- Ancyrocephalidae Bychowsky et Nagibina, 1978 caractérisée par 4 crochets ou hamuli : 2 dorsaux et 2 ventraux ;
- Heteronchocleididae Price, 1968 avec 3 crochets et 1 ébauche ventrale ;
- Dactylogyridae Bychowsky, 1937 avec 2 crochets et 2 ébauches ventrales.

Dans cet ordre, Bilong Bilong (1995) a rangé la famille des Urogyridae Bilong Bilong, Birgi & Euzet, 1994 et a proposé d'y inclure aussi la famille des Acolpenteridae qui, selon lui, pourrait rassembler les genres dépourvus de crochets dorsaux, ventraux et de barres transversales.

Le sous-groupe de l'ordre Dactylogyridea caractérisé par un ovaire entourant la branche intestinale, renferme deux familles, celles des:

- Diplectanidae Bychowsky, 1957 qui possèdent 4 hamuli + 2 squamodisques;
- Heterotesiidae Euzet & Dossou, 1979 qui ont en général 4 crochets.

La systématique des Monogenea en général et des Dactylogyridea en particulier est sujette à des controverses. Nous adoptons, au cours de ce travail, la classification proposée par Dossou (1985) car elle nous semble plus pertinente.

Les espèces de Monogènes retrouvées au cours de ce travail appartiennent exclusivement à la famille des Ancyrocephalidae Bychowsky et Nagibina, 1978.

I.1.3.1- Diagnose de la famille des Ancyrocephalidae Bychowsky & Nagibina, 1978

Monopisthocotylea, Dactylogyridea, les Ancyrocephalidae sont caractérisés par: un haptéur simple armé de 14 crochets, de 4 crochets (ou hamuli) avec ou sans barres transversales (figure 3), l'absence de squamodisque, de plaques marginales accessoires et d'épines, un ovaire massif médian. Ces organismes sont parasites de poissons Téléostéens.

ANCYROCEPHALIDAE

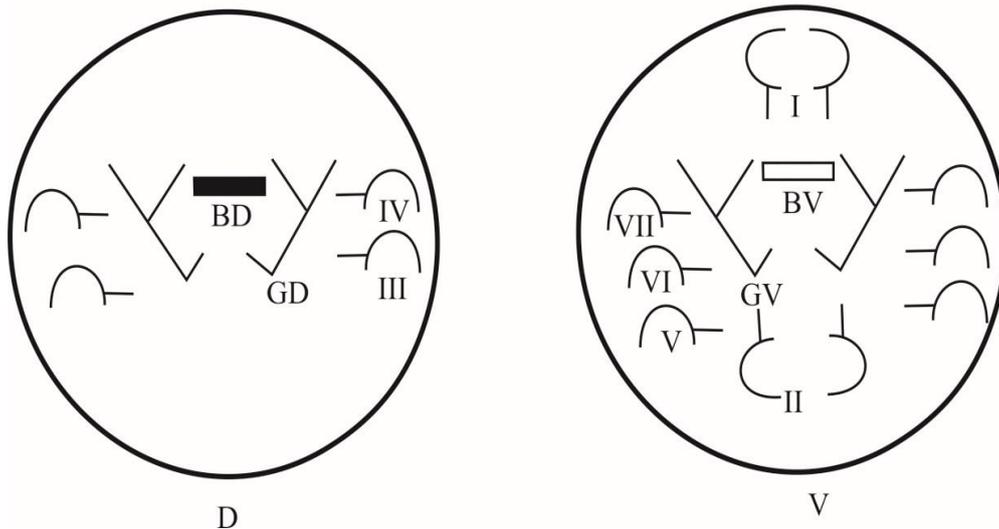


Figure 3: schéma général de la disposition des pièces sclérifiées du haptéur chez les Ancyrocephalidae. D : face dorsale; V : face ventrale; BD : barre dorsale; BV : barre ventrale; GD : gripus (ou hamulus) dorsal; GV : gripus (ou hamulus) ventral; crocheton I et II : médio-ventraux; crocheton III et IV : latéro-dorsaux ; crocheton V et VII : latéro-ventraux (Bilong-Bilong, 1995).

Les Monogènes parasitant les branchiaux des poissons du genre *Synodontis* appartenaient au genre *Synodontella* Dossou et Euzet, 1993.

I.1.3.2- Diagnose du genre *Synodontella* Dossou et Euzet, 1993

Le genre *Synodontella* Dossou & Euzet, 1993 appartient à la famille des Ancyrocephalidae Bychowsky & Nagibina, 1978. Les parasites de ce genre se caractérisent par la présence de trois paires d'organes céphaliques glandulaires, des ocelles présents ou non, deux branches intestinales réunies postérieurement, un haptéur armé de quatre crochets (une paire ventrale et une paire dorsale) et de quatorze crochets disposés en sept paires symétriques, des crochets ventraux articulés aux extrémités de la barre transversale ventrale et caractérisés par un manche parcouru d'une carène qui aboutit à la limite garde-lame. La présence d'un testicule médian et postérieur, d'un canal déférent entourant la branche intestinale gauche, d'une vésicule séminale, d'un réservoir prostatique globuleux, d'un pénis

simple, tubulaire et muni d'une pièce accessoire, d'un ovaire pré-testiculaire médian, la présence de cellules vitellines distribuées latéralement, d'un vagin musculaire et non sclérifié s'ouvrant latéralement du côté droit du corps, l'existence d'un réceptacle séminal. Les Monogènes de ce genre sont des parasites branchiaux des Mochokidae africains.

I.1.4- Méthodes de reconstruction phylogénétique

La reconstruction phylogénétique s'appuie sur le concept de base de la descendance modifiée, c'est-à-dire que l'on recherche les caractères observés chez deux ou plusieurs espèces, qui indiquent une proche parenté ; ces caractères sont ceux qui seraient hérités de leur ancêtre commun (Darlu et Tassi, 1993). Pour ces auteurs, le postulat de base est que la ressemblance est intelligible en termes d'ascendance commune. De ce concept de ressemblance ont émergé la systématique évolutionniste, la systématique phénétique et la systématique cladistique. Le concept de ressemblance fait référence à celui de similitude, c'est-à-dire que plus les êtres possèdent des caractères communs, plus leur parenté est étroite dans le sens où ils les auraient hérités du même ancêtre. Le concept de similitude a des origines phylogénétiques très controversées. Selon Darlu et Tassi (op-cit), le concept de similitude peut être divisé en homologie et homoplasie ; l'homologie est une similitude héritée d'un ancêtre commun, tandis que l'homoplasie indique une similitude qui n'est pas héritée d'un ancêtre commun. Ainsi, l'homoplasie selon Lankester (1870) indique une apparition indépendante de caractères similaires chez des espèces éloignées. On reconnaît aujourd'hui une homoplasie de convergence et une homoplasie de réversion ; la première forme fait référence à l'apparition indépendante d'un même caractère chez deux espèces ou plus ; la deuxième forme indique l'apparition d'un caractère ayant l'apparence de la morphologie ancestrale. Ainsi pour les systématiciens phénéticiens, les combinaisons de taxons ne peuvent être scientifiquement fondées que sur la base d'une similitude globale, c'est-à-dire d'homologies et d'homoplasies mêlées ; on proclame que « *qui se ressemble s'assemble* ». Pour les systématiciens évolutionnistes, la similitude globale seule ne peut fournir la base de la reconstruction phylogénétique en raison des « fausses » similitudes que sont les homoplasies, c'est-à-dire les convergences et les réversions. Pour eux, seule la similitude liée à l'homologie permet une construction phylogénétique acceptable. Pour les systématiciens cladistes, il est important de rendre plus fin et plus précis le concept d'homologie dans la construction des arbres phylogénétiques ; il s'agit de faire la différence entre les états plésiomorphe (état primitif) et apomorphe (état dérivé) des caractères homologues. Selon

Hennig (1950), une hypothèse de parenté étroite est renforcée par le partage, par différentes espèces, de caractères dérivés.

Il est donc clair que les reconstructions phylogénétiques, phénétiques et cladistiques se fondent sur des bases divergentes, desquelles naissent plusieurs méthodes de reconstruction d'arbres phylogénétiques. Li (2008) en distingue trois :

- les méthodes phénétiques, dites de distance, qui sont les plus rapides et basées sur le calcul des distances entre séquences et leur agglomération. Dans ce cas, on admet que la phylogénie peut être reconstruite à partir de la similitude globale;

- les méthodes de parcimonie, qui reposent sur l'évolution individuelle des caractères et la recherche d'arbres les plus courts possibles ;

- les méthodes probabilistes, basées sur la recherche du maximum de vraisemblance d'une topologie qui prend en compte un jeu de données et un modèle évolutif donné. Ces méthodes nécessitent *à priori* une adoption explicite d'un modèle d'évolution des caractères. Une fois le modèle choisi, les méthodes probabilistes permettent de comparer les différents arbres générés et de choisir le plus vraisemblable au sens statistique du terme.

I.2- Ecologie des Monogènes

Les branchies de la plupart des espèces de poissons représentent un biotope particulier pour de nombreux ectoparasites. Que ces organismes aient ou non des affinités taxinomiques, les peuplements parasitaires ainsi constitués doivent se partager les différentes ressources soustraites chez l'hôte (Silan et Le Pommelet, 1995). L'étude de leur impact sur la santé des poissons hôtes est un champ important de l'écologie parasitaire. Cependant, de tels travaux sont récents et limités en Afrique comme en témoigne la rareté des publications. Néanmoins, quelques auteurs tels que Batra (1984) en Zambie, Shotter (1980) et Obiekeze et Taege (1991) au Nigeria, Bilong Bilong (1995), Bilong Bilong et Njiné (1998), Bilong Bilong et *al.*(1998) et Tombi et Bilong Bilong (2004) au Cameroun, se sont bien illustrés dans ce domaine d'étude. On peut citer parmi les thèmes traités, l'influence de la taille, du poids, du sexe, et des variations climatiques sur le parasitisme (Koskivaara et *al.*, 1991 ; Ergens, 1983 ; Silan et Maillard, 1989 ; Sara *et al.*, 2014). Si la pathogénicité des Monogènes est souvent évoquée, on s'accorde à dire qu'en milieu naturel où les charges parasitaires et/ou les densités d'hôtes sont relativement faibles, ces helminthes causent peu de nuisances et sont quelque peu en équilibre avec leurs hôtes. Toutefois, des cas de morbidité et de mortalité ont été rapportés en situation d'élevage (Obiekeze et Taege, 1991 ; Bilong Bilong et *al.*, 1998).

I.3- Notion du parasitisme

Les relations entre mangeurs et mangés ne se limitent pas seulement au modèle prédateur–proies mais s'étendent au parasitisme, c'est-à-dire au modèle parasite-hôte. Barbault (2003) considère que l'évolution du mode de vie parasitaire est l'une des constances les plus frappantes de l'histoire de la vie. Le parasitisme peut être défini comme une relation interspécifique entre un organisme, le parasite, qui vit sur ou dans un autre organisme, l'hôte, et se nourrit aux dépens de ce dernier, en démontrant un certain degré d'adaptation structurale à cet hôte et en lui causant un certain dommage (Poulin, 1998).

I.3.1- Relation hôte – parasite

La présence d'un parasite chez un organisme hôte n'implique pas nécessairement la survenue évidente d'une pathologie. Toutefois, le préjudice causé par le parasite peut être à l'origine d'une baisse de fécondité significative chez l'hôte qui doit allouer une partie de ses ressources aux mécanismes de défense (Price, 1975). De plus, un animal parasité voit ses activités de recherche de ressources nutritives réduites ainsi que ses chances d'accouplement, de reproduction, et son habileté à protéger les jeunes (Combes, 1990).

Très souvent considéré comme stratège *r* (Combes, 1980), le parasite ne mise pas seulement sur le grand nombre de germes infestants, c'est-à-dire qu'il ne se fie pas seulement au hasard pour rencontrer sa cible ; il existe bien des mécanismes plus ou moins alambiqués qui favorisent la rencontre avec une cible bien définie, dans laquelle le parasite s'entretient électivement et qui lui permettent de limiter le gaspillage des germes. Dans cet ordre d'idées, Euzet et Combes (1980) considèrent la probabilité de rencontre avec des hôtes particuliers et la compatibilité avec une ou plusieurs espèces d'hôtes comme les deux processus fondamentaux dont dépendent le cycle de vie et la survie des individus parasites. Dans ce contexte, pour qu'un parasite se maintienne chez un hôte, il faut qu'il échappe au double tri du filtre de rencontre, qui exclut toutes les espèces vivantes qu'il ne peut rencontrer pour des raisons écologiques et éthologiques, et du filtre de compatibilité qui élimine les espèces d'hôtes qui ne permettent pas la coexistence avec le parasite pour des raisons immunologiques et métaboliques (figure 4).

A la suite de ce double tri, le spectre d'hôtes d'un tel parasite ne comprend plus qu'un nombre réduit d'organismes hôtes potentiels disponibles dans l'écosystème, ce qui renvoie à la notion de spécificité (Euzet et Combes, 1980).

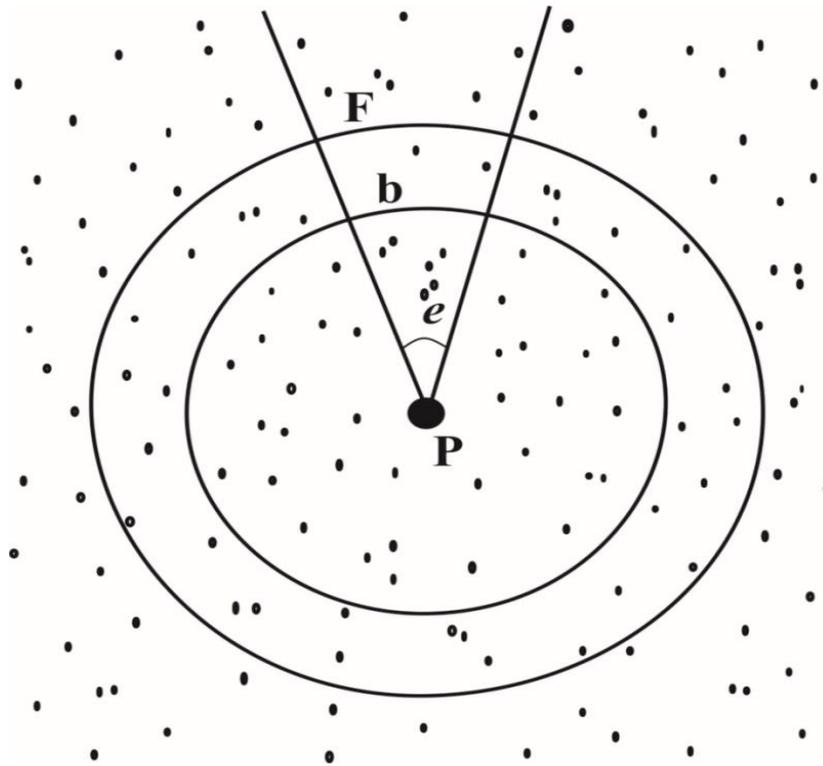


Figure 4 : signification de la spécificité (Euzet et Combes, 1980).

P = espèce de parasite donnée, Points dispersés = espèces animales quelconques ;

e = *angle d'exigence* du parasite = toute espèce animale offrant des conditions mésologiques satisfaisantes pour le parasite ; F = *filtre éthologique* = toute espèce animale dont le comportement est compatible avec la rencontre du parasite ; b = *limite de biocénose* = toute espèce animale présente dans la même biocénose que P.

I.3.2- Notion de spécificité parasitaire

Selon Euzet et Combes (1980) la spécificité est une appréciation numérique du spectre d'hôtes obtenu par le double tri de l'angle d'exigence et du filtre éthologique ; elle peut être définie à l'échelle de la biosphère ou être limitée aux êtres vivants présents dans une biocénose déterminée. Dans la recherche de la valeur du concept de spécificité en tant que critère facilitateur de la définition de l'espèce chez les parasites, ces auteurs ont distingué trois principaux types de spécificité parasitaire en fonction du spectre d'hôtes :

- la spécificité stricte ou oïoxénie, pour toute espèce parasite qui ne peut vivre que chez une seule espèce-hôte ;

- la spécificité étroite ou sténoxénie, pour les espèces qui parasitent des hôtes directement apparentés (espèces d'un même genre par exemple) ;

- la spécificité relative ou large ou euryxénie, lorsqu'un parasite peut se rencontrer chez des espèces d'hôtes différentes dont la ressemblance est plus écologique que systématique. Ces auteurs soulignent que la spécificité, principalement oïoxène et sténoxène, peut aider à la définition de l'espèce en parasitologie. En 2003, Caira et *al.* ont subdivisé la sténoxénie en mésosténoxénie et en métasténoxénie. La mésosténoxénie caractérise un taxon

qui parasite plus d'une espèce d'hôtes d'un seul genre. Quant à la métasténoxénie, elle fait référence à un taxon qui infeste plus d'un genre d'hôtes appartenant toutefois à une seule famille.

I.3.3- Rôle des parasites dans les populations d'hôtes

Les parasites peuvent jouer un rôle important dans l'équilibre des populations d'hôtes. Pour Combes (1980) il est possible, si l'on se limite au niveau global, que les processus de transmission des parasites aient un puissant *effet de levier et d'orientation* sur les systèmes proies-prédateurs, en favorisant la capture de certains individus dans la population; la présence d'un nombre d'espèces de parasites plus ou moins grand a donc certainement une influence, fût-elle à moyen ou long terme, sur la biodiversité des hôtes. De plus les parasites sont capables de nous donner bien d'informations sur les populations d'hôtes. Par exemple, les Monogènes de poissons ont permis d'étudier d'une part la spécificité et la coévolution des systèmes hôte-parasites (Bilong Bilong, 1995; Pariselle, 1996 ; Nack *et al.*, 2005; Bilong Bilong *et al.*, 2007; Pariselle *et al.*, 2013 ; Pariselle *et al.*, 2015) et, d'autre part, de reconstituer l'histoire du biotope de leurs hôtes (Pariselle, 1996 ; Bitja, 2012 ; Pariselle *et al.*, 2011).

**CHAPITRE II : BASSINS HYDROGRAPHIQUES PROSPECTES,
MATERIEL ET METHODES D'ETUDE**

II.1- Bassins hydrographiques prospectés

Le Cameroun, pays de l'Afrique centrale, est situé à la charnière de l'Afrique occidentale ; il s'étend entre le 2^{ème} et le 13^{ème} degrés de latitude Nord, du Golfe de Guinée au Lac Tchad et entre le 8^{ème} et le 16^{ème} degrés de longitude Est. Il couvre une superficie de 475.442 km² et s'étire du sud au nord sur 1200 km, tandis que sa base s'étale de l'ouest à l'est sur près de 800 km. Le relief, dont la ligne directrice est la Dorsale Camerounaise, de direction Sud-Ouest/Nord-Est, est varié et va des hautes terres (montagnes et plateaux) aux basses terres (bassins et plaines) moins étendues que les plateaux. Ce pays dispose d'une frontière maritime de 420 km le long de l'Océan Atlantique ainsi que de nombreux cours d'eau (Amou'ou et *al.*, 1985). Olivry (1986) divise le réseau hydrographique camerounais en deux grands ensembles de part et d'autre de la Dorsale Camerounaise (figure 5).

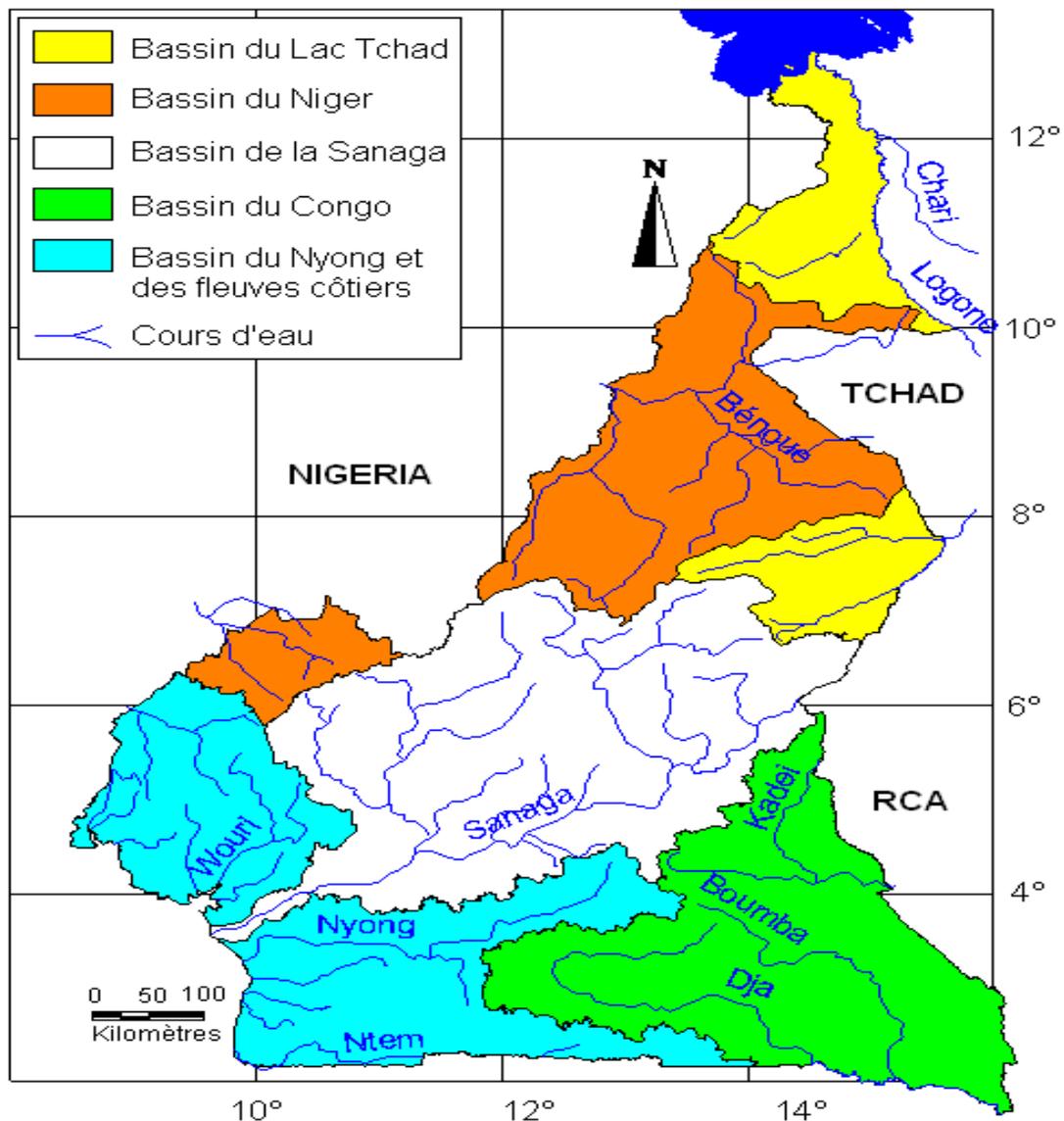


Figure 5 : bassins hydrographiques du Cameroun (Olivry, 1986 ; modifié).

Au sud, les bassins hydrographiques de l'Atlantique et du Congo regroupent principalement ceux des fleuves Cross River, Akwayafe, Ndian, Moka, Mémé, Mungo, Wouri, Dibamba, Sanaga, Nyong, Lokoundjé, Kienké, Lobé, Ntem, Boumba, Ngoko et Dja. Au nord se trouvent les bassins du Niger et du Tchad. Les poissons étudiés dans le cadre de ce travail proviennent des bassins de la Dibamba, de la Sanaga, du Nyong et de la Boumba.

II.1.1- Bassin de la Sanaga

Le bassin de la Sanaga (figure 6) se localise majoritairement sur le territoire camerounais ; une petite partie, soit environ 200 km², se trouve en République Centrafricaine (Morin, 1979). Ce bassin s'étend entre les parallèles 3°32' N et 7°22' N et les méridiens 9°45' E et 14°57' E ; il a approximativement une forme ovoïde et se rétrécit en un pédoncule au niveau du golfe de Guinée. Son grand axe mesure environ 920 km et est orienté N NE-W SW. Sa largeur maximale est de 320 km environ.

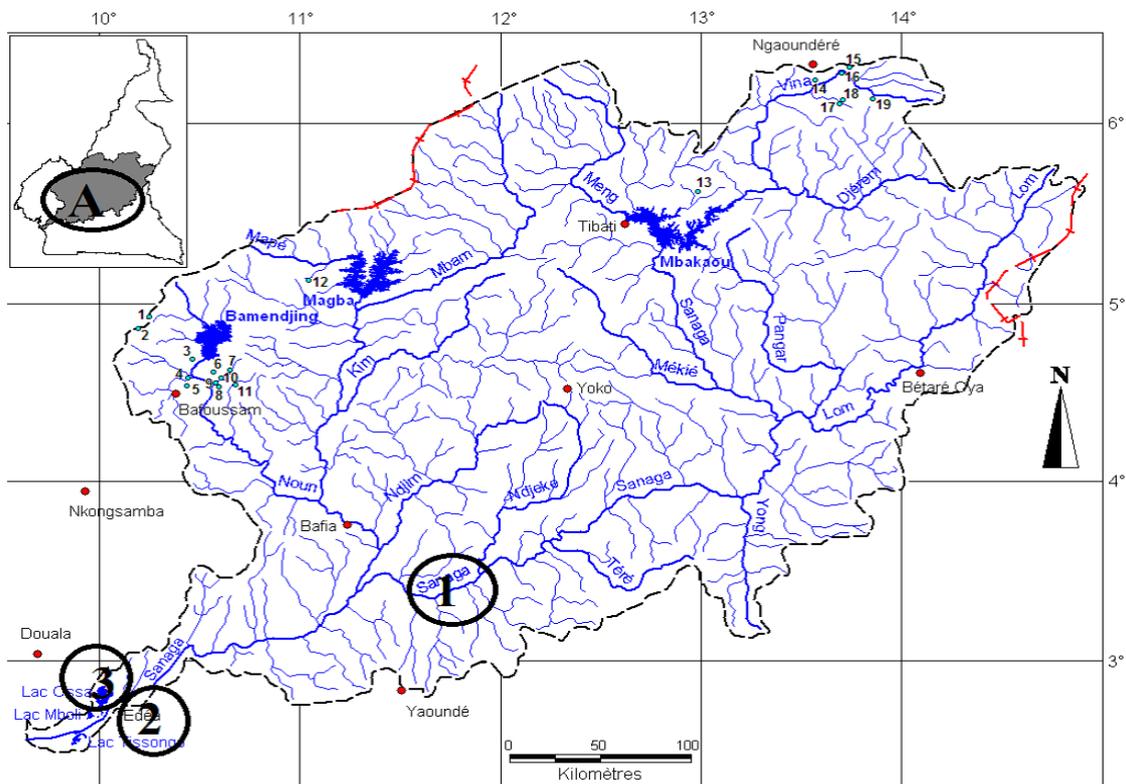


Figure 6 : carte hydrographique du bassin de la Sanaga (Olivry, 1986 modifié).

A: situation du bassin de la Sanaga au Cameroun. 1: cours moyen de la Sanaga (Batchenga) ; 2: cours inférieur de la Sanaga (Edéa); 3: Lac Ossa (Dizangué).

Le fleuve Sanaga draine une succession de plateaux limités à l'ouest par la Dorsale Camerounaise et au nord par le plateau de l'Adamaoua (Morin, op.cit.). Le bassin de la Sanaga couvre des régions passant du climat équatorial de transition au climat tropical de

transition avec, au sud, deux saisons sèches d'importances inégales et au nord une longue saison sèche (Anonyme, 2009). Les paysages phytogéographiques varient considérablement, de l'isohyète 4000 mm à l'isohyète 1200 mm, des mangroves aux prairies subalpines. Toutefois, la dominante est marquée par le passage de la forêt aux savanes arbustives (MINEP & PNUD, 2006). Le bassin de la Sanaga présente trois divisions qui sont : le cours supérieur, le cours moyen et le cours inférieur. Les poissons étudiés dans le cadre de ce travail et capturés dans ce bassin provenaient du cours moyen du fleuve à Batchenga, du cours inférieur du fleuve à Edéa et dans le Lac Ossa à Dizangué.

II.1.1.1 - Cours moyen de la Sanaga

Le cours moyen de la Sanaga commence dans la localité de Goyoum, légèrement en aval du confluent du Lom et du Djérem. Il s'étend jusqu'à Edéa et reçoit de nombreux affluents dont le plus important est le Mbam. Avant la zone d'Edéa, ce fleuve traverse de nombreuses chutes et rapides qui sont les chutes d'Etok Bekpwa, les rapides de Nachtigal après le confluent avec la Ndjeke, les rapides de Kikot en aval du confluent du Mbam dont toute la rive droite est inondable, les rapides de Nkong Kwala en aval du pont de Kikot, les chutes d'Eweng (7 m), de Kam (8 m) et de Sakbayémé (10 m) reliées entre-elles par une série de rapides dans la région de Sakbayémé. En aval de cette région se trouvent les rapides d'Herbert qui se terminent par les chutes de Song-Loulou et celles d'Edéa à Song-Dong (Anonyme, 2009). Dans ce tronçon, Batchenga (4°21'10.5"N; 11°37'34.9"E) a été notre site de pêche.

II-1-1.2 - Cours inférieur de la Sanaga

Le tronçon du cours inférieur de la Sanaga est relativement court, soit 67 km. Il part des chutes d'Edéa à l'Océan Atlantique. En aval des chutes, après la réunion du "bras central" (annexe 6) et du "bras mort", la Sanaga a un lit large de 600 m environ; le fleuve va en s'élargissant et s'encombre d'îlots et de bancs de sable à l'étiage. Il est bordé par des terres basses, couvertes de forêts, de marécages et de lacs dont le plus important est le Lac Ossa dans la localité de Dizangué. Progressivement, la forêt fait place à la mangrove avec des chenaux ou criques. En aval de Mouanko, la Sanaga se jette dans l'Océan Atlantique par deux bras principaux séparés par une île de 12 km de long sur 2 km de large (Wirrmann, 1992). La localité d'Edéa est soumise à une variante océanique du climat équatorial de type guinéen, caractérisée par une saison sèche de trois mois (décembre à février, avec moins de 50 mm de pluie) et une saison de pluies de 07 mois. Les températures moyennes mensuelles sont de l'ordre de 26,5°C et régulières. L'humidité est forte et constante, soit 28,4 mb de tension

moyenne annuelle de vapeur d'eau atmosphérique, ses variations dépendant en premier lieu de la température (Wirrmann, 1992). Dans ce tronçon, Edéa a été notre site de pêche (3°48'0"N; 10°7'60"E).

II.1.1.3- Le Lac Ossa

Le Lac Ossa est situé à une altitude de 8 mètres au-dessus du niveau de la mer ; il décrit grossièrement un rectangle d'orientation N-S d'environ 10 km x 12 km. Il se situe entre 03° 45'7' et 03°53' de latitudes Nord et entre 09°9 - 10°4'12' de longitudes Est. Sa profondeur maximale est de 10 m pour une moyenne de 3 m ; sa superficie en eau est de 3778,8 ha pour une superficie totale de 4506,7 ha. Ce lac est formé de deux bassins, Ossa (31023 ha) et Mevia (676,3 ha) qui communiquent entre eux par un bras d'eau (Wirrmann, 1992) ; un troisième bassin appelé lac Mwembè se trouve non loin de la ville de Dizangué. Tout comme la localité d'Edéa, celle de Dizangué est soumise à une variante océanique du climat équatorial de type guinéen. La végétation est représentée par un sous-type de la forêt littorale atlantique. La strate arborescente supérieure est essentiellement caractérisée par l'abondance de *Lophira alata* (Ochnaceae), de *Sacoglottis gabonensis* (Humiriaceae), de *Cynometra hankei* (Cesalpiniaceae), alors que la strate arborescente inférieure renferme une grande proportion de *Cola edulis* (Olacaceae). Autour du Lac Ossa, on trouve une forêt littorale jeune, de 40 à 140 ans, dont l'origine serait anthropique. Sur la bordure sud-est, une forêt marécageuse prend le relais et est constituée principalement de pandanlis, raphias, Mitragynes et *Uapaca* (Uapacinae), alors qu'une forêt secondaire adulte ou jeune colonise le nord. A l'ouest, des cultures industrielles, palmiers à huile et hévéas de la SAFACAM de Dizangué, occupent toute la zone riveraine en association avec des cultures vivrières (Wirrmann, 1992).

II.1.2- Bassin de la Dibamba

Le bassin de la Dibamba est situé au sud de celui du Wouri (figure 7). Le fleuve Dibamba draine un bassin versant d'environ 2400 km² et traverse une région constituée de collines à l'ouest de la Sanaga inférieure et de Ngambe au sud de Yingui. La zone de Japoma a été notre site de pêche (4°2'19"N ;9°49'2"E)

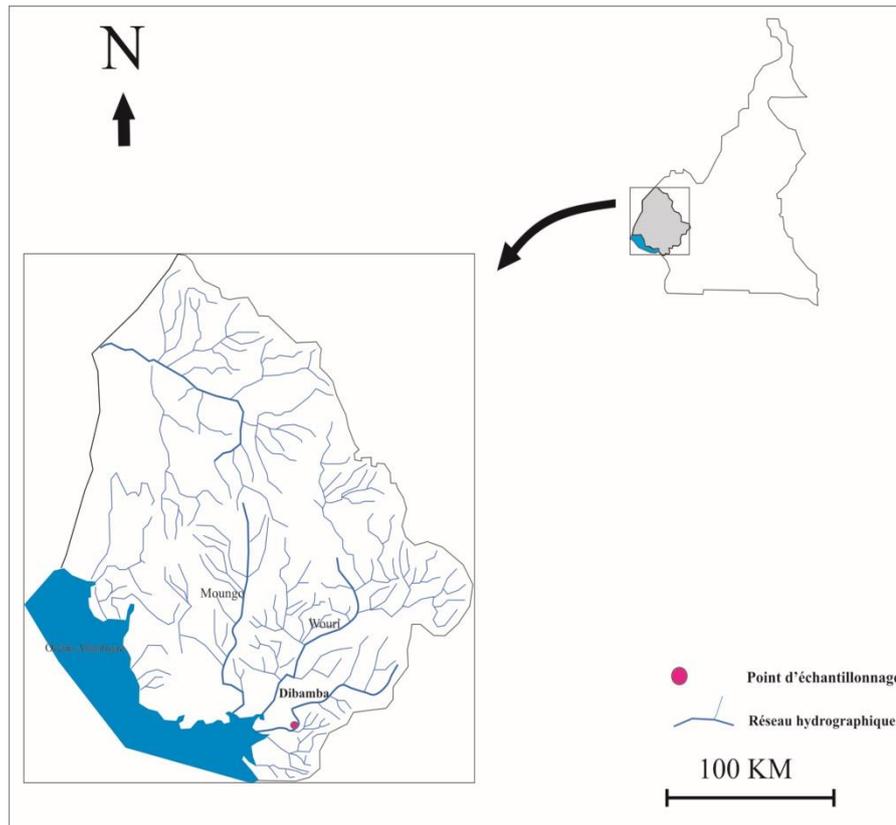


Figure 7 : carte hydrographique du bassin de la Dibamba (Olivry, 1986 modifié).

II.1.3- Bassin du Nyong

La description du bassin du Nyong est tirée de l'ouvrage d'Olivry (1986).

Deuxième fleuve en importance au Cameroun après la Sanaga, le Nyong est entièrement situé en territoire camerounais et son bassin versant couvre une superficie de 27800 km². Son bassin fluvial est repéré par les parallèles 2°48 et 4°32 Nord et les méridiens 9°54 et 13°30 Est (figure 8). Son cours principal a une longueur de 690 km et son débit moyen annuel est de 442 m³/s lorsqu'il se jette dans l'Océan Atlantique. Ce cours d'eau, qui prend sa source au pied du mont Guimbiri dans la région d'Abong Mbang, est formé de deux tronçons principaux: le Nyong amont aux pentes faibles et le Nyong aval aux pentes fortes marquées par des chutes et des rapides. Le cours supérieur du Nyong ou Nyong amont va d'Abong-Mbang à Kaya. En amont de Mbalmayo, les principaux affluents en rive droite sont l'Afamba, le Mfoumou et la Mefou, et en rive gauche, le Long-Mafog et le So'o. En aval du pont d'Olama, la pente du Nyong commence à s'accroître jusqu'à 6,7 % et ses sinuosités y sont imposées par le relief. Le cours inférieur du Nyong, qui va de Kaya jusqu'à l'exutoire dans l'Océan Atlantique, est surtout caractérisé par une série de chutes et de rapides. On distingue : en aval de Kaya les chutes de Mpoume, la chute de Makai (15 m de hauteur), les chutes de Milly, celles de Mouila-Moge puis les chutes de Njock ; en amont du confluent de

la Mville, les chutes de Mbombo Ngouima sont suivies par une série de rapides après le confluent du Nyong avec la Koumbala. Le fleuve Nyong traverse ensuite une dernière chute au village de Dehane qui lui permet de rejoindre la plaine littorale, sédimentaire et de couler enfin dans un bief navigable jusqu'à l'Océan Atlantique. Le haut-Nyong est couvert d'une forêt inondable appartenant au massif forestier dense équatorial du domaine guinéo-congolais. Cette forêt est colonisée par des espèces dites de prairies aquatiques telles que *Impatiens irvingii*, *Leersia hexandra*, *Rhynchospora corymbosa*, *Ludwigia erecta*, *Adenostema perrotetii*, *Cyclosorus striatus*, *Pistia stratiotes*, *Thalia welwitschii*, qui sont associées à une formation dite de prairie aquatique à *Echinochloa stagnina*. Les poissons provenant du Nyong ont été achetés au débarcadère de Mbalmayo (3°31'N ;11°30'E) (annexe 7).

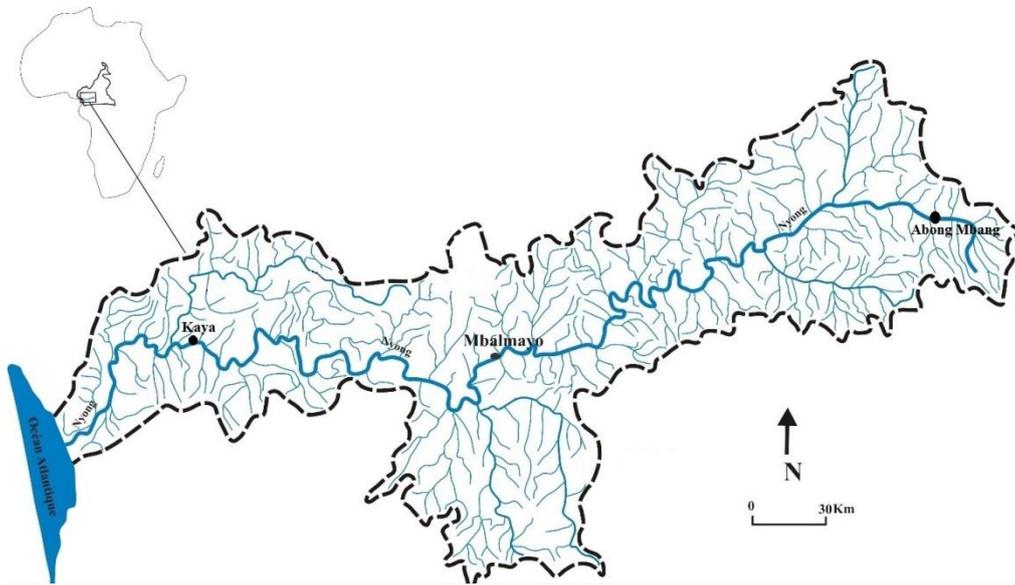


Figure 8 : carte hydrographique du bassin du Nyong (Olivry, 1986 modifié).

II.1.4- Bassin de la Boumba

Le bassin du Congo est réparti entre plusieurs pays que sont le Congo, la République Centrafricaine et le Cameroun. La partie camerounaise de ce bassin correspond au secteur Ouest du bassin versant de la Sangha ; elle est localisée entre 11°49' et 16°12' de longitudes Est et 1°38' et 5°55' de latitudes Nord avec une superficie de 93000 Km² (figure 9). Dans ce bassin, les principales eaux courantes sont la Sangha, la Kadéï, la Boumba, le Dja, la Ngoko. Le climat qui y règne est de type équatorial de style continental avec (1) un régime pluviométrique présentant une égalisation saisonnière avec des intersaisons et (2) un régime des températures marqué par des sautes brusques. A Lomié, par exemple, la moyenne des précipitations est de 1655mm et celle des températures de 23,5°C (Suchel, 1987).

Les poissons étudiés dans ce bassin ont été capturés à Mang-Kaka ($3^{\circ} 18'42.89''N$; $14^{\circ} 04'43.19''E$).

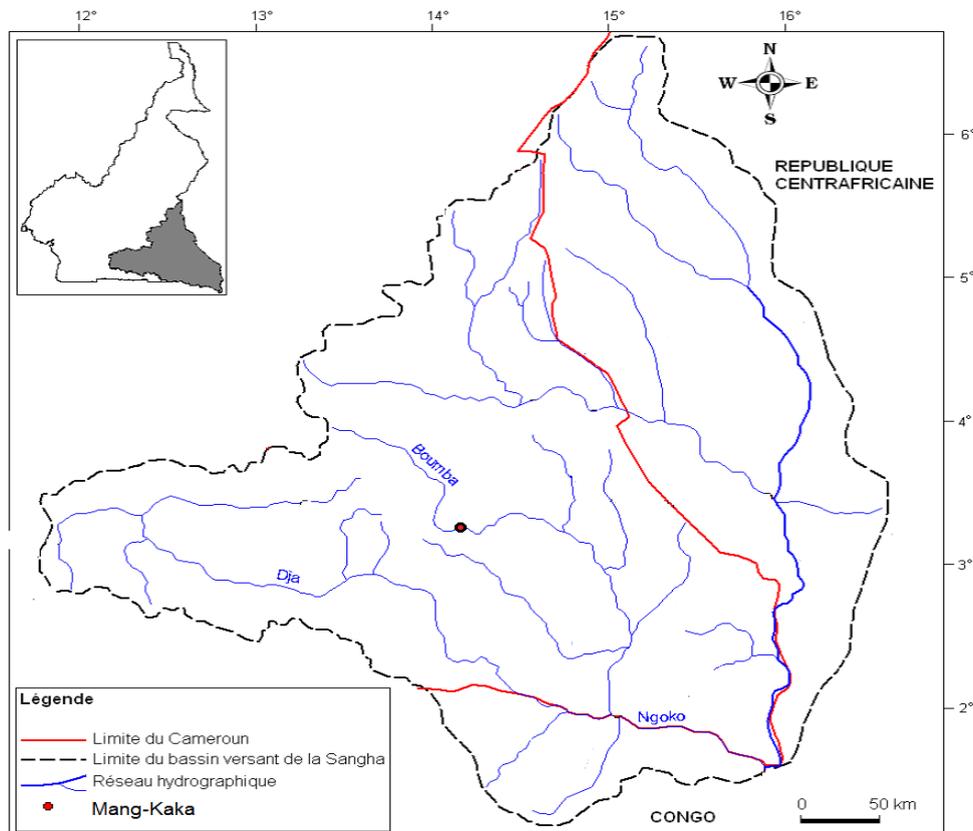


Figure 9 : carte hydrographique du bassin de la Boumba (Olivry, 1986 modifié).

II.2- Systématique et distribution des poissons hôtes autopsiés

Selon Stiassny et *al.* (2007), la distribution des poissons est sous l'influence du type d'habitat, des zones climatiques, de l'altitude, de la végétation et des précipitations mais également de l'histoire géologique de la région. De nombreux travaux, parmi lesquels ceux de Boulenger (1905), Pellegrin (1912), Matthes (1964), Roberts (1975), Lévêque (1997) et Thieme et *al.* (2005), ont été menés dans le but de classer la faune ichtyologique africaine en provinces. Par définition, une province ichtyologique est une région définie par une faune de poissons plus ou moins homogène ; ses limites, bien que peu précises, correspondent quand même, à un degré ou à un autre, aux frontières historiques et actuelles des principaux bassins hydrographiques qui constituent des voies naturelles de ces organismes. En suivant le découpage effectué par Snoeks et *al.* (1997), 11 provinces ichtyologiques africaines ont été définies jusqu'à nos jours (figure 10) ; il s'agit du Maghreb, des Montagnes abyssiniennes, des Provinces nilo-soudanienne, de haute Guinée, de la basse Guinée, du Congo, du Quansai, du Zambèze, de la Côte Est, du Cap de Bonne Espérance, enfin de Madagascar.

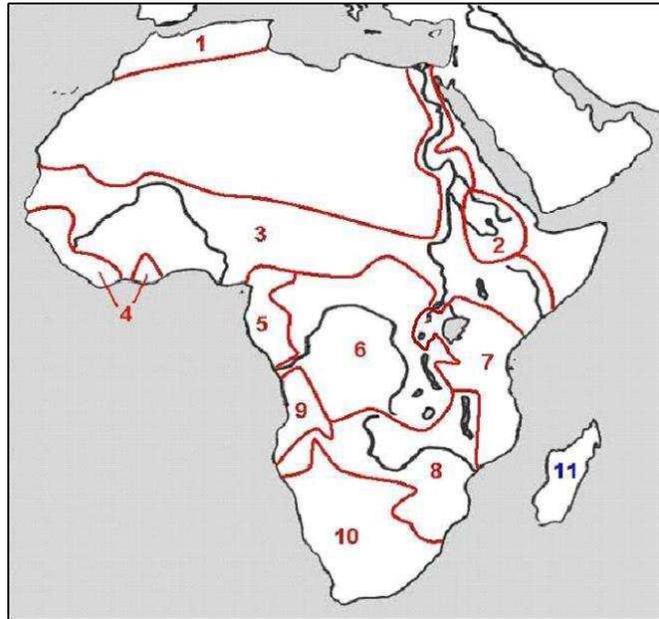


Figure 10 : carte des différentes provinces ichthyologiques d'Afrique ; (1) Maghreb, (2) Montagnes Abyssiniennes, (3) Nilo-Soudan, (4) Haute Guinée, (5) Basse Guinée, (6) Congo, (7) Côte Est, (8) Zambezi, (9) Quanza, (10) Cap de Bonne Espérance, (11) Madagascar (Roberts, 1975; Snoeks et al., 1997).

En raison des moyens logistiques, les travaux du présent mémoire se limiteront à une étude partielle dans deux provinces ichthyologiques : celle de la Basse Guinée et celle du Congo. Pour la Basse Guinée, une partie des bassins de la façade atlantique retiendra notre attention ; il s'agit des bassins hydrographiques de la Dibamba, de la Sanaga et du Nyong. Pour la province du Congo, seule une partie du bassin de la Boumba sera explorée. Bien que les différents bassins hydrographiques sus cités regorgent de nombreuses familles de poissons, notre attention est portée sur celle des Mochokidae comme annoncé dans l'introduction.

II.2.1- Présentation de la famille des Mochokidae et du genre *Synodontis*

Linné (1758) fut le premier à décrire une espèce de la famille des Mochokidae qu'il nomma *Silurus clarias*. Cette famille est l'une des plus riches en espèces de poissons-chats ; elle comprend actuellement neuf genres (Nelson, 1994; Ferraris et De Pinna, 1999; Eschmeyer, 2012) parmi lesquels au minimum six (*Atopochilus*, *Chiloglanis*, *Microsynodontis*, *Acanthocleithron*, *Euchilichthys* et *Synodontis*) se retrouvent simultanément en Basse Guinée et dans le Congo.

Les poissons de la famille des Mochokidae sont aisément reconnaissables par des caractères mous (Paugy et Roberts, 1994). Leur corps est nu et dépourvu d'écaillles ; il est

doté de trois paires de barbillons, d'une première nageoire dorsale rayonnée puis d'une seconde nageoire dorsale adipeuse, grande et parfois rayonnée (genre *Mochokus*). Le premier rayon des nageoires pectorales est épineux. Leur tête est également recouverte d'un fort bouclier céphalo-nucal (figure 11).

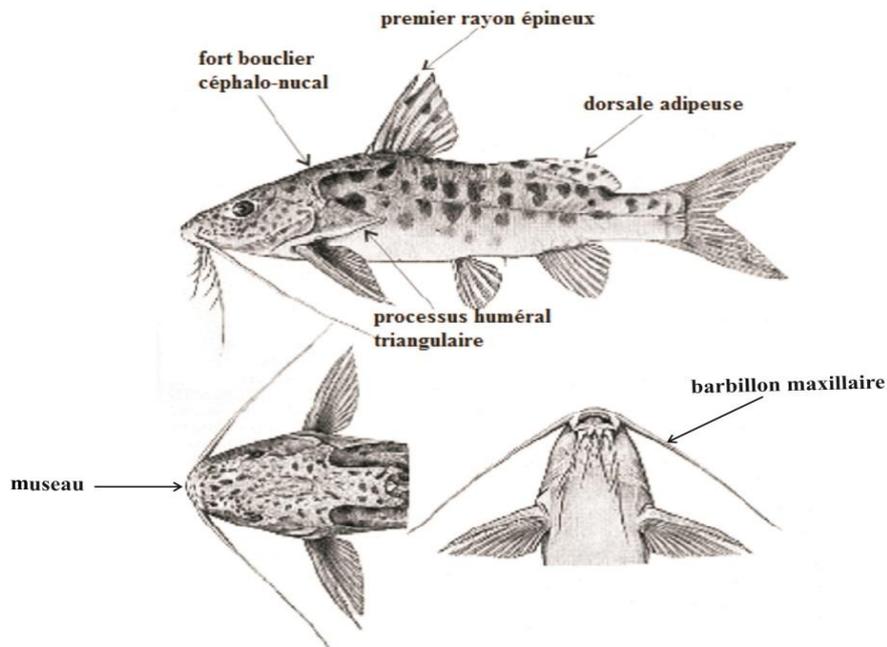


Figure 11 : morphologie de *Synodontis njasse*, d'après Poll (1971).

Les espèces récoltées et examinées dans le cadre de ce travail appartiennent exclusivement au genre *Synodontis* Cuvier, 1816 (figure 12). D'après Fermont et *al.* (2007), ce genre se distingue des autres qui composent la famille des Mochokidae par la combinaison des caractères suivants: un processus huméral triangulaire, un œil à bord libre et au moins sept branchiospines sur le premier cératobranchial. La nageoire caudale (ou simplement la caudale) est échancrée, le haut du crâne et la plaque nucale possèdent souvent une surface rude. Chez beaucoup d'espèces, la tête est couverte par des tubercules kératinisés. Les barbillons maxillaires peuvent avoir une membrane basale postérieurement. Dans le genre *Synodontis*, on observe six à sept rayons branchus à la première nageoire dorsale, avec une forte épine plus ou moins denticulée ; cette nageoire est suivie par une autre nageoire, adipeuse, plus ou moins longue. Les nageoires pectorales possèdent aussi une épine plus ou moins denticulée. Les dents prémaxillaires sont courtes et arrangées en plusieurs zones ; les dents mandibulaires sont mobiles, grêles, recourbées et implantées dans la symphyse de la mâchoire ; elles ont la forme « S » en vue latérale et présentent une large concavité sur la mâchoire inférieure.

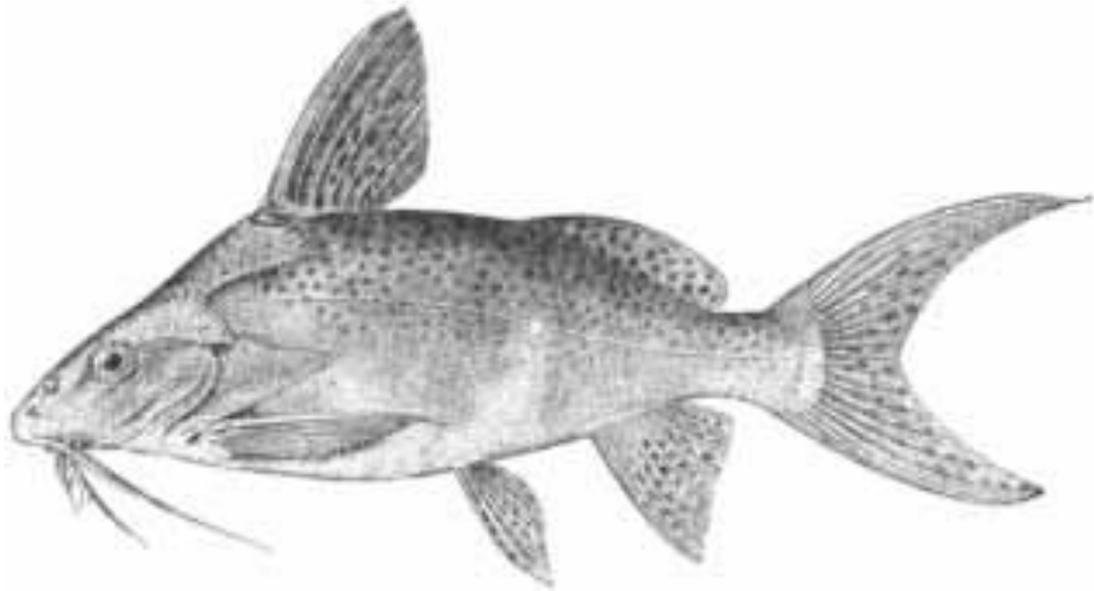


Figure 12 : morphologie de *Synodontis obesus*, d'après Boulenger (1911).

II.2.2- Systématique et distribution des poissons hôtes récoltés

Comme il a été mentionné plus haut (paragraphe précédent), les poissons autopsiés dans le cadre de cette étude appartiennent tous au genre *Synodontis* Cuvier, 1816. Leur identification a été faite par un spécialiste ichtyologue, Docteur Bitja Nyom de l'Institut des Sciences Halieutiques de Yabassi. La classification de *Synodontis* Cuvier, 1816 se présente de la manière suivante selon Nelson (2006):

Règne: Animal

Embranchement: Chordés

Sous-embranchement: Vertébrés

Super-classe: Osteichthyiens

Classe: Actinoptérygiens

Sous-classe: Néoptérygiens

Infra-classe: Téléostéens

Super-ordre: Ostariophysiens

Ordre: Siluriformes

Famille: Mochokidae

Genre: *Synodontis* Cuvier, 1816

Dans cette partie de notre travail, nous présentons les espèces récoltées et examinées. Pour les descriptions des espèces de la Basse Guinée, nous nous limiterons aux caractères distinctifs des *Synodontis* contenus dans l'ouvrage Stiassny et al. (2007). L'ouvrage de Poll (1971) sur la révision des *Synodontis* africains a été utile pour la description des espèces provenant du Bassin du Congo.

- *Synodontis rebeli* Holly, 1926 (figure 13).

Chez cette espèce, les barbillons maxillaires possèdent une membrane basilaire très distincte alors que les barbillons mandibulaires ont des ramifications non tuberculées. Les dents mandibulaires, au nombre de 22 à 27, sont mobiles. Les lèvres sont bien développées et papilleuses. Le processus huméral est pointu avec le bord supérieur plus ou moins épineux, granuleux et caréné ventralement. L'épine dorsale terminée par un filament, porte quelques épines terminales et est fortement denticulée sur la face postérieure. La nageoire adipeuse est longue : entre 2,3 à 3,6 fois la distance avec la nageoire dorsale rayonnée. Les épines pectorales, terminées par un court filament, ont une denticulation relativement développée sur la face antérieure qui est toutefois moins développée sur la face postérieure, où l'on compte deux fois moins d'épines. Les nageoires pelviennes n'atteignent pas la nageoire anale. La nageoire caudale est fortement échancrée avec un lobe supérieur légèrement plus long. Le pédoncule caudal est presque aussi haut que long.

Cette espèce est endémique de la Basse Guinée et connue dans le bassin de la Sanaga. Au cours de nos investigations, les individus appartenant à cette espèce ont été capturés dans les cours moyen (Batchenga) et inférieur (Edéa) de la Sanaga mais aussi dans le bassin de la Dibamba à Japoma.



Figure 13 : *Synodontella rebeli* Holly, 1926 (photo de Mbondo).

- *Synodontis obesus* Boulenger, 1898 (figure 14)

Les individus appartenant à cette espèce se caractérisent par les barbillons maxillaires plus longs que la tête, sans tubercules ni ramifications ; ils possèdent une membrane basilaire noire nettement distincte. Les barbillons mandibulaires externes ont des ramifications assez longues, simples, non tuberculées et non épaissies tandis que leurs homologues internes ont des ramifications divisées et peu épaissies. Le museau est obtus. Les dents mandibulaires sont au nombre de 21 à 46. Le processus huméral, plus de deux fois plus long que haut, est granuleux, pointu et non caréné ventralement. L'épine dorsale, prolongée par un court filament, ne porte pas de denticules sur sa face antérieure. Les rayons de la nageoire dorsale sont mous et presque tous prolongés par de courts filaments. La nageoire adipeuse, peu haute, est nettement séparée de la nageoire dorsale rayonnée. Les épines pectorales possèdent une denticulation plus fine et plus nombreuse sur la face antérieure que sur la face postérieure. Les nageoires pelviennes n'atteignent pas la nageoire anale alors que la nageoire caudale est fortement échancrée avec un lobe supérieur légèrement plus long. Le pédoncule caudal est aussi long que haut.

Cette espèce est présente en Basse Guinée et connue de la Cross River, du Wouri, de la Sanaga, et probablement du Nyong ; nous l'avons retrouvée dans le cours inférieur de la Sanaga (Edéa) et dans le Lac Ossa à Dizangué.



Figure 14 : *Synodontis obesus* Boulenger, 1898 (photo de Mbondo).

- *Synodontis steindachneri* Boulenger, 1913 (figure 15)

Les poissons de ce taxon se caractérisent par des barbillons maxillaires possédant une membrane basilaire large très distincte, sombre, typique de l'espèce. Les barbillons mandibulaires sont simples, leurs homologues internes sont épaissis et branchus. Le museau est large et sub-arrondi. Les lèvres ne sont pas développées et papilleuses. Les dents mandibulaires, dont le nombre varie de 28 à 33, sont mobiles. Le processus huméral est triangulaire, pointu et granuleux, avec une carène infère vestigiale. L'épine dorsale, prolongée par un court filament, n'est pas denticulée sur la face antérieure, sauf quelques épines terminales, mais elle est fortement denticulée sur la face postérieure. La nageoire adipeuse est courte et peu haute. La nageoire anale (ou simplement l'anale) possède un rayon antérieur plus long. Les épines pectorales ont une denticulation fine relativement développée du côté antérieur plus que du côté postérieur, où l'on compte deux fois moins d'épines. Les nageoires pelviennes n'atteignent pas l'anale. La nageoire caudale est fortement échancrée, avec le lobe supérieur un peu prolongé. Le pédoncule caudal est aussi haut que long.

Cette espèce a été retrouvée dans le cours moyen du Nyong à Mbalmayo.



Figure 15 : *Synodontis steindachneri* Boulenger, 1913 (photo de Mbondo).

- *Synodontis nummifer* Boulenger, 1899 (figure 16)

Synodontis nummifer s'identifie par la combinaison des caractères suivants : la peau des flancs est non villeuse, la fente des ouïes ne s'étend pas au-delà du niveau de l'épine de la nageoire pectorale, le processus huméral est court, subtronqué ou arrondi et granuleux non crêté, le museau est subacuminé, à profil subrectiligne par rapport au-dessous de la tête ; l'œil est sublatéral mais non visible par-dessous, la bouche est petite, deux fois plus large que

longue, à lèvres peu élargies et peu papilleuses ; les dents prémaxillaires sont peu nombreuses en une bande moins longue que l'œil. Quant aux dents mandibulaires, elles sont mobiles et longues, disposées en bouquet, au nombre de 15 en moyenne.



Figure 16 : *Synodontis nummifer* Boulenger, 1899 (photo de Mbondo).

Les barbillons maxillaires portent une membrane basilaire bien distinguée, finement crénelée sur le bord externe. Les barbillons mandibulaires portent des ramifications nombreuses, épaissies et plus ou moins tuberculées.

Les individus de ce taxon ont été capturés dans le bassin de la Boumba à Zoulabot II.

- *Synodontis decorus* Boulenger, 1899 (figure 17).

Les spécimens adultes de cette espèce ont une longueur totale maximale de 318 mm et une longueur standard maximale de 253 mm. La peau des flancs est non villeuse ; la fente des ouïes ne s'étend pas au-delà du niveau de l'épine de la nageoire pectorale. Le processus huméral est large, non triangulaire ou vaguement triangulaire, avec une pointe arrondie ou subtronquée, plat granuleux et sans crête, 1,5 fois en moyenne aussi long que haut : le museau est subacuminé ; l'œil est supéro-latéral, logé dans l'espace interorbitaire qui est légèrement convexe. La bouche est étroite, 1,5 fois plus large que longue, avec des lèvres élargies très papilleuses dont la partie inférieure est lobée entre la base des tentacules ; les dents maxillaires sont peu nombreuses, en forme d'une bande moins longue que l'œil : les dents mandibulaires sont mobiles, disposées en bouquet, au nombre de cinq en moyenne ; les barbillons maxillaires ne possèdent pas de membrane basilaire mais ils portent de nombreuses ramifications externes qui sont elles-mêmes plus ou moins divisées ; les barbillons mandibulaires portent des ramifications nombreuses et arborescentes non épaissies ni tuberculées.

Les spécimens de ce taxon ont été capturés dans le bassin de la Boumba à Zoulabot II.



Figure 17 : *Synodontis decorus* Boulenger, 1899 (photo de Mbondo).

II.3- Méthodes d'étude

II.3.1- Capture, conservation et identification des poissons

Dans cette partie du travail, nous avons bénéficié du Projet Hydroélectrique Amont, financé par EDF et exécuté par le Docteur Arnold Bitja Nyom mais également du financement IRD/ISE-M par l'intermédiaire du Docteur Antoine Pariselle.

Les poissons autopsiés au cours de ce travail ont été capturés au moyen d'une batterie de filets monofilaments de différentes mailles (1 ; 2 ; 2.5 ; 3 mm). Chaque filet mesure 25 m de longueur pour une hauteur de chute de 2 m ; il est monté avec des flotteurs sur la ralingue supérieure et des plombs au niveau de la ralingue inférieure (figure 18). L'action des deux ralingues permet de garder le filet en position verticale, constituant ainsi un barrage tel un filtre qui retient les poissons. En plus des poissons capturés à l'aide des filets maillants, ceux issus des pêches locales ont été achetés et utilisés. Les pêcheurs locaux se servent, dans leurs captures, d'autres types d'engins tels que des nasses, des lignes dormantes, des éperviers. Les poissons capturés ont été traités de deux manières différentes.



Figure 18 : levée d'un filet maillant avec un spécimen de *Synodontis* (Danadu, 2014).

Les spécimens devant servir aux études de systématique morphologique et moléculaire des Monogènes ont été conservés au frais, dans une glacière contenant des blocs à glace (annexe 8) ou dans un congélateur portable ; ceux, par contre, qui ont été réservés à l'étude de la dynamique de populations des Monogènes ont été fixés sur le terrain dans une solution de formol à 10 %. Tous les poissons ont été identifiés suivant les clés de détermination de Stiassny et *al.* (2007) sous le contrôle de Docteur Arnold Bitja Nyom. Chaque spécimen a été photographié et sa carcasse numérotée. Le nom du poisson, son numéro attribué, le nom de la localité et la date de capture ont été enregistrés. Au Laboratoire de Parasitologie et Ecologie de la Faculté des Sciences de l'Université de Yaoundé I, pour chaque individu de *Synodontis* échantillonné, les paramètres suivants ont été déterminés :

- le poids total non éviscéré, le poids total éviscéré et le poids des gonades, tous mesurés au milligramme près à l'aide d'une balance électronique SARTORIUS® modèle Handy de précision 0,1 g (annexe 9);

- la longueur standard, c'est-à-dire la distance allant du bout du museau à la base de la nageoire caudale, la longueur totale qui va du bout du museau jusqu'à l'extrémité postérieure de la nageoire caudale (Barel et *al.*, 1977) et la longueur du pédoncule caudal, toutes mesurées en millimètres à l'aide d'un pied à coulisse (Carbon Fiber Composites Digital Caliper) de résolution 0,1mm (annexe 10);

- le sexe en observant les gonades (figure 19) sous la loupe binoculaire de marque WILD HEERBRUG M2G17 (annexe 11).

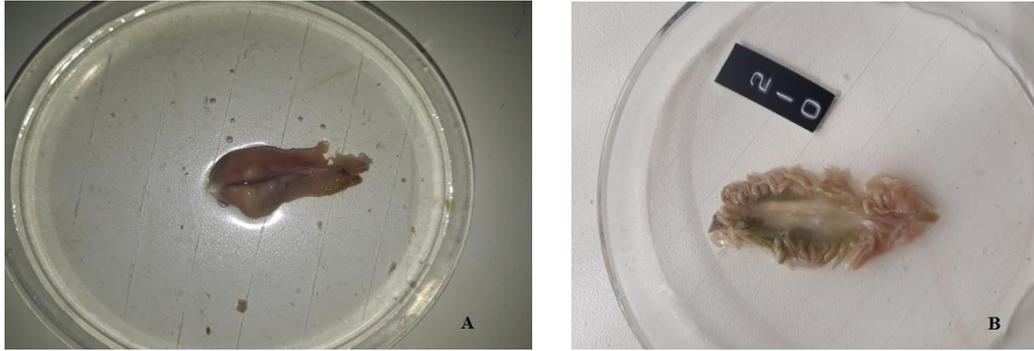


Figure 19 : gonades femelles (A) et mâles (B) de *Synodontis rebeli* (photo de Mbondo).

II.3.2- Recherche et montage des Monogènes

Les arcs branchiaux droits (le côté gauche servant de référence en systématique ichtyologique) des poissons ont été détachés par deux sections, l'une ventrale et l'autre dorsale, puis prélevés à l'aide de pinces et disposés dans des flacons à scintillation de 20 mL. De l'eau chauffée à environ 60°C y est ajoutée jusqu'à immersion des arcs branchiaux ; le tube est ensuite secoué vigoureusement. Le mélange est laissé au repos pendant 5 minutes pour décantation. L'eau chaude est par la suite versée ou jetée et remplacée par de l'alcool 95% (Justine *et al.*, 2012). La figure 20 présente le protocole ainsi décrit.

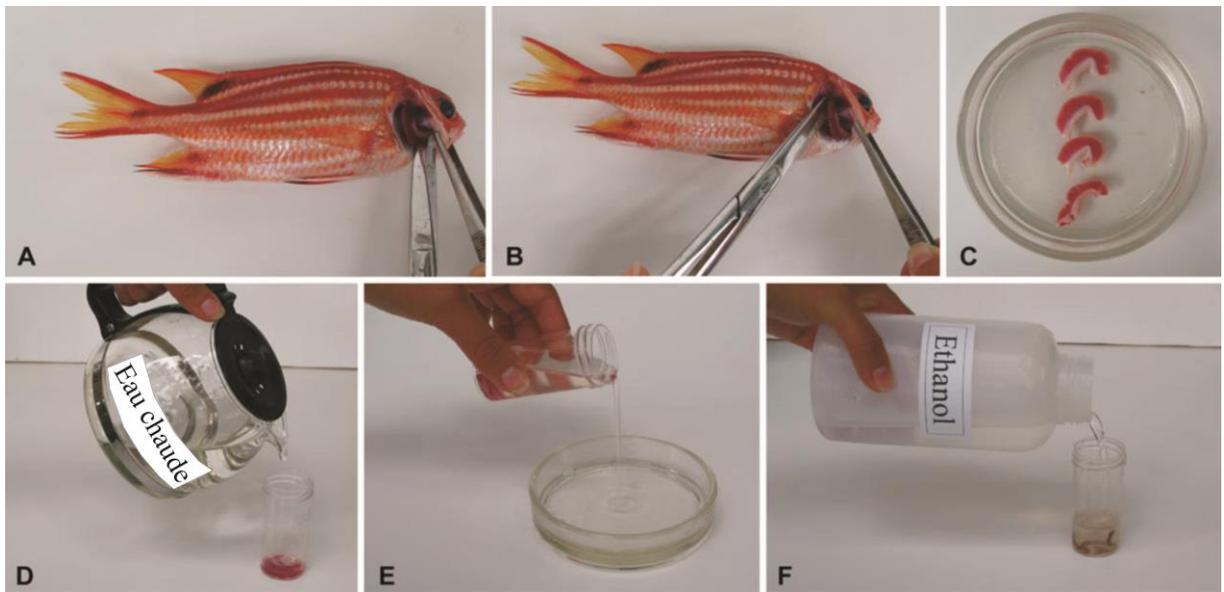


Figure 20 : récolte des parasites.

Section ventrale (A) et dorsale (B) de l'arc brachial. Dépôt des arcs brachiaux dans une boîte de Pétri contenant de l'eau (C). Introduction de l'arc branchial dans le flaçon à scintillation de 20 mL et ajout de l'eau chaude (D). Retrait de l'eau (E) et ajout de l'alcool 95 % (F) selon Justine *et al.*(2012).

Toujours pour les études de systématique morphologique, les branchies prélevées des poissons sacrifiés dans un temps relativement court ou celles des spécimens congelées ont été placées dans une boîte de Pétri contenant de l'eau de robinet ; elles ont ensuite été examinées sous une loupe binoculaire (figure 21) sur le terrain ou ultérieurement au laboratoire. Les Monogènes repérés ont été décrochés des filaments branchiaux soit à l'aide d'une aiguille d'entomologie montée sur un mandrin d'horloger (annexe 12), soit par un courant d'eau à l'aide d'une pissette ; ces Monogènes ont été prélevés puis montés individuellement entre lame et lamelle dans une goutte de picrate d'ammonium glycérimé (Malmberg, 1957).



Figure 21 : séance de recherche des parasites sur le terrain (photo de Pariselle).

Pour les études écologiques, les poissons conservés dans une solution de formol à 10 % ont été rincés à l'eau. Pour chaque spécimen, on a noté la longueur totale, la longueur standard, le poids (total et éviscéré), le poids des gonades puis le sexe. Les branchies ont été prélevées, les parasites (Monogènes) ont ensuite été décrochés des filaments branchiaux comme décrit plus haut, puis montés individuellement entre lame et lamelle dans une goutte d'eau. L'observation a été faite au microscope.

II.3.3- Acquisition des données morphologiques et morphométriques

Les parasites montés entre lame et lamelle ont été observés au microscope à l'objectif 40. L'anatomie générale, la morphologie et la taille des pièces sclérifiées du haptor et de l'organe copulateur mâle ont été utilisées pour l'identification des espèces. Les mensurations des parasites ont été faites suivant Gussev (1962) et Dossou et Euzet (1993) (figure 22) à

l'aide du logiciel LAS version 3.8 couplé à un microscope LEICA DM2500 (figure 23) à l'objectif 100. Les dessins des pièces sclérifiées de l'organe copulateur mâle et du hapter ont été réalisés à l'aide de la chambre claire du microscope Leica Diaplan aux objectifs 20, 40 et 100, puis traités avec le logiciel CorelDraw X4 (version 14.0.0.701; Corel Corporation (www.corel.com)).

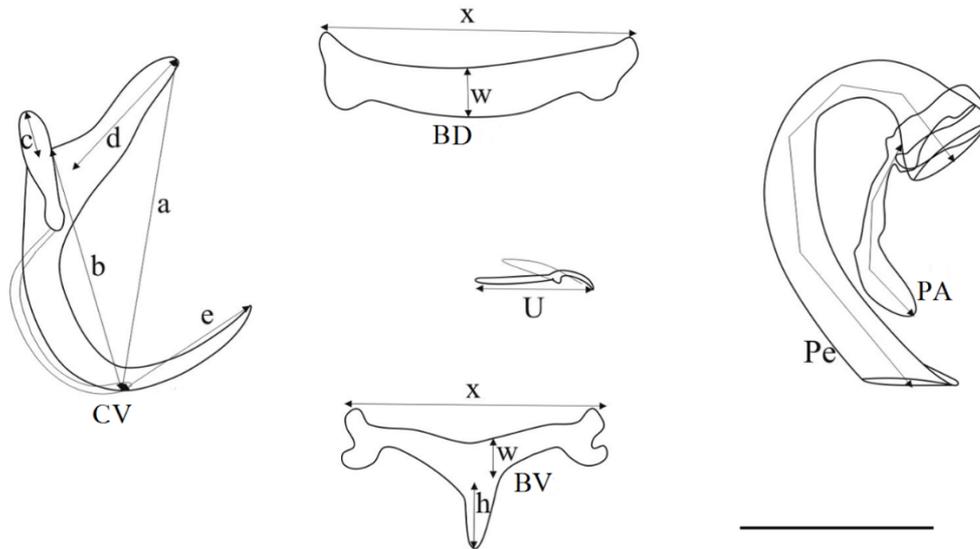


Figure 22: mensurations des pièces sclérifiées du hapter et de l'organe copulateur mâle dans le genre *Synodontella* (Dossou et Euzet, 1993, modifié).

a = longueur totale de crochet ; b = longueur de la lame ; c = longueur du manche ; d = longueur de la garde ; e = longueur de la pointe ; BD = Barre Dorsal ; BV = Barre Ventrale ; h : longueur de l'expansion médiane ; Pe = longueur du pénis ; PA = longueur pièce accessoire. U = longueur du crocheton ; w = épaisseur de la barre ; x = longueur de la barre.

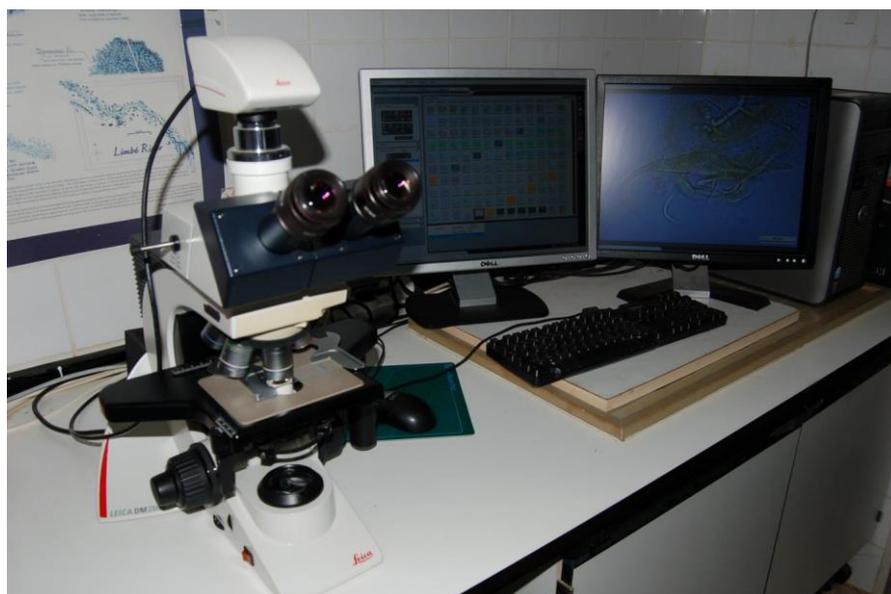


Figure 23: microscope LEICA DM2500 couplé à un ordinateur (photo de Mbondo).

II.3.4- Acquisition des données moléculaires

Cette partie de notre travail a visé à préciser, à l'aide d'analyses moléculaires, les positions systématiques de quelques parasites prélevés chez les poissons capturés dans la Sanaga et dans la Boumba. A terme, il a été question de savoir si les différences observées sont liées à la vicariance des hôtes ou alors s'il existe des groupes phylétiques distincts au sein du genre *Synodontella*.

II.3.4.1- Amplification de l'ADN

Les parasites vivants ou déjà fixés à l'alcool 95 % comme indiqué au paragraphe II.2.2 ont été montés individuellement dans une goutte d'eau entre une lame et une lamelle puis identifiés au microscope. Par la suite, la lamelle a été démontée sous une loupe binoculaire et le parasite a à nouveau été pêché et introduit dans un tube Eppendorf contenant de l'alcool à 95% et conservé au congélateur à environ -20°C. Chaque tube a été marqué du numéro affecté au parasite et de celui de l'hôte sur lequel le parasite a été retrouvé. Au laboratoire, le contenu du tube Eppendorf a été vidé dans une boîte de Pétri et le parasite a été recherché sous une loupe binoculaire. Le Monogène a préalablement été séché puis introduit dans un nouveau tube Eppendorf contenant 20 µl du mélange eau-bille de Chelex. A l'aide d'un cône de pipetman préalablement arrondi, le parasite a été broyé.

La PCR a été effectuée selon de protocole de Marchiori et *al.* (2015), avec deux amorces spécifiques au domaine C1-D2 de la large sous-unité (LSU) du gène 28s ribosomal : C1 (en avant 5'-ACCCGCTGAATTTAAGCAT-3) et D2 (inverse 5'- TGGTCCGTGTTTCAAGAC-3) (Wu et *al.*, 2005). Le protocole d'amplification a commencé avec un séjour de 2 min à 93°C pour la dénaturation initiale, suivie de 40 cycles de 30s à 93°C, 30s à 56°C pour hybridation, 1 min 30s à 72°C pour l'élongation. Les concentrations finales des différents réactifs étaient de : 1 U de tampon GoTaq (Promega), 2,5 mM de MgCl₂, mélange de nucléotide PCR, 0,2 nM de chaque désoxynucléoside triphosphate, 1 µM de chaque amorce, 2 U d'ADN polymérase GoTaq (Promega), 0,2 µg de gabarit d'ADN (entre 1,6 et 3 µl en fonction de la concentration de l'extrait d'ADN), 20 µl d'eau dépourvue de nucléase. Les mélanges contenus dans les puits de microplaques ont été recouverts d'un film plastique puis placés dans un thermocycleur (figure 24).



Figure 24 : des thermocycleurs (photo de Bahanak).

II.3.4.2- Séquençage de L'ADN

Toujours selon le protocole de Marchiori *et al.* (2015), le séquençage a été réalisé en utilisant les mêmes amorces qu'à l'amplification PCR initiale : C1 et D2. La purification a été réalisée avec un kit de purification PCR Agencourt® AMPure® suivant les recommandations du fabricant. La technique de séquençage est basée sur le fait que les ADN polymérases sont capables de synthétiser un brin complémentaire d'ADN à partir d'un brin matrice. La différence majeure est l'utilisation de nucléotides légèrement différents à savoir: les didésoxyribonucléotides triphosphates (ddNTP) en plus des désoxyribonucléotides triphosphates (dNTP) utilisés pour la PCR ; les ddNTP diffèrent des dNTP par l'absence d'un groupement OH en position 3'. Ainsi, lorsqu'une ADN polymérase utilise un ddNTP, elle n'est plus capable de rajouter le moindre nucléotide à sa suite ; alors la synthèse du brin d'ADN s'arrête. L'utilisation de quatre ddNTP différents (A, T, C ou G) lors du séquençage permet finalement la synthèse des fragments d'ADN dont les longueurs varient d'une base seulement. Cette différence est révélée lors de la migration parallèle de ces fragments d'ADN sur un gel polyacrylamide (annexe 13). L'analyse des résultats de la migration électrophorétique permet de reconstituer, base par base, l'ADN de départ. Cette réaction nécessite un mélange d'un fragment d'ADN du parasite qui doit être séquençé, d'amorces (les mêmes que pour la PCR), les 4 dNTP's (dCTP, dATP, dGTP, dTTP), de l'ADN polymérase, de petites quantités de ddNTP fluorescents ou radioactifs. L'amplification et le séquençage de l'ADN ont été réalisés au laboratoire de Génotypage et séquençage de l'ISEM (Institut des Sciences de l'Evolution de Montpellier - Université de Montpellier II).

II.3.4.3- Analyse phylogénétique

L'algorithme Muscle du logiciel MEGA version 6 (Molecular Evolutionary Genetics Analysis) de Tamura *et al.* (2011) a servi à l'alignement des séquences d'ADN obtenues après extraction, amplification et séquençage de la région de l'ADN nucléaire qui code pour l'ARN ribosomique 28s de la grande sous-unité ribosomale. Pour la construction des arbres phylogénétiques, nous avons utilisé les méthodes du maximum de parcimonie, du maximum de vraisemblance et du « Neighbor-joining ».

La méthode de parcimonie consiste à réduire au maximum le nombre d'évènements évolutifs. Il s'agit de la recherche de l'arbre le plus parcimonieux ; celui obtenu à l'issue de cette méthode est appelé arbre optimal ou arbre parcimonieux.

Le maximum de vraisemblance est une méthode probabiliste qui dépend de la complétude des données et de la probabilité qu'a le modèle de décrire les données. Le maximum de vraisemblance détermine les paramètres pour que la probabilité d'observer les données expérimentales sous le modèle choisi soit maximale. A la différence du maximum de parcimonie, cette méthode intègre un modèle d'évolution.

Le « Neighbor-Joining » est une méthode basée sur les distances génétiques. Elle autorise des taux de mutations différents et calcule les longueurs des branches de sorte qu'elles soient les plus petites possibles.

Ces méthodes nous ont permis d'obtenir un arbre phylogénétique consensus dont la robustesse a été testée par la méthode du bootstrap.

La méthode du bootstrap est la plus couramment utilisée pour estimer la robustesse des arbres (Felsenstein, 1985). Elle rééchantillonne les caractères à partir de la matrice initiale des données ; elle crée une nouvelle matrice et recalcule le meilleur arbre selon le critère choisi. La nouvelle matrice obtenue comprend autant de caractères que la matrice originale, à la seule différence que ces caractères peuvent avoir été échantillonnés plus d'une fois alors que d'autres pas du tout ; c'est un tirage avec remise. Cette procédure est répétée indépendamment plusieurs fois ; la fréquence avec laquelle un clade est trouvé dans chaque itération de bootstrap peut être alors considérée comme la confiance que l'on peut avoir dans la véracité du clade (Felsenstein, 1985) ; le bootstrap exprimé en pourcentage indique la robustesse du clade.

II.3.5- Acquisition et analyse des données d'écologie parasitaire

Les définitions des termes prévalence, abondance et intensité moyenne sont celles proposées par Bush *et al.* (1997). Le calcul des différents indices épidémiologiques a été

réalisé à l'aide du Programme « Quantitative Parasitology version » 3.0, PAST3_16. Ainsi la prévalence (Pr) est le nombre d'hôtes infestés (n_i) par une espèce parasite (ou un groupe taxinomique donné) divisé par le nombre d'hôtes (N) examinés ; ce rapport est généralement exprimé en pourcentage comme suit : $Pr = (n_i / N) \times 100$.

Valtonen *et al.* (1997) classe les espèces parasites en dominantes, satellites et rares lorsque leur prévalence est respectivement supérieure à 50%, située entre 10% et 50% enfin, inférieure à 10%.

L'abondance moyenne (AM) est le rapport entre le nombre d'individus parasites d'une espèce donnée (n_p) et le nombre total d'hôtes (N) examinés, qu'ils soient infestés ou non.

$$AM = n_p / N$$

L'intensité parasitaire (I) est, elle, le rapport entre le nombre d'individus (n_p) d'une espèce parasite donnée trouvés chez un individu hôte infesté sur le nombre total d'individus examinés. Quant à l'intensité moyenne (IM), c'est le nombre moyen d'individus d'une espèce parasite par individu hôte infesté dans l'échantillon. N_p est la fraction de l'échantillon d'hôtes examinés qui sont infestés.

$$IM = n_p / N_p$$

En utilisant l'intensité parasitaire moyenne (IM), Bilong Bilong et Njiné (1998) ont adopté une classification jugée pertinente, dans notre environnement, des espèces parasites comme suit :

- $IM \leq 10$: l'intensité parasitaire moyenne très faible ;
- $10 < IM \leq 50$: l'intensité parasitaire moyenne faible ;
- $50 < IM \leq 100$: l'intensité parasitaire moyenne ;
- $IM > 100$: l'intensité parasitaire moyenne élevée.

Ce découpage ayant été retenu par d'autres auteurs tels Nack *et al.* (2018), Tombi *et al.* (2014), nous le suivons dans ce travail. Il est prudent de considérer que l'intensité moyenne n'offre pas une distribution réelle des parasites au sein d'une la population d'hôtes ; en effet, les parasites sont très souvent distribués de manière agrégée (Crofton, 1971).

Dans la suite de notre travail nous avons, pour chaque espèce de Monogène, évalué son modèle de distribution en calculant son coefficient d'agrégation R (Poulin, 1993 ; Shaw & Dobson, 1995) ; ce coefficient permet d'estimer la variation des niveaux d'infestations

relatives à la moyenne d'un échantillon d'hôtes (El Madhi et Belghyti, 2006). Son expression la plus utilisée est :

$$R = \frac{s^2}{IM}$$

Lorsque cette variance s^2 est supérieure à IM, la distribution est agrégative ou surdispersée alors que si la variance s^2 est inférieure à IM, la distribution est non agrégative ou dispersée.

Le coefficient de condition (K) est défini en termes énergétiques comme la quantité d'énergie disponible pour un individu lui permettant de remplir diverses fonction vitales telles que la reproduction, la croissance, la recherche de nourriture et la survie à l'hiver (Ricker 1975 ; Neff et Cargnelli, 2004). Les valeurs élevées de K sont considérées comme indiquant un meilleur état de santé du poisson (Bagenal et Tesch, 1978). Dans cette étude, la condition physiologique a été calculée pour chaque poisson et la relation entre K et l'intensité parasitaire a été recherchée.

K a été calculé en utilisant la formule $K=100 \times PE/LS^3$ (Ricker, 1975 ; Robinson et *al.*, 2008) où PE est le poids éviscéré (en grammes) du poisson et LS est sa longueur standard (en millimètres).

L'indice gonado-somatique (IGS) est une grandeur qui indique le rapport qui existe entre le poids des gonades et la masse corporelle du poisson (Unlu & Balci, 1993) ; il exprime la condition physiologique de l'animal ; il a été calculé par la formule:

$$IGS = Pg/PE - Pg ,$$

où Pg = poids des gonades et PE = poids éviscérée du poisson.

Les variations annuelles de cet indice dans une population de poissons renseignent sur leurs périodes de ponte : la chute de sa valeur indique la saison de ponte (Lizama et Ambrosio, 2002).

II.3.6- Traitements statistiques

De nombreuses analyses statistiques ont été utilisées dans le cadre de ce travail ; il s'agit, entre autres, de l'Analyse en Composantes Principales (APC), du Test K de Kruskal – Wallis, du Test U de Mann-Whitney, du test de Chi deux, du risque relatif et de la

régression multiple. Ces analyses ont été effectuées à l'aide des programmes PAST et STATISTICA 6.0 (Statsoft, INC, 1984-1997).

II.3.6.1- Analyse en Composantes Principales (ACP)

Cette méthode, utilisée pour la première fois dans un article de Pearson (1901), est fondamentale en statistique descriptive multidimensionnelle ; elle permet de traiter simultanément un nombre quelconque de variables, toutes quantitatives (Baccini, 2010). Il s'agit d'une méthode multivariée qui transforme les variables liées entre-elles en nouvelles variables non liées les unes aux autres, appelées composantes principales ou axes principaux. Cette approche permet de réduire le nombre de variables à analyser et de rendre l'information moins redondante. Le critère de Cattell ou la règle du coude a été utilisé pour le choix du nombre d'axes à retenir ; il préconise de détecter sur un diagramme des valeurs propres et l'existence du coude. Les axes associés aux valeurs propres situées avant le coude sont alors conservés (Pinton, 2008) (figure 25).

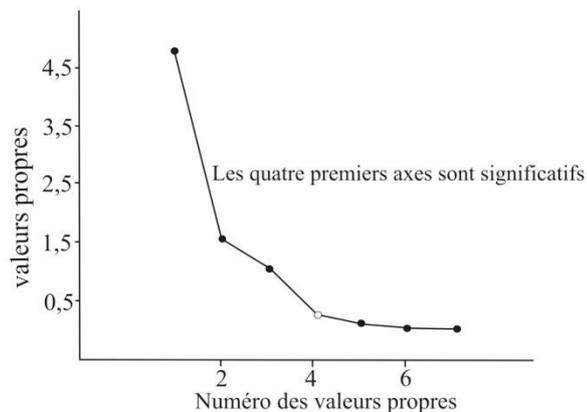


Figure 25: détermination du nombre d'axes significatifs à l'aide de la règle du coude (Pinton, 2008).

Sur le plan de la systématique des Monogènes, dix-sept paramètres ont été analysés. Il s'agit : (1) pour les crochets dorsaux et ventraux, des longueurs des lames (a et b), de la garde (d), du manche (c) et de la pointe (e) ; (2) pour les barres transversales dorsale et ventrale, de la longueur (x) et largeurs (w), de la hauteur (h) de l'expansion médiane de la barre transversale ventrale ; (3) pour le complexe copulatoire, de la longueur du pénis et la longueur de la pièce accessoire. Cette méthode a été d'une aide appréciable dans la discrimination graphique des différentes espèces parasites décrites.

II.3.6.2- Test K de Kruskal – Wallis.

Le test K de Kruskal-Wallis est non paramétrique ; il a servi à comparer plusieurs mesures moyennes. Dans son principe, ce test remplace les valeurs réelles par leurs rangs et totalise ensuite les rangs revenant à chaque échantillon. On obtient ainsi une série de valeurs de rang R_i pour le nombre (i) d'échantillons considérés.

R_1 est la somme des rangs de l'échantillon 1 et R_2 la somme des rangs de l'échantillon 2.

Si N est le nombre total des valeurs et n le nombre de valeurs de chaque groupe,

on calcule la statistique K :

$$K = \frac{12}{N(N+1)} \sum X = \frac{(R^2)}{n} - 3 (N + 1)$$

Lorsque le nombre d'échantillons est supérieur ou égal à 4, la distribution K suit approximativement celle du Chi-deux ; la valeur théorique de K est consultée dans la table du Chi-deux pour un nombre de degrés de liberté $ddl = n - 1$. Si K calculé est plus grand que la valeur lue dans la table, alors les moyennes comparées sont déclarées significativement différentes au seuil α retenu (Combes, 1989).

II.3.6.3- Test U de Mann-Whitney

Dans ce test non paramétrique, les valeurs réelles sont également remplacées par leurs rangs. La statistique U est calculée et comparée à la valeur lue dans la table du test U. Si la plus petite valeur de U est inférieure à la valeur lue dans la table, la différence entre les moyennes comparées est considérée significative au seuil α retenu. Pour le calcul de U, on totalise les rangs revenant à chaque échantillon et on calcule :

$$U_1 = n_1 n_2 + \frac{n_2 (n_2 + 1)}{2} - R_2$$

et

$$U_2 = n_1 n_2 + \frac{n_1 (n_1 + 1)}{2} - R_1$$

On prend la valeur U la plus faible et on la compare à celle lue dans la table à la croisée des valeurs n_1 et n_2 (Combes, 1989). Ce test U nous a servi à comparer des échantillons deux par deux lorsque la différence entre moyennes s'est révélée significative par le test K de Kruskal-Wallis.

II.3.6.4- Test de Chi deux

Le Chi carré est un test statistique conçu pour évaluer si une différence entre deux ou plusieurs distributions de fréquences est attribuable à une erreur d'échantillonnage (le hasard) ou est suffisamment grande pour être statistiquement significative. Il indique si la différence entre une distribution observée et une distribution théorique est assez faible pour que l'on ait le droit, avec un risque α donné, de les assimiler. Ce test permet aussi de comparer deux proportions. La comparaison de deux proportions est très utile en parasitologie ; c'est le cas, par exemple, lorsqu'on confronte le parasitisme chez deux espèces d'hôtes différentes ou bien l'association de deux espèces de parasites chez un même hôte (Combes, 1989). Les données étant réparties en classes, on détermine le nombre de degrés de liberté du problème à partir du nombre de classes et *à priori* le risque de se tromper est souvent de 5 %. On déduit par la suite, à l'aide d'une table de χ^2 , et en tenant compte du nombre de degrés de liberté, la valeur limite au-delà de laquelle la valeur χ^2 calculée n'a que 5 % de chance de se situer. Nous avons utilisé ce test de Chi deux pour comparer les pourcentages d'hôtes infestés par différentes espèces de parasites.

II.3.6.5- Le risque relatif

Le risque relatif (**RR**) est une mesure statistique souvent utilisée en épidémiologie ; il estime le risque de survenue d'un événement dans un échantillon par rapport à un autre. Il peut être calculé pour évaluer une association entre un facteur de risque et l'infestation (Sistrom et *al.*, 2004). Par exemple, pour calculer le risque relatif d'infestation entre les individus hôtes mâles et les individus hôtes femelles, nous avons adopté cette méthode de la manière suivante :

	Parasités	Non-parasités	Total
Mâles	a	b	$(a+b)$
Femelles	c	d	$(c+d)$
Total	$(a+c)$	$(b+d)$	N

a = nombre de mâles parasités ; b = nombre de mâles non parasités ; c = nombre de femelles parasitées ; d = nombre de femelles non parasitées ; $(a+b)$ = nombre total de mâles ; $(c+b)$ = nombre total des femelles ; $(a+c)$ = nombre d'individus parasités tous sexes confondus ; $(b+d)$ = nombre d'individu non parasités tous sexes confondus ; N = nombre total d'individus hôtes étudiés.

On calcule pour chacun des deux groupes, mâle et femelle, les risques d'infestation R_m et R_f respectivement par les formules :

$$R_m = a/(a+b) \quad \text{et} \quad R_f = c/(c+d)$$

On calcule par la suite, le risque relatif qui correspond au rapport des risques d'infestation chez les deux groupes mâle et femelle, par la relation suivante :

$$RR = R_m/R_f = [a/(a+b)] / [c/(c+d)]$$

Si, par exemple, $RR=2$, on conclut que le risque d'infestation est 2 fois plus élevé chez les mâles que chez les femelles. Toutefois, le programme PAST3_16 utilisé fourni une valeur de X^2 , nécessaire pour vérifier si l'association qui existe entre le facteur à risque et la maladie est significative.

II.3.6.6- Régression multiple

Le modèle de régression linéaire multiple est une généralisation du modèle de régression simple lorsque les variables explicatives sont en nombre quelconque. On suppose que les données collectées autorisent de définir une variable dépendante y selon l'équation suivante :

$$y_i = \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_p x_{ip} + \varepsilon_i, \quad i = 1, \dots, n, \quad \text{et } x_i \text{ sont des variables déterminantes.}$$

Du fait qu'une constante appartient généralement au modèle, certains auteurs (Cornillon et Matzner- Løber ,2010) écrivent plutôt le modèle sous la forme:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_p x_{ip} + \varepsilon_i.$$

Dans cette équation p correspond toujours au nombre de variables explicatives. Avec la première convention d'écriture, si x_i vaut 1 pour tout i , p est le nombre de paramètres à estimer, tandis que le nombre de variables explicatives est, à proprement parler, $(p - 1)$.

Au cours de ce travail, la régression multiple établie à l'aide du logiciel PAST a été utilisée à pour évaluer le lien probable entre les différentes variables sur le parasitisme.

CHAPITRE III : RESULTATS

III.1- Systématique des espèces de Monogènes récoltées

III.1.1- Redescription et description des Monogènes récoltés

Synodontella melanoptera Dossou & Euzet 1993

Hôtes étudiés: *Synodontis obesus* Boulenger, 1898 et *Synodontis rebeli* Holly, 1926 ;

Site : filaments branchiaux ;

Localités : Lac Ossa à Dizangué et Sanaga à Edéa ;

Vouchers déposés au Musée Royal d'Afrique Central (Tervuren) sous numéros 38221; 38222 et 38223 ;

Redescription basée sur 22 individus.

Le hapter est séparé du reste du corps par un pédoncule plus long que large. Les crochets dorsaux présentent une longue garde et un manche résiduel. La lame longue, recourbée au tiers distal se termine en pointe fine. Un filament déformable et peu sclérifié est associé à la lame. La barre transversale dorsale, légèrement recourbée, a des extrémités élargies. Les crochets ventraux possèdent également une longue garde et un manche relativement court, une carène qui porte, à l'extrémité postérieure, un filament fin, peu sclérifié. La barre transversale ventrale porte une expansion médiane. Les 14 crochetons ont approximativement la même taille et ont conservé leur aspect larvaire. Le pénis est tubulaire, recourbé et élargi à ses deux extrémités. La pièce accessoire courte, en forme de gourdin, s'enroule comme un ruban autour de la base du pénis.

Remarque : les caractéristiques morphologiques et morphométriques des individus observés nous conduisent à les considérer comme appartenant à l'espèce *Synodontella melanoptera*. Toutefois, nous notons quelques différences avec la description originelle ; en l'occurrence, la forme du manche du crochet dorsal et celle des extrémités de la barre transversale ventrale ne s'accordent pas avec celles des spécimens décrits par Dossou et Euzet (1993). Nous présentons de nouvelles mensurations (voir tableau I, page 70) et une nouvelle représentation des pièces sclérifiées de ce monogène (figure 26).

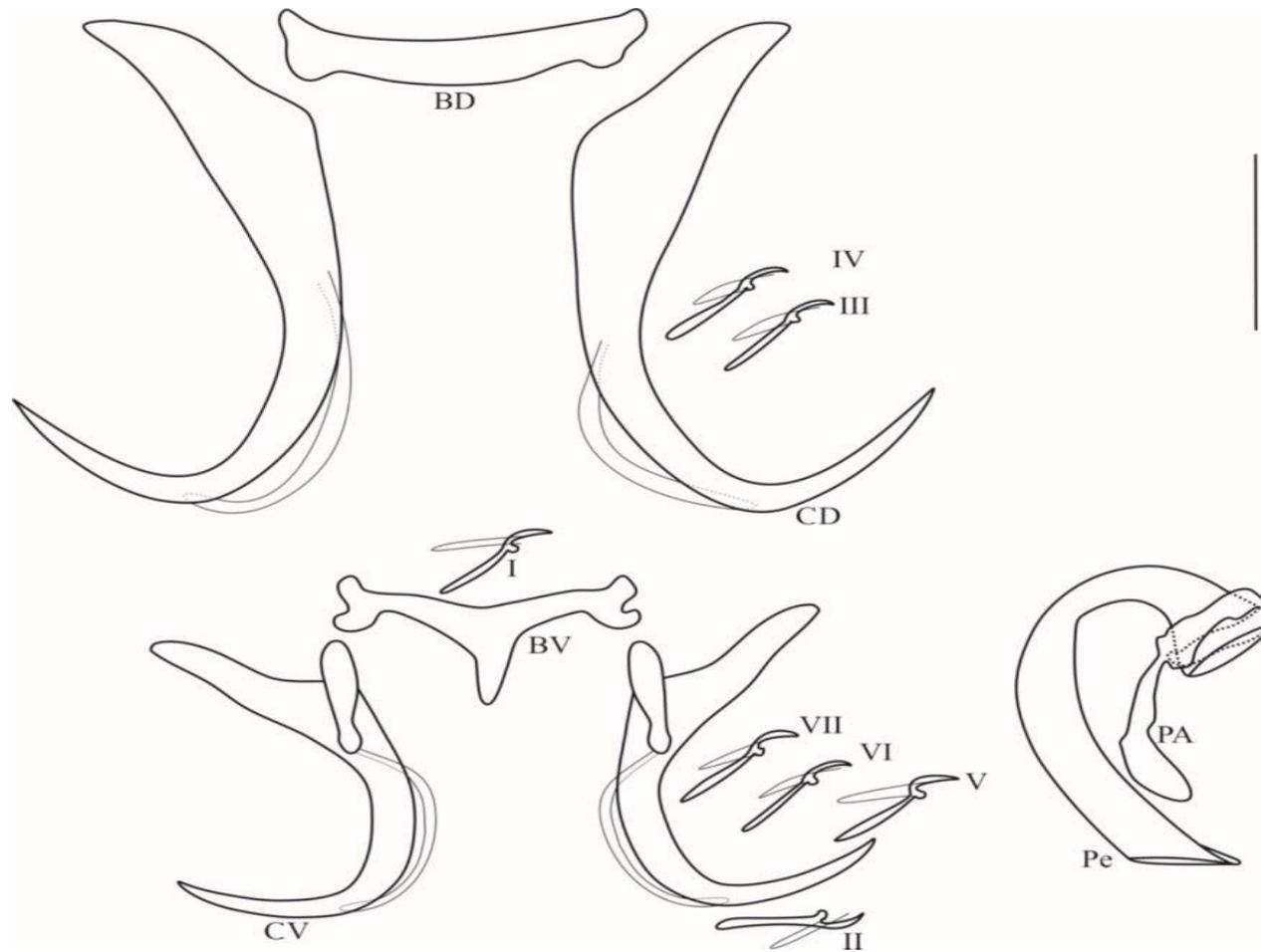


Figure 26 : pièces sclérifiées du hapter et de l'organe copulateur mâle de *Synodontella melanoptera* (barre d'échelle = 20 μ m).

CD= crochet dorsal ; CV= crochet ventral ; BD= barre dorsale ; BV= barre ventrale ; Pe= pénis ; PA= pièce accessoire ; U= crochets I à VII.

***Synodontella apertipenis* n. sp.**

Hôte type : *Synodontis rebeli* Holly, 1926 ;

Site : filaments branchiaux ;

Localité type : Batchenga (cours moyen de la Sanaga) ;

L'hotype a été déposé au Musée Royal d'Afrique (Tervuren) sous le numéro 38218 ; les paratypes aussi ont été déposés au Musée Royal d'Afrique (Tervuren) sous les numéros 38219 et 38220 ;

Description basée sur 14 individus.

Le hapter est séparé du reste du corps par un pédoncule plus long que large. Les crochets dorsaux possèdent un manche relativement court et une garde développée. La barre transversale dorsale est recourbée avec des extrémités élargies portant de petites fentes. Les deux crochets ventraux, plus petits que les crochets dorsaux, portent une carène qui part de la base de la garde et se termine au niveau de la racine extérieure de la lame. La barre transversale ventrale, similaire à celle de l'espèce précédemment décrite, porte des épiphyses aux extrémités latérales. Tous les 14 crochetons sont similaires entre-eux et à ceux précédemment décrits. L'appareil copulateur mâle est en forme d'un long tube recourbé, largement ouvert au tiers distal. La pièce accessoire, courte, présente une extrémité arrondie.

Les mensurations des pièces sclérifiées du hapter et de l'organe copulateur mâle sont reportées dans le tableau I (page 71).

Remarque : *Synodontella apertipenis* diffère de *Sy. melanoptera* par la forme et surtout la longue considérable de son pénis. Cette espèce se rapproche morphologiquement de *Sy. zambezensis*, décrit par Douëllou et Chishawa (1995) sur les branchies de *Synodontis zambezensis* Peters, 1852 provenant du Lac Kariba au Zimbabwe, par la forme de ses crochets dorsaux ; toutefois elle en diffère par la forme et la taille plutôt courte de l'organe copulateur mâle (50 vs 71). Cette espèce de *Synodontella* est nouvelle et a été nommée *Synodontella apertipenis* en référence à la forme de son organe copulateur mâle largement ouvert à son extrémité distale (figure 27).

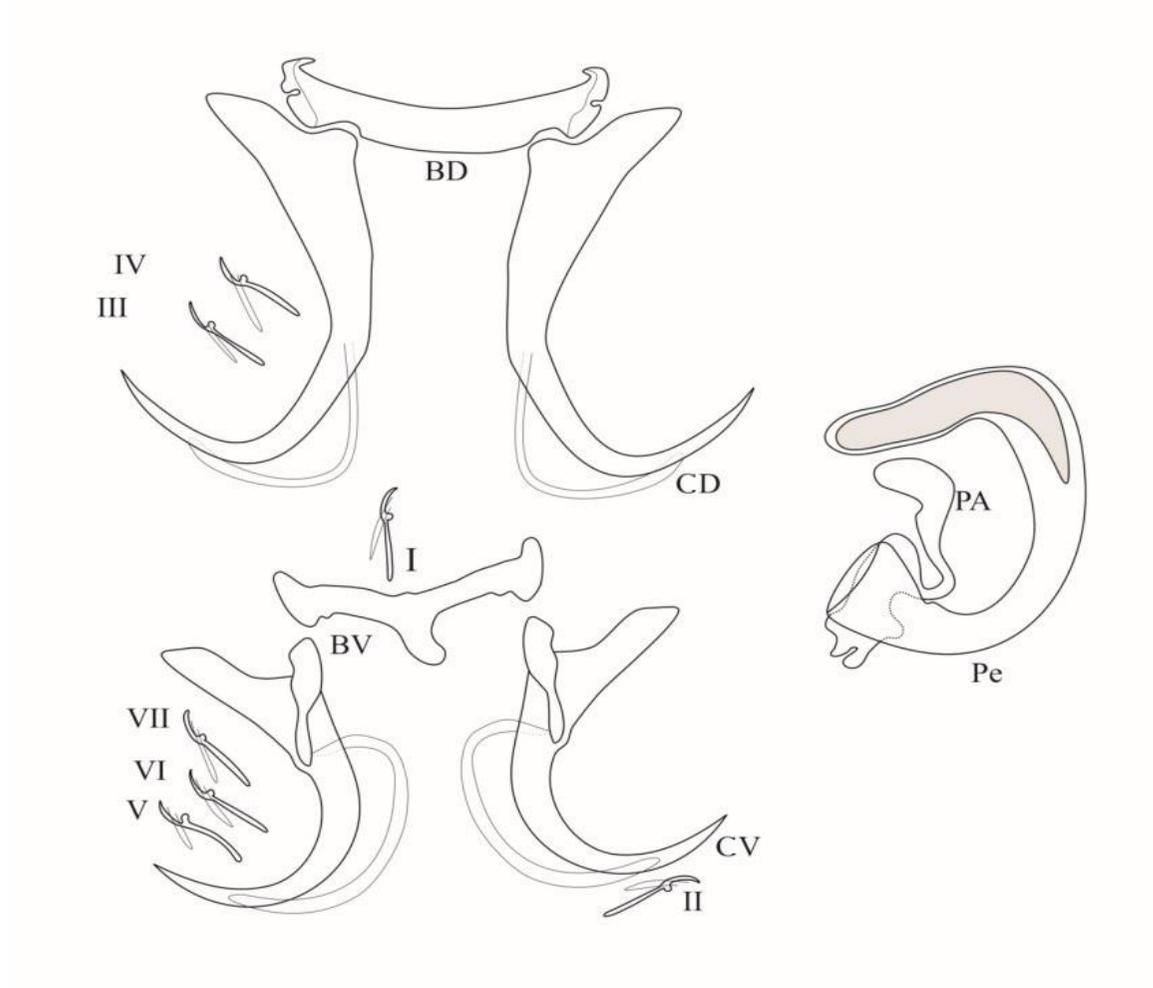


Figure 27 : pièces sclérifiées du haptéur et de l'organe copulateur mâle de *Synodontella apertipenis* (barre d'échelle = 20 μm).

CD= crochet dorsal ; CV= crochet ventral ; BD= barre dorsale ; BV= barre ventrale ; Pe= pénis ; PA= pièce accessoire ; U= crochetons I à VII.

***Synodontella sanagaensis* n. sp.**

Hôte type : *Synodontis rebeli* Holly, 1926 ;

Site : filaments branchiaux ;

Localité type : Edéa (cours inférieur de la Sanaga) ;

Holotype déposé au Musée Royal d'Afrique Centrale (Tervuren) sous le numéro 38214 ;
Paratypes déposés au Musée Royal d'Afrique Centrale (Tervuren) sous les numéros 38215 ;
38216 et 38217 ;

Description basée sur 16 individus.

Le hapter est séparé du reste du corps par un pédoncule. Les crochets dorsaux possèdent un manche très réduit et une garde longue et large. La barre transversale dorsale est arquée avec des extrémités élargies. Les crochets ventraux, plus petits que leurs homologues dorsaux, portent une garde approximativement trois fois plus longue que le manche. On y note également la présence d'une carène portant un filament peu sclérifié à l'extrémité postérieure. La barre transversale ventrale peu recourbée, avec des extrémités élargies, possède une expansion médiane développée. Les sept paires de crochetons, approximativement égaux en longueur, suivent la disposition classique décrite chez de nombreux Dactylogyridea. (I : antérieurs médio-ventraux, II : associés à la pointe des crochets ventraux, III et IV : latéro-dorsaux, enfin V, VI, VII : latéraux ventraux). Le pénis forme un tube fin, peu élargi à son extrémité distale ; la pièce accessoire, également fine, s'enroule autour de la base du pénis (figure 28).

Les mensurations des pièces sclérifiées du hapter et de l'organe copulateur mâle de cette espèce sont reportées dans le tableau I (page 71).

Remarque : ce Monogène diffère principalement des autres espèces congénériques précédemment décrites par la morphologie de son pénis qui est un tube fin. Cette espèce est considérée comme nouvelle et nommée *Synodontella sanagaensis* en référence au fleuve Sanaga dans lequel ce parasite a été trouvé.

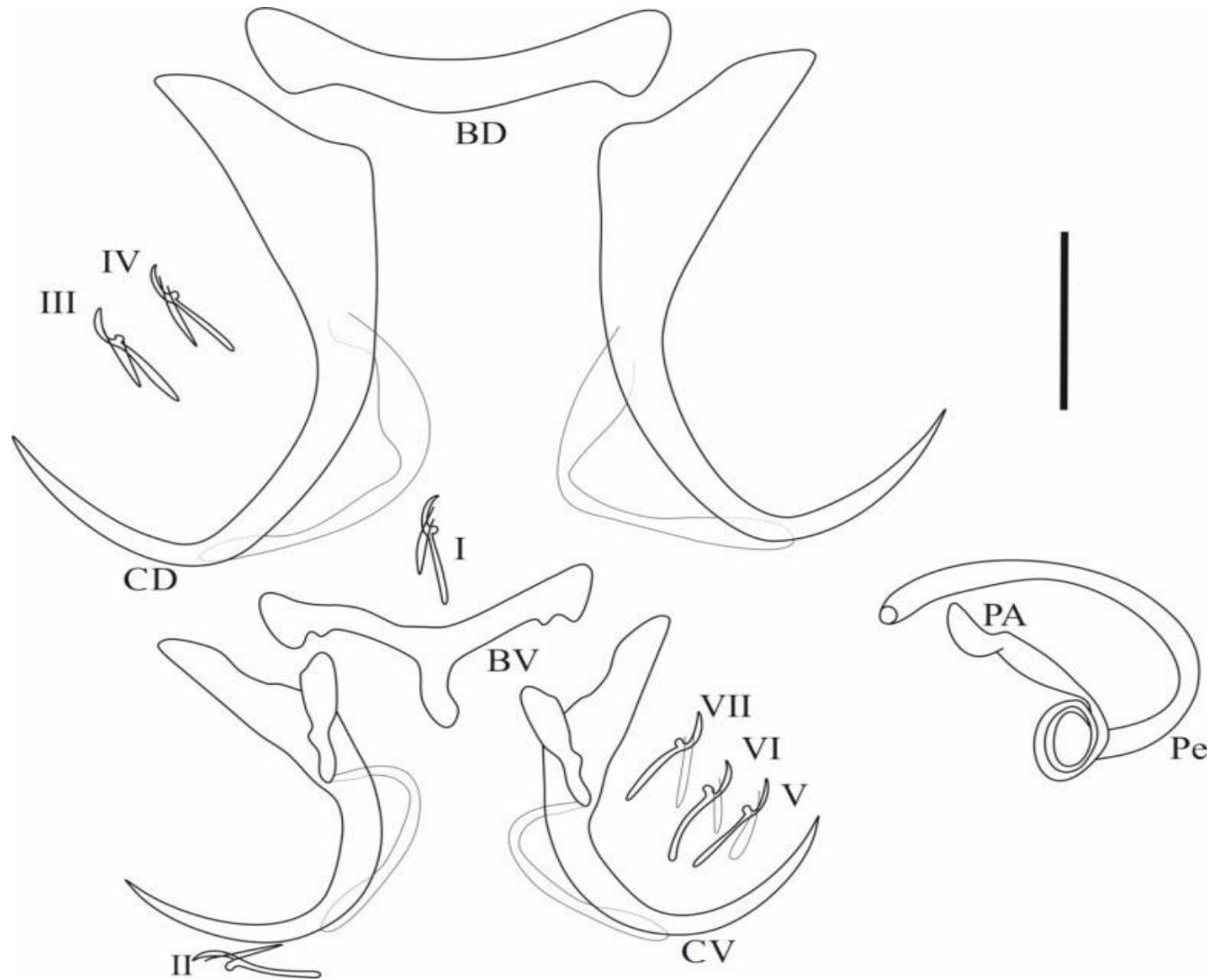


Figure 28 : pièces sclérifiées du hapter et de l'organe copulateur mâle de *Synodontella sanagaensis* (barre d'échelle = 20 µm).

CD= crochet dorsal ; CV= crochet ventral ; BD= barre dorsale ; BV= barre ventrale ; Pe= pénis ; PA= pièce accessoire ; U= crochetons I à VII.

***Synodontella extensiocirrus* n.sp.**

Hôte type : *Synodontis rebeli* Holly, 1926 ;

Site : filaments branchiaux ;

Localité type : Edéa (cours inférieur de la Sanaga) ;

Description basée sur 22 individus.

La morphologie générale des individus de cette espèce est celle d'un *Synodontella*. On note dans la région céphalique, au niveau du pharynx musculéux, deux paires de taches oculaires : les taches postérieures sont plus grandes que les taches antérieures. Le haptéur, comme chez toutes les autres espèces du genre, dispose de deux paires de crochets. Les crochets dorsaux sont munis chacun d'une longue garde, peu recourbée et taillée à l'extrémité distale. Le manche est peu développé. L'encoche située entre le manche et la garde est moins prononcée ; dans celle-ci viennent s'articuler, sur le vivant, les extrémités de la barre dorsale. La lame, longue et élargie à sa base, coudée, se termine par une pointe. La barre transversale dorsale, comme chez *Sy. apertipenis*, est recourbée et présente des extrémités élargies avec de petites fentes. Les crochets ventraux, moins robustes que leurs homologues dorsaux, possèdent une garde développée. Le manche est parcouru par une forte carène à l'extrémité postérieure de laquelle part un filament peu sclérifié qui se termine au niveau de la convexité de la lame ; cette dernière est peu épaisse et se termine en pointe. Les sept paires de crochets, approximativement égaux en longueur, suivent la disposition classique décrite chez de nombreux Dactylogyridea. La barre transversale ventrale est peu épaisse mais élargie aux extrémités ; son expansion médiane est courte et arrondie à l'extrémité. L'organe copulateur mâle est formé d'un pénis et d'une pièce accessoire. Le pénis est un tube rétréci à sa base, qui se coude fortement au premier tiers puis s'ouvre largement à l'extrémité distale. L'une des parois de ce tube laisse traîner une très longue expansion au diamètre réduit. La pièce accessoire est courte et évasée dans la partie distale (figure 29).

Les mensurations des pièces sclérifiées du haptéur et de l'organe copulateur mâle de cette espèce sont reportées dans le tableau I (page 71).

Remarque : Cette espèce se distingue surtout de toutes les autres espèces connues dans le genre par la morphologie et la taille du pénis et de la pièce accessoire. Cette espèce est considérée comme nouvelle pour la science et nommée *Synodontella extensiopenis* en référence de la grande taille de l'expansion que traîne l'une des parois de son organe copulateur mâle.

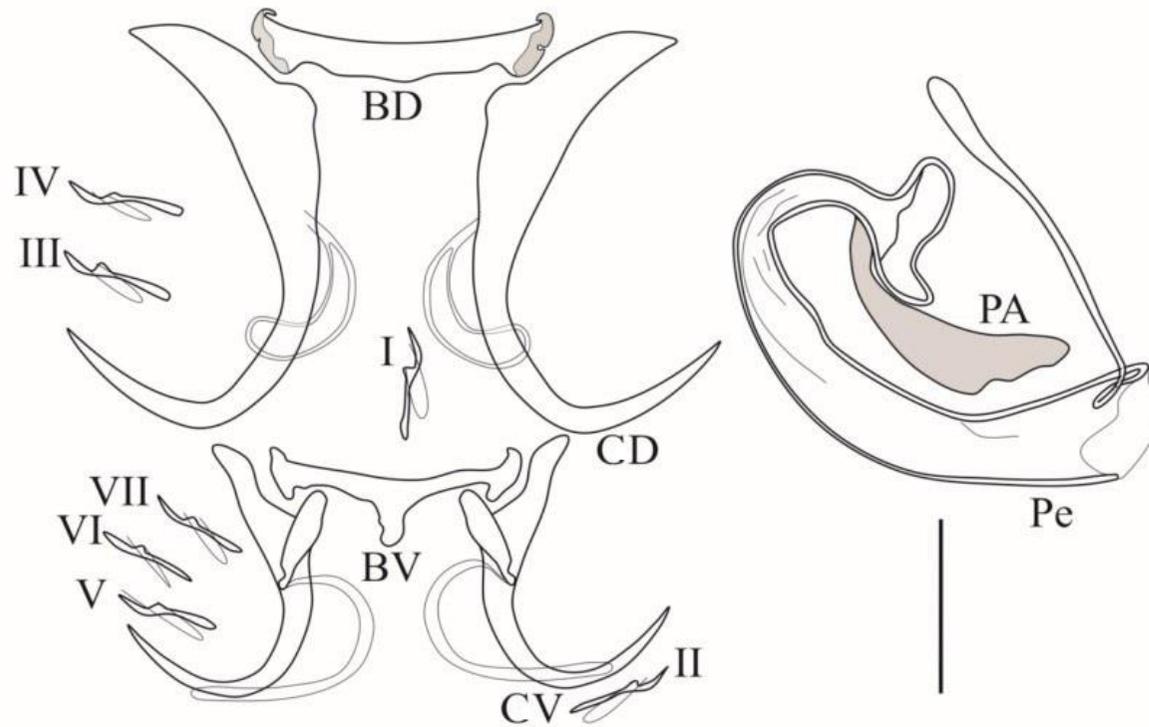


Figure 29 : pièces sclérifiées du haptateur et de l'organe copulateur mâle de *Synodontella extensiocirrus* n.sp (barre d'échelle = 20 μ m).

CD= crochet dorsal ; CV= crochet ventral ; BD= barre dorsale ; BV= barre ventrale ; Pe= pénis ; PA= pièce accessoire ; U= crochetons I à VII.

***Synodontella pseudoapertipenis* n.sp.**

Hôte type : *Synodontis steindachneri* Boulenger, 1913 ;

Site : filaments branchiaux ;

Localité type : Mbalmayo (cours supérieur du Nyong) ;

Description basée sur 5 individus.

La morphologie générale des individus de cette espèce est celle d'un *Synodontella*. On observe au niveau du pharynx deux paires de taches oculaires; les taches postérieures sont plus grandes que les taches antérieures.

Le hapter est formé d'une paire de crochets dorsaux et d'une paire de crochets ventraux. Les crochets dorsaux sont formés d'une garde courte et d'un manche développé. Leur lame longue, élargie à sa base et coudée, se termine par une pointe. La barre transversale dorsale, recourbée, présente des extrémités peu élargies. Les crochets ventraux, plus petits que leurs homologues dorsaux, sont dotés chacun d'une garde courte, épaisse et arrondie à l'extrémité, d'un manche réduit parcouru par une forte carène à l'extrémité de laquelle part un filament peu sclérifié qui se termine au niveau de la convexité de la lame ; cette lame, peu épaisse, se termine en pointe. Les 14 crochetons égaux en taille ont conservé leur forme larvaire. La barre transversale ventrale, peu épaisse, présente des extrémités élargies munies de fentes très étroites; son expansion médiane est courte, arrondie à son extrémité. L'organe copulateur mâle est formé d'un pénis et d'une pièce accessoire. Le pénis est recourbé et largement ouvert à partir de sa moitié ; la pièce accessoire, de taille et d'épaisseur moyennes, s'arrondit en massue à l'extrémité distale (figure 30).

Les mensurations des pièces sclérifiées du hapter et l'organe copulateur mâle de cette espèce sont reportées dans le tableau I (page 71).

Remarque : Cette espèce se rapproche de *Sy. apertipenis* par la morphologie de la garde, du manche et du pénis mais s'en distingue tout de même par la morphologie de la barre transversale ventrale, bien élargie à ses extrémités, de la pièce accessoire en massue, de la base du pénis, ainsi que de la position de l'ouverture distale de ce dernier. Cette espèce est considérée comme nouvelle pour la science et nommée *Synodontella pseudoapertipenis* en référence à la forme de son organe copulateur mâle, proche de celle de *Sy. apertipenis*.

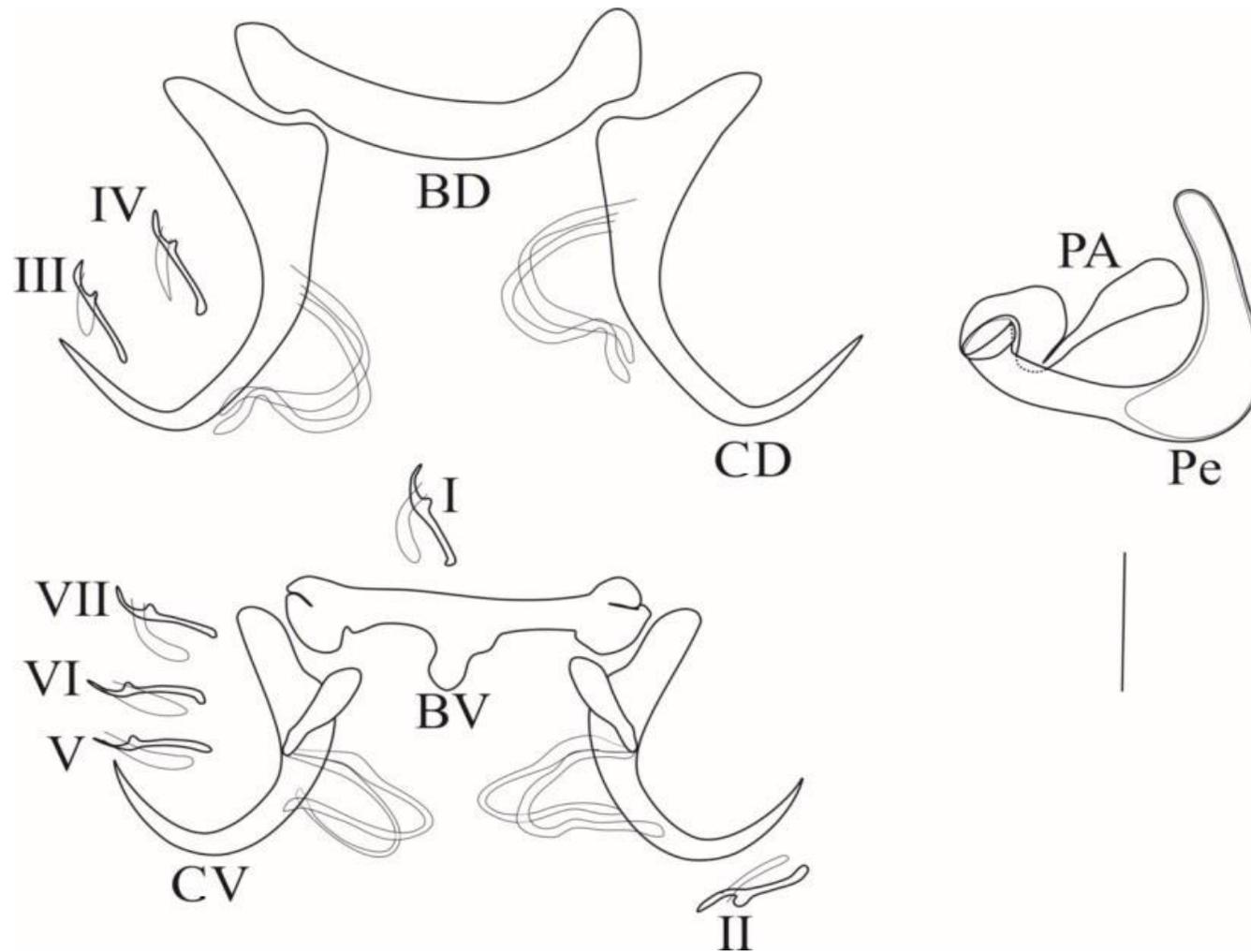


Figure 30 : pièces sclérifiées du hapter et de l'organe copulateur mâle de *Synodontella pseudoapertipenis* (barre d'échelle = 20 μ m).

CD= crochet dorsal ; CV= crochet ventral ; BD= barre dorsale ; BV= barre ventrale ; Pe= pénis ; PA= pièce accessoire ; U= crochetons I à VII.

***Synodontella nyongensis* n.sp.**

Hôte type : *Synodontis steindachneri* Boulenger, 1913 ;

Site : filaments branchiaux ;

Localité type : Mbalmayo (cours supérieur du Nyong) ;

Description basée sur 01 individu.

La morphologie générale de l'individu de cette espèce est bien celle d'un *Synodontella*. Le haptéur comporte deux paires de crochets et est séparé du reste du corps par un pédoncule. Les crochets dorsaux présentent chacun une garde élargie et tronquée à son extrémité, un manche résiduel ; une lame longue, élargie à sa base et coudée, qui se termine par une pointe. La barre transversale dorsale est recourbée avec des extrémités peu élargies. Les crochets ventraux, plus petits que les crochets dorsaux, sont pourvus chacun d'une garde longue et arrondie à son extrémité ; d'un manche réduit, parcouru par une forte carène à l'extrémité de laquelle part un filament peu sclérifié, qui se termine au niveau de la convexité, peu après la limite garde-lame ; d'une lame longue et coudée se terminant en pointe. Les 14 crochets ont approximativement la même taille et ont conservé leur forme larvaire. La barre transversale ventrale est peu épaisse avec des extrémités bien élargies, une expansion médiane moyenne arrondie à son extrémité. L'organe copulateur mâle est formé d'un pénis et d'une pièce accessoire. Le pénis est un tube bien élargi à la base, rétréci dans la première moitié ; il s'ouvre en s'élargissant dans la deuxième moitié. La pièce accessoire est longue et arrondie à l'extrémité distale ; elle s'enroule autour de la base du pénis (figure 31).

Les mensurations des pièces sclérifiées du haptéur et l'organe copulateur mâle de cette espèce sont reportées dans le tableau I (page 71).

Remarque : Cette espèce se rapproche aussi de *S. apertipenis* par la forme de l'ouverture distale du pénis. Toutefois, elle se démarque de toutes les autres espèces précédemment décrites, notamment par la morphologie : de la garde, tronquée à l'extrémité des crochets dorsaux ; des extrémités de la barre ventrale ; du pénis et de la pièce accessoire. Bien qu'un seul spécimen ait été récolté et étudié, cette espèce nous semble nouvelle pour la science et momentanément nommée *Synodontella nyongensis* en référence au fleuve Nyong dans lequel ce parasite a été récolté.

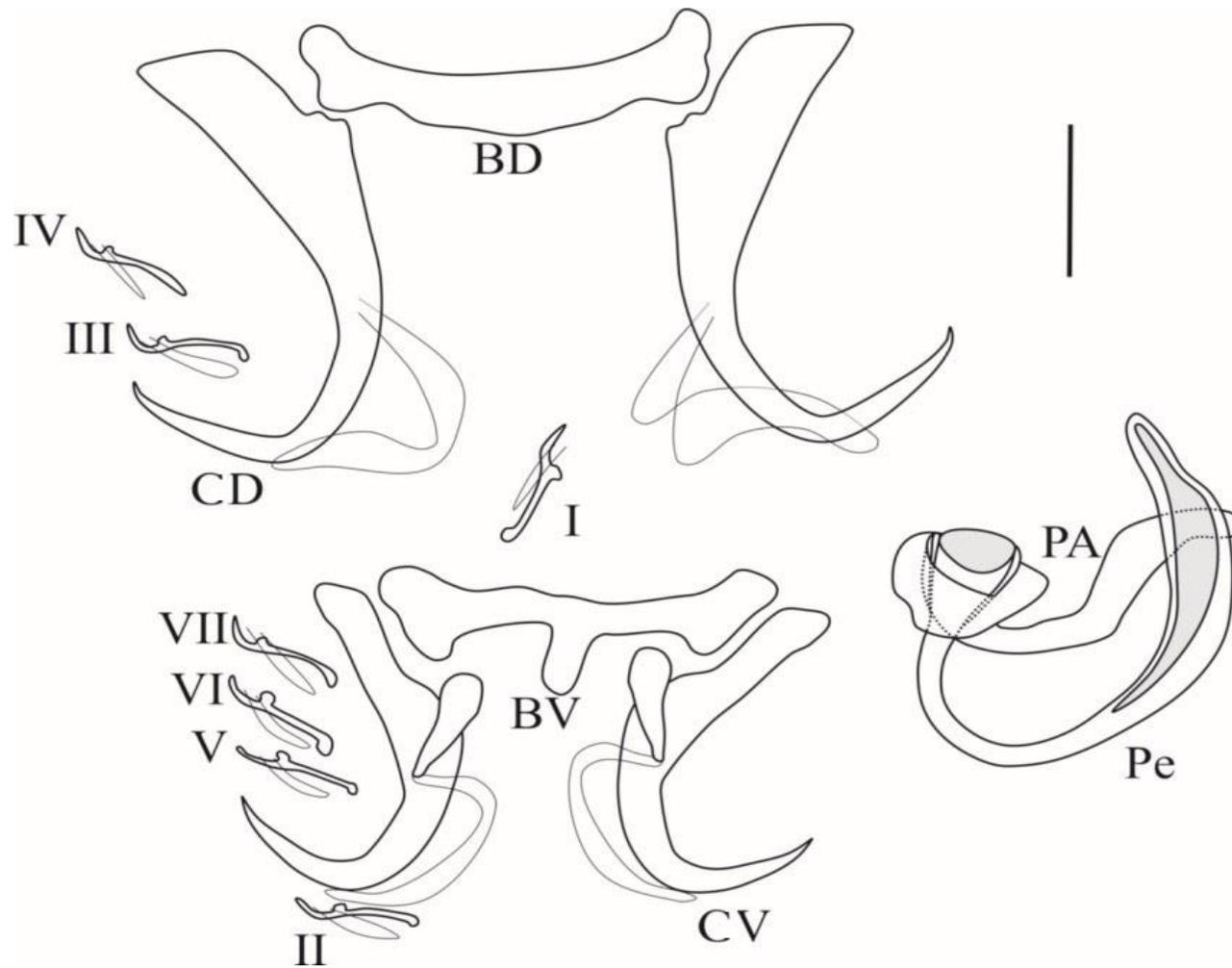


Figure 31 : pièces sclérifiées du hapter et de l'organe copulateur mâle de *Synodontella nyongensis* (barre d'échelle = 20 μ m).

CD= crochet dorsal ; CV= crochet ventral ; BD= barre dorsale ; BV= barre ventrale ; Pe= pénis ; PA= pièce accessoire ; U= crochets I à VII.

***Synodontella angustupenis* n.sp.**

Hôte type : *Synodontis nummifer* Boulenger, 1899 ;

Site : filaments branchiaux ;

Localité type : Mang-kako à Zoulabot II (rivière Boumba) ;

Holotype déposé au Musée Royal d'Afrique Centrale (Tervuren) sous le numéro M.T. 38597 ; Paratypes déposés au Musée Royal d'Afrique Centrale (Tervuren) sous les numéros M.T.38598-38599 et au Musée National d'Histoire Naturelle (Paris) sous numéro HEL1020-HEL1021 ;

Description faite sur 12 individus.

La morphologie générale des individus de cette espèce est semblable à celle de *Synodontella melanoptera* ; les principales différences portent sur les parties sclérifiées du haptéur et de l'appareil copulateur. Au niveau du pharynx, deux paires de taches oculaires ont été observées.

Le haptéur, comme chez toutes les autres espèces du genre *Synodontella*, porte sept paires de crochets ayant la disposition classique décrite précédemment. Les crochets dorsaux ont une garde de longueur moyenne et un manche bien développé ; l'encoche située entre le manche et la garde est très prononcée ; c'est à ce niveau que viennent se loger, sur le vivant, les extrémités de la barre dorsale ; la lame, coudée, se termine par une pointe et porte un filament ayant la même origine que chez les autres espèces étudiées ; la barre transversale dorsale a une épaisseur moyenne et la forme de fer à cheval. Les crochets ventraux, aussi robustes, sont munis chacun d'un manche développé, parcouru par une forte carène à l'extrémité de laquelle part un filament peu sclérifié qui se termine au niveau de la convexité de la lame épaisse avec une longue pointe. La barre transversale ventrale est épaisse et élargie à ses extrémités ; son expansion médiane est relativement longue et s'affine à son extrémité. Le pénis forme un tube fin recourbé en C ; sa pièce accessoire, en forme de tenaille, est soudée à sa base ; elle est bifide à son extrémité, l'une des deux branches étant recourbée en forme de crochet. L'ensemble du complexe copulateur mâle forme ainsi un arc (figure 32).

Les mensurations des pièces sclérifiées du haptéur et de l'organe copulateur mâle de cette espèce sont reportées dans le tableau I (page 71).

Remarque : Cette espèce se distingue de toutes les autres espèces connues dans le genre *Synodontella*, surtout par la forme de sa barre transversale dorsale en fer à cheval, la morphologie du pénis, fin, et celle de la pièce accessoire, bifide. Par ces caractères, cette espèce est considérée nouvelle pour la science et nommée *Synodontella angustupenis* en référence à la faible épaisseur de son pénis.

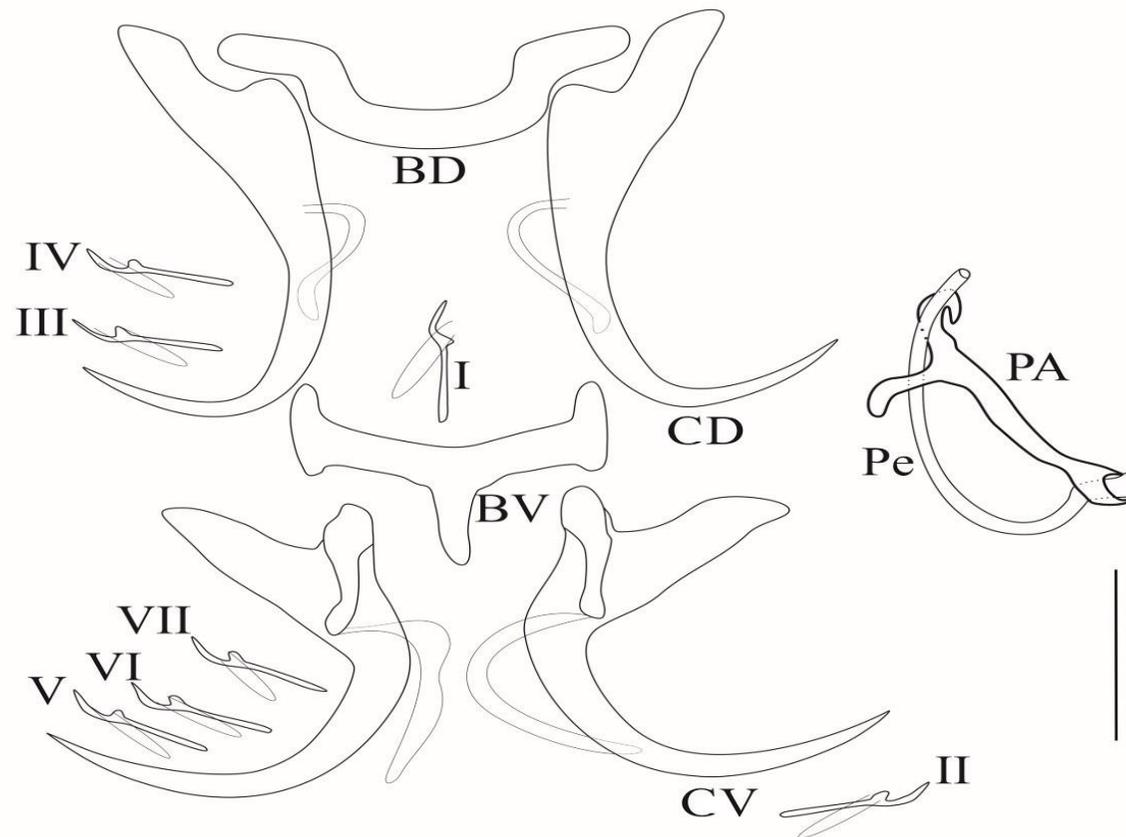


Figure 32 : pièces sclérifiées du haptor et de l'organe copulateur mâle de *Synodontella angustupenis* (barre d'échelle = 20 μ m).
 CD= crochet dorsal ; CV= crochet ventral ; BD= barre dorsale ; BV= barre ventrale ; Pe= pénis ; PA= pièce accessoire ; U= crochets I à VII.

***Synodontella boumbaensis* n.sp.**

Hôte type : *Synodontis nummifer* Boulenger, 1899 ;

Site : filaments branchiaux ;

Localité type : Zoulabot II à Mang-kako (rivière Boumba) ;

Description basée sur 3 individus.

Comme chez toutes les autres espèces du genre *Synodontella*, le hapter est séparé du reste du corps par un pédoncule et possède deux paires de crochets, une dorsale et une ventrale, ainsi que de sept paires de crochetons ayant la disposition classique décrite chez les autres espèces. Les crochets dorsaux ont une garde courte et un manche développé. Dans l'encoche qui sépare le manche et la garde de chacun des crochets se loge une extrémité de la barre dorsale. La lame, coudée, se termine en pointe et porte un filament qui débute peu après le tiers antérieur. La barre transversale dorsale est épaisse, en forme de fer à cheval, avec des extrémités arrondies. Les crochets ventraux, légèrement plus petits que les précédents, portent chacun une garde de taille moyenne et un manche relativement réduit, parcouru par une forte carène à l'extrémité postérieure de laquelle part un filament peu sclérifié, qui recouvre la lame terminée en une longue pointe. La barre transversale ventrale peu épaisse, élargie à ses extrémités, porte une expansion médiane longue et arrondie. Le pénis décrit un tube bien sclérifié d'un diamètre moyen en forme de J. La pièce accessoire, fine à la base, s'élargit au fur et à mesure vers son extrémité distale bifide, en forme de clé à molette dont l'un des bras est plus épais que l'autre (figure 33).

Les mensurations des pièces sclérifiées du hapter et de l'organe copulateur mâle de cette espèce sont reportées dans le tableau I (page 71).

Remarque : cette espèce se distingue de toutes celles qui sont décrites dans le genre *Synodontella* par la morphologie du pénis et celle de la pièce accessoire, bifide et en forme de clé à molette. Cette espèce est considérée nouvelle pour la science et nous la nommons momentanément *Synodontella boumbaensis*, en référence au fleuve Boumba dans lequel ce parasite a été récolté.

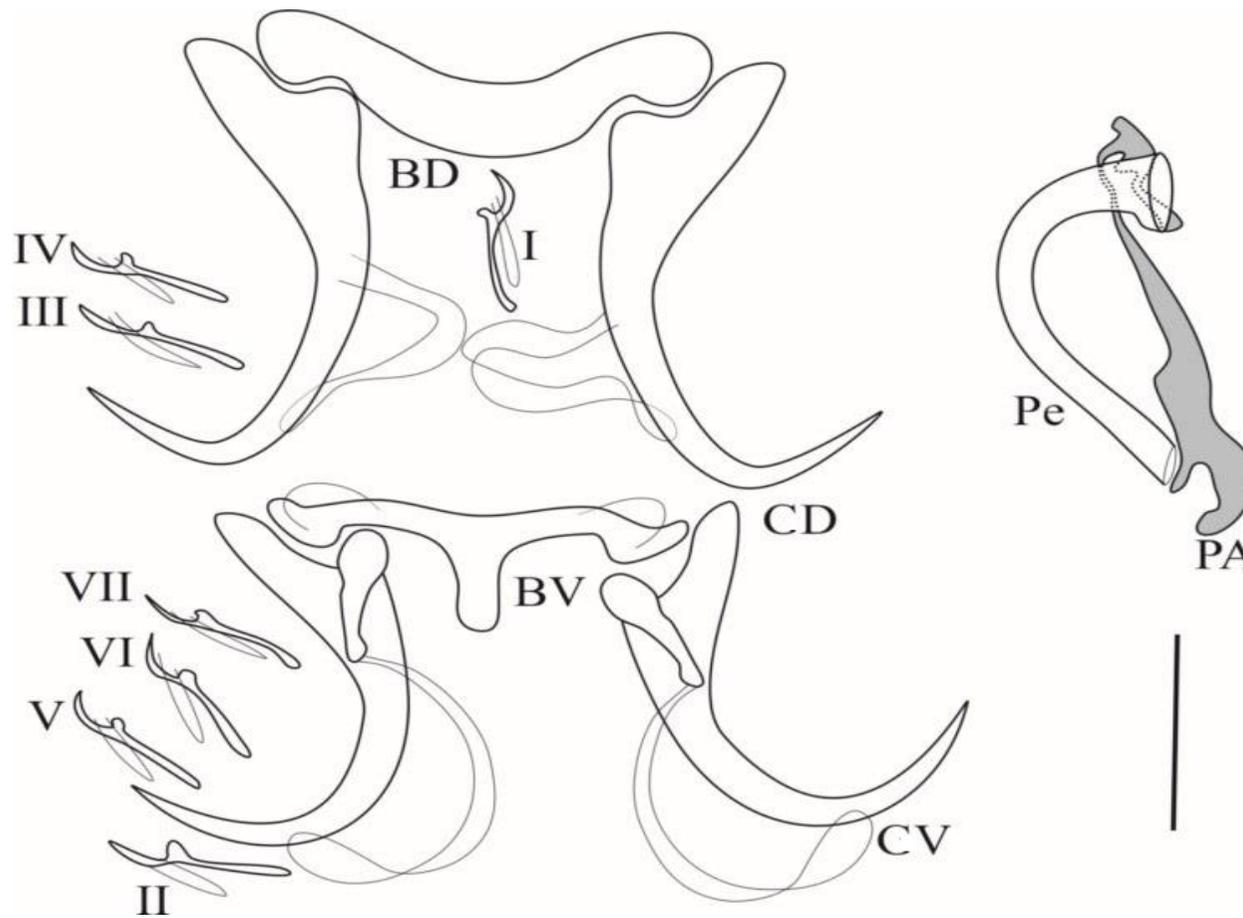


Figure 33 : pièces sclérifiées du hapter et de l'organe copulateur mâle de *Synodontella boumbaensis* (barre d'échelle = 20 μ m).

CD= crochet dorsal ; CV= crochet ventral ; BD= barre dorsale ; BV= barre ventrale ; Pe= pénis ; PA= pièce accessoire ; U= crochets I à VII.

***Synodontella spirocirrus* n. sp.**

Hôte type : *Synodontis nummifer* Boulenger, 1899 ;

Site : filaments branchiaux ;

Localité type : Mang-kako, Zoulabot II (rivière Boumba).

Description basée sur 3 individus.

Le haptéur des spécimens étudiés comporte deux paires de crochets dont une paire dorsale et une paire ventrale, ainsi que sept paires de crochetons ayant la disposition classique décrite plus haut. Le crochet dorsal est fait d'une garde relativement courte et d'un manche très réduit ; d'une lame épaisse à sa base, peu courbée, se terminant en pointe. Un fin filament est présent à la base de la lame. La barre transversale dorsale est peu épaisse, avec des extrémités arrondies. Les crochets ventraux sont bien plus petits que leurs homologues dorsaux ; ils portent chacun une garde épaisse à la base et un manche réduit parcouru par une forte carène à l'extrémité de laquelle part un filament peu sclérifié qui recouvre la lame terminée en une longue pointe. La barre transversale ventrale, peu épaisse et élargie à ses extrémités, porte une expansion médiane arrondie à son extrémité. Le pénis décrit un très long tube fin de 19 à 21 tours de spire. La pièce accessoire massive laisse coulisser le pénis entre les deux bras (figure 34).

Les mensurations des pièces sclérifiées du haptéur et de l'organe copulateur mâle de cette espèce sont reportées dans le tableau I (page 71).

Remarque : Cette espèce se distingue de toutes les autres espèces déjà décrites dans le genre *Synodontella* par la forme et la taille de son pénis spiralé et de sa pièce accessoire. Malgré le faible nombre des spécimens examinés, il apparaît clairement que cette espèce est nouvelle pour la science ; momentanément nous la nommons *Synodontella spirocirrus* en référence à la forme de son pénis.

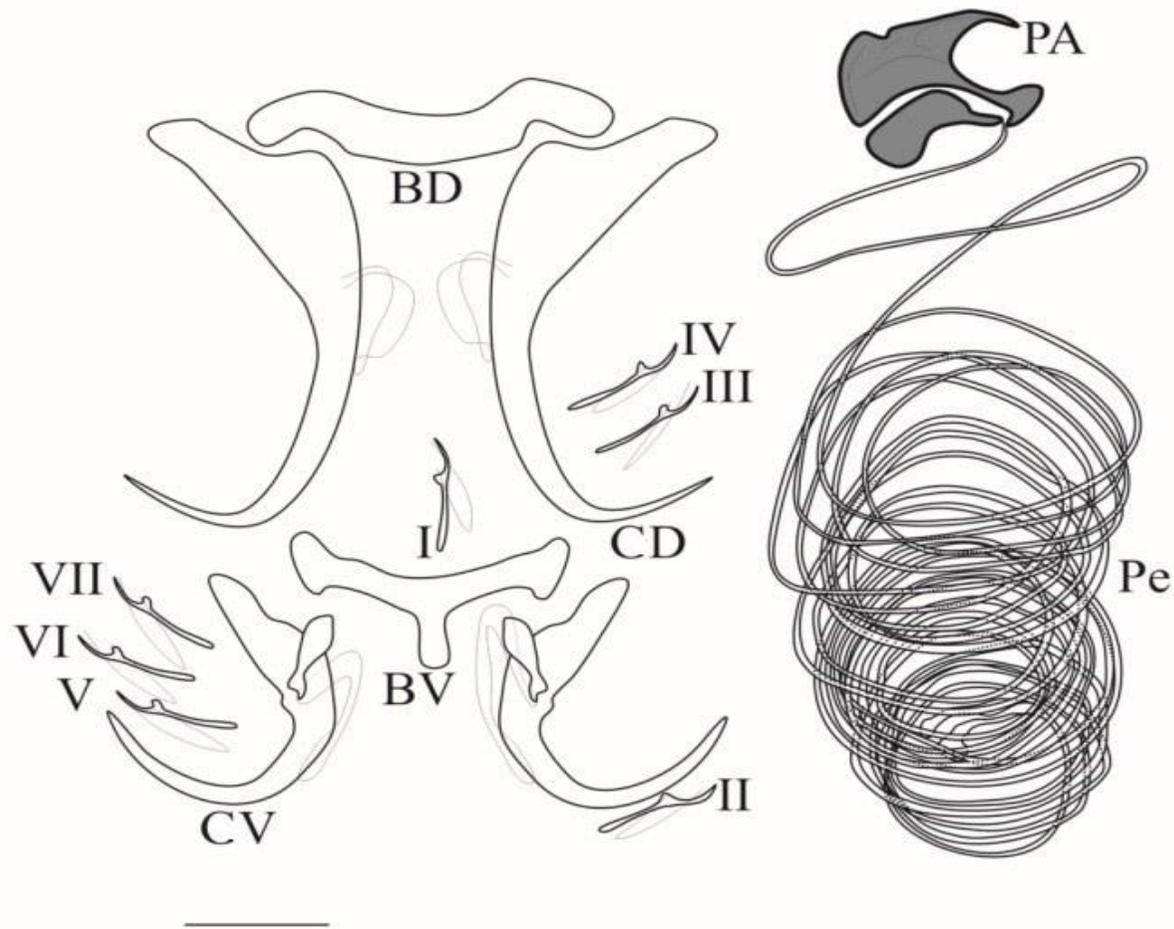


Figure 34 : pièces sclérifiées du hapter et de l'organe copulateur mâle de *Synodontella spirocirrus* (barre d'échelle = 20 μ m).

CD= crochet dorsal ; CV= crochet ventral ; BD= barre dorsale ; BV= barre ventrale ; Pe= pénis ; PA= pièce accessoire ; U= crochetons I à VII.

***Synodontella simplex* n. sp.**

Hôte type : *Synodontis decorus* Boulenger, 1899 ;

Site : filaments branchiaux ;

Localité type : Mang-kako, Zoulabot II (rivière Boumba) ;

Holotype déposé au Musée Royal d’Afrique Centrale (Tervuren) sous le numéro M.T.38596 ;
Paratypes déposés au Musée Royal d’Afrique Centrale (Tervuren) sous le numéro M.T. 38595 et au Musée National d’Histoire Naturelle (Paris) sous les numéros HEL1022-HEL1023;

Description basée sur 23 individus.

Le hapter de cette espèce de Monogène est muni de deux paires de crochets ventraux et dorsaux, deux barres transversales, une ventrale et une dorsale, et sept paires de crochets.

Le crochet dorsal présente une garde relativement courte et un manche peu développé. La lame, recourbée à son tiers antérieur, se termine en une pointe et porte un filament peu sclérifié. La barre transversale dorsale est épaisse et en forme de fer à cheval. Les crochets ventraux sont légèrement plus petits que leurs homologues dorsaux et formés, chacun, d’une garde presque aussi longue que le manche, parcourue par une carène portant un filament peu sclérifié à son extrémité distale. La barre ventrale est robuste et munie d’une expansion médiane arrondie à son extrémité ; ses bras latéraux, élargis aux extrémités, ont la forme de clé à molette. Les 14 crochets ont approximativement la même taille et ont gardé leur forme larvaire. Le complexe copulatoire mâle est formé d’un pénis simple, rétréci à son extrémité distale et d’une pièce accessoire bien sclérifiée, plus longue que le pénis, avec un talon et une extrémité distale bifurquée (figure 35).

Les mensurations des pièces sclérifiées du hapter et de l’organe copulateur mâle de cette espèce sont reportées dans le tableau I (page 71).

Remarque : cette espèce se distingue des autres espèces de *Synodontella* précédemment décrites par la forme du complexe copulatoire mâle marqué par la présence d’un talon qui, pour la première fois, est observé dans le genre *Synodontella*. Nous considérons cette espèce comme nouvelle pour la science et la nommons *Synodontella simplex* en référence à la forme très simple de son pénis.

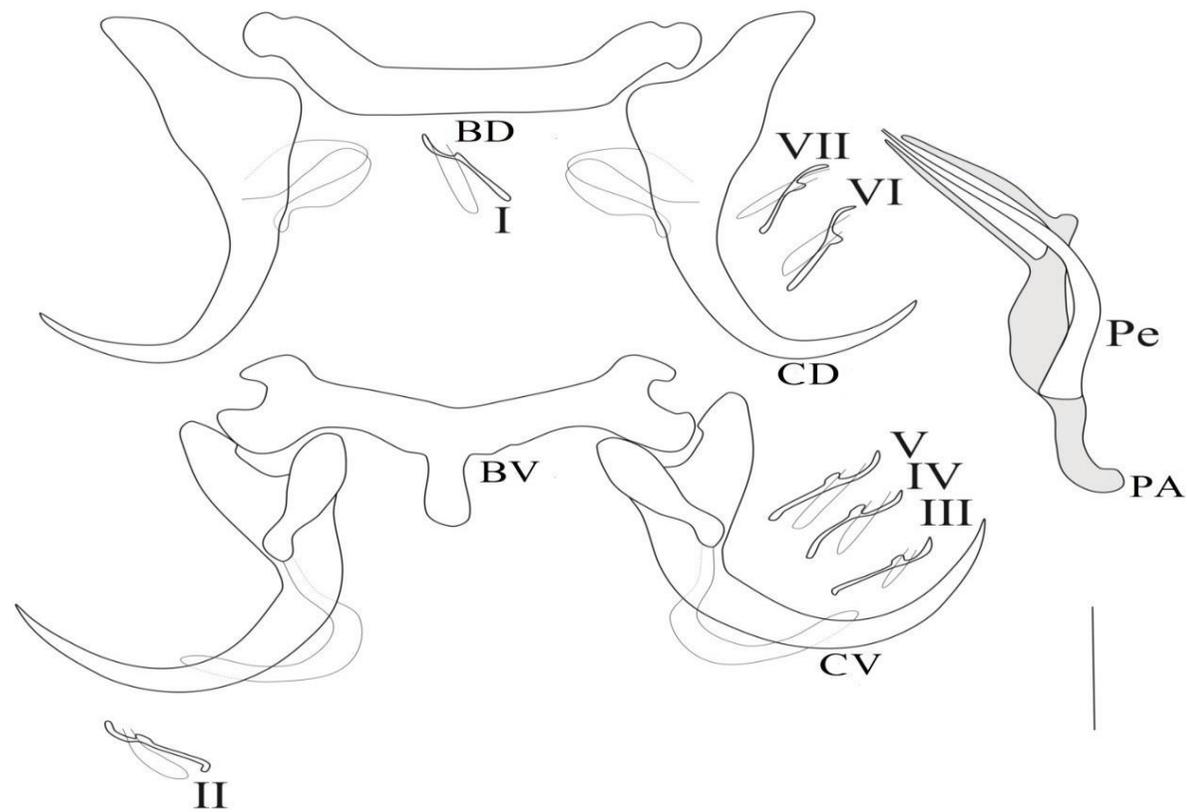


Figure 35 : pièces sclérifiées du haptor et de l'organe copulateur mâle de *Synodontella simplex* (barre d'échelle = 20 μ m).

CD= crochet dorsal ; CV= crochet ventral ; BD= barre dorsale ; BV= barre ventrale ; Pe= pénis ; PA= pièce accessoire ; U= crochetons I à VII.

Synodontella longipenis

Hôte type : *Synodontis decorus* Boulenger, 1899 ;

Site : filaments branchiaux ;

Localité type : Mang-kako, Zoulabot II (rivière Boumba) ;

Holotype déposé au Musée Royal d'Afrique Centrale (Tervuren) sous le numéro M.T.38592; Paratypes déposés au Musée Royal d'Afrique Centrale (Tervuren) sous les numéros M.T. 38593-98594 et au Musée National d'Histoire Naturelle (Paris) sous les numéros HEL1022-HEL1023;

Description basée sur 7 individus.

Le hapter est séparé du reste du corps par un pédoncule et comprend deux paires de crochets (dorsaux et ventraux) et sept paires de crochetons. Chaque crochet dorsal possède une garde taillée à son extrémité et un manche peu développé, une lame portant un filament peu sclérifié au niveau de sa moitié et terminée par une pointe. La barre dorsale est peu épaisse et légèrement recourbée en forme de fer à cheval. Les crochets ventraux, plus petits que les crochets dorsaux, sont composés, chacun, d'une garde, d'un manche court parcouru par une carène qui porte un filament peu sclérifié à l'extrémité distale. La barre ventrale est robuste, aux extrémités légèrement élargies, avec une expansion médiane épaisse couronnée d'une structure cuticulaire à son extrémité distale. Les 14 crochetons ont gardé leur aspect larvaire. L'organe copulateur mâle comporte un pénis long, constitué d'un tube recourbé à son quart et se terminant par un petit crochet ; la pièce accessoire bien sclérifiée, longue, est approximativement égale en taille au pénis ; cette dernière s'enroule autour de la base du pénis et se termine aussi en un petit crochet (figure 36).

Les mensurations des pièces sclérifiées du hapter et de l'organe copulateur mâle de cette espèce sont reportées dans le tableau I (page 71).

Remarque : cette espèce diffère de toutes les autres espèces du genre *Synodontella* par la morphologie du complexe copulateur mâle et sa très grande taille, soit 162 µm. Nous la considérons nouvelle pour la science et la nommons *Synodontella longipenis* en référence à la longueur de son pénis.

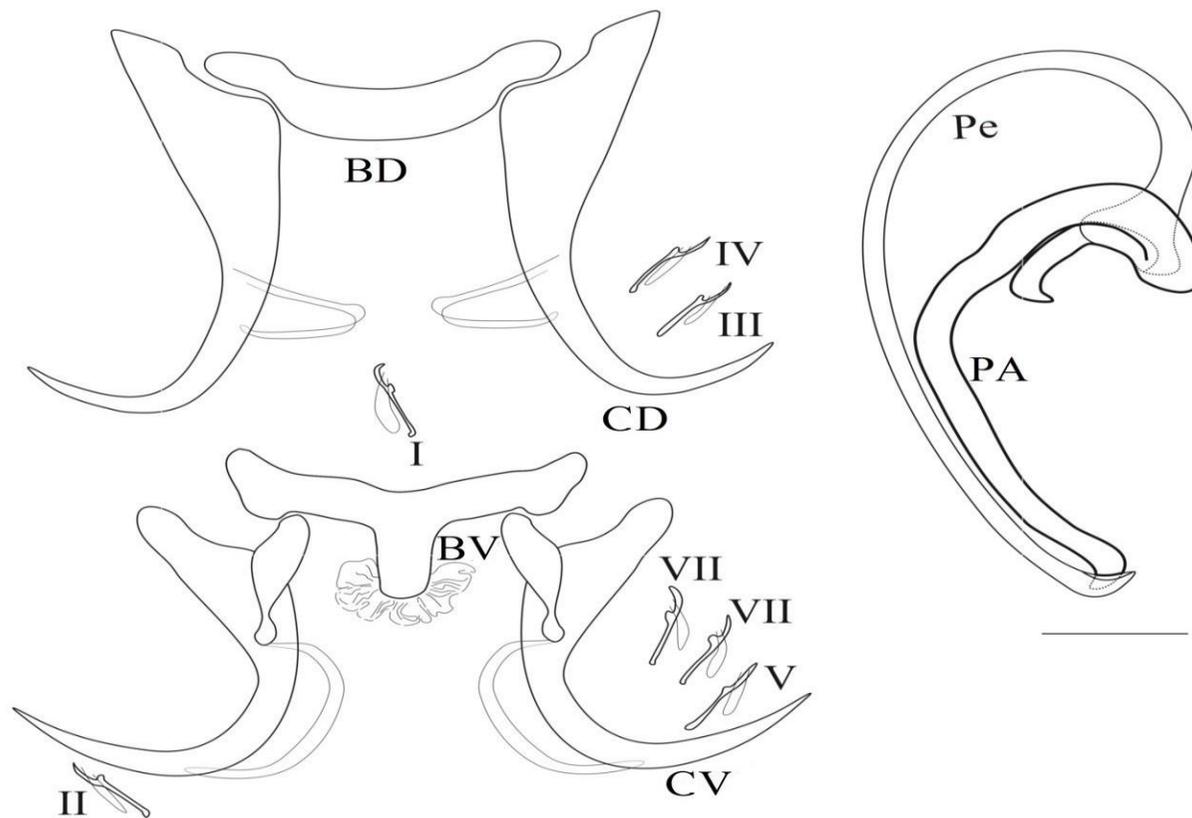


Figure 36 : pièces sclérifiées du haptor et de l'organe copulateur mâle de *Synodontella longipenis* (barre d'échelle = 20 μ m).

CD= crochet dorsal ; CV= crochet ventral ; BD= barre dorsale ; BV= barre ventrale ; Pe= pénis ; PA= pièce accessoire ; U= crochetons I à VII.

Tableau I : mensurations (en µm) des espèces parasites étudiées

Paramètres étudiés	Noms des espèces										
	<i>Synodontella melanoptera</i> Dossou et euzet, 1992	<i>Synodontella apertipenis</i> Mbondo, Nack et Pariselle, 2017	<i>Synodontella sanagaensis</i> Mbondo, Nack et Pariselle 2017	<i>Synodontella extensiocirrus</i> n. sp.	<i>Synodontella pseudoapertipenis</i> n. sp.	<i>Synodontella nyongensis</i> n. sp.	<i>Synodontella angustupenis</i> Mbondo, Nack et Pariselle 2019	<i>Synodontella boumbaensis</i> n. sp.	<i>Synodontella spirocirrus</i> n. sp.	<i>Synodontella simplex</i> Mbondo, Nack et Pariselle 2019	<i>Synodontella longipenis</i> Mbondo, Nack et Pariselle 2019
Nombre de parasites étudiés	22	14	16	22	5	1	12	3	3	22	7
Longueur	663,9 (596-743)	646,6 (428-986)	602,5 (434-722)	797 (636-1151)	636,5 (473-860)	915	618 (486-743)	515 (482-567,3)	471 (n=1)	802 (591-1147)	1025 (508-1305)
Largeur	162 (128-193)	133,8 (91-188)	121,8 (79-159)	156 (126-205)	180(157-203)	246	123 (108-147)	133,6 (115-160)	174 (n=1)	123,4 (92- 164)	165 (146- 195)
Crochet dorsal											
a	48,3 (46-50)	54,8 (52-58)	56,2 (53-60)	60,3 (57-63)	47,8 (45-50)	53,7	48,4 (45 - 50)	43,8 (43 – 44,5)	62,3 (61-64)	56,2 (54- 59)	64,9 (63- 67)
b	42,6 (41-44)	48,1 (45-51)	46,3 (41-51)	52 (48-54,5)	43 (42-45,6)	44,5	38,4 (37 - 40)	37,5 (36 - 39)	57,5 (56-58,6)	46,2 (43- 48,5)	54,6 (52-56,2)
c	3,2 (3-4)	3,1 (2-4)	1,9 (1-3)	2,7 (2-3,2)	3,4 (3-4)	3,4	3,6 (3 - 4)	4,3 (4 – 4,6)	4,4 (4-4,7)	3,9 (3- 4,5)	5,1 (4,3-6,1)
d	14,2 (13-16)	15,9 (15-18)	18,4 (16-20)	21 (29-26,4)	13,8 (23-27)	20	15,5 (15 - 16)	12,3 (11,7 - 13)	18,2 (17,2-19)	17 (15- 18,4)	17,6 (16,9-18,4)
e	20,1 (19-21)	20,5 (19-22)	21 (20-22)	25 (23-27)	19,6 (18-21)	21,5	16,8 (16 - 19)	15 (14,5 – 15,6)	20 (19-21)	18,3 (17- 20)	19 (18- 20)
Barre dorsale											
x	38,3 (36-40)	38,8 (35-42)	33,9 (32-39)	41 (39-43,4)	50 (48,7-51,4)	46,8	35,3 (34 - 37)	38,7 (38 - 39)	51,2 (50-52,2)	53,3 (50- 56)	47,4 (45- 49)
w	5,2 (4-6)	5,6 (5-6)	4,8 (4-6)	6 (5-7)	8,1 (7,7-8,5)	8,5	4,8 (4,4 – 5,2)	6,8 (6,4 – 7,4)	7,9 (7-8,6)	7,8 (6,8- 9,3)	8,4 (7,8- 8,7)
Crochet ventral											
a	35,6 (35-37)	34,3 (33-36)	35,1 (33-38)	36 (34-38)	33,3 (31,8-36)	40	25,1 (24 - 27)	33,4 (32,8-34,3)	37,5 (36-39)	42,8 (40- 44,4)	47 (45,2 - 48)
b	28,5 (28-30)	26,1 (25-27)	25,6 (24-27)	27,5 (26-30)	27,2 (26-29)	26,3	28 (26 - 30)	26,8 (25 - 28)	29 (28,5-29,5)	36 (32,4- 38,3)	39,3 (38 - 40)
c	5,6 (5-7)	4,5 (3-6)	4,3 (3- 6)	5 (4-6,1)	5,2 (4,6-6)	5,9	6,2 (5 - 7)	6 (5 – 7)	4,8 (4,5-5,2)	8,5 (7- 9,4)	8 (7 - 9)
d	14,4 (14-15)	13,2 (12-15)	15,3 (14-18)	14,7 (14-15,5)	13,4 (12,8-14,2)	21,7	14,7 (14 - 16)	12,3 (12 – 12,5)	15,8 (15-16,6)	14,3 (12- 16,1)	16,3 (14 – 17,4)
e	19,8 (17-20)	19 (18-22)	17,9 (16-19)	19,3 (18-21)	17,7 (17-18,6)	19,1	22,7 (21 - 25)	18,8 (18 - 20)	23,2 (22,5-24)	26 (23- 28)	29 (28- 30)
Barre ventrale											
x	35,3 (32-39)	32,9 (31-35)	30,8 (27-33)	36,5 (34-40)	46,9 (45-49,3)	46,5	29,9 (28 - 33)	37,5 (35-39)	38,2 (36-40)	54,4 (51- 57,5)	47 (46 - 48,1)
w	3,7 (3-4)	4 (3-5)	3,4 (3-4)	4,4 (3-5,5)	5 (4-5,4)	4,3	5,4 (4 - 6,3)	4 (3,5 – 4,5)	6,4 (6-7)	8,8 (6- 10,1)	7 (6,5- 7,5)
h	6,7 (5-8)	6,7 (6-8)	6,1 (5-8)	6 (5-7)	8 (7,5-9)	3,2	8,7 (8 - 9,3)	8,5 (8 - 9)	8,8 (8,7-9)	12 (10- 13,5)	12 (10- 13)
Organe copulateur mâle											
Pe	71,1 (61-74)	53,9 (50-57)	56,4 (54-59)	145,4 (138-150)	79 (68,8-73)	96	45,8 (42 - 58)	55 (54,5 – 55,2)	2824,2 (2769-2872)	50 (47- 53)	163 (160- 166)
Ap	23,9 (23-27)	20,2 (18-22)	20,1 (19-22)	38 (33-42)	23,2 (22,6-24)	38	24,1 (22 – 27,5)	40 (33 – 38)	27,6 (27-28)	65,4 (62- 69,3)	85 (82 – 86,6)

III.1.2- Analyses morphologiques et morphométriques des parasites décrits

L'objectif de cette analyse est de reconnaître, sur la base des données collectées sur nos spécimens, les axes significatifs de l'analyse en composantes principales des caractéristiques quantitatives des taxons précédemment décrits. Nous avons en premier réalisé une analyse en composantes principales à partir des 17 variables prédéfinies (tableau II) pour chacun des individus. Par la suite, nous avons retenu le nombre d'axes significatifs à l'aide du tracé des valeurs propres dans un diagramme généré à partir des informations morphométriques des différents spécimens. L'axe à partir duquel la courbe a pris une allure asymptotique a été considéré comme le dernier significatif.

Au total, 125 individus parasites appartenant aux onze espèces précédemment décrites ont été pris en compte.

Tableau II : différentes variables utilisées dans l'analyse en composantes principales

a.d	longueur totale du crochet dorsal
b.d	longueur de la lame du crochet dorsal
c.d	longueur du manche du crochet dorsal
d.d	longueur de la garde du crochet dorsal
e.d	longueur de la pointe du crochet dorsal
x.d	longueur de la barre dorsale
w.d	épaisseur de la barre dorsale
a.v	longueur totale du crochet ventral
b.v	longueur de la lame du crochet ventral
c.v	longueur du manche du crochet ventral
d.v	longueur de la garde du crochet ventral
e.v	longueur de la pointe du crochet ventral
x.v	longueur de la barre ventrale
w.v	épaisseur de la barre ventrale
h	longueur de l'expansion médiane
Pe	longueur du pénis
Pa	longueur de la pièce accessoire

Le critère du coude nous a permis de retenir cinq facteurs considérés comme plus déterminants dans notre analyse (figure 37) car ils ont expliqué 90,3% de la variance totale entre les différentes espèces étudiées. Les deux premiers facteurs ont justifié respectivement 51,12% et 22,15% de cette variance ; soit au total de 73,15% de la variabilité. On s'y est limité car ils ont expliqué une grande proportion de la variance totale.

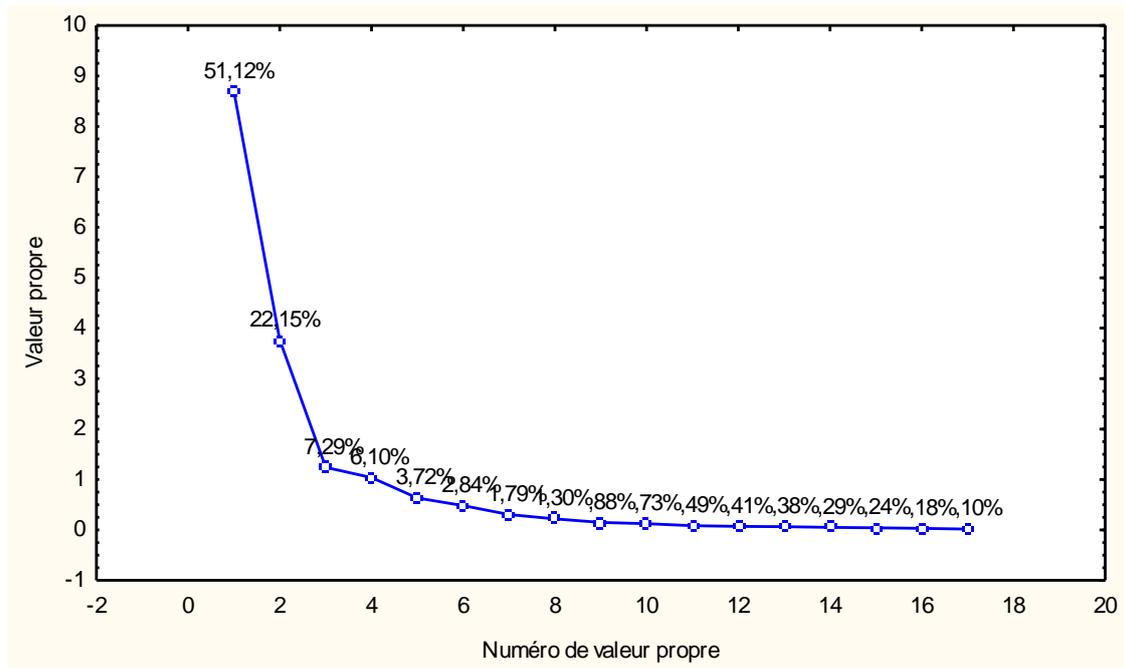


Figure 37 : tracé des valeurs propres des axes.

NB : les pourcentages portés dans la figure indiquent le taux de variance expliquée par chaque valeur propre.

L'information n'est guère apparue équitable entre les variables actives, certaines d'entre-elles comme **a.d**, **b.d**, **d.d**, **e.d**, **pa**, **pe**, **h**, **w.v**, **b.v**, **ev**, **cv** et **x.v** ayant été plus proches du cercle de corrélation réalisé sur les axes factoriels 1 et 2 (figure 38). Ainsi, les variables **a.d**, **b.d**, **d.d**, et **e.d** sur l'axe factoriel 2 et **pa**, **pe**, **h**, **w.v**, **b.v**, **x.v**, sur l'axe factoriel 1 ont contribué fortement à la discrimination des espèces de Monogènes (voir annexe 14).

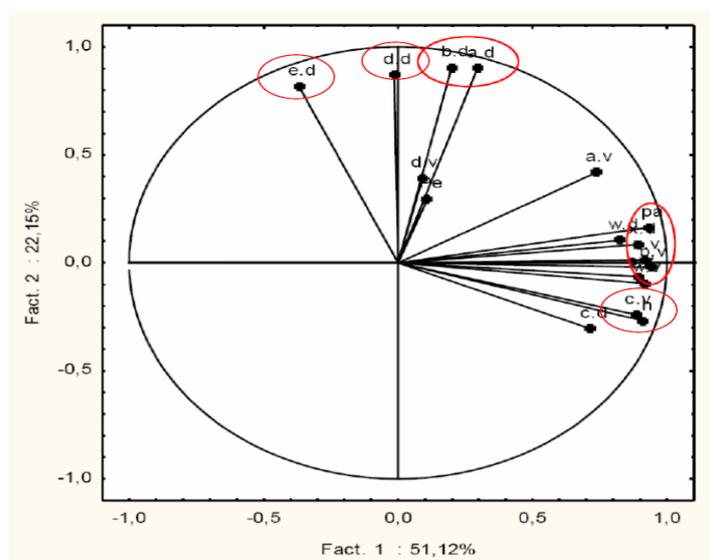


Figure 38 : projection des variables sur les axes factoriels 1 et 2.

Le long de l'axe factoriel 1, *Sy. angustupenis*, *Sy. boumbaensis*, *Sy. apertipenis*, *Sy. sanagaensis*, *Sy. melanoptera* et *Sy. extensiocirrus* se séparent clairement de *Sy. simplex* et *Sy. longipenis* (figure 39). Tandis que chez les six premières espèces la pièce accessoire et la hauteur de l'expansion médiane sont courtes, 20 à 40 μm et 6 à 9 μm respectivement, chez les deux dernières ces deux caractères sont plus longs, de 65 à 85 μm pour la pièce accessoire et de 12 à 13 μm pour la hauteur de l'expansion médiane ; ces deux variables portent donc un grand pouvoir discriminant sur l'axe factoriel 1.

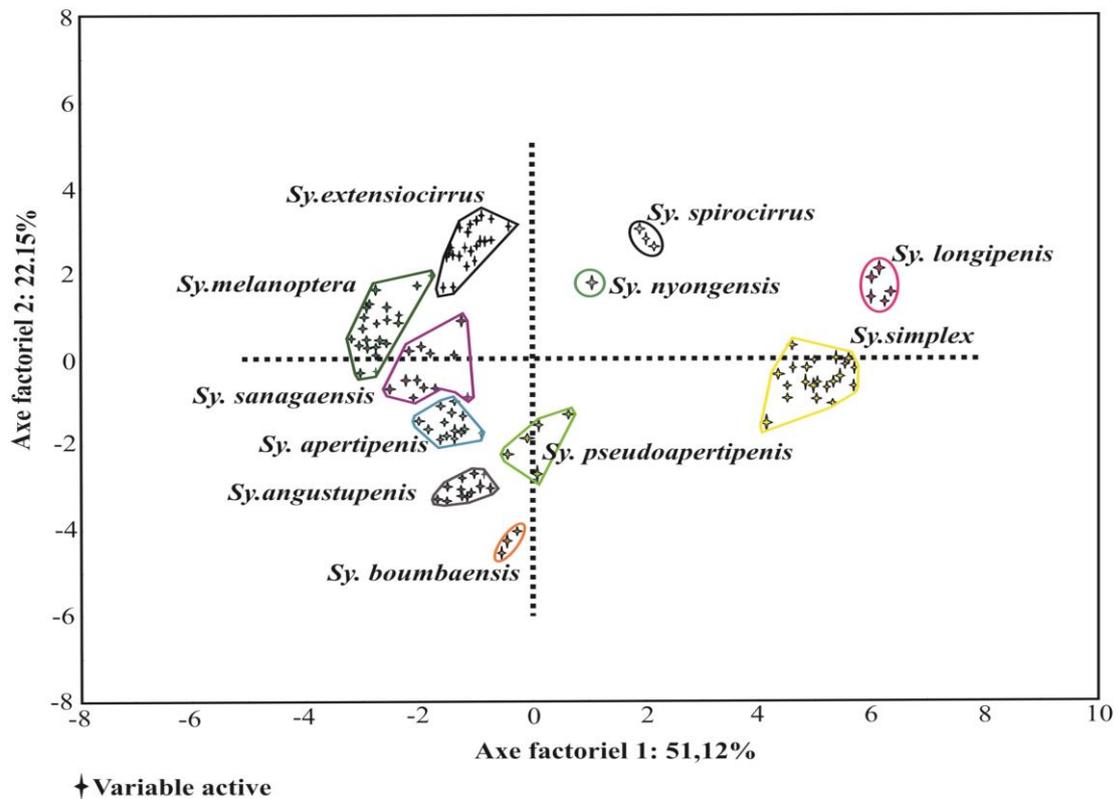


Figure 39 : ACP des mensurations des différentes variables explicatives représentées sur les axes factoriels 1 et 2.

Le long de l'axe factoriel 2, *Sy. boumbaensis* et *Sy. angustupenis* sont diamétralement opposés à *Sy. extensiocirrus*, *Sy. spirocirrus*, *Sy. longipenis* et *Sy. nyongensis*. Les premiers taxons (*Sy. boumbaensis* et *Sy. angustupenis*) possèdent des crochets dorsaux moins longs que ceux des espèces *Sy. extensiocirrus*, *Sy. spirocirrus*, *Sy. longipenis* et *Sy. nyongensis*. Le long de cet axe factoriel, la longueur des crochets dorsaux contribue fortement à la discrimination de ces Monogènes. Les espèces *Sy. melanoptera*, *Sy. sanagaensis* et *Sy. apertipenis* sont proches le long de l'axe factoriel 2 car elles possèdent des crochets dorsaux proches du point de vue morphométrique.

III.2- Richesse parasitaire et spécificité des Monogènes

L'examen du système branchial des hôtes étudiés a révélé la présence de Monogènes appartenant au genre *Synodontella*. Parmi les espèces récoltées, l'une d'elle correspond à *Synodontella melanopectera* et sa description a été révisée. Les autres espèces récoltées ont été nouvelles pour la science (voir tableau III).

Tableau III: liste de poissons hôtes et de leurs Monogènes

Espèces hôtes	Espèces de Monogènes	Richesse spécifique
<i>Synodontis obesus</i> Boulenger, 1898	<i>Synodontella melanopectera</i> Dossou & Euzet, 1993	1
<i>S. rebeli</i> Holly, 1926	<i>Sy. melanopectera</i> Dossou & Euzet, 1993	4
	<i>Sy. apertipenis</i> Mbondo, Nack & Pariselle, 2017	
	<i>Sy. sanagaensis</i> Mbondo, Nack & Pariselle, 2017	
	<i>Sy. extensiocirrus</i> n.sp.	
<i>S. steindachneri</i> Boulenger, 1913	<i>Sy. pseudoapertipenis</i> n.sp.	2
	<i>Sy. nyongensis</i> n.sp.	
<i>S. nummifer</i> Boulenger, 1899	<i>Sy. angustupenis</i> n.sp.	3
	<i>Sy. boubaensis</i> n.sp.	
	<i>Sy. spirocirrus</i> n.sp.	
<i>S. decorus</i> Boulenger, 1899	<i>Sy. simplex</i> n.sp.	2
	<i>Sy. longipenis</i> n.sp.	

S= *Synodontis* ; Sy= *Synodontella*

Synodontis rebeli a porté la richesse spécifique parasitaire la plus élevée (4 espèces) comparée aux autres espèces de poissons examinées. De tous les taxons parasites, seul *Sy. melanopectera* a infesté deux espèces d'hôtes (c'est une mésosténoxénie), tandis que ses congénères n'ont été retrouvés que sur une seule espèce d'hôte (ils sont oïoxènes).

III.3- Analyse phylogénétique

Après avoir égalisé les bouts de chaque séquence, un alignement de 619 paires de bases pour la région 28s d'ADNr du génome nucléaire a été obtenu. Nous avons au total séquencé l'ADN de sept spécimens (en gras sur la figure 39) parmi lesquels cinq appartenaient au genre *Synodontella* (cinq espèces différentes) ; les deux autres étaient du genre *Protoancylodiscoides* (deux espèces différentes). Par la suite, ces séquences ont été alignées par rapport aux cinq autres séquences de parasites des Siluriformes correspondant à: *Synodontella zambezensis*, *Quadriacanthus bagrae*, *Schilbetrema* sp., *Thaparocleidus*

mutabilis et *Thaparocleidus varicus*. Les trois dernières séquences ont été celles de *Cichlidogyrus amieti*, *Ancyrocephalus mogurndae* et *Ancyrocephalus paradoxus*, utilisées pour enracer l'arbre phylogénétique. En dehors de nos spécimens, les séquences de tous les autres taxons utilisées dans cette analyse ont été prises dans GenBank (tableau IV).

Tableau IV : liste des espèces de Monogènes et numéros d'accèsion des séquences d'ADNr 28s LSU dans GenBank

Espèces parasites	Localités	Numéro d'accèsion sur GenBank
<i>Cichlidogyrus amieti</i>	Cameroun	KT945076
<i>Quadriacanthus bagrae</i>	Marché de poisson du Sennar, Nile Bleu, Soudan	KX685951
<i>Schilbetrema sp.</i>	Aquarium de la Republique Tcheque, originaire d'Afrique de l'Ouest	KP056243
<i>Synodontella zambezensis</i>	Afrique du sud	LT220022
<i>Ancyrocephalus mogurndae</i>	Fuzhou, Province de Fujian, Chine	DQ157667
<i>Ancyrocephalus paradoxus</i>	Rivière Morava, Republique Tcheque	AJ969952
<i>Thaparocleidus mutabilis</i>	Kaiping, Guangdong, Chine	EF100550
<i>Thaparocleidus varicus</i>	Deze, Yunnan, Chine	MG601544

Le modèle optimal de l'évolution de la séquence a été HKY + G + 1 (Hasegawa-Kishino-Yano). Le paramètre G, qui indique une non-uniformité des taux évolutifs entre les sites, a été modélisé suivant une distribution discrète de Gamma (+G), avec cinq taux d'évolution et en assumant que certaines fractions de ces sites sont invariables du point de vue évolutif. Le modèle optimal susmentionné a servi dans la présente analyse.

Les distances génétiques entre les différents organismes sont présentées dans le tableau V ; elles ont été très faibles, par exemple, de l'ordre de 0,005 entre *Sy. melanoptera* et *Sy. sanagaensis* connus de la Sanaga, de 0,04 à 0,14 entre les espèces de la Sanaga (*Sy. melanoptera* et *Sy. sanagaensis*) et celles retrouvées dans la Boumba (*Synodeontella angustupenis*, *Sy. longipenis* et *Sy. simplex*), enfin de 0,16 à 0,19 entre les espèces du Cameroun et *Sy. zambezensis* connu au Zimbabwe. Le jet de données a indiqué la présence 370 sites variables parmi lesquels 321 ont été parcimonieusement informatifs, c'est-à-dire partagés par au minimum deux séquences différentes.

Tableau V : distances génétiques entre les différentes espèces de parasites étudiées

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1_ <i>Protoanclodiscoides</i> _sp.														
2_ <i>Protoanclodiscoides</i> _sp.	0,017													
3_ KT945076.1_ <i>Cichlidogyrus</i> _ <i>amieti</i>	0,632	0,646												
4_ KX685951.1_ <i>Quadriacanthus</i> _ <i>bagrae</i>	0,370	0,388	0,464											
5_ KP056243.1_ <i>Schilbetrema</i> _sp.	0,365	0,364	0,568	0,427										
6_ LT220022.1_ <i>Synodontella</i> _ <i>zambezensis</i>	0,462	0,498	0,679	0,463	0,395									
7_ AY841871.1_ <i>Ancyrocephalus</i> _ <i>mogurndae</i>	0,706	0,715	0,510	0,466	0,600	0,738								
8_ AJ969952.1_ <i>Ancyrocephalus</i> _ <i>paradoxus</i>	0,613	0,634	0,494	0,418	0,558	0,592	0,525							
9_ MG601544.1_ <i>Thaparocleidus</i> _ <i>varicus</i>	0,510	0,525	0,578	0,369	0,478	0,575	0,683	0,573						
10_ EF100550.1_ <i>Thaparocleidus</i> _ <i>mutabilis</i>	0,511	0,526	0,579	0,357	0,477	0,580	0,663	0,575	0,008					
11_ <i>Synodontella</i> _ <i>melanoptera</i>	0,479	0,505	0,655	0,466	0,413	0,196	0,782	0,637	0,631	0,636				
12_ <i>Synodontella</i> _ <i>sanagaensis</i>	0,477	0,503	0,644	0,463	0,401	0,191	0,770	0,627	0,614	0,619	0,005			
13_ <i>Synodeontella</i> _ <i>angustupenis</i>	0,481	0,518	0,686	0,485	0,426	0,171	0,734	0,601	0,556	0,561	0,128	0,122		
14_ <i>Synodontella</i> _ <i>longipenis</i>	0,485	0,511	0,658	0,461	0,425	0,194	0,720	0,577	0,546	0,551	0,141	0,134	0,041	
15_ <i>Synodontella</i> _ <i>simplex</i>	0,481	0,513	0,626	0,435	0,395	0,163	0,747	0,618	0,593	0,598	0,047	0,041	0,147	0,162

Les trois différentes méthodes utilisées dans cette analyse, soit le Maximum de Vraisemblance, la Parcimonie Maximale et le Neighbor-Joining, ont donné des résultats conformes, résumés dans l'arbre phylogénétique consensuel de la figure 40.

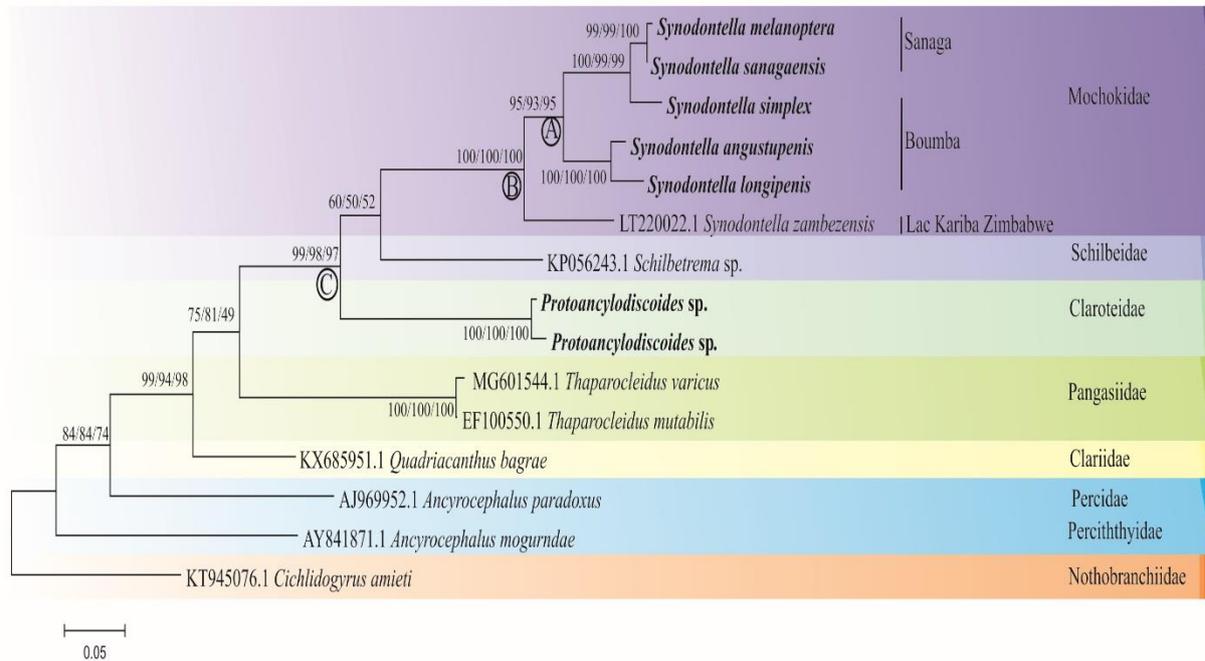


Figure 40 : arbre phylogénétique de consensuel obtenu avec l'analyse de Maximum de Vraisemblance.

Les valeurs de bootstrap correspondent de la gauche vers la droite aux valeurs MV/ PM / NJ respectivement. Aucune valeur inférieure à 50 n'a été observée. Les espèces dont l'ADN a été nouvellement séquencé dans cette étude sont en caractères gras. L'identité de la séquence GenBank précède le nom de l'espèce.

Les espèces du genre *Synodontella* se sont groupées dans un assemblage monophylétique (B), soutenu par des valeurs élevées de bootstrap, soit 100 % pour chacune des méthodes utilisées (MV, MP, NJ). Au sein de ce groupe, en dehors du détachement de *S. zambezensis* des autres espèces, nous avons obtenu deux sous-groupes (A): un premier et un second sous-groupes correspondant respectivement aux espèces de la Sanaga et à celles de la Boumba ; ces deux sous-ensembles sont soutenus par des valeurs de bootstrap élevées pour les trois méthodes d'analyse utilisées. Notons que *Sy. simplex*, qui se positionne au milieu des espèces de *Synodontella*, possède un pénis simple différent de celui des deux autres espèces (*Sy. longipenis* et *Sy. angustupenis*) de la même localité. On observe également une monophylie qui regroupe les espèces des genres *Synodontella*, *Schilbetrema* et *Protoancylodiscoides* respectivement parasites des Mochokidae (C), des Schilbeidae et des

Claroteidae ; elle est soutenue par des valeurs de bootstrap de 99%, 98% et 97% pour les méthodes de MV, MP et NJ.

III.4- Structure de la population d'hôtes de *Synodontis rebeli* dans le cours inférieur de la Sanaga

Pour les études écologiques, notre choix a été porté sur *Synodontella rebeli*, poisson candidat à la pisciculture et très consommé et apprécié par les habitants de la localité d'Edéa. Lors de nos investigations, quatre espèces de Monogènes (*Sy. melanoptera*, *Sy. sanagaensis*, *S. extensiocirrus* et *Synodontella apertipenis*) ont été retrouvées chez cette espèce hôte ; toutefois *Sy. apertipenis* était absent dans le cours inférieur de la Sanaga. Cette richesse parasitaire non négligeable pose le problème de partage de niche, de la dynamique de populations de ces Monogènes et de leurs effets sur les hôtes déjà dans la nature. Pour prévenir des épizooties dans le cadre d'éventuelles mises en culture, nous nous sommes proposés d'étudier, dans la nature, la structure des populations des trois espèces de Monogènes retrouvées dans le cours inférieur de la Sanaga.

III.4.1- Distribution des fréquences de *S. rebeli* en fonction des périodes de capture

Dans cette étude, au minimum 30 individus hôtes potentiels ont été pêchés par campagne d'échantillonnage pour pouvoir tirer des conclusions assez pertinentes de notre analyse. Le tableau VI montre la distribution mensuelle des fréquences de *S. rebeli*. Au total, nous avons obtenu 119 individus mâles contre 113 individus femelles, soit une sex-ratio de 1,05 pratiquement équilibrée. Les différences observées entre les proportions de captures n'ont pas été significatives ($X^2 = 8,89$; $p > 0,05$; ddl=7).

Tableau VI : distribution de fréquences de *Synodontis rebeli* en fonction des périodes de capture

Paramètres étudiés	Période de capture								Total
	Jan-17	Mar-17	Mai-17	Juit-17	Sept-17	Nov-17	Jan-18	Mar-18	
Mâle (1) (%)	11 (4,3)	17 (6,6)	14 (5,5)	19 (7,4)	16 (6,2)	16 (6,2)	9 (3,5)	17 (6,6)	119 (46,3)
Femelle (2) (%)	20 (7,8)	11 (4,3)	16 (6,2)	10 (3,9)	16 (6,2)	10 (3,9)	18 (7)	12(4,6)	113 (43,9)
In.*(%)	1 (0,4)	2 (0,8)	1 (0,4)	4 (1,5)	3 (1,2)	7 (2,7)	3 (1,2)	4 (1,5)	25 (9,73)
Sous-total d'individus	32 (12,5)	30 (11,7)	31 (12)	33 (12,8)	35 (13,6)	33 (12,8)	30(11,7)	33 (12,8)	257 (100)
Sex-ratio (1/2)	0,55	1,54	0,87	1,9	1	1,6	0,5	1,41	1,05

* sexe indéterminé.

N.B : les valeurs entre parenthèse sont les pourcentages par rapport aux périodes de capture.

III.4.2- Distribution de fréquences de *S. rebeli* en fonction de la taille (longueur standard)

Le tableau VII présente la distribution de fréquences de *S. rebeli* en fonction de la longueur standard des poissons étudiés qui a varié de 80 mm à 220 mm. Cette amplitude a été divisée en neuf classes suivant la règle de Sturge [$1 + (3,3 \log n)$], l'amplitude de chaque catégorie étant de 15 mm. Dans l'objectif d'avoir des effectifs de travail, nous avons regroupé les deux premières classes d'une part et, d'autre part, les trois dernières classes, ce qui a donné six catégories de taille aux effectifs statistiquement considérables. Dans ce regroupement, la classe de taille modale était]113-148]. La différence des proportions entre les classes de taille a été significative ($X^2 = 14,13$; $P = 2,5 \cdot 10^{-6}$). La comparaison, deux par deux des proportions des différentes classes de taille a montré des différences significatives entre toutes les classes de tailles ($P < 0,05$).

Les deux classes intermédiaires]113-148] et]148-163] ont représenté à elles-seules 44% de l'ensemble des poissons récoltés dans le cours inférieur de la Sanaga. Les proportions des mâles et des femelles ont varié dans les diverses classes de taille ; ces différences ont été significatives pour quatre des six classes de taille étudiées à savoir: ≤ 118 ($X^2 = 3,62$ $P = 0,02$),]118-133] ($X^2 = 6,91$ $P = 0,002$) ;]113-148] ($X^2 = 3,57$ $P = 0,02$) et]163-178] ($X^2 = 3,62$ $P = 0,02$).

Tableau VII : distribution de fréquences de *Synodontis rebeli* en fonction de la longueur standard

Paramètres étudiés	Classe de taille						Total d'ind./variable
	≤ 118	] 118-133]	]113-148]	]148-163]	]163-178]	> 178	
Mâles (%)	12 (4,7)	28 (10,9)	36 (14)	24 (9,3)	9 (3,5)	10 (3,9)	119 (46,3)
Femelles(%)	21 (8,2)	14 (5,4)	24 (9,3)	24 (9,3)	17 (6,6)	13 (5,1)	113 (43,9)
In*.(%)	9 (3,5)	9 (3,5)	4 (1,6)	2 (0,7)	1 (0,4)	/	25 (9,7)
Sous total	42	51	64	50	27	23	257
Sex-ratio	0,57	2	1,5	1	0,53	0,76	1,05

*sexe indéterminé.

III.5- Dynamique de populations des Monogènes parasites branchiaux de *Synodontis rebeli*

III.5.1- Distribution des différentes espèces parasites dans l'échantillon de *Synodontis rebeli*

Au total, 3683 monogènes appartenant à trois espèces, *Synodontella melanoptera*, *Synodontella sanagaensis* et *Synodontella extensiocirrus*, ont été retrouvés sur 257 poissons autopsiés, parmi lesquels 237 ont porté au moins l'une des espèces parasites sus nommées, soit une prévalence globale de 92,2% et une charge moyenne de 15,54 parasites par poisson hôte. Le rapport variance/charge moyenne a été de 65,83, donc largement supérieur à 1. Le modèle de distribution de ces Monogènes est donc en général de type surdispersé ou agrégatif. 220 poissons sur les 257 examinés ont été parasités par *Synodontella melanoptera*, soit une prévalence de 85,6%. Pour cette espèce de Monogène, le rapport variance/intensité moyenne a été de 25,75, le modèle de dispersion est aussi de type agrégatif. *Synodontella sanagaensis* a parasité 214 hôtes sur les 257 examinés, soit une prévalence de 83,3%. Le rapport variance / intensité moyenne pour cette espèce a été de 10,59, indiquant un modèle de distribution de type agrégatif. *Synodontella extensiocirrus*, qui n'a été retrouvé que sur 21% des poissons examinés, a également présenté une distribution de type agrégatif car le rapport variance / intensité moyenne pour ce Monogène est de 82,01. L'analyse de la xénocommunauté des Monogènes parasites branchiaux de *S. rebeli* a montré que des trois espèces, seule *Synodontella extensiocirrus* apparaît avec une prévalence faible, soit 21,4% contre 85,6% et 83,3% pour *Sy. melanoptera* et *Sy. sanagaensis*. Au sens de Valtonen *et al.* (1997), ces deux dernières espèces dont la prévalence a été très supérieure à 50% sont donc dominantes, tandis que *Sy. extensiocirrus* est une espèce satellite. Contrairement à *Sy. melanoptera* et à *Sy. sanagaensis* qui ont maintenu leur statut d'espèces dominantes au cours de cette étude, *Sy. extensiocirrus* a varié son statut en fonction de la période de capture. Cette espèce a été tour à tour satellite au cours des périodes de capture de janvier 2017 et mars 2017, rare entre mai 2017 et juillet 2017, dominante en septembre 2017 pour retrouver les statuts d'espèce satellite en janvier 2018, enfin rare en mars 2018. Le tableau VII présente les statuts des différentes espèces parasites étudiées.

Tableau VIII : indices épidémiologiques et statut des différentes espèces parasites

Paramètres étudiés	Espèces parasites		
	<i>Sy. melanoptera</i>	<i>Sy. sanagaensis</i>	<i>Sy. extensiocirrus</i>
Nombre d'hôtes parasités	220 /257	214/257	55/257
Prévalence (%)	85,6	83,3	21,4
Intensité minimale	1	1	1
Intensité moyenne	7,6	6,65	10,67
Intensité maximale	163	66	193
Statut	Dominantes		satellite

Malgré son statut d'espèce satellite et contrairement à *Sy. melanoptera* et *Sy. sanagaensis* qui avaient eu des intensités moyennes très faibles ($IM \leq 10$), *Sy. extensiocirrus* a parasité son hôte avec une intensité moyenne faible ($10 < IM \leq 50$). Les deux espèces dominantes, *Sy. melanoptera* et *Sy. sanagaensis*, ont totalisé 84% de l'abondance totale en Monogènes récoltés (figure 41).

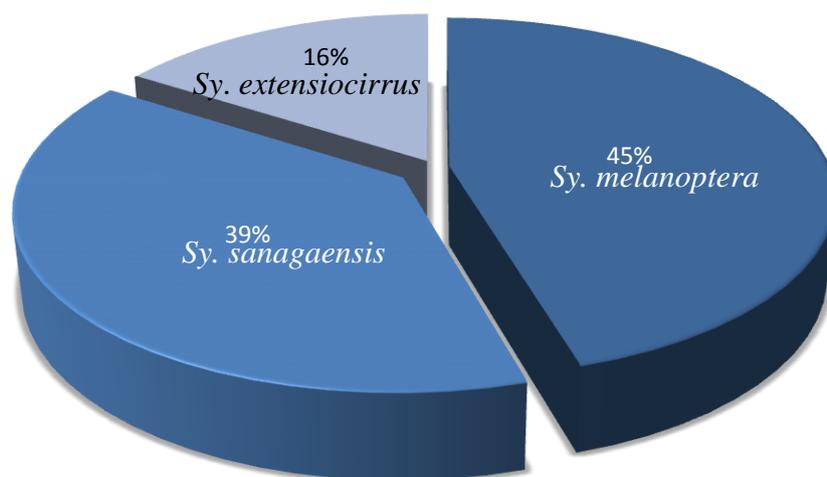


Figure 41 : proportions des différentes espèces de Monogènes récoltées chez *S. rebeli* à Edéa.

III.5.2- Variations saisonnières des indices épidémiologiques de *Sy. melanoptera*, *Sy. sanagaensis* et *Sy. extensiocirrus* à Edéa dans le cours inférieur de la Sanaga

Ce travail a concerné les deux saisons, sèche et pluvieuse, de l'année 2017 et la saison sèche de l'année 2018. Les valeurs des indices épidémiologiques (prévalence, intensité moyenne et abondance moyenne) des Monogènes branchiaux, toutes espèces confondues de *S. rebeli* sont rendues dans le tableau IX.

Tableau IX : variations saisonnières du parasitisme au niveau de la xénocomunauté

Saisons	Paramètres étudiés					
	Nombre d'hôtes examinés	Nombre d'hôtes parasités	Nombre de parasites	Pr	AM	IM
SS 2017	62	58	734	93,54	11,83	12,65
SP 2017	132	120	2391	90,90	18,11	19,92
SS 2018	63	59	559	93,65	8,87	9,47

SS 2017= saison sèche 2017 ; SP 2017= saison de pluies 2017 ; SS 2018= saison sèche 2018

Pr= prévalence ; AM= abondance moyenne ; IM= intensité moyenne.

Une légère baisse non significative ($X^2 = 0,1$; $p= 0,72$; $ddl= 2$) d'environ 2% du pourcentage des Monogènes du genre *Synodontella* a été notée pendant la saison pluvieuse par rapport aux deux saisons sèches. La taille de la xénocommunauté de *Synodontella* en saison de pluies a été tour à tour de 1,57 et de 2,10 fois supérieure à celle de la même xénocommunauté au cours de la saison sèche 2017 et de celle de 2018 ; de plus, la saison de pluies 2017 a porté à elle seule 65 % de la guilda des Monogènes récoltés, contre 19,9 % et 15,1% respectivement pour les saisons sèches 2017 et 2018. Dans l'ensemble, les différences des nombres de parasites observées entre les saisons ont été significatives ($K=7,83$; $P=0,019$).

Les variations saisonnières des indices épidémiologiques des différentes espèces parasites sont présentées dans le tableau X.

Chez *Synodontella melanoptera*, la prévalence n'a pas varié significativement au cours de notre étude ($X^2=1,5$; $P= 0,12$, $ddl=2$).

Tableaux X : variations saisonnières des indices épidémiologiques (prévalence, abondance moyenne et intensité moyenne) des différentes espèces de Monogènes parasites de *Synodontis rebeli*

Saisons	Espèces parasites								
	<i>Sy. melanoptera</i>			<i>Sy. sanagaensis</i>			<i>Sy. extensiocirrus</i>		
	Pr	AM	IM	Pr	AM	IM	Pr	AM	IM
SS2017	93,54	5,35	5,7	93,54	5,96	6,37	29,03	0,51	1,77
SP2017	83,33	8,58	10,3	76,51	5,45	7,1	21	1,64	18,55
SS2018	82,53	3,31	4,01	87,30	5,28	6,05	12,69	0,26	2,12
Stat.	P=0,12	P=0,005	P=0,001	P=0,007	P=0,006	P=0,21	P=0,07	P=0,1	P=0,000

SS 2017= saison sèche 2017 ; SP 2017= saison de pluies 2017 ; SS 2018= saison sèche 2018

Pr= prévalence ; AM= abondance moyenne ; IM= intensité moyenne.

Par contre l'intensité moyenne de ce plathelminthe a significativement changé entre les différentes saisons ($K=12,72$; $p=0,001$). Les comparaisons 2x2 des intensités moyennes entre les différentes saisons à l'aide du test U de Man-Whitney ont révélé une différence notable ($P= 0,008$) entre les saisons sèches 2017 et 2018 d'une part et entre la saison pluvieuse 2017 et la saison sèche 2017 ($P=0,0006$) d'autre part.

Pour *Synodontella sanagaensis*, les comparaisons faites entre les trois saisons n'ont indiqué des différences significatives que pour les prévalences ($P=0,007$) et pour les abondances moyennes ($P=0,006$), les différences entre les intensités moyennes étant non significatives ($P= 0,21$). Les comparaisons 2x2 des prévalences et des abondances moyennes n'ont révélé des différences significatives qu'entre la saison pluvieuse 2017 et la saison sèche 2017 avec $P=0,004$ pour les prévalences et $P= 0,0017$ pour les abondances.

Chez *Sy. extensiocirrus*, l'intensité moyenne a particulièrement augmenté en saison de pluies. La comparaison de l'ensemble des intensités moyennes des trois saisons a montré une différence significative ($P=0,0004$). La comparaison 2x2 des intensités moyennes entre différentes saisons n'a montré aucune différence entre la saison sèche 2017 et celle de 2018 ($P= 0,34$). Par contre, cette différence a été bien nette entre la saison sèche 2017 et la saison pluvieuse 2017 ($P= 0,0002$) et entre la saison pluvieuse 2017 et la saison sèche 2018 ($P= 0,025$).

La figure 42 présente les variations saisonnières des intensités moyennes des différents Monogènes parasites étudiés.

Les variations de la prévalence de *Sy. extensiocirrus* ont été statistiquement non importantes ($P=0,07$) au cours de la période d'étude.

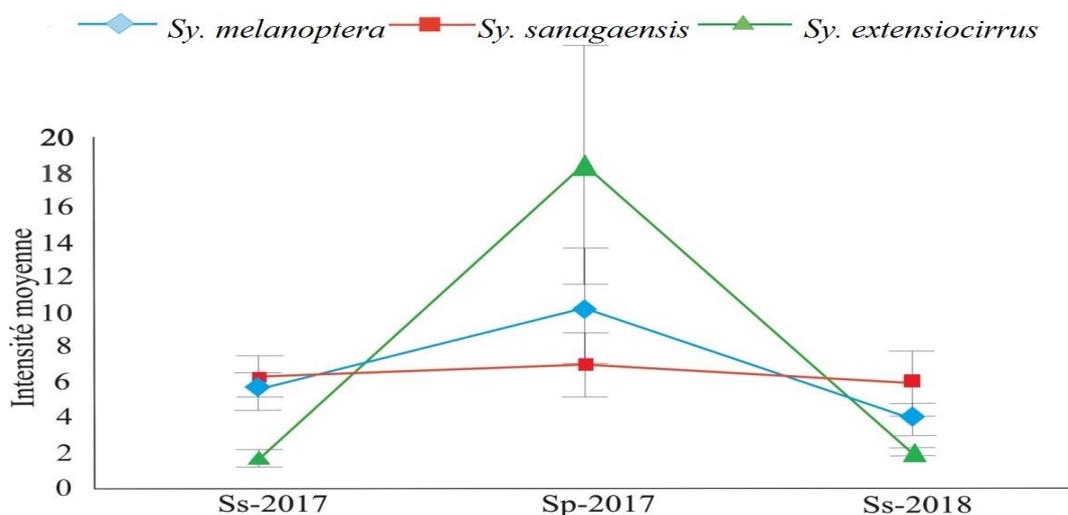


Figure 42 : variations saisonnières des intensités moyennes des différents Monogènes parasites étudiés.

III.5.3- Variations du parasitisme de *Synodontis rebeli* par campagne de pêche

Le parasitisme global de *Synodontis rebeli* par le genre *Synodontella* a fluctué au cours des périodes d'échantillonnage. L'abondance moyenne globale a fortement augmenté (K=56,11 ; P=0,000) au cours du mois de septembre ; il en a été de même pour l'intensité moyenne globale, c'est-à-dire toutes espèces confondues du genre *Synodontella* (K=52,18 ; P= 0,000). Au mois de septembre, la charge parasitaire s'est accrue de deux voire trois fois les valeurs enregistrées au cours des autres mois ; les poissons ont donc plus souffert de ces agents parasitaires en cette période (figure 43).

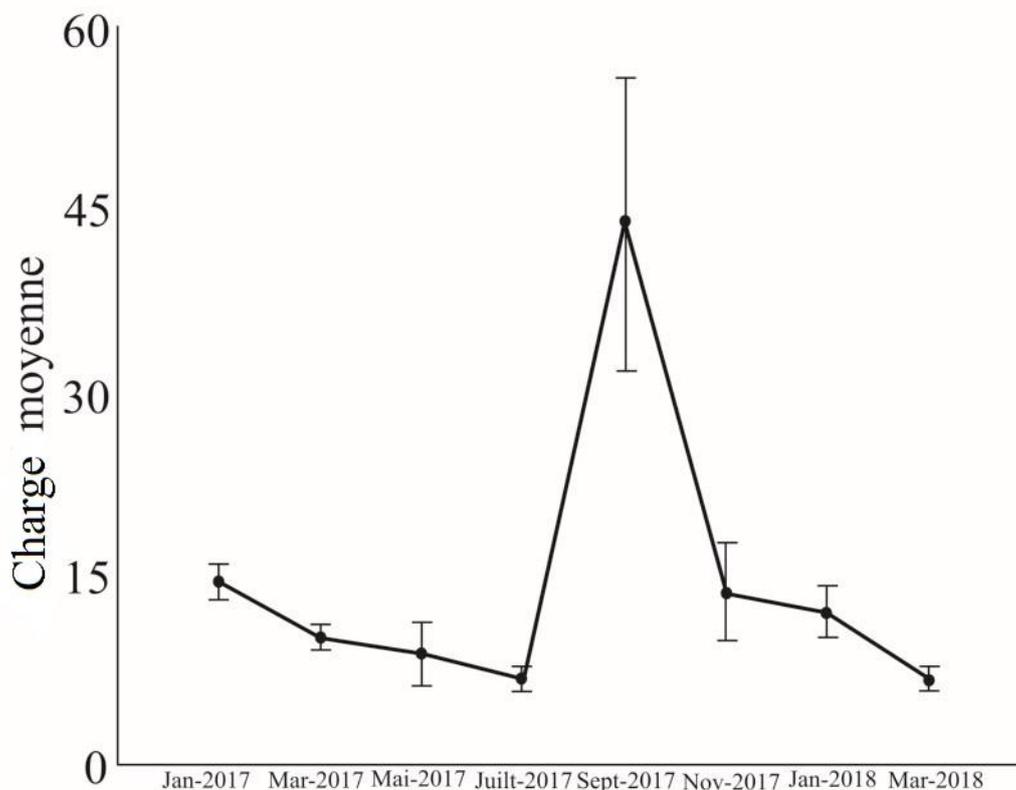


Figure 43 : variations de la charge globale en Monogènes (genre *Synodontella*) par campagne de capture d'hôtes.

Les différences observées entre les intensités moyennes des différentes espèces parasites, par campagne de capture d'hôtes, se sont avérées significatives ($p < 0,05$) (tableau XI). Chez *Synodontella melanoptera*, cette intensité moyenne a augmenté de manière substantielle au cours du mois de septembre comparé aux autres mois. La différence observée entre les intensités moyennes des différentes campagnes d'échantillonnage a été significative (K=28,27 ; P= 0,000) ; il en est de même pour l'abondance moyenne et de la prévalence.

Tableau XI : variations entre campagnes de capture d'hôtes des indices épidémiologiques des différentes espèces de parasites

Périodes de capture	<i>Sy. melanoptera</i>			<i>Sy. sanagaensis</i>			<i>Sy. extensiocirrus</i>		
	Pr	AM	IM	Pr	AM	IM	Pr	AM	IM
Jan 2017	93,7	5,9	6,3	93,7	7,4	7,9	21,8	0,53	2,4
Mar 2017	93,3	4,7	5,1	93,3	4,3	4,6	36,6	0,5	1,3
Mai 2017	70,9	5,9	8,3	64,5	1,9	2,9	3,22	0,03	1
Juil 2017	81,8	4,3	5,3	63,6	1,4	2,2	6,06	0,09	1,5
Sept 2017	100	18	18	94,2	12,6	13,4	65,7	13,17	20,04
Nov 2017	78,7	5,3	6,7	84,84	5,1	6,03	9,09	2,21	24,3
Jan 2018	83,3	4,1	4,9	93,3	6,9	7,4	16,6	0,43	2,6
Mar 2018	81,8	2,5	3,1	81,8	3,7	4,5	9,09	0,1	1,3

Pr= prévalence ; AM= abondance moyenne ; IM= intensité moyenne.

Pour *Synodontella melanoptera*, l'intensité moyenne enregistrée lors de la campagne de capture de septembre 2017 et lors de celle de mars 2018 sont significativement différentes de celles des autres mois ($P < 0,05$) ; par contre, aucune différence significative n'a été notée entre les intensités moyennes de ces autres campagnes de capture (tableau XII).

Tableau XII : valeurs de la probabilité P résultant des comparaisons 2x2 des intensités moyennes par le test U de Mann-Whitney chez *Sy. melanoptera*

	Janv 17	Mars 17	Mai 17	Juill 17	Sept 17	Nov 17	Janv 18
Janv 17							
Mars 17	0,4616						
Mai 17	0,7657	0,6861					
Juill 17	0,2886	0,7156	0,053				
Sept 17	<u>0,010</u>	<u>0,00176</u>	<u>0,0168</u>	<u>0,0013</u>			
Nov 17	0,5794	0,7597	0,5588	0,8436	<u>0,01343</u>		
Janv 18	0,284	0,596	0,4075	0,9632	<u>0,0015</u>	0,739	
Mars 18	<u>0,002729</u>	<u>0,00715</u>	<u>0,00702</u>	<u>0,0452</u>	<u>6,79^E-06</u>	<u>0,0456</u>	<u>0,0563</u>

N.B : les valeurs de P soulignées sont celles qui ont été significatives.

Pour l'espèce *Synodontella sanagaensis*, les différences entre des abondances moyennes et les intensités moyennes obtenues au cours de tous les mois ont été significatives ($P < 0,05$; test de Kruskal-Wallis). La comparaison 2x2, par le test U de Mann-Whitney, des

intensités parasitaires moyennes a, par exemple, été non significative (P=0,16) entre les périodes de janvier 2017 et septembre 2017 et janvier 2018 (P=0,136). Par contre, l'intensité moyenne de *Sy. sanagaensis* de la période de septembre 2017 a été significativement différente de celles de toutes les autres périodes de capture (tableau XIII).

Tableau XIII : valeurs de la probabilité P résultant des comparaisons 2x2 des intensités moyennes par le test U de Mann-Whitney chez *Sy. sanagaensis*

	Janv 17	Mars 17	Mai 17	Juill 17	Sept 17	Nov 17	Janv 18
Janv 17							
Mars 17	<u>0,0085</u>						
Mai 17	<u>6,86^E-05</u>	<u>0,0125</u>					
Juill 17	<u>4,65^E-06</u>	<u>0,001334</u>	0,8288				
Sept 17	0,1616	<u>0,00036</u>	<u>1,79^E-05</u>	<u>3,48^E-06</u>			
Nov 17	<u>0,0414</u>	0,6087	<u>0,0131</u>	<u>0,0053</u>	<u>0,003112</u>		
Janv 18	0,136	0,291	<u>0,0023</u>	<u>0,00057</u>	<u>0,01044</u>	0,7356	
Mars 18	<u>0,0035</u>	0,4098	0,1265	0,1497	<u>0,000388</u>	0,357	0,1443

NB. Les valeurs de P soulignées sont celles qui ont été significatives.

L'intensité moyenne de *Synodontella extensiocirrus* a fortement augmenté aux mois de septembre et novembre 2017 ; la proportion d'individus hôtes infestés a aussi été de plus en plus grande au point qu'un renversement de statut de l'espèce a été noté : *Sy. extensiocirrus* est passé d'espèce satellite à espèce dominante. Dans l'ensemble, les différences entre les abondances moyennes et les intensités moyennes ont été significatives (P<0,000) ; toutefois la comparaison 2x2 des intensités moyennes n'a montré des différences significatives qu'entre septembre 2017 et janvier 2017 (P=0,02), septembre 2017 et mars 2017 (P=0,000), novembre 2017 et janvier 2017 (P=0,044), enfin novembre 2017 et mars 2017 (test U). La figure 44 présente les fluctuations des intensités moyennes des différentes espèces parasites en fonction des campagnes de pêche.

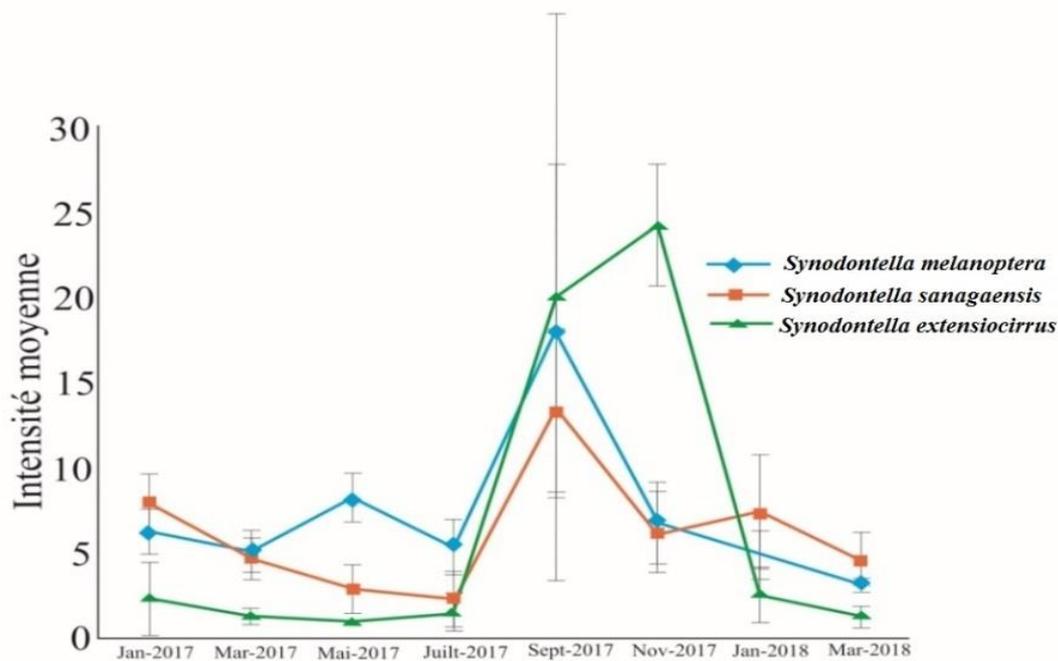


Figure 44 : variations des intensités parasitaires moyennes par campagne de pêche.

III.5.4- Variations des indices épidémiologiques en fonction du sexe de l'hôte

Au total, 119 poissons mâles et 113 autres poissons femelles ont été autopsiés. Chez les mâles, 108 spécimens ont porté 2010 monogènes toutes espèces confondues, soit un taux de parasitisme global de 90,75% contre 92,92% chez les femelles (tableau XIV) ; la différence entre les risques d'infestation des mâles et des femelles a été de 0,02 ($P=0,54$). Le rapport entre le risque d'infestation des poissons mâles et celui des poissons femelles a été de $RR= 1$; il n'y a donc pas existé, dans le cours inférieur de la Sanaga, un facteur sexe dans l'infestation des poissons de l'espèce *S. rebeli* par ces helminthes du genre *Synodontella* ; de plus, la charge moyenne des infracommunautés de Monogènes, bien qu'apparemment plus élevée chez les spécimens hôtes mâles que chez les poissons femelles, n'a pas été statistiquement différente ($P= 0,16$).

Tableau XIV : variation globale des indices épidémiologiques en fonction du sexe

Paramètres étudiés	Sexe		Statistiques
	Mâles (1)	Femelles(2)	
Nombre total d'hôtes examinés	119	113	
Nombre total des parasites	2010	1416	
Taux de parasitisme	90,75 %	92,92 %	$X^2= 1,91$; $P=0,16$
Nombre moyen de Monogènes par individu	18,6	13,48	$U= 0,61$; $P= 0,61$

Ce résultat acquis au niveau du genre *Synodontella* n'a pas changé au niveau des différentes espèces retrouvées sur les branchies des hôtes (tableau XV).

Tableau XV : variation des indices épidémiologiques des différentes espèces de parasites en fonction du sexe de l'hôte

Paramètres étudiés	Espèces parasites								
	<i>Sy. melanoptera</i>			<i>Sy. sanagaensis</i>			<i>Sy. extensiocirrus</i>		
Sexe	Pr	AM	IM	Pr	AM	IM	Pr	A	IM
Mâles	85,71	7,32	8,54	80,67	6,12	7,59	21	3,43	16,36
Femelles	85,84	6,05	7,05	85,84	5,20	6,06	19,49	1,27	6,85
Statistiques	P=0,16	P=0,8	P=0,8	P=0,29	P=0,36	0,37	P=0,6	P=0,61	P=0,67

Pr= prévalence ; AM= abondance moyenne ; IM= intensité moyenne.

III.5.5- Variation du parasitisme en fonction de la taille de l'hôte

Le taux de portage des monogènes, toutes espèces confondues, n'a pas varié de façon significative (P=0,98) en fonction de la taille des hôtes. Tant pour le taux de portage que pour l'abondance moyenne et pour la charge moyenne en parasites par poisson, la classe de taille des poissons]148-163]mm a représenté la classe modale des trois distributions (tableau XVI).

Tableau XVI : variation du parasitisme au niveau de la xénocommunauté en fonction des classes de taille des hôtes

Classe de taille (mm)	Paramètres étudiés					
	Nombre d'hôtes examinés	Nombre d'hôtes parasités	Nombre de parasites récoltés	Pr	AM	IM
≤ 118	42	37	256	88,09	6,09	6,91
] 118-133]	50	45	622	90	12,44	13,82
] 113-148]	63	57	784	90,47	12,44	13,75
] 148-163]	53	52	1262	98,11	23,81	24,26
] 163-178]	25	23	283	92	11,32	12,3
> 178	24	23	477	95,83	19,87	20,73

Pr= prévalence ; AM= abondance moyenne ; IM= intensité moyenne.

Les comparaisons 2x2 de la charge parasitaire des infracommunautés des poissons de la classe de taille inférieure ou égale à 118 mm ont révélé des différences significatives avec pratiquement toutes les autres classes de taille (tableau XVII) ; les poissons de cette taille ont de ce fait eu une pression de parasitisme plus faible que les spécimens plus grands.

Tableau XVII : valeurs de la probabilité P résultant de la comparaison 2x2 des charges moyennes en Monogènes en fonction des classes de taille (test Mann-Whitney)

	≤ 118	] 118-133]	] 113-148]	] 148-163]	] 163-178]
≤ 118					
] 118-133]	0.074				
] 113-148]	<u>0.01</u>	0.31			
] 148-163]	<u>1.089^E-05</u>	<u>0.0032</u>	<u>0.033</u>		
] 163-178]	<u>0.0016</u>	<u>0.046</u>	0.29	0.49	
> 178	<u>1.16^E-05</u>	<u>0.00045</u>	<u>0.0027</u>	0.18	<u>0.033</u>

En général, le nombre de parasites a augmenté avec la taille (longueur standard) de l'individu hôte. La droite de régression obtenue a pour équation $\log (IM + 1) = 2,28 \log (LS + 1) - 1,78$ (figure 45).

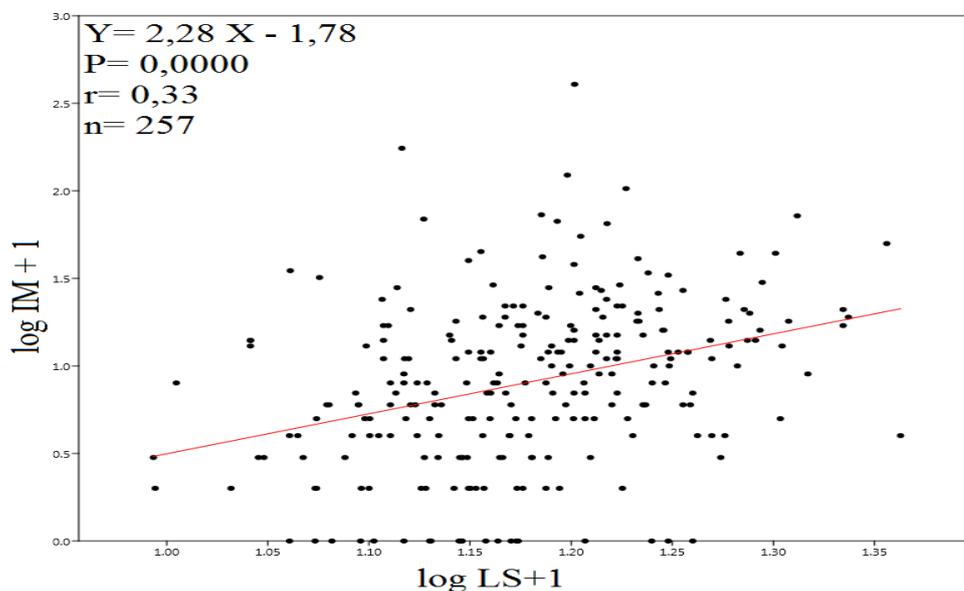


Figure 45 : droite de régression de la charge parasitaire en fonction de la longueur standard de l'hôte.

L'analyse du parasitisme au niveau spécifique et en fonction de la longueur standard des hôtes (tableau XVIII) indique qu'à l'exception de *Sy. extensiocirrus*, pour qui le taux d'infestation n'a pas significativement varié entre les différentes classes de taille, les poissons de la classe de taille] 148-163] ont plus souvent que ceux des autres catégories de taille

hébergé *Sy. melanoptera* et *Sy. sanagaensis*. De plus, les différences de ces taux d'infestation entre les classes de taille ont été significatives pour *Synodontella melanoptera* (P=0,000) et pour *Synodontella sanagaensis* (P= 0,004). Pour *Synodontella melanoptera*, ces différences ont été précisément notées entre les classes de taille : ≤ 118 et] 148-163] avec $P= 1.34^E-05$; ≤ 118 et] 163-178] avec $P=0.0123$ mais pas entre]148-163] et] 118-133] avec $P=0,11$. Pour *Synodontella sanagaensis* les poissons de la classe de taille ≤ 118 mm ont été moins souvent parasités.

Tableau XVIII : variations des indices épidémiologiques des Monogènes étudiés en fonction des classes de taille des hôtes

Classe de taille	Espèces parasites								
	<i>Sy. melanoptera</i>			<i>Sy. sanagaensis</i>			<i>Sy. extensiocirrus</i>		
	Pr	AM	IM	Pr	AM	IM	Pr	AM	IM
≤ 118	64	3,09	4,81	69,04	2,57	3,72	14,28	0,42	3
] 118-133]	84	5,46	6,5	82	5,3	6,46	24	1,68	7
] 113-148]	87,3	5,82	6,67	77,77	4,52	5,81	25,39	2,09	8,25
] 148-163]	98,1	11,03	11,25	94,33	7,39	7,84	22,64	5,37	23,75
] 163-178]	92	4,76	5,17	92	6,32	6,86	20	0,24	1,2
> 178	87,5	8,33	9,52	95,8	8,95	9,34	16,66	0,58	15,5

Pr= prévalence ; AM= abondance moyenne ; IM= intensité moyenne

Concernant les intensités moyennes en fonction des différentes classes de taille, dans l'ensemble les différences n'ont été significatives que pour *Synodontella melanoptera* (K= 19,54 ; P= 0,0015) et *Synodontella sanagaensis* (K= 35,8 P= 1,04^E-06). D'une manière générale, les trois espèces de parasites ont eu tendance à s'accumuler chez les grands hôtes des classes de taille] 148-163] et > 178 mm.

La figure 46 illustre l'évolution des intensités moyennes parasitaires des trois espèces de parasites en fonction des classes de taille de *Synodontella rebeli*.

Les annexes 15 et 16 rendent compte des comparaisons 2x2 des intensités moyennes spécifiques en fonction des classes de taille.

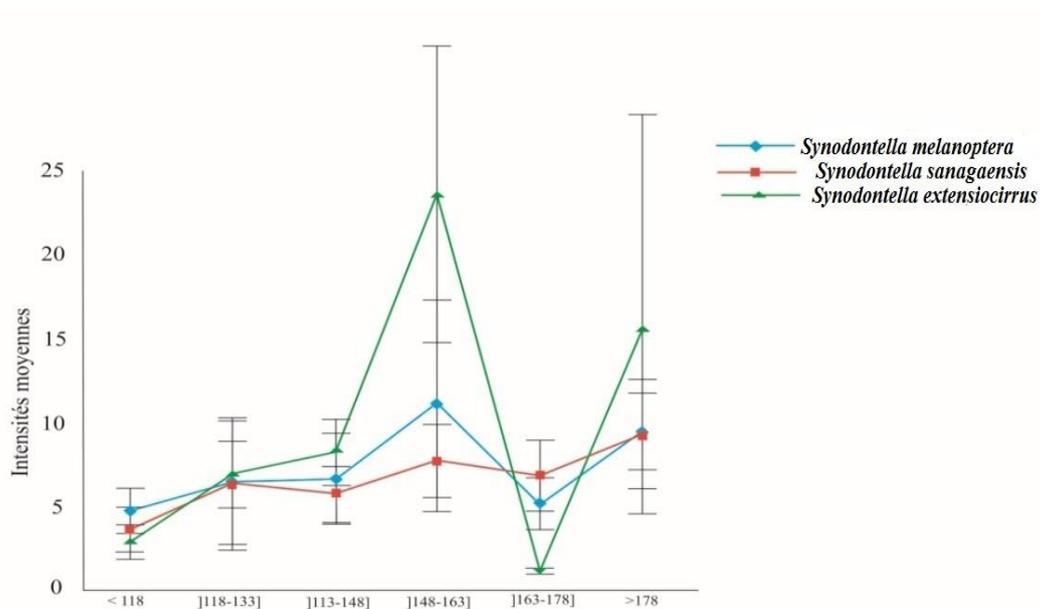


Figure 46 : variations des intensités moyennes des Monogènes en fonction des différentes classes de taille de l'hôte à Edéa.

III.5.6- Variations des indices épidémiologiques en fonction du côté de l'hôte

Au total, 257 poissons ont été considérés dans cette analyse où le niveau de perception retenu a été le côté de l'individu hôte. De manière globale, aucune différence significative des taux d'infestation ($X^2=0,41$; $P=0,51$) ni des charges moyennes ($K=0,38$; $P=0,53$) en Monogènes, toutes espèces confondues, n'a été observée entre les deux côtés gauche et droit des hôtes ; les Monogènes de *Synodontis rebeli* exploitent donc indifféremment les deux côtés branchiaux de l'hôte (figure 47).

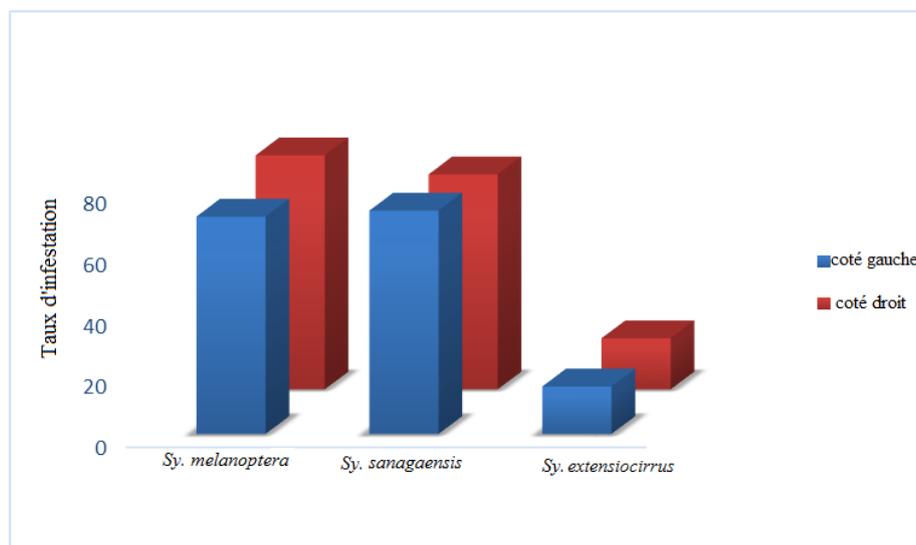


Figure 47 : taux d'infestation des différentes espèces parasites en fonction du côté de l'hôte.

III.5.7- Variation des indices épidémiologiques en fonction des types de parasitisme

Au cours de nos investigations, nous avons remarqué une variation des indices épidémiologiques selon qu'on a affaire au monoparasitisme ou au pluriparasitisme de *S. rebeli*. Ainsi, six des sept situations attendues ont été observées car *Sy. extensiocirrus* n'a pas infesté, seul, un individu hôte. Dans le cas du parasitisme monospécifique, seules les infestations par *Synodontella melanoptera* (18 poissons, soit 56,25 % des monoparasités) et *Synodontella sanagaensis* (16 spécimens hôtes, soit 43,75 % des monoparasités) ont été notées (tableau XXI) avec des intensités comparables. En situation d'infestation plurispécifique, les doublets *Synodontella melanoptera* / *Synodontella sanagaensis*, *Synodontella melanoptera* / *Synodontella extensiocirrus*, *Synodontella sanagaensis* / *Synodontella extensiocirrus* et le triplet *Synodontella melanoptera* / *Synodontella sanagaensis* / *Synodontella extensiocirrus* ont été retrouvés.

XIX : variation des charges moyennes parasitaires en fonction du type de parasitisme

Paramètre étudiés	Parasitisme						
	monospécifique				bispécifique		trispécifique
	Sy. <i>mel</i>	Sy. <i>san</i>	Sy. <i>ext</i>	Sy. <i>mel</i> /Sy. <i>san</i>	Sy. <i>mel</i> /Sy. <i>ext</i>	Sy. <i>san</i> /Sy. <i>ext</i>	Sy. <i>mel</i> /Sy. <i>san</i> /Sy. <i>ext</i>
Nb. hôtes	18	16	/	147	3	1	52
Nb. parasites	38	35	/	1751	24	5	1831
Charge moy.	2,11	2,18	/	11,91	8,78	5	35,21
Statistiques	P= 0,33				P= 0,59		/

Legende : Sy= *Synodontella* ; ext= *extensiocirrus* ; mel=*melanoptera* ; san= *sanagaensis* ;

Parmi les 151 *S. rebeli* qui ont hébergé, chacun, un doublet d'espèces de *Synodontella*, 147 hôtes, soit 97,35%, ont simultanément été parasités par *Sy. melanoptera* et *Sy. sanagaensis* ; trois autres poissons, soit 1,99%, ont simultanément hébergé le doublet *Sy. melanoptera* / *Sy. extensiocirrus*, enfin un seul *S. rebeli*, soit 0,66%, a été parasité par *Sy. sanagaensis* et *Sy. extensiocirrus*.

52 poissons, soit 21,94% ou 1/5^{ème} de tous ceux qui ont été examinés, ont porté simultanément le triplet *Sy. melanoptera* / *Sy. sanagaensis* / *Sy. extensiocirrus* et ont totalisé 1831 monogènes, soit près de la moitié (49,7%) de toute la xénocommunauté étudiée.

Si la majorité de *S. rebeli* soit 147 individus (57,20%) capturés ont porté le doublet de Monogènes *Sy. melanoptera* / *Sy. sanagaensis* avec une charge moyenne parasitaire faible (11,91), les 52 autres poissons (20,23%) ont hébergé le triplet *Sy. melanoptera* / *Sy.*

sanagaensis / *Sy. extensiocirrus* avec une charge parasitaire moyenne plus élevée mais toujours faible (31,21).

La figure 48 montre la variation du nombre moyen de Monogènes en fonction du type de parasitisme.

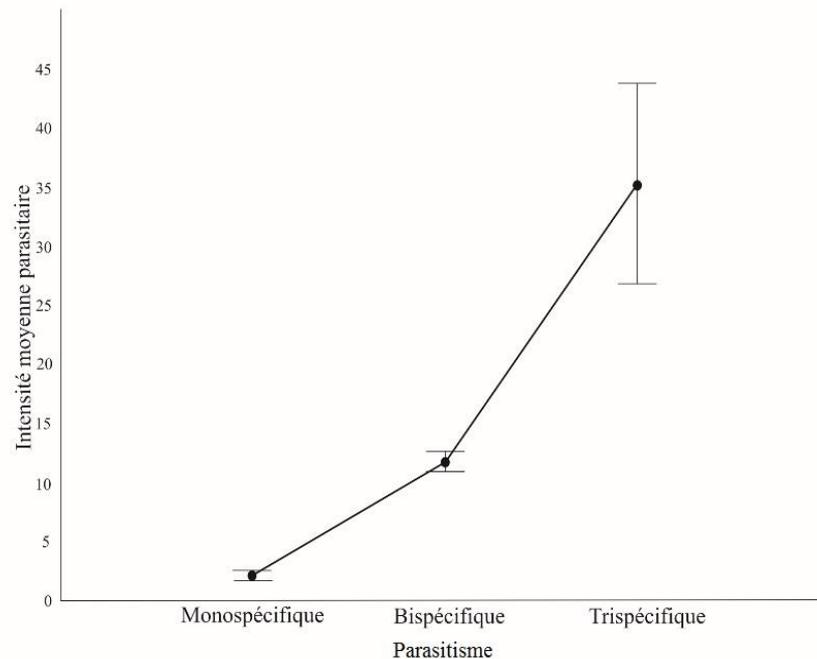


Figure 48 : variation du nombre moyen de Monogènes hébergés par individu hôte en fonction du type de parasitisme.

III.6- Impact potentiel des monogènes parasites sur la santé de *Synodontis rebeli* dans le cours inférieur de la Sanaga

Dans cette partie de notre travail, nous étudions les relations éventuelles qui existent entre l'intensité parasitaire et l'indice gonado somatique (IGS) d'une femelle d'une part et, d'autre part, entre l'intensité parasitaire et le facteur de condition (K) du poisson.

Le coefficient de condition K a, en moyenne, oscillé entre 2,37 (novembre 2017) et 2,61 (juillet 2017). Aucune différence significative de ce paramètre n'a été observée entre les différentes périodes de captures (K=11,49 ; P=0,11).

Dans le cours inférieur de la Sanaga, on peut donc dire que *S. rebeli* s'est relativement bien porté pendant notre étude (figure 49).

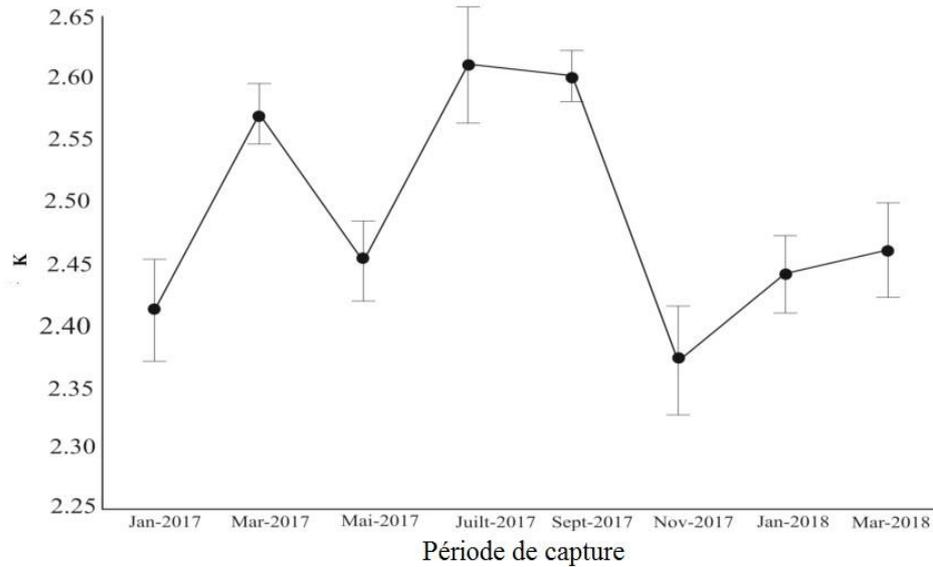


Figure 49 : variation du coefficient de condition K de *S. rebeli* en fonction de la campagne de capture à Edéa.

Quant à l'indice gonado-somatique des femelles de *S. rebeli*, la figure 50 permet d'identifier deux pics pour l'année 2017: le premier pic (IGS=0,45), plus important, est intervenu en janvier 2017 pendant la saison sèche et le second pic (IGS=0,26), moins important, a été observé en juillet 2017 au début de la saison de pluies. On comprend que les valeurs de l'IGS soient plus faibles pendant les autres périodes.

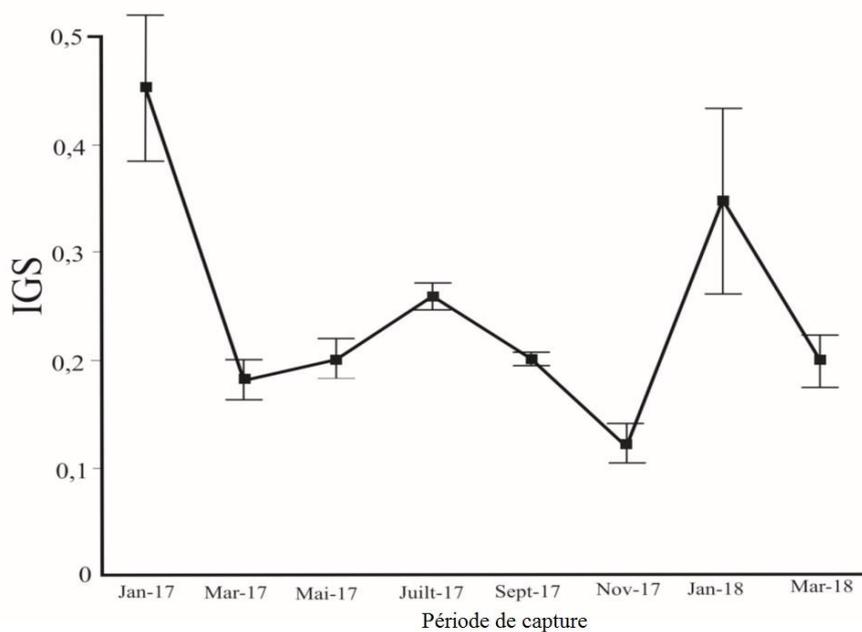


Figure 50 : variation de l'indice gonado-somatique en fonction des périodes de capture.

III.6.1-Relation entre IGS et Coefficient de condition K

Dans cette partie du travail, nous estimons la relation potentielle entre la reproduction et la santé du poisson. Nous avons donc émis l'hypothèse H0 que la période de reproduction chez *S. rebeli* affecte négativement le coefficient de condition de ses femelles. La droite de régression établie entre ces deux paramètres montre que le coefficient de condition baisse ($P = 5.2^E-08$) lorsque le l'IGS augmente (figure 51), donc les femelles de *Synodontis rebeli* se porteraient moins bien lorsqu'elles sont gravides.

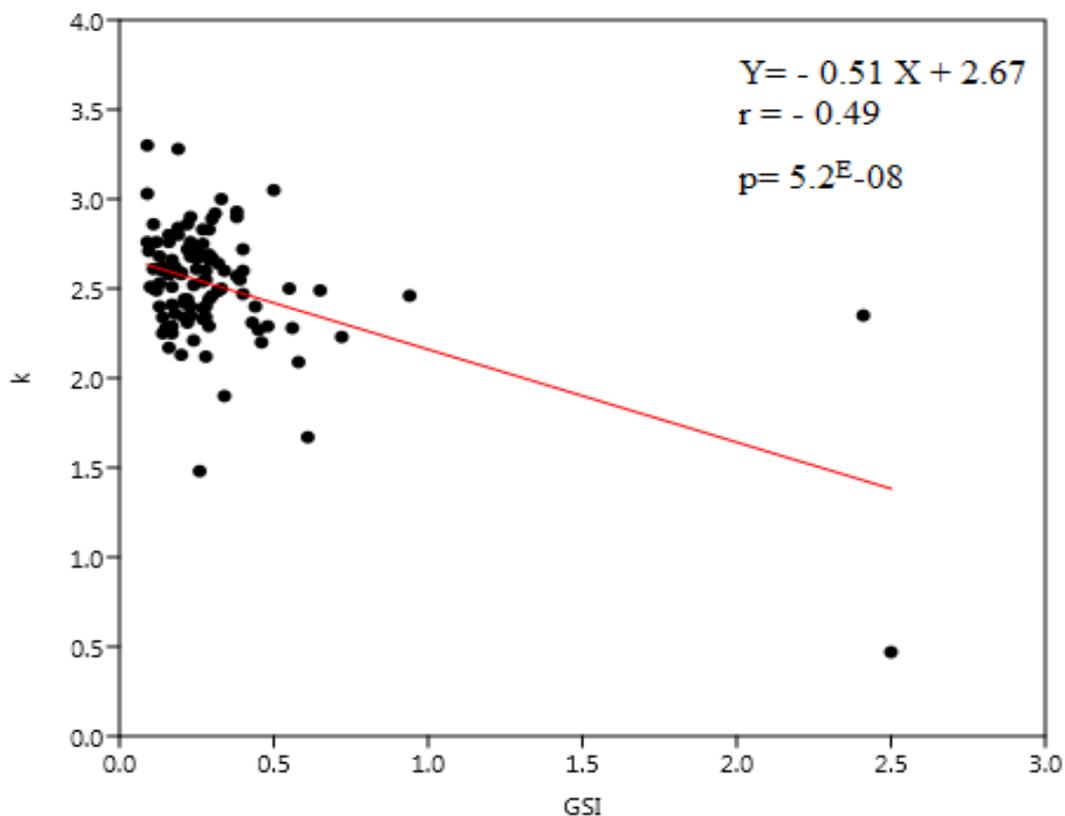


Figure 51 : droite de régression entre l'indice gonado-somatique (GSI) et le coefficient de condition K.

III.6.2- Effets du parasitisme sur le poids des hôtes

L'objectif ici a été de rechercher l'effet du parasitisme sur la croissance des poissons. Nous avons analysé l'évolution du poids éviscéré des individus en fonction de la longueur standard et en intégrant les variables richesse spécifique et charge parasitaire des poissons. Les poissons examinés ont été subdivisés en deux sous-groupes à la suite de la détermination de la médiane des intensités parasitaires. Le premier sous-groupe est formé des poissons portant au plus huit parasites (en dessous de la médiane des intensités parasitaires) et

le second sous-groupe est formé des poissons portant plus de huit parasites (au-dessus de la médiane des intensités parasitaires). Les figures 52 présentent les résultats de l'analyse.

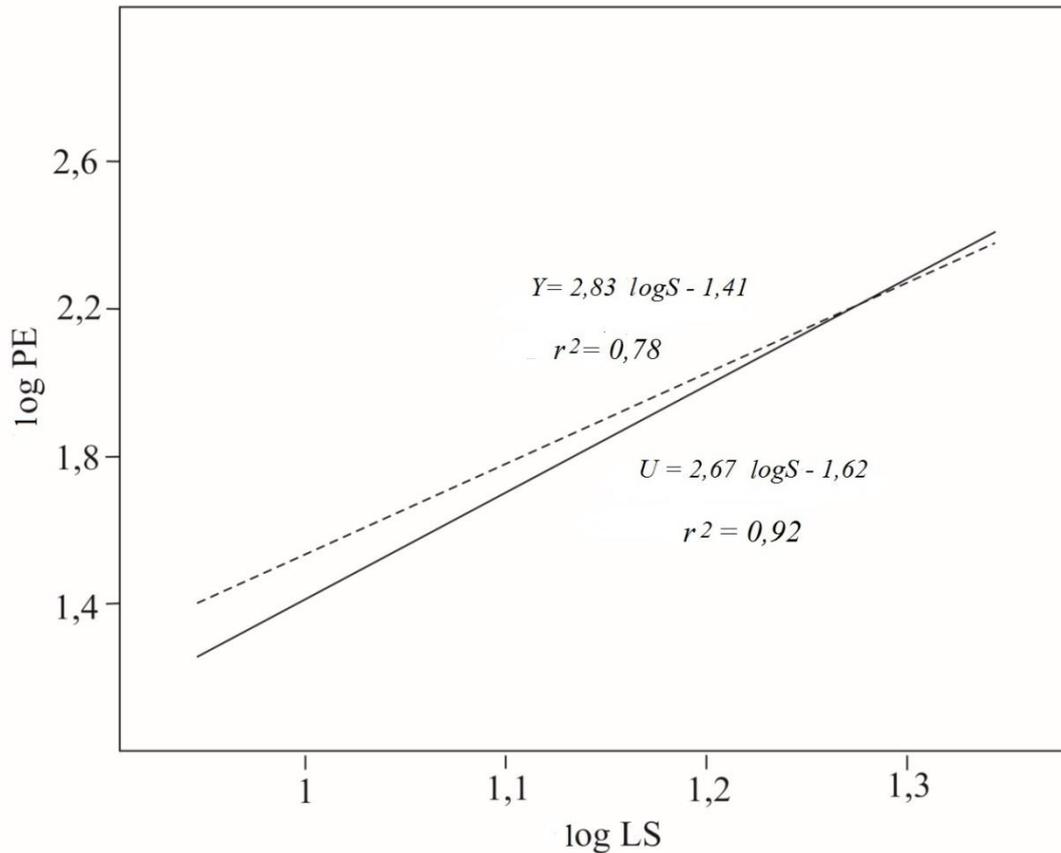


Figure 52 : droite de régression entre les logPE et logLS en tenant compte de la charge parasitaire.

- Poissons portant au plus 8 parasites
- Poisson portant plus de 8 parasites

La comparaison des droites de régression n'a montré aucune différence significative ($F=0,04$; $P=0,8$). Toutefois, on constate que bien que le poids des poissons augmente naturellement avec leur longueur standard, cette augmentation s'affaiblit avec la taille des poissons, notamment chez les poissons portant plus de huit individus parasites. Les poissons portant une grande charge parasitaire pèseraient donc moins.

CHAPITRE IV : DISCUSSION

IV.1- Systématique des taxons décrits

Les Monogènes parasites branchiaux de *Synodontis* spp. ont été premièrement placés dans le genre *Ancyrocephalus* (Paperna, 1979). Selon Dossou et Euzet (1993), la position de ces parasites au sein des Ancyrocephalidae n'est pas discutable mais leur appartenance au genre *Ancyrocephalus* est à revoir. Les crochets ventraux de ces helminthes portent, sur la face du manche, une carène qui se termine au niveau de la courbure de la lame et qui se poursuit, à son extrémité par un filament peu sclérifié. Cette caractéristique a conduit à la création d'un nouveau genre *Synodontella* Dossou et Euzet, 1993 qui regroupe les Monogènes parasites des poissons du genre *Synodontis*. La morphologie des différentes espèces décrites ou redécrites dans ce travail nous autorise à les ranger dans le genre *Synodontella*.

Les différences morphologiques entre les taxons sus-cités résident au niveau des pièces sclérifiées du hapter et surtout de l'organe copulateur mâle.

Jusqu'à présent, le caractère « pénis spiralé » n'avait pas encore été observé chez les espèces de *Synodontella*. De plus, chez *Synodontella simplex*, la pièce accessoire est dotée d'un talon ; cette caractéristique est également signalée pour la première fois dans ce genre. Les deux caractères sus-mentionnés montrent la nécessité d'une révision de la diagnose du genre *Synodontella*.

La différence entre les genres *Synodontella* et *Schilbetrema* réside principalement au niveau de la carène, absente chez les *Schilbetrema* au détriment d'un bouton saillant à l'extrémité duquel part le filament. La ressemblance entre *Synodontella* et *Protoancylo-discoides* est la présence d'une carène chez les deux taxons qui se distinguent par la morphologie des barres transversales ventrales (figure 53).

Concernant l'analyse de la parenté entre *Synodontella* et les autres genres parasites des Siluriformes, nous nous limiterons à la morphologie du hapter qui, selon Šimková et al. (2013), est utile pour la détermination des genres, les pièces sclérifiées du genitalia servant beaucoup plus à la détermination des espèces. Selon Darlu et Tassi (1993), la parenté entre différents taxons doit s'appuyer sur les seuls états apomorphes qu'ils partagent ; c'est ce que l'on appelle la synapomorphie. L'observation des crochets ventraux chez les différents groupes sus-cités révèle que les filaments partent de l'extrémité d'une pièce sclérifiée bien définie : la carène chez *Synodontella* spp. et *Protoancylo-discoides* spp., le bouton saillant chez *Schilbetrema* et chez *Bagrobdella* ; ces formations apparaissent comme différentes formes de la carène. On remarque également que la morphologie des barres transversales et

des crochets varie selon le genre. Sur la base des caractères sus-mentionnés et partagés entre les différents genres (synapomorphies), nous pensons que ces taxons auraient un ancêtre commun. Les genres *Synodontella* et *Schilbetrema* possèdent une barre transversale ventrale en une seule pièce ; leurs crochets sont dépourvus de manche ; ces caractères les différencient des genres *Bagrobdella* et *Protoancylodiscoides* et nous font penser que les *Synodontella* et *Schilbetrema* sont plus proches les uns des autres qu'ils ne le sont, chacun, des autres genres de Monogènes parasites de Siluriformes étudiés.

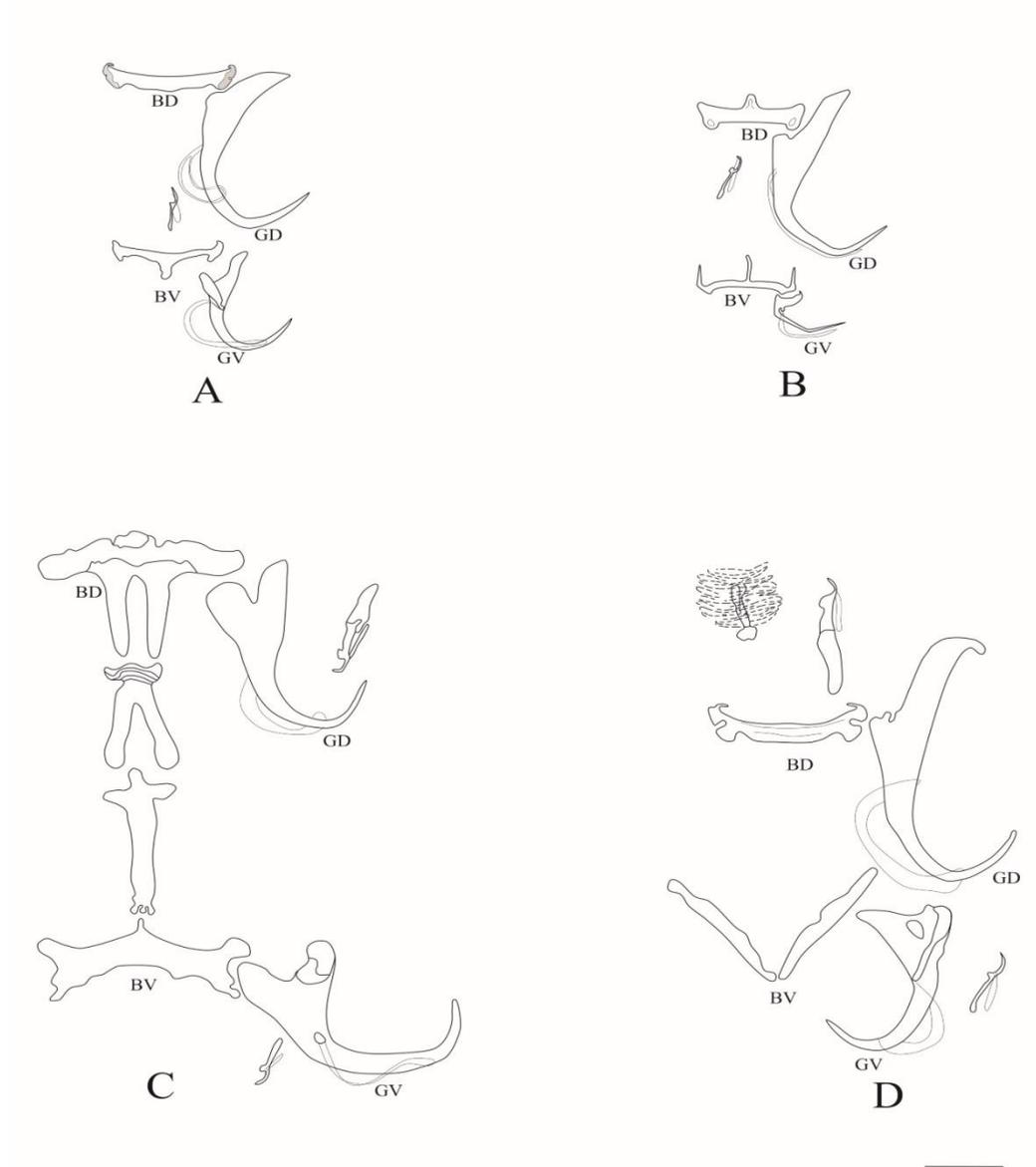


Figure 53 : comparaison des pièces sclérifiées du haptore de quatre genres parasites de Siluriformes africains : A. *Synodontella* ; B. *Schilbetrema* ; C. *Bagrobdella* ; D. *Protoancylodiscoides*.

Les espèces de *Synodontis* ont une large distribution subsaharienne qui couvre les provinces ichthyologiques africaines suivantes selon Roberts (1975): le Nilo-Soudan (N-S), la Guinée Supérieure (UGF), la Guinée Inférieure (LGF), le Bassin du Congo (CB), la Côte Est (AE), le Zambèze (Z) et le Quanza (K) (figure 54). Dans le but de réduire la complexité des analyses, Day et *al.* (2013) ont regroupé les provinces du N-S, de la UGF et de la LGF en une seule grande province ichthyologique appelée Afrique de l'Ouest (O-A).

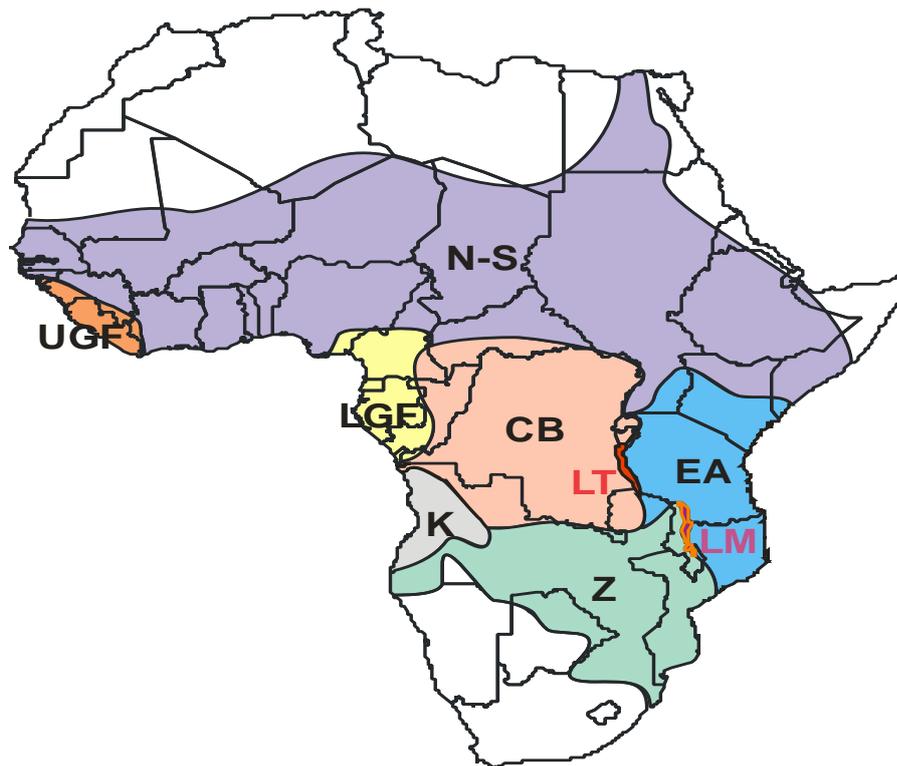


Figure 54 : provinces ichthyologiques africaines: Nilo-Soudan (N-S), Guinée Supérieure (UGF), Guinée Inférieure (LGF), Bassin du Congo (CB), Lac Tanganyika (LT), Lac Malawi (LM), Côte Est (EA), Quanza (K), Zambèze (Z) [Roberts (1975) modifié par Day et *al.* (2013)].

Bilong Bilong (1995) indique la présence des captures des eaux entre les bassins de la Sanaga, du Nyong et de la Boumba ; on peut citer comme exemples celle de la Téré, affluent du Nyong, celle du Dja supérieur (CB) entre le Nyong et la Sanaga (LGF), celle de la Mbila, affluent de la Doumé (CB) par le Bakoï qui est affluent du Nyong (LGF), celle de la Mintele entre le système de la Lobo et du Dja et la rivière Awout, affluent du Nyong (figure 55). Malgré ces captures, les faunes ichthyologiques des *Synodontis* entre la Sanaga (O-A), le Nyong (O-A) et la Boumba (CB) sont différentes (Day et *al.*, 2013). La distinction des trois groupes biogéographiques O-A, CB et EA indique que la paléogéographie des rivières a été importante dans l'évolution de ces poissons (Flower et Kennett, 1994; Zachos et *al.*, 2001).

Pour ces auteurs, la divergence de ces trois clades a précédé le miocène moyen et a eu lieu entre 15 et 17 millions d'années ; cet évènement aurait facilité une diversification ultérieure des *Synodontis*.

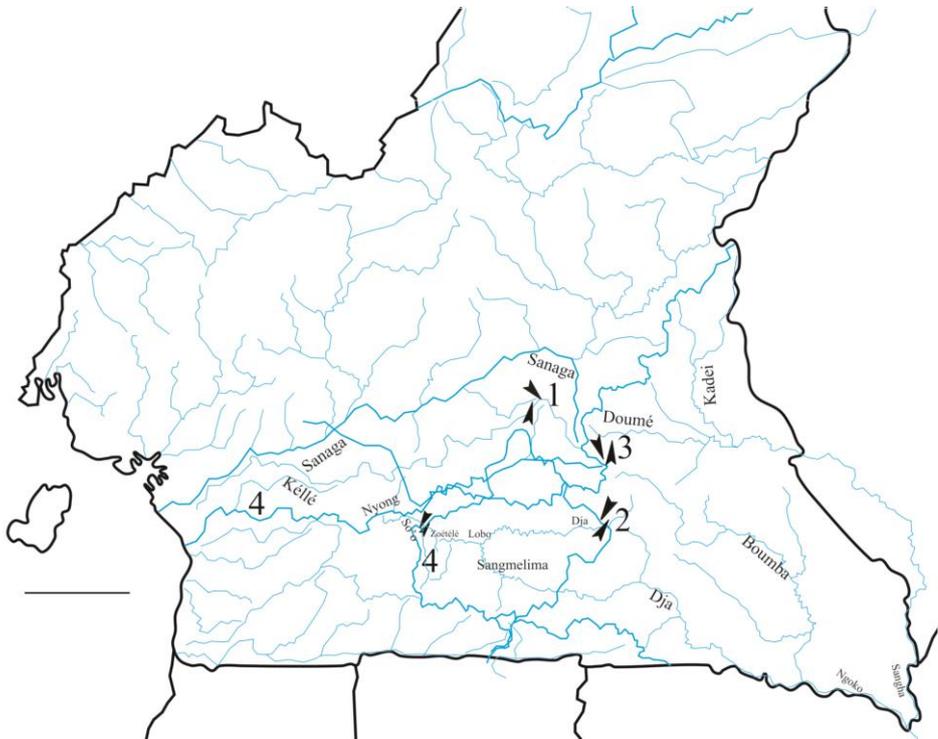


Figure 55 : capture des eaux entre les bassins: 1. Rivière Téré (Sanaga et Nyong), 2. Cours supérieur du Dja (Nyong et Congo), 3. Rivière Bakoï (Nyong et Congo), 4. Rivière Awout (Nyong et Congo) [Bilong Bilong, 1995]. Barre d'échelle = 100 KM.

Comme pour les espèces du genre *Synodontis*, nous constatons, dans le cadre de ce travail, une diversification des Monogènes du genre *Synodontella* qui peuvent, au Cameroun, être rangés en deux groupes. Le premier groupe est composé des espèces possédant une barre dorsale plus un moins droite et qui parasitent *Synodontis* spp. dans le bassin de la Sanaga (O-A) ; le deuxième groupe est celui des espèces possédant une barre transversale dorsale en forme de fer à cheval et qui infestent des poissons du genre *Synodontis* du bassin de la Boumba (CB) (figure 56). De notre point de vue, cette différence entre ces espèces de Monogènes pourrait résulter de l'isolement géographique des populations d'hôtes et de parasites du Bassin de la Sanaga et de celui de la Boumba. L'espèce parasite ancestrale hypothétique aurait pu élargir son aire de répartition ; par la suite, la population de l'hôte ancestral se serait fragmentée en plusieurs sous-populations plus ou moins larges et isolées. Cette fragmentation aurait été suivie d'une divergence à la fois des populations d'hôtes et des parasites, selon le mécanisme décrit par Brooks et McLennan (1991) et Huyse (2002), aboutissant à la formation des espèces allopatriques. Vue sous cet angle, notre interprétation

pose l'hypothèse de l'existence de deux ou plusieurs lignées génétiques au sein du genre *Synodontella* ; cette question sera mieux abordée dans la partie traitant les données moléculaires.

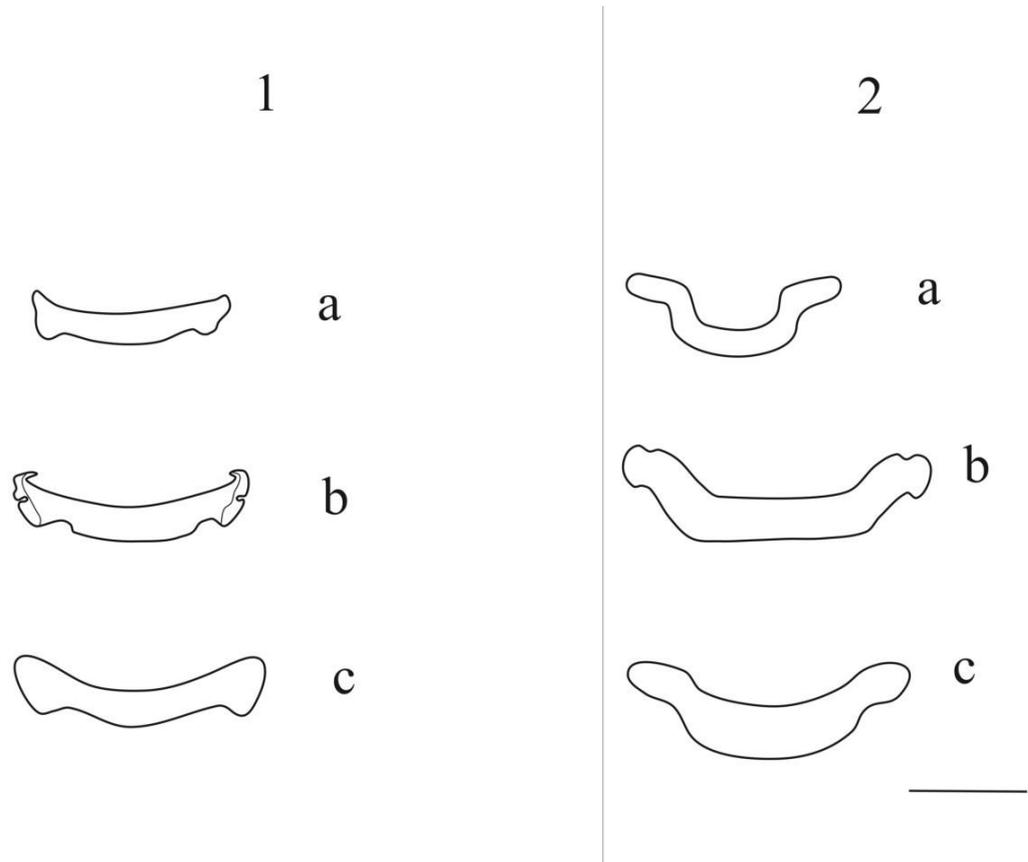


Figure 56 : comparaison morphologique des barres transversales dorsales des espèces de *Synodontella* de la Sanaga (1) à celles de la Boumba (2).

1.a, *Synodontella melalanoptera*; 1.b, *Synodontella apertupenis*; 1.c, *Synodontella sanagaensis*; 2.a, *Synodontella angustupenis* n. sp. ; 2.b, *Synodontella simplex* n. sp. ; 2.c, *Synodontella longipenis* n. sp.

Diagnose du genre *Synodontella*

Au cours de cette étude, nous avons observé des caractères non mentionnés dans la diagnose proposée par Dossou et Euzet (1993) ; il s'agit de la présence d'un pénis spiralé chez *Sy. spirocirrus* et d'une pièce accessoire munie d'un talon chez *Sy. simplex*. Nous amendons de ce fait cette diagnose comme suit.

Diagnose

Monogène Ancyrocephalidae. Trois paires d'organes céphaliques glandulaires. Ocelles présents ou non. Branches intestinales unies postérieurement. Hapteur armé de quatre crochets (hamuli) : (une paire dorsale, une paire ventrale) ; deux barres transversales

médianes (une dorsale et une ventrale) ; 14 crochetons (7 paires). Crochets (hamuli) ventraux articulés aux extrémités latérales de la barre transversale ventrale et caractérisés par un manche parcouru par une carène aboutissant à la limite « garde-lame ». Testicule médian postérieur. Canal déférent entourant la branche intestinale gauche. Présence d'une vésicule séminale et d'un réservoir prostatique globuleux. Pénis tubulaire simple ou spiralé. Pièce accessoire présente, munie ou non d'un talon. Ovaire médian pré-testiculaire. Vilellogènes latéraux. Ouverture vaginale latérale droite ; vagin musculaire non sclérifié. Réceptacle séminal présent. Parasites branchiaux de Mochokidae (Silurifonnes) africains.

Clé d'identification des espèces du genre *Synodontella* Dossou et Euzet, 1993

Le genre *Synodontella* Dossou et Euzet, 1993 comportait jusque là sept espèces valides ; les résultats de ce travail ont porté ce nombre d'espèces à quinze de. Bien que les descriptions de certaines espèces n'aient pas encore été publiées et que les holotypes et les paratypes n'aient pas encore été déposés dans un musée, nous proposons une clé d'identification des espèces du genre *Synodontella* comme suit.

- | | |
|--|------------------------------|
| 1. a- barre dorsale plus ou moins droite..... | 2 |
| 1. b- barre dorsale en forme de fer à cheval..... | 11 |
| 2. a- pénis en forme d'éventail..... | <i>Sy. zambezensis</i> |
| 2. b- pénis recourbé en arc de cercle..... | 3 |
| 3. a- pénis large avec ouverture distale large | 4 |
| 3. b- pénis fin avec ouverture distale moins large..... | 7 |
| 4. a- présence d'une encoche sur la barre dorsale..... | 5 |
| 4. b- absence d'une encoche sur la barre dorsale..... | <i>Sy. pseudoapertipenis</i> |
| 5. a- présence d'encoche sur la barre ventrale..... | <i>Sy. melanoptera</i> |
| 5. b- absence d'encoche sur la barre ventrale..... | 6 |
| 6. a- pièce accessoire longue | <i>Sy. nyongensis</i> |
| 6. b- pièce accessoire courte et arrondie..... | <i>Sy. apertipenis</i> |
| 7. a- première partie du pénis large, extrémité distale rétrécie en une longue
extension..... | <i>Sy. extensiocirrus</i> |
| 7. b- pénis entièrement en tube fin..... | 8 |
| 8. a- expansion médiane trapézoïdale..... | <i>Sy. arcopenis</i> |
| 8. b- expansion médiane arrondie | 9 |

9. a- présence des cavités aux extrémités de la barre dorsale.....	<i>Sy. davidi</i>
9. b- absence des cavités aux extrémités de la barre dorsale.....	10
10. a- pièce accessoire s'enroule autour de la base du pénis	<i>Sy. sanagaensis</i>
10. b- pièce accessoire droite	<i>Sy. synodontii</i>
11. a- pénis non recourbé en C.....	12
11. b- pénis recourbé en C.....	13
12. a- pénis simple, présence d'un talon.....	<i>Sy. simplex</i>
12. b- pénis spiralé.....	<i>Sy. spirocirrus</i>
13. a- présence d'une couronne sur la barre ventrale, pénis long	<i>Sy. longipenis</i>
13. b- absence d'une couronne sur la barre ventrale.....	14
14. a- pièce accessoire bifurquée.....	<i>Sy. angustupenis</i>
14. b- pièce accessoire en forme de clé à molette.....	<i>Sy. boumbaensis</i>

IV.2- Analyses des composantes principales

L'analyse morphométrique a montré que les différences qui existent entre les espèces parasites étudiées résident, pour la plupart, au niveau du haptéur et au niveau de l'organe copulateur mâle comme le pensent Pouyaud et *al.* (2006). Chez les parasites du genre *Synodontella* étudiés, l'analyse a montré que toutes les variables prises en compte au niveau du haptéur et de l'organe copulateur mâle n'ont pas une même valeur discriminative. Certaines comme la pièce accessoire ; la largeur, la longueur et la hauteur de l'expansion de la barre ventrale, ainsi que les longueurs a,b,d et e des crochets dorsaux contribuent plus à la discrimination de ces espèces de parasites.

IV.3- Analyse phylogénétique

L'identification des espèces de Monogènes est généralement basée sur la morphologie des pièces sclérifiées du haptéur et des organes reproducteurs (Gussev, 1985). La morphologie du haptéur est souvent utilisée dans la détermination des parasites jusqu'au niveau du genre, alors que celle des organes reproducteurs est plus adaptée à leur identification jusqu'au niveau spécifique, probablement en raison de son taux élevé de variations (Pouyaud *et al.*, 2006). Toutefois, l'identification des espèces de Monogènes par les seuls critères morphologiques peut s'avérer problématique comme c'est le cas entre *Synodontella melanoptera* et *Synodontella sanagaensis*. Les données moléculaires peuvent

alors permettre de résoudre les problèmes taxinomiques quand la morphologie a montré ses limites. Dans notre analyse, le statut de *Synodontella sanagaensis*, qui est morphologiquement proche de *Synodontella melanoptera*, a été confirmé par les données moléculaires. La distance génétique (calculée avec l'ADNr 28s) entre ces deux taxons est très faible, soit 0,005. Ce résultat était prévisible car les gènes ribosomiques étant plutôt conservés, leur évolution conduit à des faibles variations entre les espèces génétiquement proches (Hillis et Dixon, 1991 ; Nieto Feliner et Rosselló, 2007). Chez les Monogènes, les ITS (Internal Transcribed Spacer), contrairement à l'ADNr 28s, ressortent les différences mineures entre les espèces morphologiquement proches ; Ils sont donc utilisés dans l'identification des espèces cryptiques (Pouyaud *et al.*, 2006), et par conséquent ils sont mieux adaptés dans la description des espèces (Huysse et Malmberg, 2004 ; García-Vásquez *et al.*, 2011 ; Vanhove *et al.*, 2011 ; Zięta *et al.*, 2012 ; Řehulková *et al.*, 2013). Toutefois la présence d'autres taxons génériques dans les analyses et la disponibilité des séquences sur GenBank, sont les principales raisons du choix de ce marqueur génétique. La présente analyse indique aussi que lorsque qu'une étude morphologique est bien menée, l'étude moléculaire n'apporte que peu ou pas de contradiction au résultat obtenu par l'approche morphologique.

Les analyses morphologiques, morphométriques et moléculaires montrent ici que les espèces de *Synodontella* forment un groupe monophylétique, avec différents sous-groupes associés à des hôtes aux répartitions géographiques différentes ; cette observation résulte probablement de l'isolement des populations d'hôtes et de parasites dans différentes zones géographiques, isolement suivi d'un processus de spéciation allopatrique qui a abouti à la formation de nouvelles espèces (Huysse, 2002) partageant un ou plusieurs caractères communs ; c'est le cas de *Synodontella* spp. parasites de *Synodontis* spp. dans la Boumba, qui s'identifient par la forme en fer de cheval de leur barre transversale dorsale.

L'arbre phylogénétique obtenu dans ce travail présente un regroupement des espèces parasites des genres *Synodontella*, *Protoancylo-discoides* et *Schilbetrema*, et confirme leur monophylie.

IV.4- Spécificité parasitaire

Au cours de ce travail, nous avons prospecté quatre bassins versants à savoir les bassins du Nyong, de la Sanaga, de la Dibamba et le bassin de la Boumba. La distribution des différentes espèces parasites sur les espèces hôtes récoltées est présentée dans le tableau XX suivant.

Dans le bassin de la Sanaga, deux espèces d'hôtes ont été examinées : *Synodontis rebeli* et *Synodontis obesus* ; toutes les deux hébergeaient *Synodontella melanoptera* probablement parce qu'elles sont taxinomiquement proches (Day *et al.*, 2013) et vivant en sympatrie à l'échelle du bassin de la Sanaga. *Synodontella melanoptera* est mésosténoxène (Caira *et al.*, 2003) parce qu'il parasite deux espèces hôtes congénériques ; ce Monogène, connu de l'Ouémé au Bénin (Dossou et Euzet, 1993) et retrouvé dans les bassins de la Sanaga et de la Dibamba, a une large répartition géographique. La présence simultanée de *Synodontella melanoptera* dans les bassins de la Sanaga et de la Dibamba peut s'expliquer par la présence des zones inondables qui existeraient entre ces deux fleuves au niveau du lac Mboli et du lac Ossa, et qui permettent l'échange des faunes ichtyques en période de crues. *Synodontella sanagaensis*, *Synodontella apertipenis* et *Synodontella extensiocirrus* n'ont été retrouvés que sur les branchies de *Synodontis rebeli* ; ces trois espèces de Monogènes présentent une spécificité oïoxène (Euzet et Combes, 1980). Dans le Nyong, un seul individu de *S. steindaschneri* a été retrouvé au cours de nos investigations ; il hébergeait *Sy. pseudoapertipenis* et *Sy. nyongensis*. La spécificité de ces deux espèces parasites ne peut être discutée qu'après un examen d'autres espèces potentielles de *Synodontis* capturées dans ce bassin hydrographique.

Dans le bassin de la Boumba, *Synodontella angustupenis*, *Sy. boumbaensis* et *Sy. spirocirrus* n'ont été retrouvés que sur les branchies de *S. nummifer*, tout comme *Synodontella simplex* et *Sy. longipenis* n'ont parasité que *S. decorus* ; ces différentes espèces de Monogènes actuellement connues que de la Boumba sont oïoxènes.

Tableau XX : répartition des différentes espèces parasites sur les espèces hôtes récoltées

Bassins	Espèces hôtes	Espèces parasites										
		<i>Sy. mel</i>	<i>Sy. San</i>	<i>Sy. ape</i>	<i>Sy. ext</i>	<i>Sy. pse</i>	<i>Sy. nyo</i>	<i>Sy. ang</i>	<i>Sy. bou</i>	<i>Sy. spi</i>	<i>Sy. sim</i>	<i>Sy. lon</i>
Sanaga	<i>S. rebeli</i>	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
	<i>S. obesus</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dibamba	<i>S. rebeli</i>	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Nyong	<i>S. steindaschneri</i>	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-
Boumba	<i>S. nummifer</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-
	<i>S. decorus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+

+ = présence - = absence

Sy. mel = *Synodontella melanoptera* ; *Sy. san* = *Synodontella sanagaensis* ; *Sy. ape* = *Synodontella apertipenis* ; *Sy. ext* = *Synodontella extensiocirrus* ; *Sy. pse* = *Synodontella pseudoapertipenis* ; *Sy. nyo* = *Synodontella nyongensis* ; *Sy. ang* = *Synodontella angustupenis* ; *Sy. bou* = *Synodontella boumbaensis* ; *Sy. spi* = *Synodontella spirocirrus* ; *Sy. sim* = *Synodontella simplex* ; *Sy. lon* = *Synodontella longipenis*.

Synodontis rebeli, *Synodontis nummifer* et *Synodontis decorus* ont été parasités par plusieurs espèces de Monogènes du même genre ; des observations similaires de parasitisme par plusieurs espèces congénériques sont nombreuses au Cameroun. Par exemple, Dossou et Birgi (1984) ont signalé la présence de quatre espèces de *Cichlidogyrus* Paperna, 1960 sur les branchies de *Hemichromis fasciatus* Peters, 1857. Birgi (1987) a décrit huit espèces d'*Annulotrema* Paperna et Thurston, 1969 sur les branchies de *Brycinus nurse* (Rüppell, 1832). Bilong Bilong et al. (1994) ont révélé la présence simultanée de cinq espèces d'*Eutrianchoratus* Paperna, 1969 sur les branchies de *Parachanna obscura* (Günther, 1861). Nack et al. (2010) ont noté la présence de trois espèces de *Quadriacanthus* Paperna, 1961 sur les branchies de *Clarias camerunensis* Lönnberg, 1895. Bahanak et al. (2016) ont indiqué la présence de trois espèces de *Quadriacanthus* Paperna, 1961 sur les branchies de *Clarias submarginatus* Peter, 1882. Bassock Bayiha et al. (2017) ont décrit trois espèces de *Protoancylodiscoides* sur les branchies de *Chrysichthys nigrodigitatus* (Lacepède). Selon Lim (1990), la présence simultanée, sur un hôte, de plusieurs parasites du même genre suggère que la spéciation sympatrique est plus à l'œuvre que l'on ne l'imagine car le nombre de taxons parasites congénériques existant ne peut être uniquement attribué au seul processus de migration des hôtes. Toutefois, selon ce même auteur, l'augmentation du nombre d'espèces parasites due à une spéciation parapatrique plutôt qu'à une spéciation sympatrique devrait également être envisagée.

IV.5- Dynamique des populations des Monogènes branchiaux de *Synodontis rebeli*

IV.5.1- Distribution des différentes espèces parasites dans la population de *Synodontis rebeli*

L'étude des intensités des Monogènes branchiaux de *S. rebeli* a montré qu'ils ont une distribution agrégative. Pour Anderson et May (1978), ce mode de distribution constitue un paramètre clé de la dynamique des populations des hôtes et de leurs parasites ; ces auteurs pensent que ce modèle de distribution des parasites correspond à une situation où un faible nombre d'individus hôtes supporte l'essentiel des parasites ; c'est alors sur cette fraction d'hôtes qu'interviennent les mécanismes de régulation des populations de parasites tels que le recrutement des stades infestants, la morbidité et la mortalité des hôtes induite par le parasite ou encore les effets de l'immunité des hôtes. Paperna (1964) avait noté qu'en situation naturelle, les infestations massives sont rares et ne concernent que peu de poissons. En Finlande dans le lac Yli-Kitka, Valtonen et al. (1990) ont remarqué que 14 % des spécimens de *Gymnocephalus cernuus* (Linné, 1758) hébergeaient 60 % de la charge en *Dactylogyrus*

amphibothrium Diesing, 1858. Au Cameroun dans le Lac Municipal, dans l'étang piscicole de Melen et dans le lac d'Ozoum, Bilong Bilong (1995) a également trouvé une distribution agrégative de *Cichlidogyrus euzeti* Dossou et Birgi, 1984 ; *C. falcifer* Dossou et Birgi, 1984 ; *C. longicirrus* Paperna, 1965 , *Onchobdella aframae* Paperna, 1968 et *O. voltensis* Paperna, 1968 chez *Hemichromis fasciatus* Peters, 1852. Une observation similaire a été rapportée par Tombi et Bilong Bilong (2004) pour *Dactylogyrus bopeleti* Birgi et Lambert, 1987 ; *D. insolitus* Birgi et Lambert, 1987 et *D. simplex* Bychowsky, 1936 parasites de *Barbus martorelli* (Roman, 1971) capturé dans la rivière Foulou. Récemment, Nack et al. (2018) ont montré que les Monogènes *Protoancylodiscoides combesi* Bassock, Nack et Pariselle, 2016 et *P. auratum* Bassock, Nack et Pariselle, 2016 qui infestent les branchies de *Chrysichthys auratus* (Geoffroy Saint-Hilaire, 1808) dans le lac Ossa, sont distribués de manière agrégative ; ces résultats renforcent l'idée de Crofton (1971) que l'agrégation est une caractéristique pratiquement universelle des parasites. Selon El Madhi et Belghyti (2006), le mode de distribution agrégatif indique une hétérogénéité dans la colonisation des spécimens hôtes par les parasites, une hétérogénéité dans la susceptibilité des individus hôtes pour une infection donnée qu'elle soit écologique, génétique ou éthologique.

Au cours de ce travail mené en milieu naturel, les intensités parasitaires ont été très faible à faibles ($IM \leq 10$ et $10 < IM \leq 50$). La même observation a été faite : par Bilong Bilong (1995) dans le lac Municipal et dans ceux de Melen et d'Ozum, par Tombi et Bilong Bilong (2004) dans la rivière Foulou et par Nack et al. (2018) au lac Ossa proche de notre site d'étude. Pour Paperna (1982), les faibles intensités suggèrent une absence de la compétition entre les parasites à cause de leur petite taille par rapport à l'espace branchial d'un hôte colonisable. Tombi et Bilong Bilong (2004) ont avancé l'argument que les faibles intensités parasitaires résultent, en partie, de la vitesse du courant d'eau. Ergens (1983) évoquait déjà que les infections sont étroitement liées à la condition et à la densité des hôtes. Dans cet ordre d'idées, Silan et Maillard (1986) considèrent le courant d'eau des rivières et fleuves comme un facteur limitant le recrutement des stades larvaires et réduisant ainsi les intensités des Monogènes ; cette hypothèse nous paraît pertinente dans le cadre de ce travail car la Sanaga est un fleuve à courant d'eau fort (Dubreuil et al., 1975) et *S. rebeli* étudié est benthopélagique (Baensch et Riehl, 1991), très actif dans la nuit, il se cache entre les plantes aquatiques pendant la journée (Friel et Vigliotta, 2009).

Les espèces *Sy. melanoptera* et *Sy. sanagaensis* ont présenté des prévalences strictement supérieures à 50% ; ainsi, selon la classification de Valtonen et al. (1997), elles

sont dominantes et structurantes dans leur xénocommunauté, tandis que *S. extensiocirrus* avec une prévalence comprise entre 10% et 50% est globalement une espèce satellite. Toutefois, la variation du statut de ce Monogène en fonction des périodes de capture des hôtes pose un problème de sa réponse aux variations des conditions environnementales qui reste à préciser. Hanski (1982) avait argué que les espèces parasites principales (comme *Sy. melanoptera* et *Sy. sanagaensis* dans le cas présent) sont très souvent abondantes, largement distribuées entre les individus hôtes et ont une grande probabilité de produire des migrants. Par contre, les espèces satellites (c'est le cas de *Sy. extensiocirrus*) sont peu abondantes, ont une distribution restreinte et se dispersent moins bien.

IV.5.2- Variations saisonnières des indices épidémiologiques des *Synodontella* spp. en fonction des campagnes de pêche dans le cours inférieur de la Sanaga

L'étude de la variation saisonnière de *Synodontella* spp. en fonction des campagnes de pêche a révélé qu'elles étaient permanentes au cours de l'année chez leur espèce hôte. Les indices épidémiologiques ont toutefois varié entre les saisons sèches et la saison pluvieuse ; ainsi, dans le cours inférieur de la Sanaga, les intensités moyennes de *Synodontella* spp. ont augmenté de manière significatives en saison pluvieuse. Au Cameroun, un constat allant dans le même sens a été fait, par exemple par Bilong Bilong et Njiné (1998) à propos des Monogènes parasites de *Hemichromis fasciatus* ; ces auteurs ont argué que l'élévation de la température de l'eau, atteignant 25 °C à 26 °C en grande saison sèche est responsable de la mortalité des parasites adultes et, par conséquent, justifie les faibles charges parasitaires et limite le recrutement de leurs stades infestants en saison sèche. Dans le cours inférieur de la Sanaga, Nzieuleu Tchagnouo et al. (2012) a montré qu'en général la température décroît en saison de pluies (de septembre à novembre) et croît en saison sèche (de décembre à janvier) pouvant atteindre 30°C. La baisse des intensités moyennes des Monogènes parasites branchiaux de *S. rebeli* pourrait ainsi être causée par l'augmentation de la température de l'eau entre janvier et mars 2017 et en 2018, ce qui explique la différence d'intensités moyennes entre les saisons sèches de 2017 et de 2018 et la saison pluvieuse 2017 ; En saison des pluies, une dominance numérique de *Synodontella extensiocirrus* a été observée en novembre. Contrairement à *Sy. melanoptera* et *Sy. sanagaensis*, cette espèce supporte mieux les conditions physico-chimiques de l'eau à cette période de l'année et maintient son intensité moyenne élevée ; ce résultat, observé en milieu naturel, suscite une certaine crainte pour la domestication / élevage de *S. rebeli*. Dans les conditions de confinement, *Sy. extensiocirrus* pourrait facilement provoquer des explosions démographiques et des épizooties dans les

populations de *S. rebeli*, particulièrement pour des poissons hébergeant des infracommunautés plus grandes. De telles mortalités peuvent être renforcées par les infections secondaires favorisées par les lésions causées par les crochets de parasites et l'action spoliatrice de ces organismes (Bilong Bilong et Njiné, 1998).

IV.5.3- Variations des indices épidémiologiques en fonction du sexe de l'hôte

Au cours de cette étude, le parasitisme de *S. rebeli* par *Sy. melanoptera*, *Sy. sanagaensis* et *Sy. extensiocirrus* s'est révélé indépendant du sexe de l'individu hôte. En effet et selon Danadu (2014), les espèces de *Synodontis* vivent au fond des cours d'eaux, à proximité des rivages et des berges ; ces endroits qui leur offrent une sécurité alimentaire, les protègent de la prédation et leurs sont favorables à la reproduction. Nous pensons que par ce comportement, *Synodontis* spp. se répartissent indépendamment du sexe dans leurs biotopes et au point que les individus mâles et femelles ont le même risque d'infestation par les Monogènes. Dans la littérature consultée, l'unanimité n'est pas faite sur l'influence du sexe de l'hôte sur le parasitisme. Au Cameroun, par exemple, Bilong Bilong (1995) a soutenu que le comportement reproducteur de *Hemichromis fasciatus*, marqué par la sédentarité des individus des deux sexes en période de frai, justifie qu'ils soient infestés au même niveau. De même au Burkina-Faso, Bounboua et al. (2008) ont également montré que le parasitisme de *Oreochromis niloticus* dans le Lac Loumbila par *Cichlidogyrus tilapiae*, *C. thurstonae*, *C. rognoni* et *Scutogyrus longicornis* est indépendant du sexe de l'hôte. D'autres travaux rendent des conclusions contraires à la précédente ; c'est le cas de ceux de Silan (1984), Silan et Maillard (1990), Tombi et Bilong Bilong (2004) qui ont mis en évidence une influence du sexe de l'hôte sur le parasitisme par les Monogènes branchiaux de certains poissons hôtes.

IV.5.4- Variation du parasitisme en fonction de la longueur standard de l'hôte

Au cours de cette étude, il a été noté qu'en général le nombre de Monogènes augmente avec la taille de l'hôte. Dans la littérature, les études sur la relation entre parasitisme et taille de l'hôte rendent des conclusions variées. Par exemple, Paperna (1964) avait montré, dans le lac Galilée et les rivières de plaine côtière en Israël, que:

- l'abondance de *Dactylogyrus acanthobrama* Paperna, 1961 parasite d'*Acanthobrama terraesanctae* augmente avec la taille du poisson ;
- l'abondance de *Cichlidogyrus* spp. chez divers Cichlidae décroît avec l'âge de l'hôte pour les poissons qui, jeunes, vivent en eau peu profonde et migrent vers les eaux profondes quand ils deviennent âgés ;

- chez les Cichlidae et les Cyprinidae qui demeurent dans les eaux peu profondes, aucune variation significative n'est observable dans le parasitisme même quand ils vieillissent.

En 1979, dans les lacs George et Victoria, Paperna a rapporté un résultat contraire au précédent ; il a montré que les infestations de *Tilapia* spp. augmentent avec l'âge du poisson, les plus faibles étant celles des juvéniles qui vivent près de la terre ferme et les plus élevées celles des sub-adultes et adultes capturés près ou loin des côtes. Bien avant Paperna, d'autres auteurs tels que Paling (1968), Hanek (1973), Hughes et Morgan (1973), Fernando et Hanek (1976) ont argué que le degré d'infestation des branchies est probablement et directement lié au volume d'eau ventilatoire, donc au modèle de l'écoulement du courant d'eau à travers ces organes.

L'existence d'une corrélation positive et significative entre l'âge (donc en général la taille) du Cyprinidae d'eau douce *Abramis brama* (Linné, 1758) et le nombre de *Diplozoon paradoxum* (Nordmann, 1832) a également été mise en évidence par Anderson (1974). Pour cet auteur, ce résultat est étroitement lié à l'espace, micro-environnement ou chambre branchiale, disponible au parasite pour la fixation de ses stades infestants ; de plus, le volume d'eau transportant les oncomiracidiums à travers les filaments branchiaux intervient dans l'augmentation du parasitisme en fonction de la taille des poissons. Hughes et Morgan (1973) ont aussi évoqué l'accumulation, avec le temps, des parasites à cause d'une exposition continue des hôtes pour expliquer les charges élevées en Monogènes chez les poissons âgés.

Dans le modèle Bar-*Diplectanum*, Silan et Maillard (1986) ont également trouvé que l'âge est une variable explicative importante de la dynamique des populations des Monogènes concernés ; ainsi, pour *Diplectanum aequans* et *D. laubieri*, les poissons adultes sont davantage parasités. De l'avis de ces auteurs l'attraction des larves infestantes par les poissons a une origine biochimique ; la détection d'un hôte par un oncomiracidium est d'autant plus facile que celui-ci est grand. Cette attraction est effective dès le plus jeune âge de l'hôte bien que fortement réduite, les larves infestantes ne paraissant détecter les alevins qu'à très faible distance ; ces auteurs pensent aussi que les poissons les plus infestés, c'est-à-dire les adultes, offrent une surface branchiale plus grande.

Buchmann (1989) évoque également une corrélation positive entre la longueur totale d' *Anguilla anguilla* Linné, 1758 et l'intensité de *Pseudodactylogyru* sp ; il démontre que le jeune stade de l'anguille est susceptible à l'infestation et que d'autres facteurs peuvent

entraîner l'augmentation du niveau d'infestation chez les poissons âgés. Ainsi, pour expliquer ce résultat, Buchmann (1989) avance que :

- les grands hôtes offrent de plus grandes surfaces de colonisation aux larves de parasites ; cet argument est suivi par Guégan et Hugué (1994), Cable *et al.* (2002) et Morand *et al.* (2002) ;

- le volume d'eau qui passe au travers des branchies des anguilles âgées accroît la probabilité des larves de parasites à se fixer aux branchies, et il en résulte un niveau élevé d'infestation ; cette hypothèse est aussi celle de Gutiérrez et Martorelli (1999), Simkova *et al.* (2006).

Au Cameroun, Tombi et Bilong Bilong (2004) ont montré que les abondances et les intensités des *Dactylogyrus* spp., d'une larve de Polystomatidae et d'une espèce de Gyrodactylidae augmentent avec la taille de *Barbus martorelli* (Cyprinidae) ; ils ont expliqué ce résultat en disant, comme Buchmann (1989), que les grands hôtes offrent de plus grandes surfaces de colonisation aux larves de parasites.

Contrairement aux observations précédentes, de nombreuses études ont montré que soit le parasitisme évolue en sens inverse de la taille (ou l'âge) de l'hôte, soit il ne présente aucune corrélation ; c'est le cas, dans le lac Fort Smith en Arkansas, de tous les Monogènes de *Ictalurus punctatus* (Rafinesque), *Micropterus salmoides* (Lacepede), *M. punctulatus* (Rafinesque), *Lepomis gulosus* (Cuvier), *L. macrochirus* Rafinesque, *Pomoxis nigromaculatus* (Lesueur), *P. annulons* (Rafinesque), exception faite d'une part de *Urocleidus dispar* (Mueller, 1936), *U. ferox* Mueller, 1934 parasites de *Eupomotus gibbosus* et, d'autre part, de *U. furcatus* (Mueller, 1937) parasite de *Micropterus punctulatus* (Rafinesque) dont l'abondance augmente avec l'âge de l'hôte (Cloutman et Becker, 1974). Les travaux de Rawson (1976) ont aussi abouti à la conclusion que l'augmentation de la taille des spécimens de *Mugil cephalus* L. est associée à la réduction de l'intensité d'*Ancyrocephalus vanbenedenii* (Parona et Perugia, 1890) et de *Polyclithrum mugilini* Rogers, 1967. En Caroline du Nord, Cloutman (1978) a noté un déclin de l'intensité de l'infestation des vieux individus (4 ans) d'*Ictalurus platycephalus* (Girard) (Pisces) par *Cleidodiscus pricei* Muller (Monogenea) ; l'auteur a alors pensé qu'une immunité apparaît chez les poissons âgés. Au Nigeria, Shotter (1980) a trouvé que pendant la saison sèche, quand les eaux sont basses, les spécimens de *Clarias anguillaris* (L.) de longueur inférieure à 30 cm étaient plus infestés par *Macrogyrodactylus clarii* (Gussev, 1961) que les individus plus longs. Parmi les facteurs explicatifs de ce phénomène, l'auteur a invoqué l'immunité des grands hôtes. Paperna (1979)

a noté des disparitions périodiques de *Cichlidogyrus* spp. chez les poissons maintenus pendant longtemps en aquarium ; ces parasites disparaissaient chez certains individus hôtes pendant qu'ils persistaient chez d'autres. A cet effet, Paperna (1979) a estimé que la taille d'une population de Monogènes est régulée à travers le mécanisme de *self cure* déclenché par l'accroissement de la population parasitaire sur les branchies.

Dans le cas de la présente étude, l'augmentation des intensités parasitaires en fonction de la taille est liée au fait qu'en grandissant, le poisson offre une surface corporelle et branchiale plus grande potentiellement colonisable par les parasites (Silan et *al.*, 1987 ; Bilong Bilong, 1995). L'immunité qui apparaît avec l'augmentation de la taille ou de l'âge des poissons n'est pas à négliger comme l'avance Cloutman (1978). Enfin, nous pensons que l'accumulation des parasites avec le temps du fait d'une exposition continue des hôtes à l'infestation (Hughes et Morgan, 1973) joue également un rôle dans l'augmentation des intensités parasitaires chez les poissons plus grands ou alors plus âgés.

IV.5.5- Variation du parasitisme en fonction du côté de l'hôte

Aucune différence du parasitisme par *Synodontella* spp. n'a été observée entre les côtés gauche et droit de *Synodontis rebeli* ; des résultats similaires ont été rapportés par de Roubal (1981), Euzet et Sanfilipo (1983), Silan (1984), Buchmann (1993), Gutiérrez et Martorelli, (1994), Dzika (1999). En milieu intertropical, précisément au Cameroun, Bilong Bilong (1995), Tombi (2005) et Nack et *al.* (2010) ont également montré un parasitisme similaire entre les branchies gauches et droites, respectivement chez *Hemichromis fasciatus* (Cichlidae), *Barbus martorelli* (Cyprinidae) et *Clarias camerunensis* Lönnberg, 1895 (Clariidae). Bilong Bilong (1995) a expliqué ce résultat par la morphologie des Bothidés qui ont un corps plat et dissymétrique (Dessoutier, 1992). En effet, en 1993, Rohde a rapporté que la préférence des Monogènes pour un côté de l'hôte apparaît probable pour les espèces parasites possédant une asymétrie naturelle. Vu sous cet angle nous épousons l'idée de Bilong Bilong (op-cit) et pensons que la symétrie bilatérale de *S. rebeli* et celle de ses Monogènes justifient une exploitation similaire des deux côtés du poisson.

IV.5.6- Variation des charges moyennes parasitaires en fonction des types de parasitisme

Au cours de ce travail, il a été noté que les charges parasitaires augmentaient de manière significative avec la richesse spécifique en Monogènes ; une observation similaire a été faite par Bilong Bilong (1995) chez *Hemichromis fasciatus*. Selon Koskivaara et Valtonen

(1991), quel que soit le type de parasitisme, les espèces dominantes sont toujours mieux représentées en intensité. De plus, pour reprendre Hanski (1982), les abondances et les distributions très souvent larges des espèces principales leurs confèrent une grande faculté de produire des migrants. L'espèce *Sy. extensiocirrus* n'a pas été retrouvée seule sur un individu hôte ; cela a été le cas, au Cameroun pour *Myxobolus njinei*, parasite de *H. fasciatus* (Bilong Bilong, 1995). Pour Cloutman et Becker (1974), la présence d'une espèce parasite peut être avantageuse pour une autre, permettant ainsi l'établissement du polyparasitisme. L'affaiblissement de la réponse immunitaire de l'hôte par les premières espèces parasites à s'installer favoriserait sa colonisation par d'autres espèces parasites qui s'installent secondairement (Koskivaara et Valtonen, 1991) ; *Sy. extensiocirrus* aurait donc besoin d'une favorisation.

V.5.7- Impact potentiel des Monogènes parasites sur la santé de *Synodontis rebeli* dans le cours inférieur de la Sanaga

Le coefficient de condition (K) a été toujours supérieur à deux, ce qui indique que *S. rebeli* aurait une bonne condition physiologique (Barnham et Baxter, 1998). Néanmoins, les valeurs de K ont notamment chuté en novembre 2017, période précédant la ponte chez les poissons ; ces observations sont similaires à celles de Martins-Juras (1980). Lizama et Ambrosio (2002) considèrent que la baisse du coefficient de condition correspond à une intense activité métabolique qui affaiblit le poisson. Braga et Gennari (1990) indiquent que le facteur de condition qui augmente avec l'accumulation des graisses, baisse graduellement pendant la reproduction/ponte, période au cours de laquelle les poissons se nourrissent peu mais utilisent leurs ressources en graisses. Au Lac Victoria, l'augmentation du coefficient de condition de *Rastrineobola argentea* Pellegrin, 1904 a été attribuée au développement des gonades et à sa baisse à la période de reproduction (Manyala et al., 1995). Toutefois, dans le cas de *Tilapia zilli* (Gervais), le poisson demeure en bonne condition pendant et après la ponte (Dadzié et Wangila, 1980) à cause de la non limitation de la nourriture dans leur biotope.

Les valeurs de l'I.G.S qui ont chuté en mars 2017 et en novembre 2017 sont la preuve que les poissons pondent au moins deux fois l'an et précisément au cours de ces deux périodes de l'année. Unlu et Balci (1993) ont ainsi rapporté, dans le Savour, que l'I.G.S des femelles de *Leuciscus cephalus* baisse lors des pontes ; en effet, il est connu que ces dernières interviennent lorsque chutent les valeurs de l'I.G.S, notamment en saison de pluies (Nack, 2007) comme cela l'a été dans la présente étude. Dans ce travail, l'intensité parasitaire a augmenté au mois de septembre ; elle a été suivie d'une baisse des valeurs de l'I.G.S.

Toutefois, nous n'avons pas trouvé une quelconque relation entre le parasitisme de *S. rebeli* par *Synodontella* spp. et les valeurs de l'I.G.S des poissons hôtes.

Bien qu'aucune différence significative de masse n'ait été observée entre les poissons moins parasités (portant au plus 8 spécimens parasites) et les poissons plus parasités (portant plus de 8 Monogènes), il a toutefois été remarqué que la masse de ce deuxième groupe d'hôtes croît moins vite que dans le premier groupe, surtout à partir de $LS = 19$ cm. Rhode (1993), Combes (1995) et Bilong Bilong et Njiné (1998) ont aussi montré que non seulement les parasites peuvent réguler la taille des populations de leurs hôtes en provoquant des fortes mortalités, ils peuvent aussi réduire le poids, la fécondité de ces derniers. Dans le cours inférieur de la Sanaga, donc en milieu naturel, le parasitisme de *S. rebeli* est en général apparu très faible ou faible. Toutefois, en situation d'élevage où le recrutement des stades infestants est favorable, on peut aboutir à des charges parasitaires très élevées, surtout avec les espèces changeant de statut comme *S. extensiocirrus*. Dans une telle situation, on peut craindre des pathologies populationnelles graves, affectant probablement la masse des individus hôtes, et fortement influencées par la prévalence, l'abondance et la distribution des parasites (Combes, 1990).

CONCLUSION

Cette étude a porté sur la diversité, la phylogénie et l'écologie des Monogènes parasites branchiaux de cinq (5) espèces de poissons du genre *Synodontis* dans quelques bassins hydrographiques du Cameroun.

Pour le volet taxinomique, 10 nouvelles espèces ont été décrites et une redécrite. Le nombre d'espèces de *Synodontella* est passé de 5 à 15. La diversité des poissons du genre *Synodontis* étant de 119 espèces, l'ampleur des travaux de systématique des espèces du genre *Synodontella* inféodées à ce taxon hôte reste donc colossale. Les analyses morphométriques menées sur *Synodontella* spp. révèlent que leurs différences morphométriques portent surtout sur la longueur des crochets dorsaux et ventraux, des pièces accessoires et sur celle des barres transversales ventrales. De toutes les espèces de parasites étudiées, seule *Synodontella melanoptera* a présenté une spécificité étroite dite sténoxène ; les autres espèces de Monogènes étaient oïoxènes dans les bassins hydrographiques prospectés. Les différences morphologiques observées au niveau des barres transversales dorsales entre les espèces parasites du bassin de la Sanaga et ceux du bassin de la Boumba sont évocatrices de l'existence, au sein du genre *Synodontella*, de groupes phylogénétiques distincts.

L'approche moléculaire permet, grâce aux méthodes de reconstruction phylogénétiques (MV/PM/NJ/), de confirmer l'appartenance des Monogènes des trois familles de Siluriformes (Mochokidae, Schilbeidae et Claroteidae) du Cameroun à un groupe monophylétique ; l'identification des synapomorphies entre les genres *Synodontella*, *Protoancylodiscoides*, *Schilbetrema* prouve aussi leur descendance d'un même ancêtre. Nous déplorons le fait de n'avoir pas pu obtenir des données moléculaires sur les Monogènes du genre *Bagrobdeella* ; cet écueil ne nous permet pas d'avoir une idée précise des relations phylétiques existant entre ce groupe et les autres genres parasites de Siluriformes étudiés. La différence entre les sous-groupes observés au sein des *Synodontella* suggère qu'un isolement des populations d'hôtes et de parasites dans différentes zones géographiques, suivi d'un long processus de spéciation allopatrique, a abouti à la formation de nouvelles espèces de parasites, plus proches les unes des autres lorsqu'elles partagent une même aire géographique. L'utilisation des données moléculaires confirme la validité de *Synodontella melanoptera* et *Synodontella sanagaensis* dont la faible distance génétique est due au caractère conservateur du marqueur génétique utilisé (ADNr 28s).

L'étude de la dynamique de populations des parasites de *Synodontis rebeli*, poisson aux potentialités piscicoles avérées, très consommé et apprécié dans la localité d'Edéa, révèle leur distribution agrégative. Les intensités moyennes de *Synodontella* spp. dans le site

prospecté sont faibles ou très faibles ; le principal facteur limitant le recrutement de stades infestants est le courant d'eau rapide du fleuve Sanaga. Des trois taxons inventoriés sur les branchies de *S. rebeli*, *Sy. melanoptera* et *Sy. sanagaensis* sont des espèces dominantes alors que *S. extensiocirrus* est une espèce satellite qui change de statut au cours du temps.

L'étude des variations saisonnières indique que les intensités moyennes des différentes espèces parasites augmentent significativement en saison pluvieuse ; leur baisse en saison sèche est étroitement liée à l'augmentation de la température de l'eau qui provoque une mortalité des parasites. Le parasitisme de *Synodontis rebeli* ne dépend pas du sexe de l'hôte mais il augmente, en général, avec la taille du poisson ; l'accumulation des parasites suite à des expositions continues des grands hôtes aux stades infestants explique cette tendance.

La symétrie bilatérale des hôtes et des parasites permet que les deux côtés branchiaux (gauche et droit) des poissons soient pareillement infestés.

En milieu naturel, aucun impact des Monogènes n'est observé sur la santé de *S. rebeli* ; toutefois, en milieu confiné, on peut craindre des explosions démographiques, surtout en saison pluvieuse et par *Sy. extensiocirrus*. Aucune relation évidente n'est noté entre l'IGS, le coefficient de condition K et le parasitisme.

Recommandations

Pour une éventuelle mise en culture, le choix du matériel biologique par le pisciculteur est déterminant ; ce dernier devrait choisir des espèces de poissons peu parasités dans la nature. Dans le cas de la domestication de *S. rebeli*, nous recommandons de le capturer en saison sèche, entre décembre et mars lorsque les poissons sont moins parasités et les femelles gravides.

Perspectives

Nous envisageons, dans nos travaux ultérieurs, de faire un inventaire des Monogènes parasites branchiaux de *Synodontis* spp. dans les bassins qui n'ont pas été explorés, d'établir les liens phylétiques entre les parasites retrouvés et ceux des autres Siluriformes au Cameroun, enfin d'étudier le parasitisme par ces Monogènes en situation d'élevage.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Allan J.D, Abell R., Hogan Z., Revenga C., Taylor B.W., Welcomme R.L. & Winemiller K., 2005.** Overfishing of inland water. *Biosciences*, 55: 1041-1051.
- Amou'ou Jam J.P., Melingui A., Mounkam J., Tchepannou A., 1985.** *Géographie, le Cameroun*. Collection Flash. Editions Clé (Armand Colin), Yaoundé, 128p.
- Anderson R.M., 1974.** An analysis of the influence of host morphometric features on the population dynamics of *Diplozoon paradoxum* (Normann, 1832). In: *Ecological stability* (Usher M.B. & Williamson M.H. eds.). Chapman & Hall, London, 873-887.
- Anderson R.M. & May, R.M., 1978.** Regulation and stability of host-parasite population interactions. I. Regulatory processes. *Journal of Animal Ecology*, 47: 219-247.
- Anonyme 2009.** Plan d'action national de gestion intégrée des ressources en eau (Pangire) état des lieux du secteur eau et environnement, MINEE, Cameroun, Yaoundé, 235p.
- Baccini A., 2010.** *Statistique Descriptive Multidimensionnelle (pour les nuls)*, Institut de Mathématiques de Toulouse UMR CNRS 5219. 33p.
- Baensch H.A & Riehl R., 1991.** *Aquarien atlas*. Bd. 3. Melle: Mergus, Verlag für Natur-und Heimtierkunde, Germany, 1104 p.
- Baer .L.G. & Euzet L., 1961.** Classe des Monogènes. In. *Traité de Zoologie*, Masson édit, 4(1) : 243-325.
- Bagenal T.B. & Tesch F.W., 1978.** Age and growth. In: Bagenal (ed.), *Methods for assessment of fish production in fresh waters* (3rd edn). Oxford: Blackwell Scientific, pp 101–136.
- Bahanak DND., Nack J., Pariselle A. & Bilong Bilong C.F., 2016.** Description of three new species of Quadriacanthus (Monogenea: Ancyrocephalidae) gill parasites of *Clarias submarginatus* (Siluriformes: Clariidae) from Lake Ossa (Littoral region, Cameroon). *Zoologia*, 33(4) : e20160044.
- Barbault R., 2003.** *Écologie générale, structure et fonctionnement de la biosphère*. Dunod, Paris, 326 P.
- Barel C.D.N., Van Oijen M.J.P., Witte F. & Witte-Maas E.L., 1977.** An introduction to the taxonomy and morphology of the Haplochromine Cichlidae from Lake Victoria. *Netherlands Journal of Zoology*, 27: 333–389.

- Barnham C. & Baxter A., 1998.** Condition factor, K, for salmonid fish. *Fisheries Notes* 5: 1-3.
- Bassock Bayiha E.D., Nack J., Bitja Nyom A. R., Pariselle A. & Bilong Bilong, C. F. 2017.** Description of three new species of *Protoancylo-discoides* (Monogenea, ancyrocephalidae) gill parasites from *Chrysichthys nigrodigitatus* and *Chrysichthys longidorsalis* (Siluriformes, Claroteidae) in the Sanaga River (Cameron). *Vie et Milieu*, 67: 65-73.
- Batra V., 1984.** Prevalence of helminth parasites in three species of Cichlids from a man-made lake in Zambia. *Journal of Linnaeus Society*, 82: 319-333.
- Béné C., Steel E., Kambala L. B., Gordon A., 2008.** Fish as the “bank in the water”– Evidence from chronic-poor communities in Congo. doi:10.1016/Journal homepage:www.elsevier.com/locate/foodpol, 11p.
- Bilong Bilong C.F., 1995.** Les Monogènes parasites des poissons d’eau douce du Cameroun biodiversité et spécificité ; biologie des populations inféodées *Hemichromis fasciatus*. Thèse de Doctorat d’Etat ès sciences. *Université de Yaoundé I*. 341 p.
- Bilong Bilong C.F., 1998.** *Enterogyrus malmbergi* n. sp. (Monogenea - Ancyrocephalidae) parasite de l'estomac du Cichlidae *Tilapia nilotica* Linné, 1757 au Sud-Cameroun. *Annales de la Faculté des Sciences de Yaoundé, Biologie-Biochimie*, 5 : 51-58
- Bilong Bilong C.F., Euzet, L. & Birgi, E., 1994.** Deux nouveaux *Eutrianchoratus* Paperna, 1969 (Monogenea, Ancyrocephalidae), parasites branchiaux de *Parachanna obscura* (Günther, 1861) (Teleostei, Channidae), au Cameroun. *Parasite*, 1: 357-362.
- Bilong Bilong C.F., Nack, J. & Euzet, L., 2007.** Monogènes de *Clarias* (Siluriformes, Clariidae) au Cameroun : II. Description de trois nouvelles espèces du genre *Birgiellus* n. gen. (Dactylogyridea, Ancyrocephalidae) dans le bassin du Nyong. *Parasite*, 14: 121-130.
- Bilong Bilong C.F. & Njiné T., 1998.** Dynamique de populations de trois Monogènes parasites d’*Hemichromis fasciatus* (Peters) dans le lac Municipal de Yaoundé et intérêt possible en pisciculture intensive. *Sciences Naturelles et Vie*, 34 (2) : 295-303.

- Bilong Bilong C.F., Tombi, J. Nack J. & Fomena, A., 1998.** Les parasites peuvent-ils être une cause de réduction de la biodiversité des poissons ? *Biosciences Proceeding*, **5** : 113-119.
- Birgi E., 1987.** Monogènes parasites de poissons d'eau douce au Tchad et du Sud-Cameroun. Taxinomie et essai de biogéographie comparée. Thèse de Doctorat d'Etat. *Université de Montpellier II*, 196 p.
- Bitja Nyom A.R., 2012.** Taxonomie, phylogénie et biogéographie des Cichlidae (Teleostei, Peciformes) du Cameroun au Sud du 8^{ème} parallèle Nord. Thèse. *Université de Yaoundé I, Ydé*. 284p.
- Blahoua K. G., 2013.** Diversité biologique et dynamique des populations de monogènes parasites branchiaux des poissons d'eaux douces : cas des monogènes des Cichlidae, Hepsetidae, Mormyridae et des Mochokidae du lac de barrage d'Ayamé et de la rivière Lobo (côte d'ivoire). Thèse doctorat de l'université Félix Houphouët- Boigni. 291 p.
- Boulenger G.A., 1905.** The distribution of African freshwater fishes. *Report of the Meeting of the British association for the Advancement of Science*, **75**: 412-432.
- Boulenger G. A., 1911** - Catalogue of the fresh-water fishes of Africa in the British Museum (Natural History). Volume II. London, Trustees : 391-492.
- Boungou M., Kabré G.B., Marques A. & Sawadogo L., 2008.** Dynamics of population of five parasitic Monogeneans of *Oreochromis niloticus* Linné, 1757 in the dam of Loumbila and possible interest in intensive pisciculture. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 11 (10): 1317-1323.
- Braga F. M. Dos S. & Filho G., 1990.** Contribucao para o conhecimento da repucao de *Moenkhausia intermedia* (Characidae, Tetragonopterinae), na represa de Barra Bonia, rio Piracaba, Sao Paulo. *Naturalia*, 15: 171-188.
- Brooks D.R. & McLennan D.A., 1991.** Cospeciation. In: *Philogeny, Ecology and Behavior*, the University of Chicago, Chicago, pp. 205-275.
- Buchmann K., 1989.** Relationship between host-size of *Anguilla anguilla* and infection level of the Monogeneans *Pseudodactylogyrus spp.* *Journal of Fish Biology*, 35: 599-601.

- Buchmann K., 1993.** Epidémiologie et contrôle des infections à *Pseudodactylogyryrus* dans les élevages intensifs d'Anguilles : Données actuelles. *Bulletin Français de Pêche et de Pisciculture*, 328 : 66-73.
- Bush A.O., Lafferty K.D., Lotz J.M. & Shostak A.W., 1997.** Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.*, revisited. *Journal of Parasitology*, 89: 575–583.
- Cable J., Tinsley R.C. & Harris P.D., 2002.** Survival and embryo development of *Gyrodactylus gasterostei* (Monogenea : Gyrodactylidae). *Parasitology*, 124 (1): 53-68.
- Caira J.N., Jensen K., Holsinger K.E., 2003.** On a new index of host specificity. In Combes C, Jourdane J Eds, *Taxonomy, Ecology and Evolution of Metazoan Parasites*. (Livre hommage à Louis Euzet). Tome I. PUP, Perpignan : 161-201.
- Cloutman D.G., 1978.** Abundance of *Cleidodiscus pricei* Mueller (Girard), in Lake Norman, North Carolina. *Journal of Parasitology*, 64 (1): 170-172.
- Cloutman D.G. & Becker D.A., 1974.** Limnological, ichthyological and parasitological investigations on Arkansas reservoirs in relation to water quality. Projet N. A-013-Akr, Agreement N° 14-00013804. *Arkansas Water Resources Research Center*: 272 p.
- Combes C., 1980.** Les mécanismes de recrutement chez les métazoaires parasites et leur interprétation en termes de stratégies démographiques. *Vie et Milieu*, 30 : 55-63.
- Combes C., 1989.** *ABC de Parasitologie Probabiliste et Statistique*. CNRS : 92 p.
- Combes C., 1990.** Rencontre, identification, installation dans le cycle des métazoaires parasites. *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 115: 99–105.
- Combes C., 1995.** *Interactions durables. Écologie et évolution du parasitisme*. Collection Ecologie 26. Masson ed. Paris : 524 p.
- Cornillon P-A. & Matzner-Løber E., 2010.** Régression avec R. *Springer* : 242 P.
- Crofton H.D., 1971.** A model of host-parasite relationship. *Parasitology*, 63: 791-833.
- Dadzie S. & Wangila B.C.C., 1980.** Reproductive biology, length-weight relationship and relative condition of pond raised *Tilapia zilli* (Gervais). *Journal of Fisheries*, 17: 243-253.

- Danadu M.C., 2014.** Problématique de *Synodontis* Cuvier, 1816 (Siluriformes, Mochokidae) dans le bassin du fleuve Congo: systématique et écologie (R.D.C.). Thèse. *Université de Kisangani* : 230 P.
- Darlu P. & Tassy, P., 1993.** *La Reconstruction phylogénétique. Concepts et méthodes.* Masson, Paris : 244p.
- Day J.J., Peart C.R., Brown K.J., Friel J.P., Bills R. & Moritz T., 2013.** Continental Diversification of an African Catfish Radiation (Mochokidae: *Synodontis*). *Systematic Biology* 62(3): 351-365.
- Desclaux C., 2003.** *Interactions hôtes-parasites : diversité, mécanismes d'infestation et impact des trématodes digènes sur les coques Cerastoderma edule (mollusque bivalve) en milieu lagunaire macrotidal.* PhD thesis, *University Bordeaux I* : 253 p.
- Desoutier M., 1992.** Bothidae. In, *Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest.* Tome 2 (Leveque. C. : Paugy. D.: Teugels: G. G. Eds.) *Faune Tropicale*, 28 : 858- 859.
- Dossou C., 1985.** Monogènes de poissons d'eau douce au Bénin (Ouest-africain). Thèse de Doctorat d'État. *Université Montpellier II* : 121 p.
- Dossou C. & Birgi, E., 1984.** Monogènes parasites d'*Hemichromis fasciatus* Peters, 1857 (Teleostei, Cichlidae). *Annales des Sciences Naturelles, Zoologie*, Paris, 6 : 101-109.
- Dossou C. & Euzet L., 1993.** *Synodontella* n. g. (Monogenea, Ancyrocephalidae) parasites de Mochokidae africains du genre *Synodontis* Cuvier, 1817. *Journal of African Zoology*, 107 : 175-185.
- Douellou L. & Chishawa, A. M. M., 1995.** Monogeneans of three Siluriform fish species in Lake Kariba, Zimbabwe. *Journal of African Zoology*, 109: 99-115.
- Dubreuil P., Gyuscafre J., Nouvelot J.-F., Olivry J.-C., 1975.** *Le bassin de la rivière Sanaga in Monographies hydrologiques ORSTOM, ORSTOM*, 3: 431 P.
- 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 Madhi Y. & Belghyti D., 2006.** Distribution de deux Monogènes dans les individus hôtes de *Trachinotus ovatus* de la côte de Mehdiya. *Biologie et Santé*, 6 (2): 65-76.
- Ergens R., 1983.** A survey of the results of studies on *Gyrodactylus katharineri* Malmberg, 1964 (Gyrodactylidae: Monogenea). *Folia Parasitology*, 30: 319-327.
- Eschmeyer W. N., 2012.** Catalog of Fishes electronic version (18 mai 2012).<http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>.
- Euzet L. & Combes C., 1980.** Les problèmes de l'espèce chez les animaux parasites. In "*Les Problèmes de l'Espèce dans le Règne Animal*". *Mémoire de la Société Zoologique de France*, 40: 239-285.
- Euzet L. & Pariselle A., 1996.** Le parasitisme des poissons Siluroidei : un danger pour l'aquaculture? In: *The biology and culture of catfishes*. M. Legendre, J.-P. Proteau eds. *Aquaculture Living Resources*, Vol. 9, Hors-série: 145-151
- Euzet L. & Sanfilippo D., 1983.** *Ligophorus parvicirrus n. sp.* (Monogenea. Ancyrocephalidae) parasite de *Uza ramada* (Risso. 1826) (Teleostei, Mugilidae). *Annales de Parasitologie Humaine Comparée*, 58 (4) : 325-335.
- FAO, 2014.** La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture Possibilités et défis. Rome 2014 : 227 p.
- FAO, 2018.** La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture. Rome 2018: 254 p.
- Felsenstein J., 1985.** Confidence limits on pylogenies: an approach using the bootstrap. *Evolution*, 39: 783-791.
- Fermon Y., Friel J., Ng H.H. & De Weirtd D., 2007.** Mochokidae. Pp 698-752 in: Stiassny, M. L. J., Teugels, G. G. et Hopkings, C. D. (eds). *Poissons d'eaux douces et saumâtres de basse Guinée, ouest de l'Afrique centrale*. Vol.1, MNHN, Paris, MRAC, Tervuren et IRD, Paris, collection Faune et Flore tropicales 42 : 800p.
- Fernando C.H. & Hanek C. 1976.** Gills. In : *Ecological aspects of parasitology*. KennedyC.R. (ed): 209-226.

- Ferraris C.J. & de Pinna M. C.C., 1999.** Higher-level Names for Catfishes (Actinopterygii: Ostariophysii: Siluriformes). *Proceedings of the California Academy of Sciences*, Vol. 51, N°1:1-17.
- Flower B.P. & Kennett J.P. 1994.** The middle Miocene climatic transition-East Antarctic ice-sheet development, deep-ocean circulation and global carbon cycling. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 108:537–555.
- Friel, J.P., & Vigliotta, T.R., 2009.** Mochokidae Jordan, 1923. African Squeaker and Suckermouth Catfishes. Version Mars 2009. <http://toweb.org/Mochokidae>.
- García-Vásquez A, Hansen H, Christison K.W, Bron J.E & Shinn A.P., 2011.** Description of three new species of *Gyrodactylus* von Nordmann, 1832 (Monogenea) parasitizing *Oreochromis niloticus niloticus* (L.) and *O. mossambicus* (Peters) (Cichlidae). *Acta Parasitologica* 56: 20–33. doi: 10.2478/s11686-011-0005-2.
- George T.T., 1975.** Introduction and transplantation of cultivated species into Africa. *Document multimedia, FAO. CIFA/75/SR*, 7: 1-25.
- Guégan J.F. & Hugueny B., 1994.** A nested parasite species subset pattern in tropical fish: host as major determinant of parasite infracommunity structure. *Oecologia*, 100: 184–189.
- Gussev A. V., 1985.** Identification of Freshwater Fish Parasites, Nauka, Leningrad, Russia. *Evolution*, 39: 783-791.
- Gutiérrez P.A., Martorelli S.R., 1994.** Seasonality, distribution and preference sites of *Demisdospermus valenciennesi* Gutierrez & Suriano, 1992 (Monogenea: Ancyrocephalidae) in catfish. *Research review in Parasitology*. 54 (4): 259 – 261.
- Hanek. G., 1973.** Micro-ecology and spatial distribution patterns of the gill parasites infesting *Lepomis gibbosus* (L) and *Ambloplites rupestris* (Raf.) in the Bay of Quinte Arca. Ontario. [Résumé Thèse PHD. *University of Waterloo (Canada)* : 1 p.]
- Hanski I., 1982.,** Dynamics of regional distribution: the core and satellite species hypothesis. *Oikos*, 38 : 210-221.
- Hay C.J., Van Zyl B.J. & Steyn G.J., 1996.** A quantitative assessment of the biotic integrity of the Okavango river, Namibia based on fish. *Water SA*, 22: 263-284.

- Hennig, W., 1950.** Grundzüge einer Theorie der Phylogenetischen Systematik. Deutscher Zentralverlag (Berlin): 370 p.
- Hillis D.M & Dixon M.T., 1991.** Ribosomal DNA: molecular evolution and phylogenetic inference. *Quarterly Review of Biology* 66: 411–453. <http://www.jstor.org/stable/2831326>, doi: 10.1086/417338.
- Hughes G.M. & Morgan M., 1973.** The structure of fish gills in relation to their respiratory function. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 48: 419-475.
- Hugueny B., Camara S., Samoura B. & Magassouba M., 1996.** Applying an index of biotic integrity based on fish assemblages in a West African river. *Hydrobiologia*, 331,71-78.
- Huyse T., 2002.** Evolutionary associations between *Gyrodactylus* and its goby host: boundforever. *Thesis, Katholieke Universiteit Leuven*: 193 p.
- Huyse T. & Malmberg G., 2004.** Molecular and morphological comparisons between *Gyrodactylus ostendicus* sp. nov. (Monogenea: Gyrodactylidae) on *Pomatoschistus microps* (Krøyer) and *G. harengi* Malmberg, 1957 on *Clupea harengus membras* L. *Systematic Parasitology* 58: 105–113. doi: 10.1023/B:SYPA.0000029423.68703.43.
- Justine J-L., Briand M.J. & Bray R.A., 2012.** A quick and simple method, usable in the field, for collecting parasites in suitable condition for both morphological and molecular studies. *Parasitology Research*, 111: 341-351.
- Kooskivaara M. & Valtonen T., 1991.** *Paradiplozoon homoion* (monogenea) and some other gill parasites on Roach *Rutilus rutilus* in Finland. *Aqua Fennica*, 21 (2): 137 – 146.
- Kooskivaara M., Valtonen T. & Vuori K.M., 1991.** Microhabitat distribution and coexistence of Dactylogyrus species (Monogenea) on the gill of Roach. *Parasitology*, 104,276-281.
- Kritsky D.C., 1990.** Synonymy of *Paraquadriacanthus* Ergens, 1988 and *Quadriacanthoides* Kritsky and Kulo, 1988 (Monogenea: Dactylogyridae) and their type species. *Folia Parasitologica*: 37-76.

- Kritsky D. C. & Kulo S. D., 1988.** The African species of *Quadriacanthus* with proposal of *Quadriacanthoides* gen. n. (Monogenea. Dactylogyridae). *Proceeding Helminthology Society Washington* 55 : 175-187.
- Lambert A., 1980.** Oncomiracidiums et phylogénèse des Monogenea (Plathelminthes) Ière Partie: développement post-larvaire, *Annales de Parasitologie* (Paris) 1980, t. 55, n° 2, : 165-198.
- Lankester, E. R., 1870.** On the use of the term homology in modern zoology, and the distinction between homogenetic and homoplastic agreements. *Annual Magazine of Natural History*, 4(6): 34-43.
- Lévêque C., 1997.** Biodiversity dynamics and conservation: The freshwater fish of tropical Africa. *Cambridge University Press*, Cambridge, 480p.
- Lévêque C., 1999.** Les introductions d'espèces dans les milieux naturels et leurs conséquences. In: *Les Poissons des Eaux continentales africaines. Diversité, Écologie, Utilisation par l'Homme* (Lévêque C. & D. Paugy, eds) : 351-364.
- Li B., 2008.** Fiabilité des clades et congruence taxinomique. Application à la phylogénie des téléostéens acanthomorphes. *Thèse de Doctorat de l'Université de Paris VI – Pierre et Marie Curie* : 216p.
- Lim LHS., 1990.** Freshwater monogeneans of peninsular Malaysia. *Asian Fisheries Science* 3: 275-285.
- Linnaeus C., 1758.** *Systema naturae. I. Holmiae*, Ed. 10: 823p
- Lizama M. & Ambrosio A.M., 2002.** Condition factor in nine species of the Chacacidae family in the upper Parama River Floodplain. *Brazil Journal of Biology*, 62, 1: 113-124.
- Loi De Finances, 2017.** Rapport sur la situation et les perspectives économiques, sociales et financière de la nation. Exercice 2016, novembre 2016: 145 p.
- Malmberg, G., 1957.** On the occurrence of *Gyrodactylus* on Swedish fishes. *Skrifter utgivna av Södra Sveriges Fiskeriföreningen*, 1956: 19–76. (in Swedish with English abstract and species descriptions).

- Manyala J.O., Berghe E.V., & Dadzie S., 1995.** Morphometric length-weight relationship and condition of *Rastrineobola argentea* (Pellegrin, 1904) in the winam Gulf of lake Victoria (Kenya). *African Journal Tropical Hydrobiology Fisheries*, 6: 35-42.
- Marchiori N., Pariselle A., Pereira Jr J., Agnès J.-F., Durand J.-D., Vanhove M.P.M., 2015.** A comparative study of *Ligophorus uruguayense* and *Ligophorus saladensis* (Monogenea, Ancyrocephalidae) from *Mugil liza* (Teleostei, Mugilidae) in southern Brazil. *Folia Parasitologica*, 62:024. doi:10.14411/fp.2015.024.
- Martins-Juras I.A.G., 1990.** Estudo sobre o crescimento de *Macrodon ancylodon* (Blosh & Schneider, 1801) capturada nas costa de Rio Grande de Sul (latitude 29 a 32' S). dissertacao de maestrado, Universidade de Sao Paulo, Instituto Oceanografico : 182p.
- Matthes, H., 1964.** Les poissons du Lac Tumba et de la région d'Ikela, Etude, systématique et écologie, MRAC, *Annales. –Série in-8°- Société Zoologique*, N°126 : 204 p.
- MINEP & PNUD, 2006.** Plan d'Action National de Lutte Contre la Désertification (PAN–LCD) : 202p.
- Morand S., Simkova A., Matejusova I., Plaisance L., Verneau O. & Desdevises Y., 2002.** Investigating patterns may reveal processes: Evolutionary ecology of ectoparasitic monogeneans. *International Journal for Parasitology*, 32 : 111-119.
- Moreau J., Arrignon J. & Jubb R.A., 1988.** Les introductions d'espèces étrangères dans les eaux continentales africaines. Intérêt et limites. In: *Biologie et Écologie des Poissons d'Eau douce africains* (Lévêque C., Bruton M.N. & G.W. Ssentongo, eds) : 221-242.Paris:ORSTOM.
- Morin S., 1979.** Relief et hydrographie In, *Atlas de la République Unie du Cameroun* (LACLAVERE, G.). Ed. J. A .Paris : 5-8.
- N'Douba V., 2000.** Biodiversité des Monogènes parasites des poissons d'eau douce de Côte d'Ivoire : cas des poissons des rivières Bia et Agnébi. Thèse Doctorat d'Etat. *Université de Cocody, Abidjan (Côte d'Ivoire)* : 250 p.
- Nack J., 2007.** Diversité des Monogènes parasites de trois espèces du genre *Clarias* Scopoli, 1777 (Pisces : Siluriformes) et Ecologie en milieu forestier primaire dans le Sud-Cameroun. *Thèse de Doctorat / Ph.D. Université de Yaoundé I, Yaoundé, Cameroun* : 142 p.

- Nack J., Bilong Bilong C.F. & Euzet L., 2005.** Monogènes parasites de Clariidae (Teleostei, Siluriforms) au Cameroun: I. Description de deux nouvelles espèces du genre *Gyrodactylus* dans le bassin du Nyong. *Parasite*, 12: 213–220.
- Nack J., Massende J. & Messu Mandeng D. F., 2018.** Distribution spatiale de deux monogènes du genre *Protoancylodiscoides* Paperna, 1969 (Dactylogyridea, Ancyrocephalidae) parasites branchiaux de *Chrysichthys auratus* (Geoffroy Saint-Hilaire, 1808) (Siluriformes, Claroteidae) dans le Lac Ossa (Littoral -Cameroun). *Journal of Applied Biosciences*, 121: 12157-12167.
- Nack J., Messu Mandeng F. D., Yede M. & Bilong Bilong C. F., 2018.** Spatial distribution of monogenean gill parasites of *Parachanna obscura* (Günther, 1861) – Channidae – in Lake Ossa (Edéa, Cameroon). *International Journal Biological and Chemical Sciences*. 12(2) : 749-768.
- 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.
- Neff B.D., Cargnelli L.M., 2004.** Relationships between condition factors, parasite load and paternity in bluegill sunfish, *Lepomis macrochirus*. *Environmental Biology of Fishes*, 71: 297–304
- Nelson J.S., 1994.** *Fishes of the world*. 3d edition, John Wiley and Sons, Inc., New York: 600p.
- Nelson J.S., 2006.** *Fishes of the World*, Fourth Edition, John Wiley et sons, inc.,Canada(Toronto): 601p.
- Nieto Feliner G. & Rosselló J.A., 2007.** Better the devil you know? Guidelines for insightful utilization of nrDNA ITS in species-level evolutionary studies in plants. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 44: 911–919. doi: 10.1016/j.ympev.2007.01.013.
- Nziéleu Tchagnouo J.G., Njiné T., Zébazé Togouet S. H., Djutso Segnou S.C., Mahamat Tahir T.S., Tchakonté S. & Pinel-Alloul B., 2012.** Diversité spécifique et abondance des communautés de copépodes, cladocères et rotifères des lacs du complexe

- Ossa (Dizangué, Cameroun). *Physio-Géo-Géographie physique et environnement*, 6 :71-93.
- Obiekezie A. I. & Taeye M., 1991.** Mortalities in Hatchery-reared fry of the African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell) caused by *Gyrodactylus groshafti* Ergens, 1973. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*, 11(2): 82-85.
- Olivry J.C., 1986.** *Fleuves et rivières du Cameroun. Monographies hydrologiques* ORSTOM : 733p.
- Paling J. E., 1968.** A method of estimating the relative volumes of water flowing over the different gills of a freshwater fish. *Journal of Experimental Biology*: 48: 533-544.
- Paperna I., 1963.** *Enterogyrus cichlidarum* n. gen. sp., a monogenetic Trematodes parasitic in the intestine of a fish. *Bulletin of the Research Council of Israel, Section. B-Zoology*, 11 (4) : 183-187.
- Paperna I., 1964.** Parasitic Helminths of inland water fishes in Israel. *Israel Journal of Zoology*, 13 : 1-26.
- Paperna I., 1979.** Monogenea of Inland water fish in Africa. *Annales du Musée Royal de l'Afrique Centrale. Série Zoologie*, 226 : 1-131.
- Paperna I., 1982.** Parasites, infections et maladies du poisson en Afrique. *CPCA, Document Technique*, 7: 1-202.
- Paperna I. & Thurston J. P., 1968.** Monogenetic Trematodes collected from cichlid fish in Uganda; including the description of five new species of *Cichlidogyrus*. *Revue de Zoologie et de Botanique Africaines*, 79 : 15-33.
- Pariselle A., 1996.** Diversité, spéciation et évolution des Monogènes branchiaux de Cichlidae en Afrique de l'Ouest. Thèse Université de Perpignan, Perpignan : 191 p.
- Pariselle A., Bitja Nyom A.R. & Bilong Bilong C.F., 2013.** Checklist of the ancyrocephalids (Monogenea) parasitizing *Tilapia* species in Cameroon, with the description of three new species. *Zootaxa* , 3599: 078-086.
- Pariselle A., Boeger W.A., Snoeks J., Bilong Bilong C.F., Morand S. & Vanhove M.P.M., 2011.** The monogenean parasite fauna of cichlids: a potential tool for host

biogeography. *International Journal of Evolutionary Biology*, doi:10.4061/2011/471480, 15.

Pariselle A., Lambert A. & Euzet I., 1991. A new type of haptor in mesoparasitic monogeneans of the genus *Enterogyrus* Paperna, 1963, with a description of *Enterogyrus foratus* n. sp. and *Enterogyrus coronatus* n. sp., stomach parasites of cichlids in West Africa. *Systematic Parasitology*, 20: 211- 220.

Pariselle, A., Van Steenberge, M., Snoeks, J., Volckaert, F.A.M., Huyse, T. & Vanhove, M.P.M., 2015. Ancyrocephalidae (Monogenea) of Lake Tanganyika: Does the *Cichlidogyrus* parasite fauna of *Interochromis loocki* (Teleostei, Cichlidae) reflect its host's phylogenetic affinities? *Contributions to Zoology*, 84 : 25-38.

Paugy D. & Roberts T.R., 1994. Mochokidae. In C. Lévêque, D. Paugy & Teugels G *Faunes des poisons d'eau douce et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest 2*. Editions de l'ORSTOM : 500-563.

Pearson K., 1901. On lines and planes of closest fit to systems of points space, *Philosophical Magazine*, 6 (2): 559-572.

Pellegrin J., 1912. Les poissons d'eau douce d'Afrique et leur distribution géographique. *Mémoires de la Société Zoologique de France*, **25**: 63-83

Pinton A., 2008. Anatomie, systématique et phylogénie de poissons *Synodontis* actuels et fossiles (Siluriformes, Mochokidae): implications dans la paléobiogéographie intracontinentale néogène d'Afrique. *Thèse docteur de l'Université de Poitiers (Faculté des Sciences Fondamentales et Appliquées)* : 280p.

Poll M., 1971. Révision des *Synodontis* africains (Famille Mochokidae). MRAC, série in-8°, *Société Zoologique*.-n° 191, Belgique : 497p.

Poulin R., 1993. The disparity between observed and uniform distribution: a new look at parasite aggregation. *International Journal of Parasitology*, 26 (7): 937-944.

Poulin R., 1998. *Evolutionary ecology of parasites: from individuals to communities*. 1st edition. Chapman & Hall, 2-6 Boundary Row, London SE1 8HN, UK: 212p.

Pouyaud L., Desmarais E., Deveney M., & Pariselle A., 2006. “Phylogenetic relationships among monogenean gill parasites (Dactylogyridea, Ancyrocephalidae) infesting

- tilapiine hosts (Cichlidae): systematic and evolutionary implications,” *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 38, 1: 241–249.
- Price E.W., 1975.** Evolutionary Strategies of Parasitic Insects and Mites. *Plenum*. New York: 1–13.
- Raphahlelo M.E., Přikrylová, I., Matla, M.M., Theron, J. & Luus-Powell, W.J., 2016.** A revised description of *Synodontella zambezensis* Douëllou et Chishawa, 1995 (Monogenea: Ancyrocephalidae) from the gills of *Synodontis zambezensis* (Siluriformes: Mochokidae) from South Africa. *Helminthologia*, 53 : 363 – 371.
- Rawson M. V. J., 1976.** Population biology of parasites of striped mullet *Mugil cephalus* L. I. Monogenea. *Journal of Fish Biology*, 9 : 185-194.
- Řehulková E., Mendlová M. & Šimková A., 2013.** Two new species of *Cichlidogyrus* (Monogenea: Dactylogyridae) parasitizing the gills of African cichlid fishes (Perciformes) from Senegal: morphometric and molecular characterization. *Parasitology Research* 112: 1399–1410.doi: 10.1007/s00436-013-3291-9.
- Ricker W.E., 1975.** Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board Canada*, 191: 382 p.
- Roberts T.R., 1975.** Geographical distribution of African freshwater fishes. *Zoological Journal of Linnean Society*, 57: 249-319.
- Robinson M.L., Gomez-Raya L., Rauw W.M. & Peacock M.M., 2008.** Fulton’s body condition factor correlates with the survival time in a thermal challenge experiment in juvenile Lahontan cutthroat trout (*Oncorhynchus clarki henshawi*). *Journal of Thermal Biology*, 33: 363–368.
- Rohde K., 1993.** *Ecology of marine parasites. An introduction to marine parasitology.* (2nd ed. Cab international) Wallingford. Oxon: 298 p.
- Rohde K., 1994.** The origins of parasitism in the Platyhelminthes. *International Journal for Parasitology* 24 (8): 1099-1115
- Roubal, F. R., 1981.** The taxonomy and site specificity of the metazoan ectoparasites on the Black Bream, *Acanthopagrus australis* (Günther), in Northern New South Wales. *Australian Journal of Zoology*, (Suppl.) (84): 100p.

- Sara J.R., Smit W.J., Erasmus L.J.C., Ramalepe T.P., Mogashoa M.E., Raphahlelo M.E., Theron J. & Luus-Powell W.J., 2014.** Ecological status of Hout River Dam, Limpopo province, South Africa, using fish condition and health assessment index protocols: a preliminary investigation. *African Journal of Aquatic Science*, 39: 35-43 pp.
- Shaw D.J. & Dobson A.P., 1995.** Patterns of macroparasite abundance and aggregation in wildlife populations: a quantitative review. *Parasitology*, 111: S111-S113.
- Shotter R.A., 1980.** Aspects of parasitology of the catfish *Clarias anguillaris* (L.) from a river and a lake at Zaria, Kaduna State, Nigeria. *Bulletin de l'Institut Français d'Afrique Noire*, 42 (4A) : 836-859.
- Silan P., 1984.** Biologie comparée des populations de *Diplectanum aequans* et *Diplectanum laubieri*, Monogènes branchiaux de *Dicentrarchus labrax*. Thèse de Doctorat de 3ème cycle. Académie de Montpellier. *Université des Sciences et Techniques du Languedoc* : 275 p.
- Silan P., Euzet L., Maillard C. & Cabral P., 1987.** Le biotope des ectoparasites branchiaux de poissons: facteurs de variations dans le modèle Bar-Monogènes. *Bulletin d'Ecologie*, 18 (4) : 383-391.
- Silan, P. & Le Pommelet E., 1995.** Le biotope des ectoparasites branchiaux: définition de l'espace colonisé et des unités d'échantillonnage. *Ecologie*, 26 : 9-16.
- Silan P. & Maillard C., 1986.** Structure spatiale et temporelle des populations naturelles d'helminthes parasites de poissons : le modèle *Bar-Diplectanum*. In : *Actes du colloque national du CNRS sur la biologie des populations*, 215-216.
- Silan P. & Maillard C., 1989.** Biologie comparée du développement et discrimination des Diplectanidae ectoparasites du Bar (Teleostei). *Annales des sciences naturelles-zoologie*, 13(10) : 31-35.
- 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.

- Šimková, A., Serbielle, C., Pariselle, A., Vanhove, M.P.M. & Morand, S., 2013.** Speciation in *Thaparocleidus* (Monogenea: Dactylogyridae) parasitizing Asian Pangasiid Catfishes. *BioMed Research International*. 2013 Article ID 353956. 14 p.
- Šimková A., Verneau O., Gelnar M. & Morand S., 2006.** Specificity and specialization of congeneric Monogenans parasiting Cyprinid. *Evolution*, 60 : 1023-1037.
- Sistrom L.C., MPH M.D., & Garvan C.W., 2004.** Proportions, Odds, and Risk. *Radiology*, 230:12–19.
- Snoeks J., De Vos L. & van den Audenaerde D. 1997.** The ichthyogeography of Lake Kivu. *South african journal of science*. Bureau scientific publ., nr.93 , pp. 579-584.
- Stiassny, M.L.J., Teugels, G.G. & Hopkins, C.D. 2007.** *Poissons d'eaux douces et saumâtres de basse Guinée, ouest de l'Afrique Centrale*. Paris, France, MNHN-MRAC-IRD, 1: 789 p.
- Subasinghe, R.P., Bueno, P., Phillips, M.J., Hough, C., Mcgladdery, S.E. & Arthur, J.E.(Eds.), 2000.** *Aquaculture in the Third Millennium*. Conference on Aquaculture in the Third Millennium, Bangkok, Thailand. NACA, Bangkok and FAO, Rome : 471 p.
- Suchel J.B., 1987.** *Les climats du Cameroun. Thèse de Doctorat d'Etat. Université de Bordeaux III* : 1186 p.
- Tamura K., Peterson D., Peterson N., Stecher G., Nei M., Kumar S., 2011.** MEGA5: molecular evolutionary genetics analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods. *Molecular Biology and Evolution*, **28**: 2731–2739.
- Thieme M.L., Abell R.A., Stiassny M.L.J., Skelton P.H & Lehner B., 2005.** *Freshwater eco of Africa and Madagascar: A conservation assessment*. Island Press, Washington, DC, Île Press.
- Thurston J.P., Laws R.M., 1965.** *Oculotrema hippopotami* (Trematoda: Monogenea) in Uganda. *Nature* 205,1127.
- Tombi J., 2005.** Monogènes et Myxosporidies ectoparasites de *Barbus martorelli* (Pisces: Cyprinidae) : Structure temporelle des infracommunités en milieu forestier secondaire et

impact sur la santé des hôtes. Thèse de Doctorat / Ph. D Thesis. Université de Yaoundé I. 210 p.

Tombi J., Akoumba J.F. & Bilong Bilong, C.F., 2014. The monogenean community on the gills of *Oreochromis niloticus* from Melen fish station in Yaoundé, Cameroon. *International Journal of Modern Biological Research*. 2: 16-23.

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'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 57 : 71-76.

Unlu E., & Balci K., 1993. Observation of the reproduction of *Leucius cephalus orientalis* (Ciprinidae) in Savour Stream (Turkey). *Cybiurn*, 17, 3: 241-250.

Valtonen E.T., Holmes J.C. & Koskivaara M., 1997. Eutrophication, pollution and fragmentation: effects on parasites communities in roach (*Rutilus rutilus*) and perch (*Perca fluviatilis*) in four lakes in central Finland. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54 : 572-585.

Valtonen E.T., Prost M. & Rahkonen R., 1990. Seasonality of two gill Monogeneans from two freshwater fish from an oligotrophic Lake in Northeast Finland. *International Journal for Parasitology*, 20 (1) : 101-107.

Vanhove M.P.M, Snoeks J., Volckaert F.A.M, & Huyse T., 2011. First description of monogenean parasites in Lake Tanganyika: the cichlid *Simochromis diagramma* (Teleostei, Cichlidae) harbours a high diversity of *Gyrodactylus* species (Platyhelminthes, Monogenea). *Parasitology* 138: 364–380 (erratum in 138: 403). doi: 10.1017/S0031182010001356.

Wirrmann D., 1992. Le lac Ossa: une monographie préliminaire. *Revue de Géographie du Cameroun*, XI, n°1.

Wu X.Y., Chilton N.B., Zhu X.Q., Xie M.Q., Li A.X., 2005. Molecular and morphological evidence indicates that *Pseudorhabdosynochus lantauensis* (Monogenea: Diplectanidae) represents two species. *Parasitology*, **130**: 669–677.

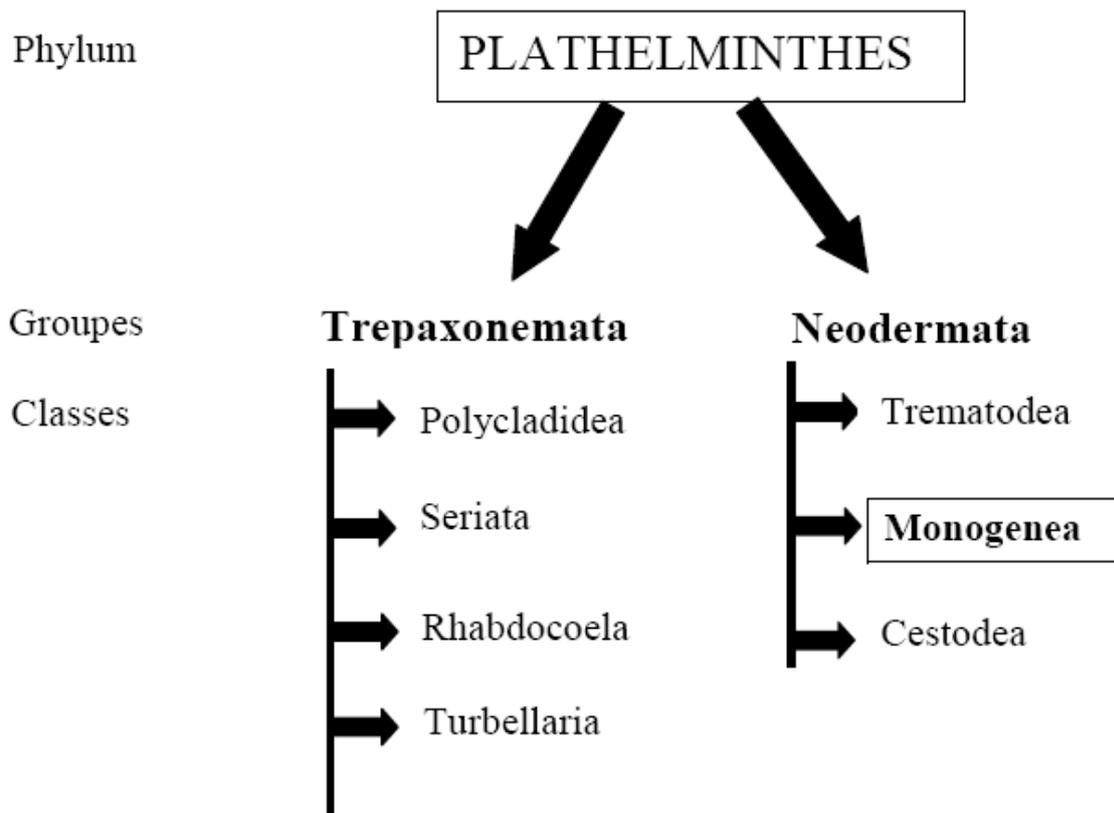
Yamaguti S., 1968. *Systema Helminthe. Vol. IV. Monogenea and Aspidocotylea. Interscience Publishers, J Wiley and Sons, New York: 699 pp.*

Zachos J., Pagani M., Sloan L., Thomas E. & Billups K. 2001. Trends, rhythms, and aberrations in global climate 65Ma to Present. *Science* 292: 686–693.

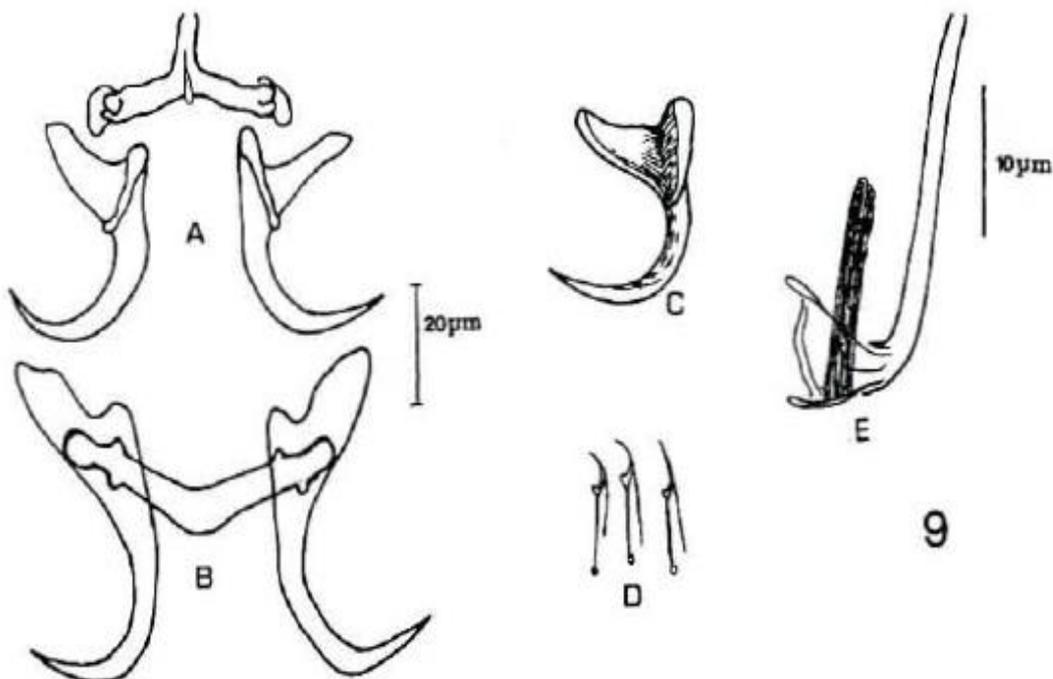
Ziętara M.S, Lebedeva D., Muñoz G. & Lumme J., 2012. A monogenean fish parasite, *Gyrodactylus chileani* n. sp., belonging to a novel marine species lineage found in the South-Eastern Pacific and the Mediterranean and North Seas. *Systematic Parasitology* 83: 159–167. doi:10.1007/s11230-012-9379-2

ANNEXES

Annexe 1 : place des Monogènes dans le groupe des Plathelminthes (Desclaux, 2003)

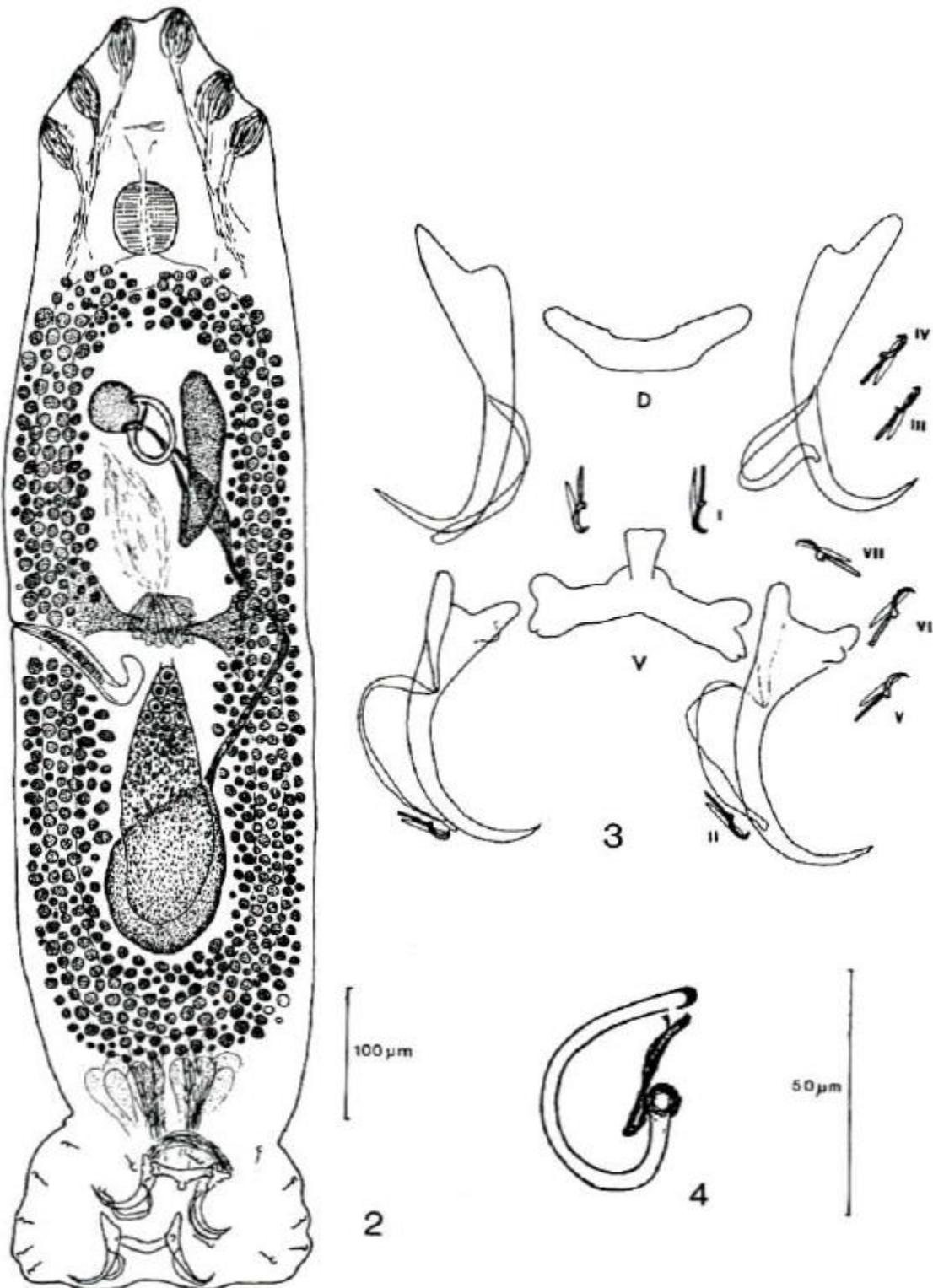


Annexe 2 : pièces sclérifiées de *Synodontella synodontii* Paperna et Thurston, 1968



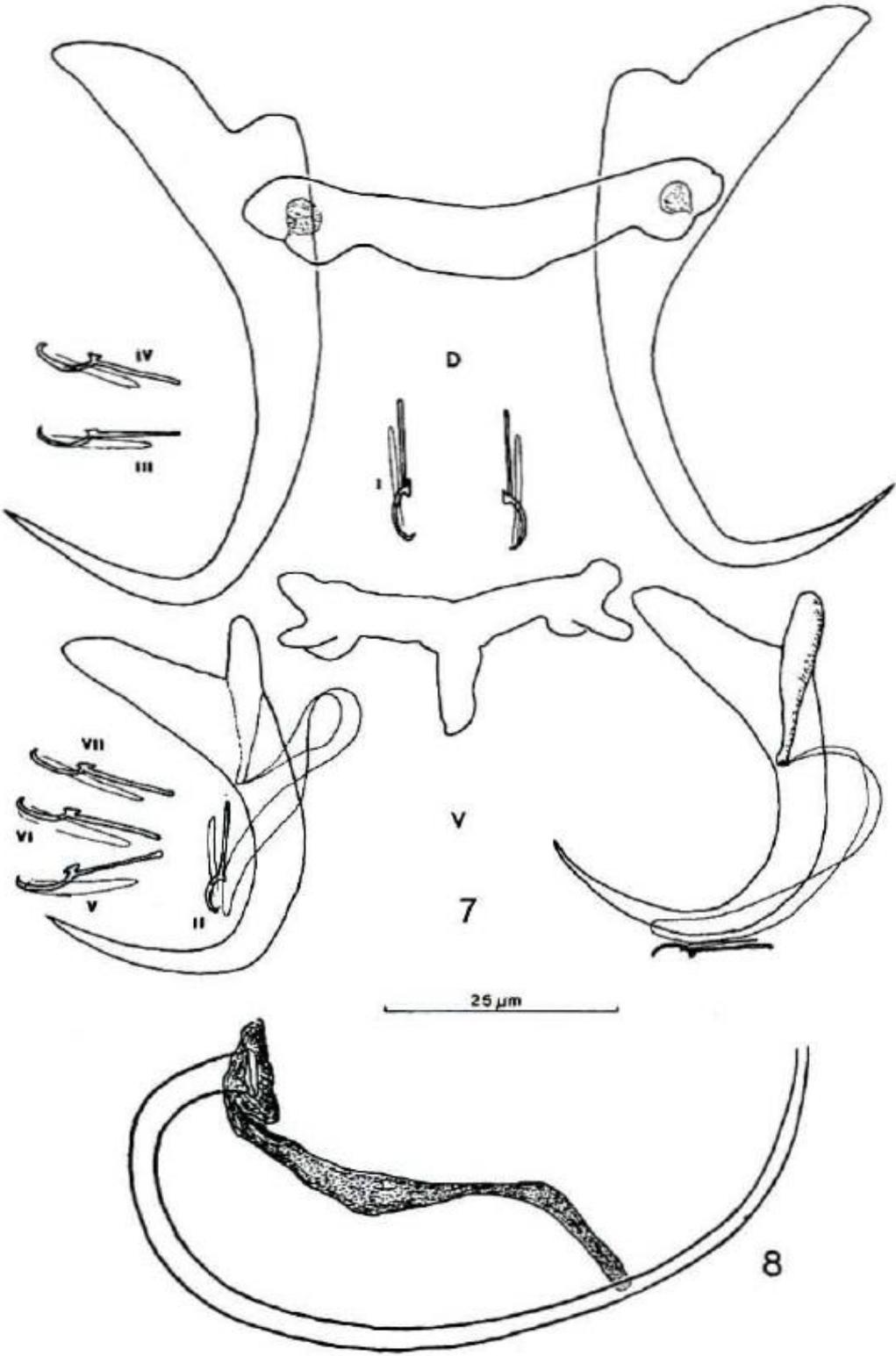
(A) crochets et barre ventrale, (B) crochet et barre dorsale, (C) détail de la carène, (D) crocheton, (E) pénis et pièces accessoire.

Annexe 3 : pièces sclérifiées de *Synodontella arcopenis* Dossou et Euzet, 1993



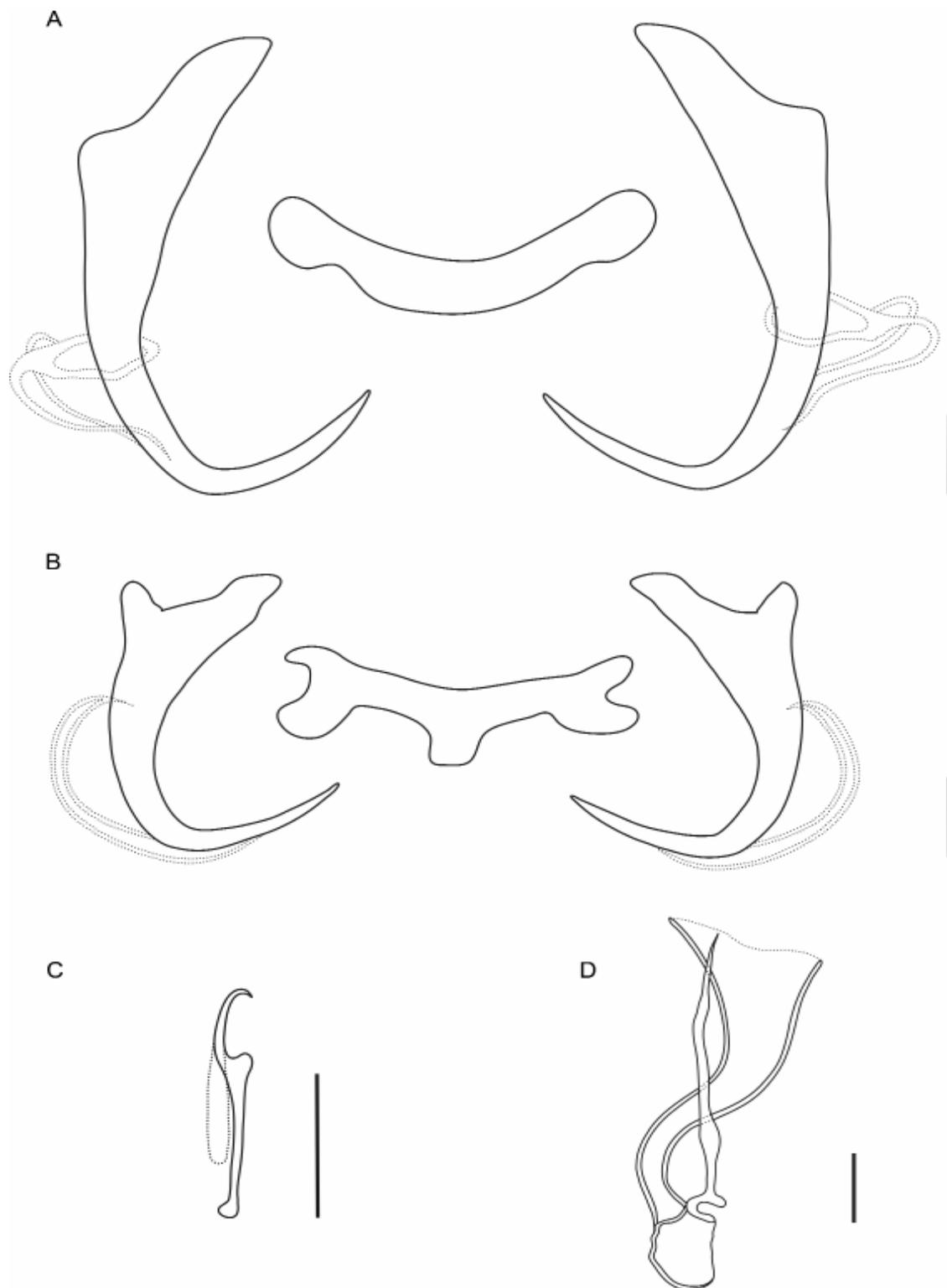
(2) Animal in toto, (3D) crochet et barre dorsale, (3V) crochet et barre ventrale, I à VII crochets (4) pénis et pièce accessoire

Annexe 4 : pièces sclérifiées de *Synodontella davidi* Dossou et Euzet, 1993



(7D) crochet et barre dorsale, (7V) crochet et barre ventrale, I à VII crochets (8) pénis et pièce accessoire

Annexe 5 : pièces sclérifiées de *Synodontella zambezensis* Douëllou et Chishawa, 1995



(A) crochets dorsaux et barre dorsale, (B) crochet ventraux et barre ventrale, (C) crochetons, (D), organe copulateur mâle. Barre d'échelle: 10 μ m.

Annexe 6 : vue partielle du cours inférieur du fleuve Sanaga (photo de Mbondo)



Annexe 7 : vue partielle du débarcadère du Nyong à Mbalmayo (photo de Mbondo)



Annexe 8 : glacière servant au transport des poissons du terrain au laboratoire (photo de Mbondo)



Annexe 9 : balance électronique SARTORIUS® modèle Handy (photo de Mbondo)



Annexe 10 : pied à coulisse (Carbon Fiber Composites Digital Caliper) de résolution 0,1mm avec une précision de ± 0.2 mm (photo de Mbondo)



Annexe 11 : loupe binoculaire de marque WILD HEERBRUG M2G17 (photo de Mbondo)



Annexe 12 : aiguille d'entomologie montée sur un mandrin d'horloger (photo de Mbondo)



Annexe 13 : cliché de la migration de l'ADN sur gel polyacrylamide (photo de Bahanak)



Annexe 14 : coordonnées des variables actives sur les axes factoriels 1 et 2

Variables	facteur 1	facteur 2
a.d= longueur totale du crochet dorsal	0,295290	0,900715*
b.d= longueur de la lame du crochet dorsal	0,199232	0,905673*
c.d= longueur du manche du crochet dorsal	0,715703	-0,305289
d.d= longueur de la garde du crochet dorsal	-0,015169	0,871795*
e.d= longueur de la pointe du crochet dorsal	-0,370191	0,819793*
x.d= longueur de la barre dorsale	0,895336*	0,085647
w.d= épaisseur de la barre dorsale	0,825136	0,104366
a.v= longueur totale du crochet ventral	0,741210	0,420523
b.v= longueur de la lame du crochet ventral	0,941573	-0,019953
c.v= longueur du manche du crochet ventral	0,885754*	-0,239533
d.v= longueur de la garde du crochet ventral	0,090949*	0,394468
e.v= longueur de la pointe du crochet ventral	0,894864*	-0,063732
x.v= longueur de la barre ventrale	0,916696*	0,014437
w.v= épaisseur de la barre ventrale	0,917394*	-0,095026
h= longueur de la barre ventrale	0,914623*	-0,268774
Pe= longueur pénis	0,109895	0,296983
Pa= longueur de la pièce accessoire	0,933417*	0,164487

*variables qui contribuent le plus à la discrimination spécifique de *Synodontella* spp.

Annexe 15 : valeurs de la probabilité P résultant de la comparaison 2x2 des intensités moyennes de *Sy. melanoptera* en fonction des classes de taille de l'hôte

	≤ 118	] 118-133]	] 113-148]	] 148-163]	] 163-178]
≤ 118					
] 118-133]	0,817				
] 113-148]	0,45	0,50			
] 148-163]	<u>0,017</u>	<u>0,01</u>	0,058		
] 163-178]	0,56	0,54	0,88	0,12	
> 178	<u>0,001</u>	<u>0,00076</u>	<u>0,0014</u>	0,074	<u>0,0063</u>

Annexe16 : valeurs de la probabilité P résultant de la comparaison 2x2 des intensités moyennes de *Sy. sanagaensis* en fonction des classes de taille de l'hôte

	≤ 118	] 118-133]	] 113-148]	] 148-163]	] 163-178]
≤ 118					
] 118-133]	0.6				
] 113-148]	0.024	0.123			
] 148-163]	0.00071	0.0077	0.111		
] 163-178]	0.0066	0.041	0.269	0.91	
> 178	0.0011	0.006	0.032	0.3	0.33

PUBLICATIONS ISSUES DE LA THESE