

UNIVERSITE DE YAOUNDE I  
UNIVERSITY OF YAOUNDE I



FACULTE DES SCIENCES  
FACULTY OF SCIENCE

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE ANIMALES  
DEPARTMENT OF ANIMAL BIOLOGY AND PHYSIOLOGY

LABORATOIRE DE PARASITOLOGIE ET ÉCOLOGIE  
LABORATORY OF PARASITOLOGY AND ECOLOGY

---

**Myxosporidies (Myxozoa: Myxosporea) parasites de quelques Téléostéens du bassin du Noun (Région de l'Ouest, Cameroun) : taxinomie et biologie des espèces inféodées à *Oreochromis niloticus* Linné, 1758 et *Labeo* sp.**

---

THESE

Présentée et soutenue publiquement le 12 mars 2015 en vue de l'obtention de

Doctorat/Ph.D en Biologie Animale

Option : Parasitologie et Ecologie

Par :

**NCHOUTPOUEN Elysée**

Matricule : 94Q264

DEA en Parasitologie

Devant le jury composé de :

**Président :** BILONG BILONG Chales Félix, Professeur, Université de Yaoundé I

**Rapporteur :** FOMENA Abraham, Professeur, Université de Yaoundé I

**Examineurs :** NGASSAM Pierre, Professeur, Université de Yaoundé I

NJIOKOU Flobert, Professeur, Université de Yaoundé I

DJIETO LORDON Champlain, Maître de Conférences, Université de Yaoundé I

NJAN NLOGA Alexandre Michel, Maître de Conférences, Université de Ngaoundéré

Année 2015

UNIVERSITE DE YAOUNDE I  
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE  
ET PHYSIOLOGIE ANIMALES  
BP : 812 \_Tél : (237)222-56-59  
Fax : (237)233-44-96  
CAMEROUN



UNIVERSITY OF YAOUNDE I  
DEPARTEMENT OF ANIMAL  
BIOLOGY AND PHYSIOLOGY  
PO BOX : 812 \_Tél : (237)222-56-59  
Fax : (237)233-44-96  
CAMEROON

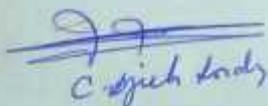
## ATTESTATION DE CORRECTION

Nous soussignés, membres du jury de soutenance de **thèse de Doctorat/Ph.D** de Biologie Animale (Option : **Parasitologie**) de Monsieur **NCHOUTPOUEN Elysée**, matricule **94Q264**, soutenance autorisée par correspondance N°**15-0166/UYI/VREPDTIC/DAAC/DEPE/SPD** du Recteur de l'Université de Yaoundé I en date du **10/02/2015**, attestons que les corrections exigées au candidat lors de cette évaluation faite le **12/03/2015** ont réellement été effectuées et que le présent document peut être déposé sous sa forme actuelle.

En foi de quoi cette attestation lui est délivrée pour servir et valoir ce que de droit./-

Fait à Yaoundé le.....

Un examinateur

  
C. Djich Kouy

Le président du Jury

  
Charles Félix  
BILONG BILONG  
PROFESSEUR

Le Chef de Département de BPA



# *LISTE DES ENSEIGNANTS*

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>UNIVERSITE DE YAOUNDE I</b><br><b>FACULTE DES SCIENCES</b><br>Division de la Programmation et<br>du Suivi des Activités Académiques |  | <b>The University of Yaoundé I</b><br><b>Faculty of Science</b><br>Division of Programming and<br>follow-up<br>of Academic Affairs |
| <b>LISTE DES ENSEIGNANTS PERMANENTS</b>  | <b>LIST OF PERMENENT TEACHING STAFF</b>   |  |

**ANNEE ACADEMIQUE 2014/2015**

(Par Département et par Grade)

**DATE D'ACTUALISATION : 10 Février 2015**

## ADMINISTRATION

**DOYEN** : BILONG Paul, Professeur

**VICE-DOYEN / DPSAA** : NJOPWOOU Daniel, Professeur

**VICE-DOYEN / DSSE** : DONGO Etienne, Professeur

**VICE-DOYEN / DRC** : ESSIMBI ZOBO Bernard, Professeur

**Chef Division Affaires Académiques, Sclolarité et Recherche** : ABOSSOLO Monique,  
Chargé de cours

**Chef Division Administrative et Financière** : NDOYE FOE Marie C. F., Chargé de Cours

| <b>1- DEPARTEMENT DE BIOCHIMIE (BC) (41)</b> |                             |                       |                            |
|--|-----------------------------|-----------------------|----------------------------|
| N°   | NOMS ET PRENOMS             | GRADE                 | OBSERVATIONS               |
| 1  | ANVAM ZOLO Paul Henri       | Professeur            | <b>RECTEUR UN</b>          |
| 2  | MBACHAM Wilfried            | Professeur            | <b>En poste</b>            |
| 3  | MOUNDIPA FEWOU Paul         | Professeur            | <b>Chef de Département</b> |
| 4  | OBEN Julius ENYONG          | Professeur            | En poste                   |
| 5  | BENG née NINTCHOM PENLAP V. | Maître de Conférences | En poste                   |
| 6  | BOUDJEKO Thaddée            | Maître de Conférences | En poste                   |
| 7  | FEKAM BOYOM Fabrice         | Maître de Conférences | En poste                   |
| 8  | FOKOU Elie                  | Maître de Conférences | En poste                   |
| 9  | KANSCI Germain              | Maître de Conférences | En poste                   |
| 10   | MINKA Samuel                | Maître de Conférences | En poste                   |
| 11   | NGUEFACK Julienne           | Maître de Conférences | En poste                   |

|    |   |                 |                      |
|----|---|-----------------|----------------------|
| 12 | ACHU Merci BIH                            | Chargé de Cours | En poste             |
| 13 | ATOGHO Barbara Mma                        | Chargé de Cours | En poste             |
| 14 | BELINGA née NDOYE FOE Marie C. Florentine | Chargé de Cours | <b>Chef DAF / FS</b> |
| 15 | BIGOJA JUDE                               | Chargé de Cours | En poste             |
| 16 | DEMMANO Gustave                           | Chargé de Cours | En poste             |
| 17 | DJOKAM TAMO Rosine                        | Chargé de Cours | En poste             |
| 18 | DJUIDJE NGOUNOUE Marcelline               | Chargé de Cours | En poste             |
| 19 | EFFA ONOMO Pierre                         | Chargé de Cours | En poste             |
| 20 | EVEHE BEBANDOUÉ Marie –Solange            | Chargé de Cours | En poste             |
| 21 | EWANE Cécile Anne                         | Chargé de Cours | En poste             |
| 22 | MOFOR née TEUGWA Clautilde                | Chargé de Cours | <i>IA4/ MINESUP</i>  |
| 23 | NGONDI Judith Laure                       | Chargé de Cours | En poste             |
| 24 | NJAYOU Frédéric Nico                      | Chargé de Cours | En poste             |
| 25 | Palmer MASUMBE NETONGO                    | Chargé de Cours | En poste             |
| 26 | TCHANA KOUATCHOUA Angèle                  | Chargé de Cours | En poste             |
| 27 | WAKAM née NANA Louise                     | Chargé de Cours | En poste             |
| 28 | AKINDEH MBUH NJI                          | Assistant       | En poste             |
| 29 | BEBEE FADIMATOU                           | Assistant       | En poste             |
| 30 | BEBOY EDZENGUELE Sara Nathalie            | Assistant       | En poste             |
| 31 | DAKOLE DABOY Charles                      | Assistant       | En poste             |
| 32 | DJUIKWO NKONGA Ruth Viviane               | Assistant       | En poste             |
| 33 | DONGMO LEKAGNE Joseph Blaise              | Assistant       | En poste             |
| 34 | KOTUE KAPTUE Charles                      | Assistant       | En poste             |
| 35 | FONKOUA Martin                            | Assistant       | En poste             |
| 36 | LUNGA Paul KAILAH                         | Assistant       | En poste             |
| 37 | MANANGA Marlyse Joséphine                 | Assistant       | En poste             |
| 38 | MBONG ANGIE MOUGANDE Mary Ann             | Assistant       | En poste             |
| 39 | MBOUCHE FANMOE Marcelline Joëlle          | Assistant       | En poste             |
| 40 | PACHANGOU NSANGOU Sylvain                 | Assistant       | En poste             |
| 41 | TIENTCHEU DJOKAM Léopold                  | Assistant       | En poste             |

## 2- DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE ANIMALES (B.P.A.) (44)

|   |                             |            |                            |
|---|-----------------------------|------------|----------------------------|
| 1 | BILONG BILONG Charles Félix | Professeur | <b>Chef de Département</b> |
| 2 | DIMO Théophile              | Professeur | En Poste                   |
| 3 | FOMENA Abraham              | Professeur | En Poste                   |
| 4 | KAMTCHOUING Pierre          | Professeur | En poste                   |
| 5 | MIMPFONDI REMY              | Professeur | En poste                   |
| 6 | NJIOKOU Flobert             | Professeur | En Poste                   |

|    |                               |                       |                               |
|----|-------------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| 7  | NOLA Moïse                    | Professeur            | En Poste                      |
| 8  | TCHUEM TCHUENTE Louis         | Professeur            | <i>Coord. Progr. MINSANTE</i> |
| 9  | DJIETO Lordon Champlain       | Maître de Conférences | En poste                      |
| 10 | DZEUFLET DJOMENI Paul Désiré  | Maître de Conférences | En poste                      |
| 11 | ESSOMBA née NTSAMA MBALLA     | Maître de Conférences | <i>MINSANTE</i>               |
| 12 | FOTO MENBOHAN Samuel          | Maître de Conférences | <i>CT2 MIN. ENERGIE</i>       |
| 13 | KAMGANG René                  | Maître de Conférences | <i>C.S. MINRESI</i>           |
| 14 | NJAMEN Dieudonné              | Maître de Conférences | En poste                      |
| 15 | TAN Paul                      | Maître de Conférences | En poste                      |
| 16 | ZEBAZE TOGOUET Serge Hubert   | Maître de Conférences | En poste                      |
| 17 | AJEAGAH Gidéon AGHAINDOUM     | Chargé de Cours       | En poste                      |
| 18 | ALENE Désirée Chantal         | Chargé de Cours       | En poste                      |
| 19 | BELLET EDIMO Oscar Roger      | Chargé de Cours       | En poste                      |
| 20 | BILANDA Danielle Claude       | Chargé de Cours       | En poste                      |
| 21 | DJIOGUE Séfirin               | Chargé de Cours       | En poste                      |
| 22 | GOUNOUE KAMKUMO Raceline      | Chargé de Cours       | En poste                      |
| 23 | JATSA MEGAPTCHE Hermine       | Chargé de Cours       | En poste                      |
| 24 | KEKEUNOU Sévilor              | Chargé de Cours       | En poste                      |
| 25 | MAHOB Raymond Joseph          | Chargé de Cours       | En poste                      |
| 26 | MEGNEKOU Rosette              | Chargé de Cours       | En poste                      |
| 27 | MONY NTONE Ruth               | Chargé de Cours       | En poste                      |
| 28 | LEKEUFACK FOLEFACK Guy Benoît | Chargé de Cours       | En poste                      |
| 29 | NGUEGUIM TSOFAK Florence      | Chargé de Cours       | En poste                      |
| 30 | NGUEMBOCK                     | Chargé de Cours       | En poste                      |
| 31 | TOMBI Jeannette               | Chargé de Cours       | En poste                      |
| 32 | ATSAMO Albert Donatien        | Assistant             | En poste                      |
| 33 | ETEME ENAMA Serge             | Assistant             | En poste                      |
| 34 | KANDELA KAVAYE Antoine        | Assistant             | En poste                      |
| 35 | KOGA MANG'Dobara              | Assistant             | En poste                      |
| 36 | MBENOUN MASSE Paul Serge      | Assistant             | En poste                      |
| 37 | MECHI DONFACK Mireille Flore  | Assistante            | En poste                      |
| 38 | MOUNGANG NGAMENI Luciane      | Assistant             | En poste                      |
| 39 | MVEYO NDANKEU Yves Patrick    | Assistant             | En poste                      |
| 40 | NGOUATEU KENFACK Omer BEBE    | Assistant             | En poste                      |
| 41 | NJUA Clarisse YAFI            | Assistant             | En poste                      |
| 42 | OBI OBEN Esther               | Assistant             | En poste                      |
| 43 | TADU Zéphirin                 | Assistant             | En poste                      |
| 44 | YEDE                          | Assistant             | En poste                      |

### 3-DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE VEGETALES (B.P.V.) (27)

|    |                                 |                       |                                      |
|----|---------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| 1  | YOUMBI Emmanuel                 | Professeur            | <b>Chef de Département</b>           |
| 2  | AMBANG Zachée                   | Maître de Conférences | <b>Vice-Doyen/FSE</b>                |
| 3  | BELL Joseph Martin              | Maître de Conférences | En poste (CDpi)                      |
| 4  | DJOCGOUE Pierre François        | Maître de Conférences | En poste                             |
| 5  | KENGNE NOUMSI Ives Magloire     | Maître de Conférences | En poste                             |
| 6  | MOSSEBO Dominique Claude        | Maître de Conférences | En poste                             |
| 7  | NDONGO BEKOLO                   | Maître de Conférences | <i>CE / MINRESI</i>                  |
| 8  | ZAPFACK Louis                   | Maître de Conférences | En poste                             |
| 9  | ANGONI Hyacinthe                | Chargé de Cours       | En poste                             |
| 10 | BIYE Elvire Hortense            | Chargé de Cours       | En poste                             |
| 11 | MALLA Armand William            | Chargé de Cours       | En poste                             |
| 12 | MBARGA BINDZI Marie Alain.      | Chargé de Cours       | <i>Inspecteur de Service MINESUP</i> |
| 13 | MBOLO Marie.                    | Chargé de Cours       | En poste                             |
| 14 | NGODO MELINGUI Jean Baptiste    | Chargé de Cours       | En poste                             |
| 15 | NGONKEU MAGAPTCHE Eddy Léonard  | Chargé de Cours       | En poste                             |
| 16 | NGOOU Lucas Vincent             | Chargé de Cours       | <i>Expert national./UNESCO</i>       |
| 17 | NSOM ZAMO Annie Claude ép. Pial | Chargé de Cours       | En poste                             |
| 18 | TONFACK Libert Brice            | Chargé de Cours       | En poste                             |
| 19 | TSOATA Esaïe                    | Chargé de Cours       | En poste                             |
| 20 | DJEUANI Astride Carole          | Assistant             | En poste                             |
| 21 | GONMADGE Christelle             | Assistant             | En poste                             |
| 22 | MAHBOU SOMO TOUKAM Gabriel      | Assistant             | En poste                             |
| 23 | MAFFO MAFFO Nicole Liliane      | Assistant             | En poste                             |
| 24 | NGALLE Hermine BILLE            | Assistant             | En poste                             |
| 25 | NNANGA MEBENGA Ruth Laure       | Assistant             | En poste                             |
| 26 | NOUKEU KOUAKAM Armelle          | Assistant             | En poste                             |
| 27 | ONANA Jean Michel               | Assistant             | En poste                             |

### 4-DEPARTEMENT DE CHIMIE INORGANIQUE (C.I.) (37)

|   |                       |                       |                               |
|---|-----------------------|-----------------------|-------------------------------|
| 1 | KETCHA MBADCAM Joseph | Professeur            | <b>Chef de Département</b>    |
| 2 | NDIFON Peter TEKE     | Professeur            | <i>CT MINRESI</i>             |
| 3 | NGAMENI Emmanuel      | Professeur            | <i>Doyen FS UDS</i>           |
| 4 | NJOPWOUO Daniel       | Professeur            | <b>Vice-Doyen / DPSAA</b>     |
| 5 | AGWARA ONDOH Moïse    | Maître de Conférences | <i>Insp Génér. MINPMEA</i>    |
| 6 | AVOM Jérôme           | Maître de Conférences | <i>Directeur au IAI Gabon</i> |

|    |                                  |                       |                             |
|----|----------------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| 7  | BABALE née DJAM DOUDOU           | Maître de Conférences | <i>Chargée mission P.R.</i> |
| 8  | DJOUFAC WOUMFO Emmanuel          | Maître de Conférences | En poste                    |
| 9  | ELIMBI Antoine                   | Maître de Conférences | En poste                    |
| 10 | GHOGOMU Paul MINGO               | Maître de Conférences | <i>Directeur Cabinet PM</i> |
| 11 | LAMINSI Samuel                   | Maître de Conférences | En poste                    |
| 12 | MELO née CHINJE Uphie F.         | Maître de Conférences | <i>Directeur Mipromalo</i>  |
| 13 | NANSEU Charles Péguy             | Maître de Conférences | En poste                    |
| 14 | NENWA Justin                     | Maître de Conférences | En poste                    |
| 15 | NDIKONTAR Maurice KOR            | Maître de Conférences | <i>Vice-Doyen/Ubda</i>      |
| 16 | NGOMO Horace MANGA               | Maître de Conférences | <i>S.G. MINESUP</i>         |
| 17 | YOUNANG Elie                     | Maître de Conférences | En poste                    |
| 18 | BAIZOUMI ZOUA                    | Chargé de Cours       | <i>Chef Cellule MINTOUR</i> |
| 19 | EMADACK Alphonse                 | Chargé de Cours       | En poste                    |
| 20 | GWET Simon – Pierre              | Chargé de Cours       | En poste                    |
| 21 | KEUMEGNE MBOUGUEM Jean Claude    | Chargé de Cours       | En poste                    |
| 22 | KONG SAKEO                       | Chargé de Cours       | C. M. Au P. M.              |
| 23 | NJIOMOU Chantale épouse DJANGANG | Chargé de Cours       | En poste                    |
| 24 | NJOYA Dayirou                    | Chargé de Cours       | En poste                    |
| 25 | SIGNING Pierre                   | Chargé de Cours       | En poste                    |
| 26 | ACAYANKA Elie                    | Chargé de Cours       | En poste                    |
| 27 | CHEUMANI YONA Arnaud             | Chargé de Cours       | En poste                    |
| 28 | KAMGANG YOUBI Georges            | Chargé de Cours       | En poste                    |
| 29 | NYAMEN Linda Dyorisse            | Chargé de Cours       | En poste                    |
| 30 | PABOUDAM GBAMBIE Awaou           | Chargé de Cours       | En poste                    |
| 31 | TCHAKOUTE KOUAMO Hervé           | Chargé de Cours       | En poste                    |
| 32 | BELIBI BELIBI Placide Désiré     | Assistant             | En poste                    |
| 33 | KENNE DEDZO Gustave              | Assistant             | En poste                    |
| 34 | MBEY Jean Aimé                   | Assistant             | En poste                    |
| 35 | NCHIMI NONO Katia                | Assistant             | En poste                    |
| 36 | NDI Julius NSAMI                 | Assistant             | En poste                    |
| 37 | NDOSIRI Bridget NDOYE            | Assistante            | En poste                    |

**5-DEPARTEMENT DE CHIMIE ORGANIQUE (C.O.) (34)**

|   |                          |            |                          |
|---|--------------------------|------------|--------------------------|
| 1 | DONGO Etienne            | Professeur | <b>Vice-Doyen/DSSE</b>   |
| 2 | GHOGOMU TIH ROBERT RALPH | Professeur | En poste                 |
| 3 | MBAFOR Joseph            | Professeur | En poste                 |
| 4 | NGADJUI TCHALEU B.       | Professeur | <i>Chef de dépt FMBS</i> |
| 5 | NGOUELA Silvère Augustin | Professeur | En poste                 |

|    |                                 |                       |                             |
|----|---------------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| 6  | NKENGFACK Augustin Ephraïm      | Professeur            | <b>Chef de Département</b>  |
| 7  | NYASSE Barthélemy               | Professeur            | <i>Chef Cellule MINESUP</i> |
| 8  | PEGNYEMB Dieudonné Emmanuel     | Professeur            | <i>Chef Cellule MINESUP</i> |
| 9  | WANDJI Jean                     | Professeur            | En poste                    |
| 10 | Alex de Théodore ATCHADE        | Maître de Conférences | CS Restorat/UYI             |
| 11 | FOLEFOC Gabriel NGOSONG         | Maître de Conférences | VD/UB                       |
| 12 | KAPNANG Henriette               | Maître de Conférences | En poste                    |
| 13 | KEUMEDJIO Félix                 | Maître de Conférences | En poste                    |
| 14 | KOUAM Jacques                   | Maître de Conférences | En poste                    |
| 15 | MBAZOA née DJAMA Céline         | Maître de Conférences | En poste                    |
| 16 | NOUNGOUE TCHAMO Diderot         | Maître de Conférences | En poste                    |
| 17 | TCHOUANKEU Jean-Claude          | Maître de Conférences | <i>DAAC UYI</i>             |
| 18 | YANKEP Emmanuel                 | Maître de Conférences | En poste                    |
| 19 | TIH née NGO BILONG E. Anastasie | Maître de Conférences | En poste                    |
| 20 | AMBASSA Pantaleon               | Chargé de Cours       | En poste                    |
| 21 | EYONG Kenneth OBEN              | Chargé de Cours       | En poste                    |
| 22 | FOTSO WABO Ghislain             | Chargé de Cours       | En poste                    |
| 23 | KENMOGNE Marguerite             | Chargé de Cours       | En poste                    |
| 24 | MKOUNGA Pierre                  | Chargé de Cours       | En poste                    |
| 25 | NGO MBING Joséphine             | Chargé de Cours       | En poste                    |
| 26 | NGONO BIKOBO Dominique Serge    | Chargé de Cours       | En poste                    |
| 27 | NOTE LOUGBOT Olivier            | Chargé de Cours       | En poste                    |
| 28 | OUAHOUE WACHE Blandine Marlyse  | Chargé de Cours       | En poste                    |
| 29 | TABOPDA KUATE Turibio           | Chargé de Cours       | En poste                    |
| 30 | TAGATSING FOTSING Maurice       | Chargé de Cours       | En poste                    |
| 31 | ZONDENDEGOUNBA Ernestine        | Chargé de Cours       | En poste                    |
| 32 | KAMTO Eutrophe Ledoux           | Assistant             | En poste                    |
| 33 | NGINTEDO Dominique              | Assistant             | En poste                    |
| 34 | NGOMO Orléans                   | Assistant             | En poste                    |

**6-DEPARTEMENT D'INFORMATIQUE (IN) (28)**

|   |                       |                       |   |
|---|-----------------------|-----------------------|---|
| 1 | TCHUENTE Maurice      | Professeur            | <i>PCA UB</i>   |
| 2 | ATSA ETOUNDI Roger    | Maître de Conférences | <b>Chef de Département</b><br><i>Chef Division MINFOPRA</i> |
| 3 | FOTSO Pauline Laure   | Maître de Conférences | <i>Vice-Recteur Uds</i>                                     |
| 4 | FOUDA NDJODO Marcel   | Maître de Conférences | <i>IA4 MINESUP/Chef Dpt ENS</i>                             |
| 5 | NDOUNDAM René         | Maître de Conférences | En poste  |
| 6 | CHEDOM FOTSO Donatien | Chargé de Cours       | En poste  |

|    |                                 |                 |          |
|----|---------------------------------|-----------------|----------|
| 7  | KOUOKAM KOUOKAM Etienne Appolin | Assistant       | En poste |
| 8  | MELATAGIA YONTA Paulin          | Chargé de Cours | En poste |
| 9  | MOTO MPONG Serge Alain          | Chargé de Cours | En poste |
| 10 | TINDO Gilbert                   | Chargé de Cours | En poste |
| 11 | TSOPZE Norbert                  | Chargé de Cours | En poste |
| 12 | WAKU KOUAMOU Jules              | Chargé de Cours | En poste |
| 13 | ABESOLO ALO'O Gislain           | Assistant       | En poste |
| 14 | AMINOUE Halilou                 | Assistant       | En poste |
| 15 | BAYEM Jacques Narcisse          | Assistant       | En poste |
| 16 | DJAM Jacques Narcisse           | Assistant       | En poste |
| 17 | DJOUWE MEFFEJA Merline Flore    | Assistant       | En poste |
| 18 | EBELE Serge                     | Assistant       | En poste |
| 19 | HAMZA Adamou                    | Assistant       | En poste |
| 20 | KAMDEM KENGNE Christiane        | Assistant       | En poste |
| 21 | KAMGUEU Patrick Olivier         | Assistant       | En poste |
| 22 | KENFACK DONGMO Clauvice Viliane | Assistant       | En poste |
| 23 | DOMGA KOMGUEM Rodrique          | Assistant       | En poste |
| 24 | MAKEMBE S. Fritz Oswald         | Assistant       | En poste |
| 25 | MEYEMDOU Nadège Sylvianne       | Assistant       | En poste |
| 26 | MONTHÉ DJIADEU Valéry Martial   | Assistant       | En poste |
| 27 | JIOMEKONG AZANZI Fidel          | Assistant       | En poste |
| 28 | TAPAMO KENFACK Hyppolite        | Assistant       | En poste |

### 7-DEPARTEMENT DE MATHEMATIQUES (MA) (37)

|    |                                |                       |                              |
|----|--------------------------------|-----------------------|------------------------------|
| 1  | BEKOLLE David                  | Professeur            | <i>Vice-Recteur UN</i>       |
| 2  | BITJONG NDOMBOL                | Professeur            | <i>DIPD UY II</i>            |
| 3  | DOSSA COSSY Marcel             | Professeur            | En poste                     |
| 4  | NGUETSENG Gabriel              | Professeur            | <i>Chef du CUTI UYI</i>      |
| 5  | NOUTCHEGUEME Norbert           | Professeur            | En poste                     |
| 6  | EMVUDU WONO Yves S.            | Maître de Conférences | <i>Chef Cellule. MINESUP</i> |
| 7  | NKUIIMI JUGNIA Célestin        | Maître de Conférences | En poste                     |
| 8  | NOUNDJEU Pierre                | Maître de Conférences | En poste                     |
| 9  | TCHAPNDA NJABO Sophonie Blaise | Maître de Conférences | En poste                     |
| 10 | TONGA Marcel                   | Maître de Conférences | En poste                     |
| 11 | WAMON François                 | Maître de Conférences | <b>Chef de Département</b>   |
| 12 | AGHOUEKENG JIOFACK Jean Gérard | Chargé de Cours       | En poste                     |
| 13 | AYISSI Raoult Domingo          | Chargé de Cours       | En poste                     |
| 14 | CHENDJOU Gilbert               | Chargé de Cours       | En poste                     |

|    |                                   |                 |                             |
|----|-----------------------------------|-----------------|-----------------------------|
| 15 | FOMEKONG Christophe               | Chargé de Cours | En poste                    |
| 16 | KIANPI Maurice                    | Chargé de Cours | En poste                    |
| 17 | KIKI Maxime Armand                | Chargé de Cours | En poste                    |
| 18 | MBAKOP Guy Merlin                 | Chargé de Cours | En poste                    |
| 19 | MBANG Joseph                      | Chargé de Cours | En poste                    |
| 20 | MBEHOU Mohamed                    | Chargé de Cours | En poste                    |
| 21 | MBELE BEDIMA Martin               | Chargé de Cours | En poste                    |
| 22 | MBIANDA Gilbert                   | Chargé de Cours | En poste                    |
| 23 | MENGUE MENGUE David Joe           | Chargé de Cours | En poste                    |
| 24 | NGUEFACK Bertrand                 | Chargé de Cours | En poste                    |
| 25 | NGUIMTSA Charles                  | Chargé de Cours | En poste                    |
| 26 | POLA DOUNDOU Emmanuel             | Chargé de Cours | En poste                    |
| 27 | TAKAM SOH Patrice                 | Chargé de Cours | En poste                    |
| 28 | TCHANGANG Roger Duclos            | Chargé de Cours | En poste                    |
| 29 | TCHOUNDJA Edgar Landry            | Chargé de Cours | En poste                    |
| 30 | TIAYA TSAGUE N. Anne- Marie       | Chargé de Cours | En poste                    |
| 31 | BOGSO Antoine M                   | Assistant       | En poste                    |
| 32 | DJIADEU NGAHA Michel              | Assistant       | En poste                    |
| 33 | DOUANLA YONTA Hermann             | Assistant       | En poste                    |
| 34 | MBIAKOP Hilaire George            | Assistant       | En poste                    |
| 35 | NIMPA PEFOUKEU Romain             | Assistant       | En poste                    |
| 36 | TANG AHANDA Barnabé               | Assistant       | <i>Chef Serv. MINPLAMAT</i> |
| 37 | TETSADJIO TCHILEPECK Mesmin Erick | Assistant       |                             |

### 8-DEPARTEMENT DE MICROBIOLOGIE (MB) (13)

|    |                                |                       |                                     |
|----|--------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|
| 1  | ETOA François-Xavier           | Professeur            | <b>Chef de Département, CT / PM</b> |
| 2  | ESSIA NGANG Jean Justin        | Maître de Conférences | Chef de Division recherche IMPM     |
| 3  | NWAGA Dieudonné M.             | Maître de Conférences | En poste                            |
| 4  | BODA Maurice                   | Chargé de Cours       | En poste                            |
| 5  | BOYOMO ONANA                   | Chargé de Cours       | En poste                            |
| 6  | ENO Anna Arey                  | Chargé de Cours       | En poste                            |
| 7  | ESSONO OBOUGOU Germain Gabriel | Chargé de Cours       | En poste                            |
| 8  | NYEGUE Maximilienne Ascension  | Chargé de Cours       | En poste                            |
| 9  | RIWOM Sara Honorine            | Chargé de Cours       | En poste                            |
| 10 | SADO KAMDEM Sylvain Leroy      | Chargé de Cours       | En poste                            |
| 11 | BOUGNOM Blaise Pascal          | Assistant             | En poste                            |
| 12 | NJIKI BIKOÏ Jacky              | Assistant             | En poste                            |

|  |  |                       |                            |
|--|--|-----------------------|----------------------------|
| 13   | TCHIKOUA Roger                               | Assistant             | En poste                   |
| <b>9-DEPARTEMENT DE PHYSIQUE (PH) (40)</b> |  |                       |                            |
| 1  | ESSIMBI ZOBO Bernard                         | Professeur            | En poste                   |
| 2  | KOFANE Timoléon Crépin                       | Professeur            | <b>Chef de Département</b> |
| 3  | NJOMO Donatien                               | Professeur            | En poste                   |
| 4  | TABOD Charles TABOD                          | Professeur            | En poste                   |
| 5  | WOAFO Paul                                   | Professeur            | En poste                   |
| 6  | NDJAKA Jean Marie Bienvenu                   | Professeur            | En poste                   |
| 7  | BEN- BOLIE Germain Hubert                    | Maître de Conférences | En poste                   |
| 8  | EKOBENA FOU DA Henri Paul                    | Maître de Conférences | <i>Chef Dépt UN</i>        |
| 9  | NJANDJOCK NOUCK Philippe                     | Maître de Conférences | <i>Chef Serv. MINRESI</i>  |
| 10   | NOUAYOU Robert                               | Maître de Conférences | En poste                   |
| 11   | OUMAROU BOUBA                                | Maître de Conférences | <b>Recteur UY II</b>       |
| 12   | PEMHA Elkana                                 | Maître de Conférences | En poste                   |
| 13   | TCHAWOUA Clément                             | Maître de Conférences | En poste                   |
| 14   | ZEKENG Serge Sylvain                         | Maître de Conférences | En poste                   |
| 15   | BIYA MOTTO Frédéric                          | Chargé de cours       | <i>Dir.Gén. B. MEKIM</i>   |
| 16   | BODO Bernard                                 |                       | En poste                   |
| 17   | DJUIDJE KENMOE Gemaine épouse<br>ALOYEM KAZE | Chargé de cours       | En poste                   |
| 18   | EDONGUE HERVAIS                              | Chargé de Cours       | En poste                   |
| 19   | EYEBE FOU DA Jean Sire                       | Chargé de Cours       | En poste                   |
| 20   | FEWO Serge Ibraïd                            | Chargé de Cours       | En poste                   |
| 21   | FOUEDJIO David                               | Chargé de Cours       | En Poste                   |
| 22   | HONA Jacques                                 | Chargé de Cours       | En poste                   |
| 23   | MBANE BIOUELE                                | Chargé de Cours       | En poste                   |
| 24   | MBONO SAMBA Yves Christian U.                | Chargé de Cours       | En poste                   |
| 25   | NANA NBENDJO Blaise                          | Chargé de Cours       | En poste                   |
| 26   | NDOP Joseph                                  | Chargé de Cours       | En poste                   |
| 27   | OBOUNOU Marcel                               | Chargé de Cours       | En poste                   |
| 28   | SAIDOU                                       | Chargé de Cours       | En poste                   |
| 29   | SIEWE SIEWE Martin                           | Chargé de Cours       | En poste                   |
| 30   | SIMO Elie                                    | Chargé de Cours       | En poste                   |
| 31   | TABI Conrad Bertrand                         | Chargé de Cours       | En poste                   |
| 32   | TCHOFFO Fidèle                               | Chargé de Cours       | En poste                   |
| 33   | VONDOU DERBETINI Appolinaire                 | Chargé de Cours       | En poste                   |
| 34   | WAKATA née BEYA Annie                        | Chargé de Cours       | <i>Chef Serv. MINESUP</i>  |

|    |  |                 |          |
|----|--|-----------------|----------|
| 35 | WOULACHE Rosalie Laure                     | Chargé de Cours | En poste |
| 36 | ABDOURAHIMI                                | Assistant       | En Poste |
| 37 | CHAMANI Roméo                              | Assistant       | En poste |
| 38 | ENYEGUE A NYAM Françoise épouse<br>BELINGA | Assistant       | En Poste |
| 39 | MBINACK Clément                            | Assistant       | En poste |
| 40 | MBOUSSI NKOMIDIO Aissatou                  | Assistant       | En Poste |

**10- DEPARTEMENT DE SCIENCES DE LA TERRE (S.T.) (44)**

|    |                            |                       |   |
|----|----------------------------|-----------------------|---|
| 1  | BILONG PAUL                | Professeur            | <b>Doyen /Chef de Département</b>             |
| 2  | NZENTI Jean-Paul           | Professeur            | En poste                                      |
| 3  | BITOM Dieudonné Lucien     | Professeur            | <i>Doyen / UN</i>                             |
| 4  | FOUATEU Rose épouse YONGUE | Maître de Conférences | En poste                                      |
| 5  | KAMGANG Pierre             | Maître de Conférences | En poste                                      |
| 6  | MEDJO EKO Robert           | Maître de Conférences | <i>D.I.P.D. UYI</i>                           |
| 7  | MVONDO ONDOA Joseph        | Maître de Conférences | En poste                                      |
| 8  | NDAM NGOUPAYOU Jules-Remy  | Maître de Conférences | En poste                                      |
| 9  | NDJIGUI Paul-Désiré        | Maître de Conférences | <b>CSMM</b>                                   |
| 10 | NGOS III Simon             | Maître de Conférences | <i>D.A.A.C./UM</i>                            |
| 11 | NJILAH Isaac KONFOR        | Maître de Conférences | En poste                                      |
| 12 | NKOUMBOU Charles           | Maître de Conférences | En poste                                      |
| 13 | TEMDJIM Robert             | Maître de Conférences | En poste                                      |
| 4  | YENE ATANGANA Joseph Q.    | Maître de Conférences | <i>Chef Div. MINFOF</i>                       |
| 15 | ABOSSOLO née ANGUE Monique | Chargé de Cours       | <b>Chef DAASR</b>                             |
| 16 | BEKOA Etienne              | Chargé de Cours       | En poste                                      |
| 17 | BISSO Dieudonné            | Chargé de Cours       | <i>Directeur Projet Barrage<br/>Memve'ele</i> |
| 18 | EKOMANE Emile              | Chargé de Cours       | CS/MINMIDT                                    |
| 19 | ESSONO Jean                | Chargé de Cours       | <i>C.E.A. MINIMDT</i>                         |
| 20 | GANNO Sylvestre            | Chargé de Cours       | En poste                                      |
| 21 | GHOGOMU Richard TANWI      | Chargé de Cours       | En poste                                      |
| 22 | LAMILEN BILLA Daniel       | Chargé de Cours       | En poste                                      |
| 23 | LIENOU Gaston              | Chargé de Cours       | En poste                                      |
| 24 | MBIDA YEM                  | Chargé de Cours       | CS/LABOGENIE                                  |
| 25 | MINYEM Dieudonné           | Chargé de Cours       | En poste                                      |
| 26 | MOUAFO Lucas               | Chargé de Cours       | En poste                                      |
| 27 | MOUNDI Amidou              | Chargé de Cours       | <i>Inspecteur 1 MINMIMDT</i>                  |
| 28 | NGO BELNOUN Rose Noel      | Chargé de Cours       | <i>En poste</i>                               |

|    |                                   |                 |                              |
|----|-----------------------------------|-----------------|------------------------------|
| 29 | NGO BIDJECK Louise Marie          | Chargé de Cours | En poste                     |
| 30 | NGUEUTCHOUA Gabriel               | Chargé de Cours | En poste                     |
| 31 | NJOM Bernard de Lattre            | Chargé de Cours | En poste                     |
| 32 | NYECK Bruno                       | Chargé de Cours | <i>S/Directeur/ MINMIMDT</i> |
| 33 | ONANA Vincent                     | Chargé de Cours | En poste                     |
| 34 | TCHAKOUNTE Jacqueline ép. NUMBEM  | Chargé de cours | <i>CEA MINRESI</i>           |
| 35 | TCHOUANKOUE Jean-Pierre           | Chargé de Cours | En poste                     |
| 36 | ZO'O ZAME Philémon                | Chargé de Cours | <i>S.G. MINTP</i>            |
| 37 | ANABA ONANA Achille Basile        | Assistant       | <i>En Poste</i>              |
| 38 | BINELI BETSI Thierry Olivier      | Assistant       | <i>En poste</i>              |
| 39 | FUH Calistus Gentry               | Assistant       | <i>Sec. D'Etat/MINMIDT</i>   |
| 40 | METANG Victor                     | Assistant       | <i>En poste</i>              |
| 41 | NOMO NEGUE Emmanuel               | Assistant       | <i>En poste</i>              |
| 42 | TCHAPTCHET TCHATO De Pesquidoux I | Assistant       | En poste                     |
| 43 | TEHNA Nathanaël                   | Assistant       | En poste                     |
| 44 | TEMGA Jean Pierre                 | Assistant       | En poste                     |

#### Répartition chiffrée des enseignants permanents par Département (17 Mars 2014)

| Département  | Nombre d'enseignants |               |                 |                | Total           |
|--------------|----------------------|---------------|-----------------|----------------|-----------------|
|              | Pr                   | MC            | CC              | ASS            |                 |
| <b>BC</b>    | 4(0)                 | 7 (2)         | 16 (10)         | 14 (6)         | <b>41 (18)</b>  |
| <b>BPA</b>   | 9 (0)                | 8 (0)         | 15 (7)          | 13 (5)         | <b>45(12)</b>   |
| <b>BPV</b>   | 1 (0)                | 7 (0)         | 11 (3)          | 8(6)           | <b>27 (9)</b>   |
| <b>C.I.</b>  | 4 (0)                | 13 (2)        | 14 (3)          | 6(2)           | <b>37 (7)</b>   |
| <b>C.O.</b>  | 9 (0)                | 10 (2)        | 12 (6)          | 3 (0)          | <b>34 (8)</b>   |
| <b>IN</b>    | 1 (0)                | 4 (1)         | 7 (0)           | 16 (5)         | <b>28 (6)</b>   |
| <b>MA</b>    | 5 (0)                | 6(0)          | 19 (1)          | 7 (1)          | <b>37 (2)</b>   |
| <b>MB</b>    | 1 (0)                | 2 (0)         | 7(3)            | 3 (0)          | <b>13 (3)</b>   |
| <b>PH</b>    | 6 (0)                | 8(0)          | 21(3)           | 5 (2)          | <b>40 (5)</b>   |
| <b>ST</b>    | 3 (0)                | 11 (1)        | 22 (4)          | 7 (0)          | <b>44 (5)</b>   |
| <b>Total</b> | <b>43 (0)</b>        | <b>76 (8)</b> | <b>144 (40)</b> | <b>82 (27)</b> | <b>346 (75)</b> |

Soit un total de : 346 (75) dont

- Professeurs 43 (0)
- Maîtres de Conférences 76 (8)
- Chargés de Cours 144 (40)
- Assistants 83 (27)

- ( ) = Nombre de femmes.

Le Doyen de la Faculté des Sciences

# *DEDICACE*

Je dédie ce travail à toute **ma famille**

## *AVANT-PROPOS*

Le présent travail a été réalisé au laboratoire de Parasitologie et Ecologie de la Faculté des Sciences de l'Université de Yaoundé I. C'est pour moi l'occasion d'exprimer ma reconnaissance à tous ceux qui ont guidé de leurs conseils ou aidé à sa réalisation. Il s'agit de :

- Pr. FOMENA Abraham. Je tiens à lui exprimer ma reconnaissance et ma profonde gratitude. Il a orienté et dirigé ce travail malgré ses multiples occupations. Ses critiques pertinentes, sa rigueur scientifique et son goût du travail bien fait sont pour moi un gage d'estime et de confiance. Je souhaite qu'à travers ce mémoire marqué de son empreinte, il trouve le signe de mes sincères remerciements ;

- Pr. BILONG BILONG Charles Félix, Chef de Département de Biologie et Physiologie Animales. Il a bien voulu relire ce document. Ses conseils éclairés, sa rigueur scientifique et son dévouement ont toujours insufflé en moi l'esprit scientifique. Qu'il reçoive ici toute ma reconnaissance et ma gratitude ;

- Pr. NGASSAM Pierre qui a toujours manifesté de la disponibilité et de l'attention particulière à mon endroit. Qu'il trouve ici l'expression de ma profonde sympathie ;

- Dr. NDASSA Arouna et Dr. KEKEUNOU Sévilor, pour leur aide dans l'analyse des données de cette étude ;

- Messieurs WAFFO Jules Magloire, TEKUMBWUO Joseph respectivement Techniciens et enseignant au Centre Piscicole de Fouban et NJIASSE René, pêcheur à Kouoptamo, pour leur aide dans la récolte du matériel biologique ;

- Dr. LEKEUFACK FOLEFACK G. B., mon collègue et ami de Laboratoire, pour sa franche collaboration, sa disponibilité ineffable pendant la réalisation de ce rapport ;

- tous mes cadets de Laboratoire : KIANPI MOAFO Alfred, YALIE Marie, TCHOFFO ZOTEYE Arnaud, FAUBAM FOFOU Arnel, MBAKOP Lilie Ranaisé et TCHUENTE Christine, pour la collaboration ;

- Ma très chère mère, Maman NANGOU Pauline épouse MFONDOUM de regretté mémoire, rappelée à Dieu pendant que je finalisais la rédaction de cet ouvrage. Maman ton

souci constant était de vivre l'aboutissement de cette œuvre mais hélas ! Maman ceux qui meurent en Christ dorment car la résurrection est au programme de Dieu. Vivement le jour où nous nous reverrons. Repose en paix Maman ;

- Mon Père, feu Papa MFONDOUM Abel. Tes conseils et prières m'ont permis de grandir et de m'instruire. Merci pour tout Papa. Après le décès de Maman, nous aurions voulu demeurer avec toi pendant longtemps encore mais hélas ! Nous nous soumettons à la volonté divine. Puisse le Seigneur t'accueillir dans son royaume. Que ton âme repose en paix ;

- Mon beau-père feu Papa NOM Emmanuel, pour ses encouragements et son soutien ; mais qui malheureusement n'aura pas eu la chance de voir l'aboutissement de ce travail. Que la terre de nos ancêtres lui soit légère ; Merci infiniment à toute la famille NOM et particulièrement à ma belle-mère, Maman NOM née MAFON Elise pour son assistance et son dévouement ;

- Mon grand frère NJOYA MFONDOUM Emmanuel et Mme NJOYA née MEFIRE Marie pour le dévouement et l'affection qu'ils m'ont toujours témoigné. Aucun mot n'est assez fort pour exprimer ma reconnaissance ;

- Mes grands frères MFONKOUA Paul Simon et NJUENKOU Jean Jacques et à leurs familles respectives pour leur soutien multiforme. Mes frères et sœurs PAMBOUDAM MFONDOUM Charlotte, NJOUONKOU MFONDOUM Edouard Honoré et MAH MFONDOUM Jean Claude, qui ont conjugué leurs efforts pour la réussite de cet ouvrage ;

- Les familles MOUNPAIN, NSANGOU, NJIFON et DOUGSSA pour leurs conseils et soutien tant moral que matériel ; - Les familles MFOUAPON MOULIOM Richard et NGOU David pour leur franche collaboration. Ils m'ont aidé de multiples manières pendant les moments difficiles. Merci pour tout ;

- Mes nièces et neveux ; Puisse ce mémoire mobiliser leurs ambitions et dynamiser leurs efforts dans le goût du travail bien fait ;

- Je remercie particulièrement mon épouse Mme NCHOUTPOUEN née MAPIEMFOU NOM Dorcas Mireille, et mes enfants MFONDOUM NCHOUTPOUEN Abel Hugo ; NJIFON NCHOUTPOUEN Andy Anderson et MEFIRE NCHOUTPOUEN Ange Clara de m'avoir accepté et supporté dans mon statut d'éternel Etudiant. Dorcas, ton amour à lui seul a constitué le socle de ce travail. Quant à vous Hugo, Anderson et Clara, ce travail devrait vous servir d'exemple. Je me sens très fort auprès de vous.

# SOMMAIRE

|   | page         |
|---|--------------|
| <i>LISTE DES ENSEIGNANTS</i> .....  | <i>i</i>     |
| <i>DEDICACE</i> .....   | <i>xii</i>   |
| <i>AVANT-PROPOS</i> .....   | <i>xiii</i>  |
| <i>SOMMAIRE</i> .....   | <i>xv</i>    |
| <i>LISTE DES FIGURES</i> .....  | <i>xvii</i>  |
| <i>LISTE DES TABLEAUX</i> .....   | <i>xviii</i> |
| <i>LISTE DES PLANCHES</i> .....   | <i>xx</i>    |
| <i>RESUME</i> .....   | <i>xxi</i>   |
| <i>ABSTRACT</i> .....   | <i>xxiii</i> |
| <b>INTRODUCTION</b> .....   | <b>1</b>     |
| <b>CHAPITRE I : REVUE DE LA LITERATURE</b> .....  | <b>5</b>     |
| I.1. Généralités sur les Myxosporidies.....   | 6            |
| I.1.1. Définition et caractères généraux.....   | 6            |
| I.1.2. Identification des Myxosporidies.....  | 7            |
| I.1.3. Historique sur la classification des Myxosporidies.....  | 7            |
| I.1.4. Position systématique de quelques genres de Myxosporidies couramment identifiés dans le monde..... | 9            |
| I.1.5. Cycle de développement.....  | 14           |
| I.1.6. Spécificité parasitaire.....   | 16           |
| I.1.7. Pathogénicité.....   | 17           |
| I.1.8. Importance économique.....   | 18           |
| I.1.9. Traitement.....  | 19           |
| I.2. Aperçu historique sur les Myxosporidies des poissons d'eau douce d'Afrique.....                      | 20           |
| <b>CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES</b> .....   | <b>26</b>    |
| II. 1. Cadre d'étude.....   | 27           |
| II.1.1. Situation géographique.....   | 27           |
| II. 1.2. Relief.....  | 30           |
| II.1.3. Climat.....   | 30           |
| II.1.4. Hydrologie.....   | 31           |
| II.1.5. Végétation.....   | 33           |

|  |            |
|--|------------|
| II.2. Matériel biologique.....   | 33         |
| II.3. Méthodes d'étude.....  | 36         |
| II.3.1. Pêche et conservation des poissons.....  | 36         |
| II.3.2. Recherche, dénombrement et identification des parasites.....   | 36         |
| II.3.3. Méthodes d'analyse et tests statistiques.....  | 37         |
| <b>CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION.....</b>   | <b>41</b>  |
| III. 1. Résultats.....   | 42         |
| III.1.1. Description des espèces de Myxosporidies récoltées.....   | 42         |
| III.1.2. Structure et dynamique des populations de Myxosporidies parasites d' <i>Oreochromis niloticus</i> et <i>Labeo</i> sp..... | 104        |
| III.2. Discussion.....   | 134        |
| III.2.1. faunistique.....  | 134        |
| III.2.2. Structure et dynamique de la population parasitaire.....  | 142        |
| <b>Conclusion générale et perspectives.....</b>  | <b>149</b> |
| Références bibliographiques.....   | 153        |
| Annexe.....  | 173        |

## *LISTE DES FIGURES*

|   | Page |
|---|------|
| Figure 1 : Variables mesurées sur les spores de quelques genres de Myxosporidies couramment observées.....                              | 8    |
| Figure 2 : Représentation schématique d'une spore du genre <i>Myxidium</i> .....  | 10   |
| Figure 3 : Représentation schématique d'une spore du genre <i>Myxobolus</i> .....   | 11   |
| Figure 4 : Représentation schématique d'une spore du genre <i>Thélohanellus</i> .....   | 12   |
| Figure 5 : Représentation schématique d'une spore du genre <i>Henneguya</i> .....   | 13   |
| Figure 6 : Cycle de développement des Myxosporidies.....  | 15   |
| Figure 7 : Localisation des sites d'étude dans la région de l'Ouest Cameroun.....   | 28   |
| Figure 8 : Vue partielle de la rivière Noun à Kouoptamo.....  | 29   |
| Figure 9 : Vue partielle de la retenue de la Mapé (Magba).....  | 29   |
| Figure 10 : Vue partielle des étangs piscicoles de Foumban.....   | 29   |
| Figure 11 : Diagramme ombrothermique de la région de l'Ouest pour la période allant de mai 2008 à juin 2009.....                        | 31   |
| Figure 12 : Réseau Hydrographique de la région de l'Ouest Cameroun.....   | 32   |
| Figure 13 : Photographie des spécimens des espèces de poissons parasités.....   | 34   |
| Figure 14 : Spores des différentes espèces décrites dans le genre <i>Myxidium</i> .....   | 47   |
| Figure 15 : Spores des différentes espèces décrites dans le genre <i>Myxobolus</i> .....  | 63   |
| Figure 16 : Spores des différentes espèces décrites dans le genre <i>Myxobolus</i> .....  | 86   |
| Figure 17 : Spores des différentes espèces décrites dans le genre <i>Thélohanellus</i> .....  | 94   |
| Figure 18 : Spores des différentes espèces décrites dans le genre <i>Henneguya</i> .....  | 102  |
| Figure 19 : Distribution des effectifs d' <i>Oreochromis niloticus</i> en fonction des classes de taille à Foumban et à Kouoptamo.....  | 105  |
| Figure 20 : Distribution des effectifs de <i>Labeo sp.</i> en fonction des classes de taille.....                                       | 106  |
| Figure 21 : Variation du taux d'infestation parasitaire chez <i>O. niloticus</i> en fonction du sexe : (A) Foumban ; (B) Kouoptamo..... | 122  |
| Figure 22 : Charge kystique moyenne des différentes espèces de Myxosporidies parasites de <i>Labeo sp.</i> en fonction des saisons..... | 134  |

## LISTE DES TABLEAUX

|               | Page  |
|---------------|---|
| Tableau I :   | Taille et poids d' <i>Oreochromis niloticus</i> et <i>Labeo</i> sp. examinés de mai 2008 à juin 2009..... 105   |
| Tableau II :  | Fréquences d' <i>Oreochromis niloticus</i> et <i>Labeo</i> sp. en fonction du sexe.. 107  |
| Tableau III : | Effectifs d'hôtes en fonction de la richesse spécifique parasitaire..... 108  |
| Tableau IV :  | Prévalences des différentes espèces parasites chez <i>Oreochromis niloticus</i> à Foumban et à Kouoptamo ..... 109  |
| Tableau V :   | Prévalences des différentes espèces parasites chez <i>Labeo</i> sp..... 110   |
| Tableau VI :  | Différents types d'associations parasitaires chez <i>Oreochromis niloticus</i> à Kouoptamo..... 111   |
| Tableau VII : | Différents types d'association parasitaires chez <i>Oreochromis niloticus</i> à Foumban..... 112  |
| Tableau VIII  | Différents types d'association parasitaires chez <i>Labeo</i> sp. à Kouoptamo..... 114  |
| Tableau IX :  | Valeurs des corrélations entre les taux d'infestation des différentes espèces parasites d' <i>O. niloticus</i> à Foumban..... 116                             |
| Tableau X :   | Valeurs des corrélations entre les Taux d'infestation des différentes espèces parasite d' <i>O. niloticus</i> à Kouoptamo..... 116                            |
| Tableau X I:  | Valeurs de corrélations entre les taux d'infestation des différentes espèces parasite de <i>Labeo</i> sp. à Kouoptamo..... 117                                |
| Tableau XII : | Variation du Taux d'infestation des différentes espèces parasites d' <i>O. niloticus</i> à Foumban en fonction des classes de taille..... 118                 |
| Tableau XIII  | Variation du taux d'infestation des différentes espèces parasites d' <i>O. niloticus</i> à Kouoptamo en fonction des classes de taille..... 119               |
| Tableau XIV : | Taux d'infestation des différentes espèces parasites chez <i>Labeo</i> sp. en fonction de la taille..... 120  |
| Tableau XV :  | Taux d'infestation des différentes espèces parasites en fonction du sexe chez <i>Labeo</i> sp..... 123  |
| Tableau XVI : | Taux d'infestation (%) des différentes espèces parasites chez <i>Oreochromis niloticus</i> en fonction des organes parasités à Foumban et à Kouoptam..... 124 |

|                 |   |     |
|-----------------|---|-----|
| Tableau XVII :  | Taux d'infestation parasitaire chez <i>Labeo</i> sp. en fonction des organes affectés.....  | 126 |
| Tableau XVIII : | Taux d'infestation parasitaire chez <i>Oreochromis niloticus</i> à Fouban en fonction des saisons.....                                    | 127 |
| Tableau XIX :   | Taux d'infestation parasitaire chez <i>Oreochromis niloticus</i> à Kouoptamo en fonction des saisons.....                                 | 128 |
| Tableau XX :    | Taux d'infestation des différentes espèces parasites chez <i>Labeo</i> sp. en fonction des saisons.....                                   | 129 |
| Tableau XXI :   | Charge kystique moyenne chez <i>Labeo</i> sp. examinés de mars 2008 à juin 2009 à Kouoptamo.....  | 129 |
| Tableau XXII :  | Variation de la charge kystique moyenne des différentes espèces parasites chez <i>Labeo</i> sp. en fonction de la taille à Kouoptamo..... | 130 |
| Tableau XXIII : | Variation de la charge kystique moyenne des Myxosporidies en fonction du sexe chez <i>Labeo</i> sp.....                                   | 131 |
| Tableau XXIV :  | Charge kystique moyenne des différentes espèces parasites de <i>Labeo</i> sp. en fonction des organes parasités à Kouoptamo.....          | 132 |
| Tableau XXV :   | Différentes espèces de Myxosporidies décrites chez les Cyprinidae du genre <i>Labeo</i> .....   | 137 |

## LISTE DES PLANCHES

|   | page |
|---|------|
| Planche I : Spores de <i>Myxidium clariae</i> et <i>Myxidium nyongensis</i> , parasites de la vésicule biliaire de <i>Clarias gariepinus</i> et <i>Labeo</i> sp. respectivement.....  | 43   |
| Planche II : Spores de <i>Myxobolus kouoptamoensis</i> , <i>Myxobolus nchoutnounensis</i> et <i>Myxobolus njoyai</i> , parasites de <i>Labeo</i> sp.....  | 49   |
| Planche III : Spores de <i>Myxobolus bankouopi</i> n.sp., parasite de <i>Labeo</i> sp. ; spores de <i>Myxobolus nounensis</i> , <i>Myxobolus kainjiae</i> et <i>Myxobolus equatorialis</i> , parasites de <i>Oreochromis niloticus</i> .....                      | 57   |
| Planche IV : Formes végétatives et spores de <i>Myxobolus camerounensis</i> , parasite d' <i>O. niloticus</i> .....   | 67   |
| Planche V : Spores de <i>Myxobolus nyongana</i> , parasite de <i>Labeo</i> sp. et <i>Barbus martorelli</i> ; spores de <i>Myxobolus brachysporus</i> , <i>Myxobolus heterosporus</i> et <i>Myxobolus agolus</i> , parasites de <i>Oreochromis niloticus</i> ..... | 71   |
| Planche VI : Spores de <i>Myxobolus bilongi</i> , parasite de <i>Labeo</i> sp. ; <i>Myxobolus tilapiae</i> et <i>Myxobolus israelensis</i> , parasites d' <i>Oreochromis niloticus</i> .....  | 79   |
| Planche VII : Spores de <i>Thelohanellus bicornei</i> , <i>Thelohanellus sanagaensis</i> et <i>Thelohanellus assambai</i> , parasites de <i>Labeo</i> sp.....   | 88   |
| Planche VIII : Spores de <i>Henneguya laterocapsulata</i> et <i>Henneguya suprabranchiae</i> , parasites de <i>Clarias gariepinus</i> ; spore de <i>Henneguya auchenoglanii</i> , parasite de <i>Auchenoglanis occidentalis</i> .....                             | 96   |

## RESUMÉ

Afin d'assurer le développement durable du secteur piscicole, il est important pour tout projet de développement de la pisciculture de tenir compte des pathologies liées au parasitisme des poissons hôtes. C'est dans cette optique que nous avons entrepris l'étude taxinomique des Myxosporea, **Bütschli** (1881) parasites de quelques Téléostéens du bassin du Noun (Région administrative de l'Ouest Cameroun) d'une part et la biologie des espèces inféodées à *Oreochromis niloticus* Linné, 1758 et *Labeo* sp. en milieu naturel et piscicole d'autre part. L'intérêt économique d'*O. niloticus* et son utilisation généralisée en pisciculture font de cette espèce l'une des plus importantes en Afrique. *Labeo* sp. est également l'une des espèces les plus consommées au Cameroun.

De 2006 à 2009, l'examen de 1133 poissons d'eau douce (rivières, barrages de retenues et étangs piscicoles) appartenant à 9 genres et 6 familles a permis de mettre en évidence la parasitofaune des Myxosporidies des différentes espèces hôtes. L'étude de la structure et de la dynamique des populations parasitaires d'*O. niloticus* en milieu naturel et piscicole et de *Labeo* sp. en milieu naturel a été menée de mai 2008 à juin 2009. L'examen (fondé sur les techniques d'autopsie) des poissons appartenant aux familles des Mormyridae (1 espèce), Cichlidae (2), Cyprinidae (3), Channidae (1), Mochokidae (2), Bagridae (3) a révélé la présence d'une faune myxosporidienne riche et diversifiée.

Au total, 24 espèces de Myxosporidies appartenant aux genres *Myxidium* Bütschli, 1882, *Myxobolus* Bütschli, 1882, *Henneguya* Kudo, 1933 et *Thelohanellus* Thélohan, 1892 ont été récoltées. Toutes les deux espèces de *Myxidium* (*Myxidium nyongensis* Fomena & Bouix, 1986 et *Myxidium clariae* Landsberg, 1987) trouvées chez nos hôtes parasitent la vésicule biliaire. C'est un cas de spécificité d'un organe. Seules les spores mûres de ces espèces flottant librement dans la bile ont été retrouvées. Parmi les parasites récoltés, quatre espèces (*Myxobolus kouoptamoensis* n.sp. *Myxobolus nchoutnounensis* n.sp. *Myxobolus njoyai* n.sp. et *Myxobolus bankouopi* n.sp.) sont nouvelles pour la Science. *Thelohanellus bicornei* Kabré, Sakiti, Marquès & Sawadogo, 2002 (parasite de *Labeo* sp.) a été redécrite et sa diagnose complétée. La présence de certaines espèces parasites telles que *Myxobolus bilongi* Fomena, Marquès, Bouix & Njiné, 1994, *Thelohanellus assambai* Fomena, Marquès, Bouix & Njiné, 1994 et *Thelohanellus sanagaensis* Fomena, Marquès Bouix & Njiné, 1994, parasites de *Labeo* sp. au Cameroun a été confirmée chez leurs hôtes d'origine. Certains parasites antérieurement décrits ont été retrouvés chez de nouveaux hôtes: c'est le cas de *Myxobolus nyongana* Fomena, Bouix & Birgi, 1986 parasite de *Barbus martorelli* Roman, 1971 et de *Labeo* sp. et *Myxobolus nounensis* Fomena & Bouix, 2000 récoltés chez les cichlidae. Le polyparasitisme chez les espèces *O. niloticus* et *Labeo* sp. a été noté : *O. niloticus* porte dix (10) espèces de Myxosporidies appartenant toutes au genre *Myxobolus* ; *Labeo* sp. héberge aussi dix (10) espèces de Myxosporidies appartenant aux genres *Myxobolus* (6 espèces), *Thelohanellus* (3) et *Myxidium* (1). L'étude de la biologie des espèces

parasites inféodées à *O. niloticus* capturé dans les étangs piscicoles de Foumban et dans la rivière Noun à Kouoptamo a montré que : *Myxobolus kainjiae* Obiekezie & Okaeme, 1990 et *Myxobolus sarigi* Landsberg, 1985 sont rares dans les deux sites d'étude, *Myxobolus tilapiae* Abolarin, 1974 et *Myxobolus equatorialis* Landsberg, 1985 rares respectivement à Foumban et à Kouoptamo seulement. Par contre, *Myxobolus agolus* Landsberg, 1985, *Myxobolus brachysporus* Baker, 1963, *Myxobolus camerounensis* Fomena, Marquès & Bouix, 1993, *Myxobolus heterosporus* Baker, 1963 et *Myxobolus israelensis* Landsberg, 1985 étaient secondaires dans les deux sites, alors que *M. tilapiae* est apparue peu fréquente dans la rivière Noun uniquement et enfin *M. equatorialis* secondaire en bassin piscicole. *Myxidium nyongensis*, *Myxobolus bilongi* et *Thelohanellus sanagaensis* sont apparus rares chez les individus de *Labeo* sp., capturés sur le Noun. *Myxobolus kouoptamoensis*, *M. bankouopi*, *M. barbi* et *T. bicornei* sont secondaires alors que *M. njoyai* et *M. nchoutnounensis* sont apparues principales. Les taux de parasitisme sont généralement plus élevés dans les étangs piscicoles que dans la rivière Noun.

Les charges kystiques moyennes sont très faibles ( $\bar{x} < 10$ ) pour *M. bilongi*, *M. njoyai* et *M. bankouopi*, elles sont faibles ( $10 < \bar{x} < 50$ ) pour *M. kouoptamoensis*, *T. assambai* et moyennes ( $50 < \bar{x} < 100$ ) pour *M. barbi*. Tous les organes du poisson hôte sont les sites potentiels d'infestation. En cas d'infestation sévère, *M. barbi* et *M. kouoptamoensis* (parasites des branchies) gêneraient la respiration. *M. nchoutnounensis* parasite des yeux peut altérer la vue de leurs hôtes et *M. kainjiae* qui infeste les gonades peut réduire la fécondité des poissons affectés. Le genre *Myxobolus* (avec 65,2% des espèces récoltées) prédomine dans la faune des Myxosporidies des poissons examinés. La presque totalité des Myxosporidies récoltées chez *O. niloticus* et *Labeo* sp. infestent indifféremment les mâles et les femelles. Les taux d'infestation par *M. israelensis* sont plus élevés en saison pluvieuse chez les poissons capturés aussi bien dans les étangs piscicoles que chez les populations d'hôtes sauvages. Les prévalences d'infestation de *M. camerounensis* sont élevées en saison des pluies à Foumban. Chez *Labeo* sp., l'occurrence de *M. kouoptamoensis* est élevée pendant la saison sèche. On note l'absence d'une corrélation significative entre les taux d'infestation parasitaire et la taille d'*O. niloticus* dans la rivière Noun alors que dans les étangs piscicoles, *M. agolus*, *M. brachysporus* et *M. heterosporus* infestent plus les hôtes âgés alors que *M. israelensis* affectionne les plus jeunes hôtes. Il existe une corrélation positive et significative entre la taille de *Labeo* sp. et les charges kystiques moyennes de *M. barbi* et *M. kouoptamoensis*.

**Mots clés:** Myxosporidies, *Oerochromis niloticus*, *Labeo* sp., prévalence, étangs piscicoles, rivière Noun, Cameroun.

# ABSTRACT

In order to prove durable development of the fish farming sector, it's important for all fish breeding development project, to take into account the parasitism of the fish's hosts. It is in that aim that a taxonomical study of Myxosporea, **Bütschli** (1881) parasites of some fresh water Teleost in the Region of West Cameroon on the one hand and the biology of species parasitizing *Oreochromis niloticus* Linné, 1758 and *Labeo* sp. on the other hand were conducted. The economical interest of *O. niloticus* and his general utilization in fresh water breeding development, make this species the most important in Africa. *Labeo* sp. is also one of the most consumed species in Cameroon.

From 2006 to 2009, the examination of 1133 fresh water fish (rivers, dams and fish farming pools) belonging to 9 genera and 6 families revealed the presence of the parasites fauna of Myxosporean of different hosts species. The study of the structure and population dynamics of parasites of wild and cultivated *O. niloticus* and wild *Labeo* sp. was conducted from May 2008 to June 2009. The examination (In the base of the technical autopsy) of fishes belonging to some families: Mormyridae (1 species), Cichlidae (2), Cyprinidae (3), Channidae (1), Mochochidae (2), Bagridae (3), revealed the presence of an abundant rich and varied Myxosporean parasites. A total of 24 species of Myxosporean belonging to the genera *Myxidium* Bütschli, 1882, *Myxobolus* Bütschli, 1882, *Henneguya* Kudo, 1933 and *Thelohanellus* Thélohan, 1892 where captured. All the *Myxidium* species (*Myxidium nyongensis* Fomena & Bouix, 1986 and *Myxidium clariae* Landsberg, 1987) found in our hosts are parasites of the gall bladder. That's the case of organ specificity. Only the mature spore was found flowing freely in the bile. Among the parasites, four species (*Myxobolus kouoptamoensis* n.sp., *Myxobolus nchoutnounensis* n.sp., *Myxobolus njoyai* n.sp. and *Myxobolus bankouopi* n.sp.) were new. *Thelohanellus bicornei* Kabré, Sakiti, Marquès & Sawadogo, 2002 parasite of *Labeo* sp. was found and his news characteristics were identified. Some previously species recorded in Cameroon were confirmed in their origin host: *Myxobolus bilongi* Fomena, Marquès, Bouix & Njiné, 1994, *Thelohanellus assambai* Fomena, Marquès Bouix & Njiné, 1994 et *Thelohanellus sanagaensis* Fomena, Marquès, Bouix & Njiné, 1994, parasites of *Labeo* sp. Some species previously described were found in new hosts e.g. *Myxobolus nyongana* Fomena, Bouix & Birgi, 1986 parasite of *Barbus martorelli* Roman, 1971 & *Labeo* sp. and *Myxobolus nounensis* Fomena & Bouix, 2000 in cichlidae. Polyparasitism by Myxosporean in *O. niloticus* and *Labeo* sp. exanimate is notable. *O. niloticus* harbored 10 Myxosporean parasites belonging to the *Myxobolus* genera, and *Labeo* sp. harbored 10 Myxosporean parasites belonging to the genera *Myxobolus* (6 species), *Thelohanellus* (3) and *Myxidium* (1).

The study of the biology of parasites species parasitizing *O. niloticus* from the Noun River at Kouoptamo and the Fouban fish farming stations, revealed that *Myxobolus kainjiae* Obiekezie &

Okaeme, 1990 and *Myxobolus sarigi* Landsberg, 1985 were scarce in both sites; *Myxobolus tilapiae* Abolarin, 1974 and *Myxobolus equatorialis* Landsberg, 1985 scarce in Foumban and Kouoptamo respectively. *Myxobolus agolus* Landsberg, 1985, *Myxobolus brachysporus* Baker, 1963, *Myxobolus camerounensis* Fomena, Marquès & Bouix, 1993, *Myxobolus heterosporus* Baker, 1963 and *Myxobolus israelensis* Landsberg, 1985 were secondary in the two sites. *M. tilapiae* and *M. equatorialis* appeared secondary in the Noun River and the fish farming station respectively. The infestation rates were generally higher in the fish pound station and low in the Noun River. In wild *Labeo* sp., *Myxidium nyongensis*, *Myxobolus bilongi* and *Telohanellus sanagaensis* appear scarce, *M. kouoptamoensis*, *M. bankouopi*, *M. barbi* and *T. bicornei* were secondary, while *M. nchoutnounensis* and *M. njoyai* were principals. The prevalences of Myxosporean parasite are generally higher at the fish farm station than in the Noun River.

Cystic load appeared very low ( $\bar{x} < 10$ ) for *M. bilongi*, *M. njoyai* and *M. bankouopi*, low ( $10 < \bar{x} < 50$ ) for *M. kouoptamoensis*, *M. assambai* and average ( $50 < \bar{x} < 100$ ) for *M. barbi*. All the organs are the potential sites of infestation. The event of severe infestation of the gill by *M. barbi* and *M. kouoptamoensis* could cause the problem of breath. *M. nchoutnounensis* affect eyes and could lead to partial or total blindness and *M. kainjiae* that infect gonads can reduce the fecundity of the host's fish.

The genus *Myxobolus* (with 65.2% of the species recorded) prevails in the Myxosporidia fauna of the sampled fish. The sex of the host did not have an influence on parasitism of the Myxosporidia studied. In the fish pond, the wet season proved to be favourable for the occurrence of *M. israelensis* at the fish farm station and in the Noun River. The infestation rate of *M. camerounensis* was high at Foumban. With *Labeo* sp., the dry season proved to be favourable for the occurrence of *M. kouoptamoensis*. No significant correlation between the size of *O. niloticus* and the parasite infestation rate was found at the Noun River While, at the Foumban fish ponds; the hold hosts were most infested by *M. agolus*, *M. brachysporus*, and *M. heterosporus*. While, youngs hosts were most infested by *M. israelensis*. Concerning *Labeo* sp., there were positive and significant correlation between the host size and the cyst load of *M. barbi* and *M. kouoptamoensis*.

**Key words:** Myxosporea, *Oerochromis niloticus*, *Labeo* sp., prevalence, fish farm station, Noun River, Cameroon.

# **INTRODUCTION**

La pisciculture génère des emplois, des devises et intervient dans une large mesure à l'équilibre alimentaire des populations à travers le monde. Le poisson représente près de 50% des protéines animales du régime alimentaire dans de nombreux pays d'Afrique (FAO, 2008). Au Cameroun, la consommation annuelle du poisson par habitant est comprise entre 13,6 et 19 kg, représentant un apport de l'ordre de 42,3 % des protéines animales (Folack, 1998). En dépit de 360 km de côtes et d'importants plans d'eau intérieurs et fleuves, le potentiel halieutique national demeure insuffisamment valorisé, avec pour conséquence un déficit d'environ 150 000 tonnes en produits halieutiques pour une valeur de 60 milliards de FCFA par an (MINEPIA, 2008). Face à la crise alimentaire mondiale de 2008, le gouvernement camerounais a pris des mesures visant à assurer un développement et un aménagement durables de la pêche camerounaise en vue d'atteindre une autosuffisance en produits halieutiques. Pour atteindre ces objectifs, il faut non seulement maîtriser les problèmes d'ordre technique pour la mise en place des projets piscicoles mais aussi tenir compte des problèmes liés à la pathologie parasitaire.

Dans les milieux naturels marins et d'eau douce, les problèmes encourus par les poissons sont d'ordres naturel (Lafferty, 1997, Lafferty & Holt, 2003) et anthropique (Hedrick, 1998). Parmi ces problèmes, le parasitisme semble occuper une place importante. En effet, les parasites agissent non seulement en affaiblissant leurs hôtes mais également en interférant au niveau de leurs performances telles que le gain de poids, la reproduction (Sitjà Bobadilla, 2009) et la croissance (Longshaw *et al.*, 2010). Face à cette situation, Bilong Bilong *et al.* (1998) soulignent la nécessité d'étudier la biodiversité parasitaire de tous les poissons d'un peuplement avant toute opération de conservation, pour à terme élaborer des méthodes de lutte. Le poisson constitue un biotope très favorable au développement d'un grand nombre de protistes parmi lesquels les Myxosporidies qui sont d'une importance capitale en ichthyopathologie eu égard aux effets sublétaux liés à leur développement (Fomena, 1995, Fomena *et al.*, 2008, Lekeufack Folefack, 2010, Naldoni *et al.*, 2011).

Les Myxosporea Bütschli, 1881 sont des organismes essentiellement parasites de poissons, hôtes chez lesquels elles constituent un groupe très redouté car ils entraînent en cas d'épizootie, des mortalités massives dans les populations d'hôtes attaquées (Sakiti & Bouix, 1997 ; Fomena, 1995 ; Michael & Willard, 2003). Les infections parasitaires causées par ces micro-organismes peuvent être à l'origine de pertes économiques sévères en aquaculture (Sitja-Bobadilla & Alvarez-pellitero, 1993 ; Lom & Dyková, 2006).

Plus d'un siècle environ après la description de la première espèce, on compte aujourd'hui environ 2 180 espèces de Myxosporidies décrites dans le monde et réparties dans 62 genres (**Lom & Dyková**, 2006) avec plus de 200 espèces en Afrique, parasitant les poissons d'eaux douces, saumâtres ou marines (**Lekeufack Folefack**, 2010).

Malgré de nombreux travaux menés à travers le monde, les informations sur les parasites de poissons en général et les Myxosporidies en particulier restent fragmentaires. De nombreuses espèces restent insuffisamment décrites. **Reed et al.** (2002), **Boungou et al.** (2006) et **Eissa et al.** (2006) pensent qu'en Afrique, la biodiversité des Myxosporidies est sous estimée si l'on prend en compte la diversité des environnements et l'étendue géographique du continent.

En milieu naturel, l'effet pathogène dû aux parasites est réduit. La conséquence est l'équilibre établi au cours de l'évolution dans le système hôte/parasite (**Euzet & Pariselle**, 1999). Ainsi, les maladies parasitaires ne s'extériorisent que lorsque les conditions de l'environnement permettent la prolifération des parasites (**Oldewage & Van as** 1987 ; **Martins et al.**, 1999). En milieu piscicole par contre, le confinement des hôtes favorise non seulement l'augmentation de la charge parasitaire mais également l'entretien du cycle de développement des parasites (**Hedrick**, 1998 ; **Abakar-Ousman et al.**, 2007 ; **Milanin et al.**, 2010).

Au Cameroun, les premières références bibliographiques de l'étude des Myxosporidies parasites de poissons se rapportent aux travaux de **Fomena et al.** (1985) et **Fomena & Bouix** (1987). De nombreuses études ont montré que les Myxosporidies constituent une faune importante et très diversifiée parmi les parasites des poissons d'eau douce du Cameroun (**Fomena**, 1995; **Fomena & Bouix**, 1994 et 2000 ; **Fomena et al.**, 2008 et 2010 ; **Lekeufack Folefack**, 2010). Parmi ces travaux, ceux relatifs à l'étude de la bio-écologie de ces parasites ont été conduits en milieu piscicole par **Fomena** (1995) ou naturel par **Tombi & Bilong Bilong** (2004), **Lekeufack Folefack**, (2010).

Notre contribution à la connaissance des Myxosporidies parasites des poissons d'eaux douces du Cameroun porte sur l'étude de la faune et de quelques aspects de la bio-écologie des espèces parasites de quelques Téléostéens de consommation courante ( impliqués dans les projets de développement piscicole au Cameroun) en milieu artificiel et en situation naturelle dans le bassin du Noun, ceci pour à terme élaborer des méthodes de lutte. Les objectifs spécifiques de l'étude sont :

1°)- inventorier les espèces de Myxosporidies parasites de poissons dans le bassin du Noun ;

2°)- étudier les indices épidémiologiques (prévalence et charge kystique parasites) des espèces de Myxosporidies trouvées chez *Oreochromis niloticus* **Linnaeus**, 1758 en milieu naturel et piscicole et chez *Labeo* sp. en milieu naturel.

3°)- évaluer les fluctuations du parasitisme en relation avec la saisonnalité, la taille et le sexe d'*Oreochromis niloticus* **Linnaeus**, 1758 capturé dans les étangs de pisciculture et dans la rivière Noun, et de *Labeo* sp. en milieu naturel.

Ce travail se subdivise en trois chapitres. Dans le chapitre I, nous donnons les généralités sur les Myxosporidies ainsi qu'un aperçu historique sur ces organismes chez les Téléostéens d'eau douce d'Afrique. Le deuxième chapitre présente la zone d'étude, le matériel et la méthodologie utilisés. Le troisième chapitre est consacré aux résultats et à leur discussion. Dans cette dernière partie, nous donnons la description complète des différentes espèces de Myxosporidies récoltées, la structure et la dynamique des populations de Myxosporidies parasites chez *Oreochromis niloticus* (Cichlidae) en milieu naturel et d'élevage, et *Labeo* sp. (Cyprinidae) en milieu naturel. Une conclusion, des recommandations et perspectives sont données à la fin de cette thèse.

**CHAPITRE I :**  
**REVUE DE LA LITTERATURE**

## I.1. Généralités sur les Myxosporidies

### I.1.1. Définition et caractères généraux

Découvertes depuis plus d'un siècle, les Myxosporea **Bütschli**, 1881 (Myxozoa : Myxosporea), ont fait l'objet de nombreux travaux à travers le monde. Elles sont essentiellement parasites de poissons, hôtes chez lesquels elles sont surtout implantées au niveau des filaments et des arcs branchiaux (**Sakiti et al.**, 1991 ; **Obiekezie et al.**, 1987 ; **Longshaw et al.**, 2005, **Lekeufack Folefack**, 2010).

Quelques espèces ont cependant été décrites chez les Amphibiens (**Mustchmann**, 1999 et 2004 ; **Hartigan et al.**, 2012), les Reptiles (**Jayasri & Hoffman**, 1982 ; **Eiras**, 2005), les Oiseaux (**Lowenstine et al.**, 2002), les stades larvaires de Trématodes (**Siau et al.**, 1987) et les Crustacés (**Korczynski**, 1988). Des stades de développement semblables à ceux identifiés chez les poissons ont également été trouvés, formant des kystes dans le cerveau de la Taupe, *Talpa europaea* en Autriche (**Friedrich et al.**, 2000). Dans certaines conditions, les Myxosporidies sont des parasites opportunistes chez les vertébrés homéothermes (**Canning & Okamura**, 2004).

Des spores de Myxosporidies ont été à maintes reprises signalées dans les fèces des humains infectés par le Virus de l'Immunodéficience humaine (VIH) et souffrant de troubles intestinaux (**Boreham et al.**, 1998 ; **Moncada et al.**, 2001 ; **Hessen & Zamzame**, 2004).

On distingue deux types de Myxosporidies selon le mode d'infestation : les espèces coelozoïques sont libres dans les organes creux tels que la vésicule biliaire, la vessie urinaire où elles développent des plasmodies (trophontes) multinucléés et généralement macroscopiques. Selon **Shulman** (1966), la première Myxosporidie était coelozoïque, colonisant la vésicule biliaire et plus tard, la vessie urinaire des poissons Téléostéens marins. Ces organismes ont par la suite évolué pour infester les tissus, avec certaines formes qui sont devenues histozoïques (**Lom & Dyková**, 1992). Ce deuxième type de Myxosporidies regroupe les espèces très pathogènes qui élaborent généralement des kystes dans les tissus parasités, mais peuvent également réaliser une infiltration diffuse.

Les Myxosporidies sont caractérisées par leurs spores de forme, de structure et de dimensions très variables. La spore est formée de cellules valvaires réunies suivant une ligne de suture. Les valves délimitent une cavité où logent les capsules polaires renfermant chacune un filament enroulé en spirale et le sporoplasme ou germe infectieux qui initie la myxosporidiose chez un nouvel hôte. Selon les genres, on rencontre 2 à 7 cellules valvaires, 1 à 7 capsules polaires et un sporoplasme binucléé ou deux sporoplasmes uninucléés par spore.

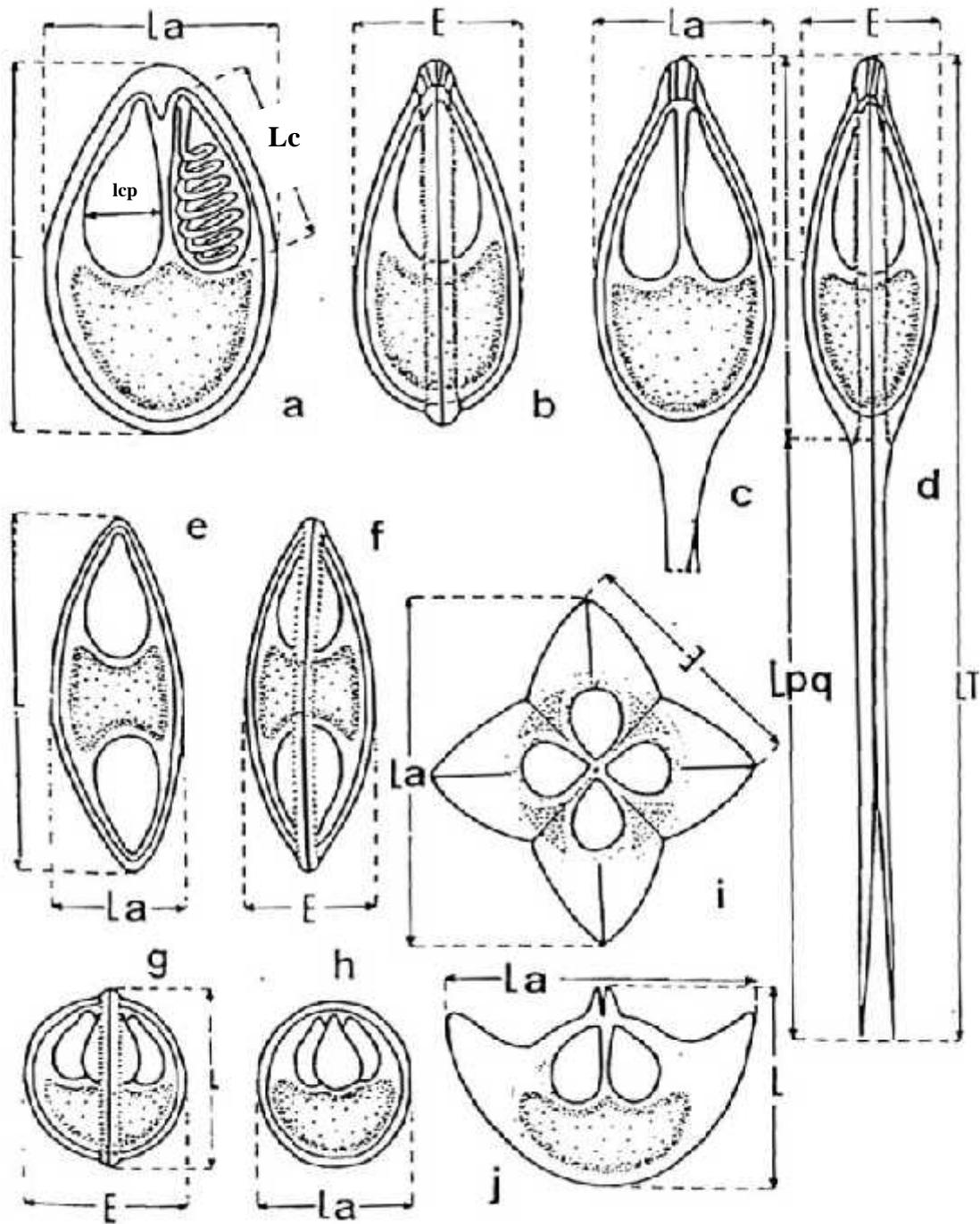
### I.1.2. Identification des Myxosporidies

La détermination des Myxosporidies reste jusqu'à nos jours surtout basée sur les caractères morphométriques des spores qui sont les seuls stades du cycle de développement possédant une forme propre et une structure interne comprenant des éléments caractéristiques fixes. Si la distinction au sein d'autres taxons est assez facile, les déterminations spécifiques sont délicates. Pour harmoniser les descriptions d'espèces, **Lom & Arthur** (1989) ont proposé des critères qui prennent en compte les caractères donnés par **Schulman** (1966, 1984) ; **Lom** (1969) ; **Lom & Vávra** (1961) et **Siau** (1978). Ainsi, toute description d'espèce doit porter sur du matériel frais ou à la limite fixé au formol neutre à 10%. Les éléments suivants doivent être pris en compte :

- **l'hôte** : nom scientifique, stade infesté, lieu de récolte, prévalence de l'infestation.
- **la forme végétative (trophozoïtes)**: site d'infestation, forme, taille, structure, nombre de spores formées dans le trophozoïte, existence de stades présporogoniaux.
- **la spore** : forme et structure, forme et taille des capsules polaires, nombre et disposition des spires du filament au sein des capsules polaires, présence ou absence de l'appendice intercapsulaire chez les espèces du genre *Myxobolus*, ornements de la surface des valves, forme de la ligne de suture, position du ou des sporoplasme(s) dans la cavité sporale, rapport entre la longueur des capsules polaires et celle de la spore.
- **mensurations** : les spores et leurs différentes composantes sont mesurées selon les schémas présentés sur la figure 1.

### I.1.3. Historique sur la classification des Myxosporidies

Jusqu'en 1960, les Myxosporidies étaient classées parmi les Protozoaires dans le sous-embanchement des Cnidosporidies (**Doflein**, 1901) qu'elles partageaient avec les Actinomyxidies. **Lom & De Puytorac** (1965) et **Grassé & Lavette** (1978) ont confirmé la structure multicellulaire du trophonte. En 1980, **Lévine et al.** élèvent les protozoaires au rang de Sous-Règne avec sept (7) embranchements. Les Myxozoa et les Microspora sont désormais rangés dans des phylums distincts. L'embanchement des Myxozoa est constitué de deux classes : les Myxosporea et les Actinosporea.



**Figure 1 : variables caractéristiques des spores de quelques genres de Myxosporidies (d'après Lom & Arthur, 1989).**

a-b : genre *Myxobolus* : spore vue de face (a) et vue de profil (b) ; c-d : genre *Henneguya* : spore vue de face (c) et vue de profil (d) ; e-f : genre *Myxidium* : spore vue de face (e) et vue de profil (f) ; g-h. genre *chloromyxium* : spoe vue de face (g) et vue de profil (h) ; i-j : genre *Kudo* : spore vue de face (i) et vue de profil (j) ; L : longueur de la spore ; Lpq : longueur des prolongements caudaux ; LT : longueur totale de la spore ; Lcp : longueur de la capsule polaire ; lcp : largeur de la capsule polaire.

En 1984, **Lom & Noble** donnent une révision de la classe des Myxosporea qui est alors constituée de 2 ordres, 3 sous-ordres, 16 familles et 42 genres. Pour **Smothers et al.** (1994) puis **Sidall et al.** (1995), les Myxosporidies sont des Métazoaires car les études de phylogénie moléculaire ont révélé la parenté des gènes codant pour la sous-unité 18S de l'ARN ribosomal de divers genres de Myxosporidies avec ceux des Nématodes et des Cnidaires. Dans la classe des Myxosporea, on distingue 2 ordres : Les Bivalvulida (spores faites de 2 valves) et les Multivalvulida (spores faites de plus de 2 valves).

#### **I.1.4. Position systématique de quelques genres de Myxosporidies couramment identifiés dans le monde**

##### **Embranchement des Myxozoa Grassé, 1970**

Ce sont des parasites des vertébrés et d'invertébrés, caractérisés par des spores constituées d'une à sept cellules valvaires, une à plusieurs germes infectieux amoéboïdes (sporoplasme) et une à plusieurs capsules polaires. Ces dernières contiennent un filament évaginable qui joue le rôle d'ancrage.

##### **Classe des Myxosporea Bütschli, 1881**

Le processus sexuel ou autogamie a lieu à l'intérieur du sporoplasme. Le cycle de développement passe par deux hôtes : un invertébré chez lequel se déroule la phase sexuée et un hôte vertébré chez qui le parasite se multiplie asexuellement. Les formes végétatives peuvent être coelozoïques ou histozoïques, inter ou intracellulaires.

##### **Ordre des Bivalvulida Schulman, 1959**

Spores constituées de deux cellules valvaires réunies le long de la ligne de suture ou ligne de dehiscence. Spore contenant deux, parfois quatre ou rarement une capsule polaire, et un sporoplasme (rarement deux).

##### **Sous Ordre des Variisporina Lom & Noble, 1984**

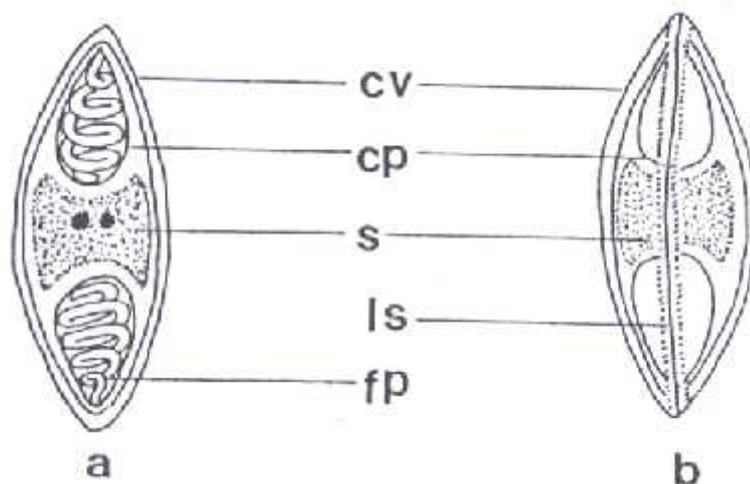
Les capsules polaires (une à deux, parfois quatre) occupent des positions variées au sein de la spore.

## Famille des Myxidiidae Thélohan, 1892

Les spores sont parfois allongées, fusiformes ou ellipsoïdales ; certaines sont presque semi-circulaires en vue valvaire. Généralement, les deux capsules polaires situées aux extrémités opposées ont une ouverture terminale ou légèrement latérale. La ligne de suture est longitudinale. Cette famille regroupe les genres *Myxidium* Bütschli, 1882, *Zschokkella* Auebach, 1910 et *Coccomyxa* Léger & Hesse, 1907.

### Genre *Myxidium* Bütschli, 1882

Les espèces de ce genre sont caractérisées par des spores fusiformes, droites, parfois arquées ou en forme de “S” avec des extrémités plus ou moins pointues (figure 2). Les valves sont lisses ou striées. La ligne de suture est parallèle au grand axe, divisant la spore en deux parties égales. Les deux capsules polaires, piriformes dans la plupart des cas, sont situées aux pôles opposés et s’ouvrent aux extrémités de la spore par l’orifice d’évagination du filament polaire. Le sporoplasme généralement binucléé est logé entre les capsules polaires. Les *Myxidium* sont typiquement coelozoïques, parasitant la vésicule biliaire, la vessie urinaire, l’uretère et les tubules urinifères des reins. Cependant, quelques espèces sont histozoïques avec formation des kystes ou présentant une infiltration diffuse dans des tissus divers. Selon les espèces, les trophozoïtes sont monosporés, disporés ou polysporés. Essentiellement parasites des poissons d’eau douce, marine ou saumâtre, les *Myxidium* sont rarement rencontrés chez les Reptiles et les Amphibiens.



**Figure 2:** représentation schématique d’une spore du genre *Myxidium*

**a :** vue de face ; **b :** vue de profil ; **cp :** capsule polaire ; **cv :** cellule valvaire ; **fp :** filament polaire ; **ls :** ligne de suture ; **s :** sporoplasme.

### Sous-Ordre des *Platysporina kudo*, 1919

Les capsules polaires sont situées à l'extrémité antérieure de la spore, uniquement dans le plan de suture, créant ainsi une symétrie bilatérale.

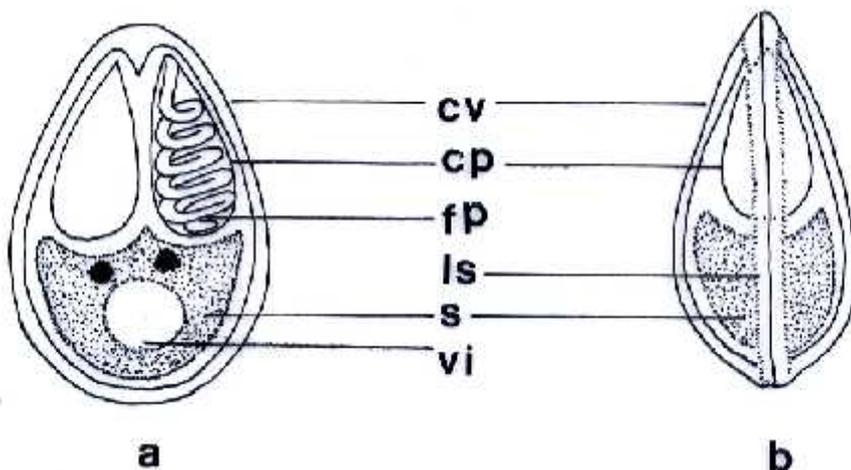
### Famille des *Myxobolidae* Thélohan, 1892

La ligne de suture forme une crête élevée et peut être prolongée par des expansions. Les capsules polaires peuvent être égales ou inégales. Les spores sont aplaties parallèlement au plan de suture avec souvent la présence des inclusions polysaccharidiques dans le sporoplasme.

### Genre *Myxobolus* Bütschli, 1882

Synonymes : - *Myxosoma* Thélohan, 1892, - *Lentospora* Plehn, 1905, - *Facieplatycauda* Wyatt, 1979, - *Rudicapsula* Kalavati & Narasimhamurti, 1984.

Les Myxosporidies du genre *Myxobolus* sont caractérisées par des spores ovoïdes, ellipsoïdales ou rondes vues de face et biconvexes en vue de profil (figure 3). La paroi est formée de deux cellules valvaires. Ces valves se joignent suivant une ligne de suture formant un bourrelet parallèle au plan des capsules polaires. La surface des valves est lisse. La cavité sporale renferme deux capsules polaires généralement piriformes et situées au pôle antérieur de la spore, un sporoplasme binucléé contenant souvent une vacuole iodophile.



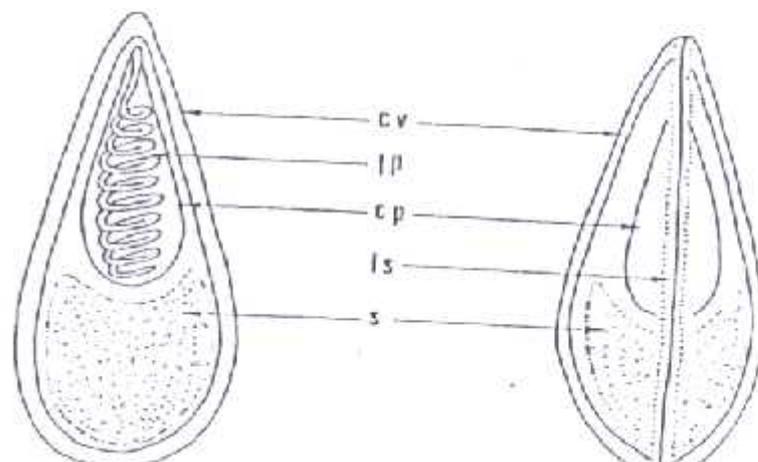
**Figure 3:** représentation schématique d'une spore du genre *Myxobolus*

**a :** v ue de face ; **b :** vue de profil ; **cp :** capsule polaire ; **cv :** cellule valvaire ; **fp :** filament polaire ; **ls :** ligne de suture ; **s :** sporoplasme.

Dans ce genre, les trophozoïtes sont polysporés avec formation de pansporoblastes. La majorité des représentants du genre sont histozoïques chez les poissons d'eau douce ou marins mais parfois chez les Amphibiens et les Reptiles. Pendant longtemps, le genre *Myxobolus* **Bütschli**, 1882 était séparé du genre *Myxosoma* **Thélohan**, 1892. Cette séparation était basée sur la présence ou l'absence de la vacuole iodophile dans le sporoplasme. En 1984, **Lom & Noble** mettent en synonymie les deux genres car pour eux, la vacuole iodophile n'est pas un caractère valide en taxonomie. En 1991, **Landsberg & Lom** transfèrent toutes les espèces du genre *Myxosoma* dans le genre *Myxobolus*.

### **Genre *Thelohanellus* Kudo, 1933**

Créé par **Kudo** en 1933, le genre *Thelohanellus* regroupe les Myxosporidies ne possédant qu'une seule capsule polaire (figure 4). Leur description plus détaillée est donnée par **Schulman** en 1966. Les spores appartenant à ce genre sont généralement piriformes ou ellipsoïdales en vue de face. Les valves sont lisses. Elles peuvent porter des éperons caractéristiques au niveau du pôle antérieur de la spore (**Sakiti**, 1997 ; **Kabré et al.**, 2002). L'unique capsule polaire est piriforme ou subsphérique et s'ouvre au pôle antérieur de la spore. Les trophozoïtes sont polysporés, avec formation de pansporoblastes.



**Figure 4: représentation schématique d'une spore du genre *Thelohanellus***

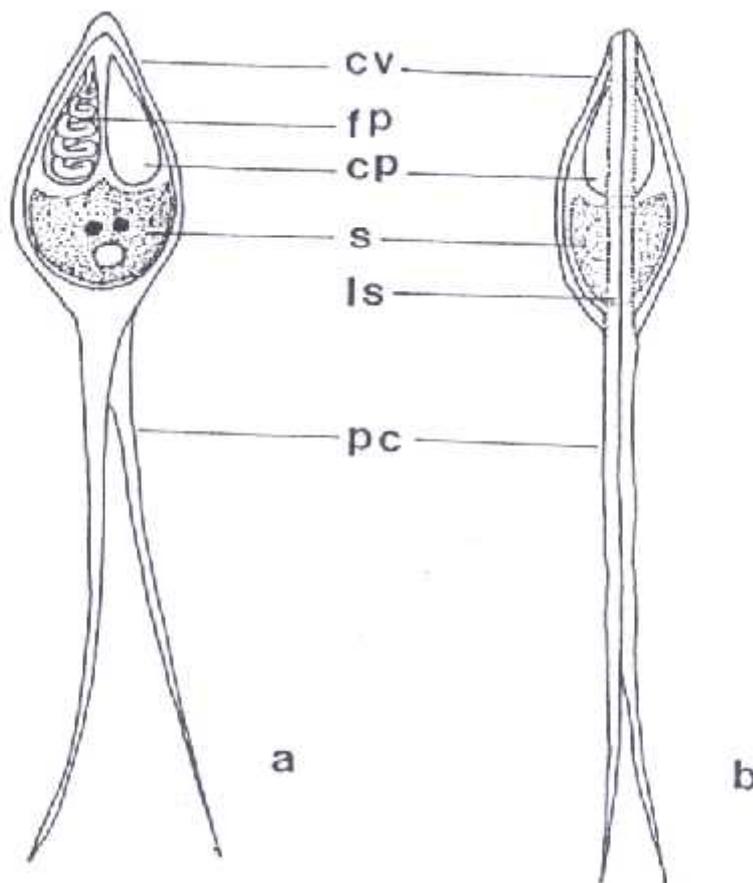
**a** : vue de face ; **b** : vue de profil ; **cp** : capsule polaire ; **cv** : cellule valvaire ; **fp** : filament polaire ; **ls** : ligne de suture ; **s** : sporoplasme.

## Le genre *Henneguya* Thélohan, 1892

Les spores appartenant à ce genre sont constituées de deux parties distinctes :

- **un corps sporal** (figure 5). En vue de face, le corps sporal apparaît rond, ovale, ellipsoïdal ou fusiforme. En vue de profil, il est biconvexe. Les valves sont lisses et délimitent une cavité dans laquelle on trouve à son extrémité antérieure deux capsules polaires souvent allongées. Dans la partie postérieure, on trouve un sporoplasme binucléé contenant parfois une vacuole iodophile.

- **des prolongements caudaux** qui correspondent en réalité à de simples expansions des cellules valvaires. Ces expansions plus ou moins longues peuvent être égales ou inégales. Elles peuvent être accolées sur toute leur longueur ou nettement séparées l'une de l'autre dès leur base.



**a** : vue de face ; **b** : vue de profil ; **cp** : capsule polaire ; **cv** : cellule valvaire ; **fp** : filament polaire ; **ls** : ligne de suture ; **pc** : prolongement caudaux ; **s** : sporoplasme.

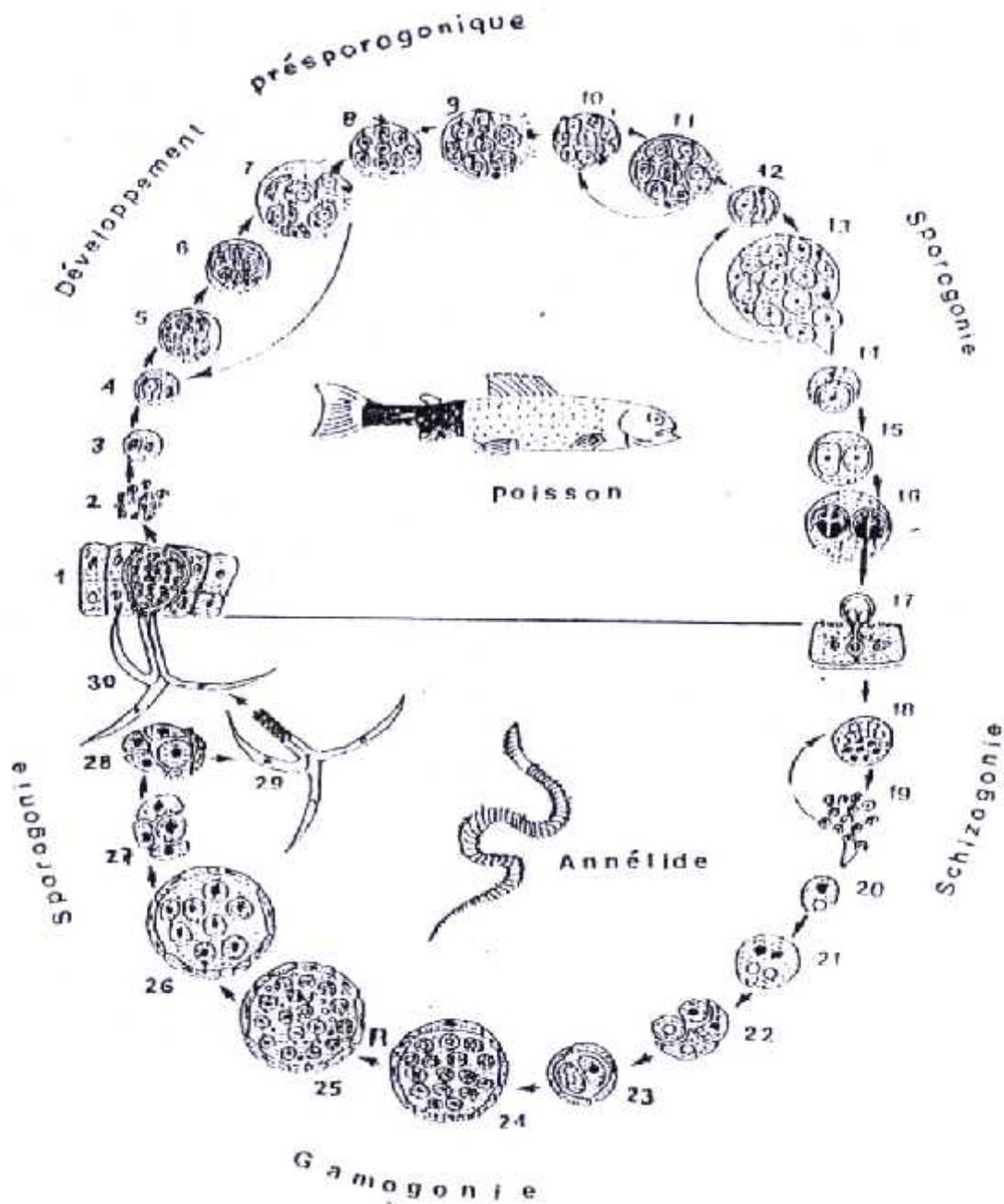
### I.1.5. Cycle de développement

Jusqu'à un passé récent, le mode de transmission directe des Myxosporidies était admis. D'après ce concept, une fois la spore de Myxosporidies ingérée ou au contact du tégument, son filament polaire s'évagine et adhère au tissu de l'hôte. Les valves s'ouvrent et libèrent le sporoplasme. Ce dernier devient amoéboïde, pénètre la paroi intestinale ou dans l'épithélium de la peau, gagne le système sanguin et arrive dans les sites d'infection. Une fois le site atteint, l'amoéboïde débute sa croissance et se transforme en trophozoïte dans lequel va se dérouler la sporogénèse. Des échecs observés lors des tentatives de réalisation des infestations expérimentales ont amené à émettre l'hypothèse de l'existence d'un hôte intermédiaire dans le cycle de développement des Myxosporidies. Selon **Uspenkaya** (1984), pour devenir mûre et pouvoir infester de nouveaux hôtes, un vieillissement des spores dans l'eau ou dans la vase est nécessaire.

En 1983, **Markiw & Wolf** démontrent que les spores de *Myxobolus cerebralis* parasite de la Truite arc-en-ciel *Salmo gaidneri* ne peuvent pas provoquer l'infection chez les Salmonidés. En 1984, **Wolf & Markiw** montrent que les spores de *Myxobolus cerebralis* dans le milieu extérieur passent par le ver Oligochète *Tubifex tubifex*. Chez ce dernier, la spore ingérée se développe pour donner les espèces du genre *Triactinomyxon* (Actinomyxidies) ; elle complète son cycle de développement chez l'oligochète, produisant des spores qui possèdent un long prolongement caudal.

En 1986, **Wolf et al.** montrent que l'infestation de la truite par *M. cerebralis* n'est possible qu'avec des spores d'Actinomyxidies produites par l'annélide *Tubifex tubifex*, ce qui laisse penser qu'à chaque espèce d'Actinomyxidie correspond une forme de Myxosporidie, les deux constituant deux (2) stades de développement d'un seul et même parasite. Ainsi, la Myxosporidie représenterait la phase asexuée et l'Actinomyxidie la phase sexuée du cycle de développement.

De nombreux travaux ont ensuite été réalisés avec succès sur la transmissions des Myxosporidies à partir des spores d'Actinomyxidies ; ce sont notamment ceux de : **El-Matbouli & Hoffman** (1989 et 1993) sur *Myxobolus cotti* et *M. pavlovski*, **Yokohama et al.** (1991) sur *M. cerebralis* et *Hoferellus carassii*, **El Matbouli & Hoffman** (1993) sur *M. carassii*, **El Matbouli et al.** (1995) sur *M. cerebralis*, **Benajiba & Marquès** (1993) sur *Myxidium giardi*, **Kent et al.** (1993) sur *M. articus*, **Uspenkaya** (1995) sur *Zschokella nova*. Selon **Kent et al.** (2001), des cycles complets de 25 espèces de Myxosporidies appartenant aux genres *Myxobolus*, *Henneguya*, *Sphaerospora*, *Ceratomyxa*, *Myxidium*, *Zschokella*,



**Figure 6: cycle de développement des Myxosporidies (exemple de *Myxobolus cerebralis*) d'après Kent *et al.* (2001) modifié.**

1-13 : développement chez le poisson hôte ; 17-30 : développement chez l'Annelide. 1 : la spore d'Actinomyxidie se fixe sur le tégument du poisson et libère son sporoplasme, qui pénètre dans ce dernier ; 2 : division des cellules internes du sporoplasme ; 3-13 : phase de multiplication extrasporogonique ; 14-16 : sporulation avec formation des spores multicellulaires dans le plasmode ; 17 : spore mature de Myxobolus libérée de l'hôte et intégrée par l'Annelide ; 18-20 : schyzogonie dans l'épithélium intestinal du ver, les cellules binucléées complémentaires à la fin de la gamogonie ; 21-26 : gamogonie, les cellules internes du pansporocyste subissent trois mitoses et une méiose, 24-25 : les gamètes obtenus s'unissent et on obtient un pansporocyste contenant 8 zygotes ; 27-29 : sporogone, spores multicellulaires sont formées ; elles sont faites de 3 valves, 3 capsules polaires et un sporoplasme, 29 : vont au contact du poisson hôte et le cycle est bouclé.

*Thelohanellus*, *Hofereillus* et *Tetracapsula* ont été réalisés. L'utilisation des séquences génomiques a permis de confirmer le lien existant entre les Myxosporidies et les Actinomyxidies.

Tous ces travaux montrent que le cycle de développement des Myxosporidies est dimorphique (figure 6). Il débute par la pénétration de l'Actinospore chez le poisson chez lequel se déroule la phase présporogonale dont l'importance réside dans la production d'un nombre suffisant de parasites pour assurer le cycle sporogonique et permettre la propagation de l'infection à tous les organes de l'hôte, et la phase sporogonique au cours de laquelle il y a formation des spores.

Les spores de Myxosporidies formées sont libérées du poisson puis ingérées par l'Annélide. Chez ce dernier, elles subissent successivement la schizogonie, la gamogonie et la sporogonie qui aboutit à la formation d'Actinospores qui vont infester de nouveaux poissons hôtes (**Lom & Dyková**, 1992 ; 2006).

#### **I.1.6. Spécificité parasitaire**

En considérant tous les types de cycles des parasites, **Euzet & Combes** (1980) font remarquer que dans les systèmes hôtes-parasites, certaines espèces sont récoltées chez un hôte particulier et seulement lui. Cela implique l'existence d'un couple espèce hôte-espèce parasite à l'origine du concept de la spécificité. Selon **Combes** (1995), pour une espèce donnée, la spécificité peut être considérablement différente suivant le compartiment (hôte intermédiaire, hôte définitif) de son cycle de développement. Ainsi, la spécificité parasitaire chez les Myxosporidies a été peu étudiée eu égard à la complexité de leur cycle de développement comprenant une phase myxosporidienne chez le vertébré (poisson) et une phase actinomyxidienne chez l'Oligochète. On sait cependant qu'une même espèce peut se retrouver chez des hôtes systématiquement ou géographiquement éloignés. Selon **Adriano et al.** (2002) et **Molnár & Szekely** (2003), la majorité des Myxosporidies du genre *Myxobolus* est spécifique des espèces hôtes.

**Euzet & Combes** (1980) distinguent trois types de spécificité :

- la spécificité oïoxène : c'est une spécificité stricte où le parasite ne peut vivre que dans une seule espèce hôte;
- la spécificité sténoxène : c'est une spécificité étroite où le spectre d'hôtes contient peu d'espèces directement apparentées, par exemple des hôtes d'un même genre ou d'une même famille ;

- la spécificité euryxène : c'est une spécificité large où le parasite peut se rencontrer chez différents hôtes non apparentés du point de vue de leur évolution, mais convergentes dans leur Famille.

**Caira et al.** (2003) ont proposé un nouvel indice de spécificité parasitaire qui prend en compte le spectre d'hôtes et la position systématique de ces derniers. Ainsi, la terminologie appliquée à la spécificité d'hôte est standardisée ainsi qu'il suit :

- l'**oïoxénie** s'agissant des parasites dont le spectre d'hôtes est réduit à une seule espèce ;
- la **sténoxénie** qui présente deux sous-catégories : la **mésosténoxénie** pour les parasites se limitant aux espèces d'hôtes appartenant à un même genre et la **métasténoxénie** pour les parasites n'exploitant que les membres d'une même famille ;
- l'**euryxénie** qui s'applique aux parasites se trouvant dans plus d'une famille d'hôtes.

### **I.1.7. Pathogénicité**

Magré le fait que les Myxosporidies pathogènes ne représentent qu'une fraction des espèces décrites à travers le monde (**Kent et al.**, 2001), certaines formes de Myxosporidies bien que n'étant pas mortelles pour leurs hôtes, endommagent certains tissus et entraînent des pertes économiques considérables (**Lom & Dyková**, 1988 ; **Obiekezie & Taeye**, 1991). D'une manière générale, les ulcérations dues à la rupture des kystes cutanés et branchiaux peuvent être infectées par des bactéries ou des champignons opportunistes (**Abumhara et al.**, 2012). Par ailleurs, quand les kystes mûres se rompent, le tissu adjacent devient hémorragique (**Fomena et al.**, 1986).

Dans les étangs piscicoles et en milieu naturel, plusieurs espèces de Myxosporidies peuvent provoquer une mortalité d'hôtes en cas d'infestation massive (**Obiekezie & Okaeme**, 1990, **Michael & Willard**, 2003). Une fois chez le poisson hôte, les Myxosporidies sont à l'origine des lésions variées qui dépendent de l'intensité de la colonisation de l'hôte et de la taille des plasmodies (**Lom & Dyková**, 1992).

La myxosporidiose la plus connue est la maladie du "Tournis" ou "whirling disease", des Salmonidés (**Halliday**, 1976). Cette affection qui se manifeste par une déformation extrême du squelette et le noircissement de l'extrémité caudale du poisson hôte (**De kinkelin et al.** 1985) est un véritable fléau chez les truites en Europe et en Amérique (**Beauchamp et al.**, 2002 ; **Arsan & Bartholomew**, 2008). L'agent causal de cette maladie, *Myxobolus cerebralis*, s'attaque également au cartilage crânien et aux branchies du poisson (**El-Matbouli et al.**, 1995 ; 1998 ; 1999 ; **Andree et al.**, 1997 et 2002 ; **Hedrick et al.**, 1998 ;

**Gilbert & Granath**, 2003). Ce parasite a été introduit en Afrique du sud par la truite arc en ciel (**Van Wyk**, 1968).

*Myxobolus buckei* **Longshaw, Frear & Feist**, 2003 infeste les jeunes Cyprinidés des genres *Leuciscus*, *Rutilus* et *Abramis*. Chez ces hôtes, cette myxosporidie détruit la colonne vertébrale et peut provoquer la mort de l'hôte par compression des vertèbres (**Longshaw et al.**, 2003).

*Myxobolus barbi* **Fomena, Bouix & Birgi**, 1985 et *Henneguya camerounensis* **Fomena & Bouix**, 1987 forment chez leurs hôtes, des kystes recouvrant les filaments branchiaux, ce qui gênerait l'activité respiratoire.

Des destructions partielles ou complètes des ovaires des poissons hôtes dues aux Myxosporidies ont été signalées dans plusieurs pays d'Afrique ; c'est le cas de *Myxobolus dahomeyensis* au Bénin (**Sakiti et al.**, 1991), *M. kainjiae* en Ouganda (**Paperna**, 1973) et au Nigeria (**Obiekezie & Okaeme**, 1990).

*Myxobolus amieti*, parasite des poissons de genre *Ctenopoma*, peut être à l'origine des troubles de la vision chez l'hôte. **Fomena et al.** (1989) ont trouvé un individu dont l'œil était entouré de six kystes.

*Thelohanellus hovorkai* **Akhmerov**, 1960 parasite de *Cyprinus carpio* en Europe et en Asie, développe des plasmodies de 3 mm de diamètre dans les tissus conjonctifs de divers organes (tractus digestif, nageoires, et même le cerveau). C'est l'agent de la thelohanellose hémorragique (**Molnár & Kovacs-Gayer**, 1986 ; **Yokoyama et al.**, 1998 ; **Liyanage et al.**, 2003).

**El Mansy et al.** (2002) en décrivant les effets histopathologiques de *Henneguya suprabranchiae* dans l'intestin de *Clarias gariepinus* capturé dans le Nil ont montré que ces effets peuvent être à l'origine des perturbations graves dans le fonctionnement de cet organe chez l'hôte.

### **I.1.8. Importance économique**

Les Myxosporidies constituent l'une des classes les plus importantes des parasites de poissons en raison des pathologies qu'elles causent chez les hôtes d'importance économique (**Kent et al.**, 2001, **Harpreet & Ranjeet**, 2010). Les infections parasitaires causées par ces micro-organismes sont à l'origine de pertes économiques sévères observées en aquaculture.

**Siau** (1978) avait noté de graves épizooties dues à *Myxobolus pfeifferi* (syn *M. exiguus*). Aujourd'hui, il existe de nombreuses affections myxosporidiennes chez les poissons

d'importance commerciale. A titre d'exemple, l'invasion des muscles par les espèces du genre *Kudoa* est fatale pour l'hôte car ces parasites libèrent des enzymes protéolytiques qui détruisent les tissus du poisson hôte (**Diamant et al.**, 2005). Selon **Lom & Dyková** (1992), les Myxosporidies des genres *Hexacapsula*, *Unicapsula* et *Pentacapsula* rendent les harengs, les thons, les maquereaux, les espadons et bien d'autres espèces non commercialisables car elles infestent les muscles et rendent la chair inconsommable. **Kent et al.** (1994) montrent que *Henneguya salmonicola* et *Kudoa thyristes* qui infestent les muscles de leurs hôtes, rendent la chair molle et réduisent considérablement la valeur marchande de ces derniers. Selon **Longshaw et al.** (2003), le gardon, le chevesne et le brème sont parasités par au moins quarante (40) espèces de Myxosporidies, avec des conséquences économiques importantes. Dans le même ordre d'idée, **Sabri et al.** (2010) signalent que les infections myxosporidiennes à l'origine des dommages physiques dans les branchies et les organes respiratoires accessoires rendent le poisson infecté non commercialisable et impropre à la consommation.

### **I.1.9. Traitement**

De nombreuses molécules utilisées en chimiothérapie peuvent affecter les Myxosporidies (**Athanassopoulou et al.**, 2009). Cependant, des difficultés d'utilisation, liées à la toxicité de ces produits pour l'hôte et la modification des conditions du milieu ambiant sont couramment rencontrés (**Sitjà-Bobadilla & Alvarez-Pellitero**, 1992). Par conséquent, aucun médicament n'assure un contrôle radical des infections par ces parasites (**Molnár**, 1993).

Dans les étangs de pisciculture et dans les éclosiers, la fumaginine utilisée pour le contrôle des infections myxosporidiennes et microsporidiennes produit des résultats encourageants (**Kent & Dawe**, 1994 ; **Székely et al.**, 1988) ; cependant, la tolérance des poissons aux doses thérapeutiques est variable. **Sitjà-Bobadilla & Alvarez-Pellitero** (1992) et **Molnár** (1993) ont noté des intoxications des poissons hôtes après traitement par la fumaginine. Les ammoniums, le formol, le vert de malachite, l'acriflavine, le bleu de méthylène, le permanganate de potassium, le toltrazuril, le triazinone, l'albendazole, le sulfate de cuivre sont utilisés aussi bien à titre prophylactique que pour éradiquer les infections (**Athanassopoulou et al.**, 2009 ; **Abumhara et al.**, 2011). Malgré l'efficacité prouvée de certains de ces produits sur quelques espèces de parasites (**Molnár et al.**, 1987 ; **Martins et al.**, 1999), leur utilisation donne souvent des résultats insatisfaisants (**Schmahl et al.**, 1991),

ou tout simplement inefficaces chez de nombreuses espèces de Myxosporidies (**Molnár**, 1993).

**Athanassopoulou et al.** (2004) montrent que la combinaison Amprolin et Salinomycine réduit considérablement la prévalence de l'infestation à *Myxobolus* sp. chez *Puntazzo puntarro*. Cependant, l'effet de ce produit sur le système immunitaire de l'hôte ainsi que les informations sur sa toxicité et son efficacité chez d'autres espèces de Myxosporidies ne sont pas déterminés.

Les traitements sont administrés par trois modes :

- **voie externe** : dans ce cas, le traitement se fait par bain, immersion prolongée, trempage ou irrigation continue, et vise essentiellement les ectoparasites et les éventuels kystes (**Martins et al.**, 1999) ;
- **voie orale** : on fournit aux poissons une nourriture médicamenteuse (**Hedrick et al.**, 1988). Cependant, on rencontre souvent des difficultés tels que le refus du poisson de s'alimenter ;
- **injection** : ce mode de traitement est difficilement envisageable dans les élevages intensifs.

## **I.2. Aperçu historique sur les Myxosporidies des poissons d'eau douce d'Afrique**

En Afrique, les données sur les parasites des poissons en général et les Myxosporidies en particulier sont fragmentaires. Les travaux de recherche sur ces agents pathogènes ont été réalisés dans les pays suivants : Algérie, Botswana, Bénin, Burkina-Faso, Cameroun, Egypte, Ghana, Maroc, Nigeria, Ouganda, Sénégal, Tunisie, Tchad et Tanzanie. Les données disponibles concernent aussi bien les poissons d'eau douce que saumâtres et marins. Cependant, de nombreux travaux portent sur des poissons Cichlidae, eu égard à leur grande valeur socio-économique (**Abakar Ousman**, 2006 ; **FAO**, 2008).

La faune des Myxosporidies parasites des poissons d'eau douce d'Afrique est actuellement estimée à environ 270 espèces, appartenant aux genres *Chloromyxum* **Mingazzini**, 1890, *Henneguya* **Thélohan**, 1892, *Hoferellus* **Berg**, 1898, *Kudoa* **Meglitsch**, 1947, *Myxidium* **Bütschli**, 1882, *Myxobilatus* **Davis**, 1944, *Myxobolus* **Bütschli**, 1882, *Ortholinea* **Shulman**, 1962, *Parahenneguya* **Sakiti**, 1997, *Sinusolinea* **Davis**, 1917, *Sphaerospora* **Thélohan**, 1882, *Thelohanellus* **Kudo**, 1933, *Triangula* **Chen & Hsieh**, 1984 et *Zchokkella* **Auerbach**, 1910.

En 1893, Gurley décrit la première myxosporidies d'Afrique. Il s'agit de *Myxobolus unicapsulatus*, parasite trouvé chez *Labeo niloticus* dans le cours supérieur du Nil en Egypte.

Les travaux de **Baker** (1963) portent sur la description de trois nouvelles espèces de Myxosporidies du genre *Myxosoma* (Syn. *Myxobolus*) chez des poissons Cichlidae des lacs Georges et Victoria en Ouganda ; il s'agit de *Myxobolus heterosporus* (parasite de *Tilapia esculenta*, *T. variabilis* et *T. nilotica*), *Myxobolus homeospora* (inféodé aux muscles de *T. esculenta*) et *M. brachysporus* rencontré au niveau de la rate chez *T. variabilis*, *T. esculenta* et *Haplochromis* sp.

**Paperna** (1968) dans un rapport signale, sans description aucune, la présence de Myxosporidies chez les poissons du lac Volta au Ghana (Afrique de l'Ouest).

**Peters** (1971) trouve *Myxobolus* sp. dans les branchies de *Ctenopoma multispinis* en Afrique du Sud. La même année, **Abolarin** décrit *Henneguya clariae* dans les branchies de *Clarias lazera* au Nigeria et **Siau** trouve les premières Myxosporidies chez les poissons du Bénin : *Myxobilatus synodontis*, *Myxidium bouixi*, *Myxosoma dahomeyensis* et *Kudoa eleotrisis*.

En 1973, dans un travail portant sur les Cnidosporidies des poissons d'eau douce du Ghana et d'Afrique Orientale, **Paperna** signale la présence des espèces appartenant aux genres *Myxobolus*, *Henneguya* et *Thelohannellus*. Les espèces trouvées sont : *Myxosoma heterospora*, parasite de Cichlidae divers, *M. haplochromii* rencontré chez *Haplochromis* sp., *Myxobolus ovariae* dans les ovaires de *Haplochromis angustifrom* (Lac Edouard et Georges), *Myxobolus* sp. chez *Tilapia esculenta*, *T. variabilis* et *Ctenopoma murieri* (Lac Georges, Ruala et Albert), *Thelohanellus* sp. sur les branchies de *Barbus altianalis* et *Labeo* sp. en Ouganda et *Henneguya latesi* espèce parasitant les branchies de *Lates albertianus* (Lac albert) et *Barbus macrops* (lac Volta).

**Abolarin** (1974) décrit *Myxobolus tilapiae* dans les branchies et les nageoires de nombreux Cichlidés dont *Tilapia zillii*, *T. galilaea* et *T. niloticus* au Nigeria.

**Fomena et al.** (1985) répertorient pour la première fois chez les poissons d'eau douce du Cameroun, douze espèces de *Myxobolus* dont sept sont nouvelles : *Myxobolus barbi*, *M. africanus*, *M. njinei*, *M. melenensis*, *M. polycentropsi*, *M. amieti* et *M. synodonti*.

En 1986, **Fomena & Bouix** publient des données sur cinq espèces nouvelles du genre *Myxidium*, toutes trouvées dans la vésicule biliaire des poissons Cyprinodontidés, Distichodontidés et Mormyridés au Cameroun. Les espèces récoltées sont : *Myxidium birgii*, *M. camerounensis*, *M. petrocephali*, *M. nyongensis* et *M. brienomyri*. D'autres travaux réalisés par les mêmes auteurs (en 1987) ont porté sur la description chez *Barbus* spp. *Chrysihtys nigrodigitatus*, *Synodontis batesi*, *Ctenopoma maculatum*, *Ctenopoma nanum*, de

plusieurs espèces de Myxosporidies appartenant aux genres *Thelohanellus* (*T. valeti*) et *Henneguya* (*H. bopeleti*, *H. camerounensis*).

**Faisal & Shalaby** (1987) trouvent *Myxosoma* (*Myxobolus*) *tilapiae* chez le Cichlidé *Oreochromis niloticus* en Egypte.

Au Nigeria, **Obiekezie & Okaeme** (1987) décrivent *Myxobolus accessobrachialis* au niveau des branchies de *Heterobranchus bidorsalis*. La même année, **Obiekezie et al.**, signalent la présence de *Kudoa* sp. dans les muscles de la sole *Cynoglossus senegalensis*. Dans le même pays, **Okaeme et al.** (1988) font le point sur les parasites et les maladies de poissons d'élevage du Lac Kainjia. **Obiekezie & Okaeme** (1990) étudient les Myxosporidies de tilapias en élevage et trouvent dix (10) espèces dont 5 nouvelles et 5 antérieurement décrites par **Landsberg** (1987) en Israël.

Au Bénin, **Sakiti et al.** (1991) décrivent six espèces nouvelles du genre *Myxobolus*, parasites de Cichlidae du Lac Nokoué ; il s'agit de *Myxobolus dossoui*, *M. sarotherodoni*, *M. nokoueensis*, *M. beninensis*, *M. zillii* et *M. microcapsularis*.

En 1991, un document traitant des principaux pathogènes et des maladies des poissons d'élevage au Nigeria est publié par **Obiekezie**.

En Egypte, **Mandour et al.** (1993) font état à Assurt, d'un cas grave de myxosporidiose à *Myxobolus clarii*, parasite des gonades mâles de *Clarias lazera*. La même année au Nigeria, **Obiekezie & Schmahl** signalent la présence de *Henneguya laterocapsulata* chez des hybrides de *Clarias gariepinus* et *Heterobranchus bidorsalis*.

**Fomena et al.** (1993) trouvent dix espèces de Myxosporidies chez *Oreochromis niloticus* de la ferme piscicole de Mélen à Yaoundé au Cameroun. Quatre de ces espèces sont nouvelles : *Myxobolus camerounensis*, *M. fotoi*, *Sphaerospora melenensis*, *S. tilapiae*. Les autres espèces ont été antérieurement décrites en Ouganda et en Israël : *Myxobolus brachyospora*, *M. heterospora*, *M. equatorialis*, *M. agolus*, *M. sarigi*, *M. israelensis* et *M. tilapiae*.

**Fomena & Bouix** (1994) décrivent *Myxidium mendehei*, *Sphaerospora sangmelimaensis*, *Chloromyxum birgii*, *Myxobolus kribiensis*, *M. nkolyaensis* et *M. oloi* parasites des poissons d'eau douce du Sud-Cameroun. Trois espèces nouvelles sont décrites chez *Labeo* sp. du bassin de la Sanaga au Cameroun (**Fomena et al.**, 1994).

En 1994, **Kostoingué et al.** présentent sept espèces de Myxosporidies du genre *Myxobolus* trouvées chez des poissons d'eau douce du Tchad dont trois nouvelles : *Myxobolus*

*distichodi* chez *Distichodus engycephalus*, *M. hydrocyni* chez *Hydrocynus forskali* et *M. lateri* chez *Lates niloticus*.

La thèse de **Fomena** (1995) porte sur la faune Myxosporidienne des poissons d'eau douce du Cameroun. 46 taxons sont recensés chez 60 espèces de poissons. L'auteur aborde également l'ultra structure et la biologie de quelques parasites étudiés.

En 1995, **Kabré et al.** décrivent *Myxobolus comoei* et *M. burkinei* chez *Clarias anguillaris* et *Labeo coubie* (poissons de consommation courante au Burkina-Faso).

En 1996, **Fomena & Bouix** décrivent trois (3) espèces du genre *Henneguya* au Cameroun : *Henneguya odzai* et *H. nyongensis* chez *Marcusenius moorii*, *H. ntemensis* chez *Brienomyrus brachyistus*.

**Fomena & Bouix** (1997) donnent la clé de détermination des différents genres et espèces des Myxosporidies des poissons d'eau douce d'Afrique. La même année, ces mêmes auteurs décrivent *Henneguya malapteruri* et *H. ctenopomae* chez *Malapterurus electrius* et *Ctenopoma nanum* respectivement.

**Kostoïngué et al.** (1998) trouvent sept espèces nouvelles de Myxosporidies chez les poissons du Tchad : *Myxidium lateri*, *Myxobolus chariensis*, *M. distichodi*, *M. citharinopsi*, *M. mailaoensis*, *M. maraensis*, et *M. ndjamenaensis*.

En 1999, **Kostoïngué et al.** donnent la description de *Henneguya fusiformis*, *Thelohanellus ndjamenaensis* et *T. citharini*, tous parasites des poissons du Tchad. La même année, **Mohamad** publie sur *Henneguya ghaffari*, parasite des branchies et de l'intestin de *Lates niloticus* en Egypte.

**Fomena & Bouix** (2000) décrivent *Henneguya mbakaouensis*, *Myxobolus nounensis* et donnent des informations complémentaires sur *Myxobolus hydrocyni*. Au cours de la même année, **Fall et al.**, lors de l'étude des Myxosporidies parasites des poissons Cichlidae du Cameroun, du Sénégal et du Tchad, donnent la description de deux (2) espèces nouvelles : *Myxobolus gandiolensis* dans les reins de *Tilapia guineensis* au Sénégal et *Henneguya sarotherodoni* dans l'intestin de *Sarotherodon galilaeus* au Tchad.

**Kostoïngué et al.** (2001) donnent la description de cinq (5) espèces nouvelles de Myxosporidies, parasites des poissons du Tchad : *Henneguya auchenoglanii*, *H. logonensis*, *H. mailaoensis*, *H. massii* et *H. mormyri*.

Les travaux de **Reed et al.** (2002) ont porté sur les Myxosporidies des poissons de la rivière Okavango au Botswana, avec la description de *Myxobolus etsatsaensis* chez *Barbus thamalakaensis* et *M. paludinosus* chez *Barbus paludinosus*. En 2003, ces mêmes auteurs

décrivent *Myxobolus gariepinus* et *Henneguya samochimensis* chez *clarias gariepinus*. La même année, **Kostoïngué et al.** donnent l'ultrastructure de *Henneguya ghaffari* (Myxosporea, Bivalvulidae) parasite des branchies et de l'intestin de *Lates niloticus* (Centropomidae) au Tchad et au Sénégal.

En 2004, **Fomena et al.** ont décrit trois espèces nouvelles de Myxosporidies parasites de *Citharinus citharus* au Tchad : *Thelohanellus taguui*, parasite systémique, *Myxobolus mbailaoi* dans les opercules, la peau et l'intestin et *Myxobolus charii*, parasite de la peau.

En 2006, **Eissa et al.** utilisent aussi bien les méthodes classiques de taxonomie que les techniques histopathologiques pour présenter la prévalence et l'impact d'infestation par les myxosporidies du genre *Myxosoma* chez *Oreochromis niloticus* en Egypte.

**Abakar Ousman** (2006) dans sa thèse de Doctorat/Ph.D aborde la faunistique et quelques aspects de la biologie des espèces de Myxosporidies inféodées aux Cichlidae *Oreochromis niloticus* et *Sarotherodon galilaeus* au Tchad.

La même année, **Boungou et al.** décrivent quatre nouvelles espèces de Myxosporidies : *Myxobolus labeoi* parasite des nageoires de *Labeo coubie*, *M. tingrelaensis* sp. n. parasite des nageoires de *Sarotherodon galilaeus*, *M. heterotisi* et *M. sourouensis*, parasites des branchies de *Heterotis niloticus*.

En 2007, **Fomena et al.** décrivent trois espèces nouvelles de *Myxobolus* : *Myxobolus bouixi* parasite des branchies de *Chrysichthys nigrodigitatus*, *M. sangei* parasite des branchies, des reins et de la peau de *Brycinus macrolepidotus* et *M. pethericii* parasite des branchies, nageoires, yeux, estomac, foie, intestin, opercule et reins de *Ctenopoma ptherici*.

La même année, **Fomena et al.** décrivent *Thelohanellus njinei*, et *T. lagdoensis* chez des Schilbeidae et Citharinidae au Cameroun. Des informations complémentaires sont données sur *T. citharini*.

En 2008 **Fomena et al.** décrivent trois espèces d'*Henneguya*, toutes parasites des branchies des poissons d'eau douce du Cameroun : *H. nkamensis* parasite de *Hepsetus odoe*, *H. pethericii* chez *Ctenopoma petherici* et *H. ntondei*, trouvée chez *Schilbe mystus*. Par la même occasion, ils complètent la diagnose de *H. fusiformis*, parasite antérieurement décrit au Tchad.

**Abdel- Ghaffar et al.** (2008) décrivent cinq espèces nouvelles de Myxosporidies: *Zschokkella nili*, *Ortholinea africanus*, *Triangula egyptica*, *Myxobolus fomenai* et *M. branchiophilus* chez *Oreochromis niloticus* en Egypte.

**Loucif Nabil et al.** (2009) donnent la biodiversité des parasites (*Myxidium giardi* et *Myxobolus* sp.) infestant les branchies chez *Anguilla anguilla* Linnaeus, 1758, dans le parc d'El Kala en Algérie.

En 2010, **Fomena et al.** trouvent deux espèces nouvelles de *Myxidium* chez des poissons capturés dans le bassin du Wouri au Cameroun. Il s'agit de *Myxidium nkamensis* parasite de *Clarias pachynema* et *M. sangei* formant des spores dans la paroi de la vésicule biliaire de *Parachanna obscura*.

La thèse de Doctorat/Ph.D de **Lekeufack Folefack** en 2010 a porté sur la faune des Myxosporidies parasites de quelques Téléostéens du bassin du Wouri au Cameroun. Dix sept (17) espèces de Myxosporidies sont recensées dont dix (10) nouvelles. Les parasites étudiés appartiennent aux genres *Myxobolus* (9), *Myxidium* (4), *Henneguya* (3) et *Hoferellus* (1). Dans ce travail, l'auteur aborde également la structure et la dynamique des populations de parasites inféodées à *Ctenopoma petherici*, *Clarias pachynema* et *Hepsetus Odoe*.

**Abumhara et al.** (2011) publient sur l'impact de la variation saisonnière des prévalences et des intensités d'infestation par les parasites (dont les Myxosporidies du genre *Myxobolus*) affectant les branchies de *Oreochromis niloticus* et *Cyprinus carpio* dans les écloséries d'El-Khairy en Egypte. Dans le même travail, ils évaluent l'efficacité de l'albendazole et du sulphate de cuivre dans le contrôle des affections branchiales.

**Al-Bassel & Hussein** (2012) lors d'une étude plus générale des parasites de *Mugil cephalus* du lac Qarun en Egypte donnent la description de *Myxobolus* sp. parasite qui développe les formes végétatives dans les cavités et les mésentères de son hôte.

Lors d'une étude parasitologique des poissons d'importance commerciale en Tunisie, **Yemmen et al.** (2012) identifient six espèces nouvelles de Myxosporidies appartenant aux genres *Myxobolus*, *Sphaerospora*, *Zschokkella* et *Ceratomyxa*.

En 2013, **Abdel-Ghaffar et al.** décrivent pour la première fois en Egypte *Thelohanellus niloticus* parasite des branchies de spécimens de *Labeo niloticus* capturés dans le Nil.

**CHAPITRE II :**  
**MATERIEL ET METHODES**

## **II.1. Cadre d'étude**

### **II.1.1. Situation géographique des sites de capture**

L'échantillonnage des poissons examinés a été réalisé à Kouoptamo, Magba et Foumban, localités situées dans le Département du Noun, région administrative de l'Ouest Cameroun (Figure 7). La région de l'Ouest est située entre les latitudes 5° et 6° Nord et les longitudes 10° et 11° 40'Est dans l'hémisphère Nord. Elle couvre une superficie de 13892 km<sup>2</sup>, soit environ 2,92 % de la superficie du Cameroun. La région de l'Ouest est limitée au Nord par les régions du Nord-Ouest et de l'Adamaoua, au Sud par la région du Littoral, à l'Est par la région du Centre, et à l'Ouest par la région du Sud-Ouest.

#### **II.1.1.1. Kouoptamo**

Kouoptamo (5°39' 17'' N, 10°37' 1'' E) est le chef lieu de l'un des arrondissements du Département du Noun. Cette localité est située à environ 50 Km au sud de Foumban. Les poissons y ont été capturés dans la rivière Noun (Figure 8). Principal affluent du Mbam, le Noun prend sa source au flanc du Mont Oku sur le "high lava" plateau aux environs de 2600 m d'altitude (Olivry, 1986). Il s'étend sur 269 Km avant d'atteindre le Mbam à l'altitude 524 m, sa pente moyenne est estimée à 7,7%. Le Noun a dans l'ensemble un profil à forte pente et son cours présente de nombreuses chutes et rapides. Il descend pour aboutir dans une vaste cuvette en partie marécageuse dans la plaine de Ndop. Cette cuvette est fermée par un verrou à Bamendjing où a été aménagé un barrage de 1,85 milliards de mètre cubes en vue de la régularisation de la Sanaga.

#### **II.1.1.2. Magba**

Magba (5°58'N, 11°13'E) se trouve à environ 60 km au Nord de Foumban. Dans cette ville, des captures ont été faites dans le barrage de retenue sur la Mapé (Figure 9). Situé à 450 km à l'Ouest de Yaoundé, la capitale du Cameroun, et à cheval sur les régions de l'Ouest, du Nord-Ouest et de l'Adamaoua, le barrage de la Mapé est l'un des plus grands lacs artificiels que compte le pays. Ce lac est contrôlé par la rivière Mapé, l'un des affluents du Mbam, lui-même affluent de la Sanaga qui est le plus long fleuve du Cameroun avec 976 Km de long (Vivien, 1991). La Mapé prend sa source dans le Nord-Ouest, à environ 135 Km et sa pente moyenne est estimée à 5,3%. La Mapé après être descendue du plateau Bamoun, draine la plaine de Mbaw et la plaine Tikar, grossie de son affluent la Nkwi, en provenance des monts Mambila.

### II.1.1.3. Foumban

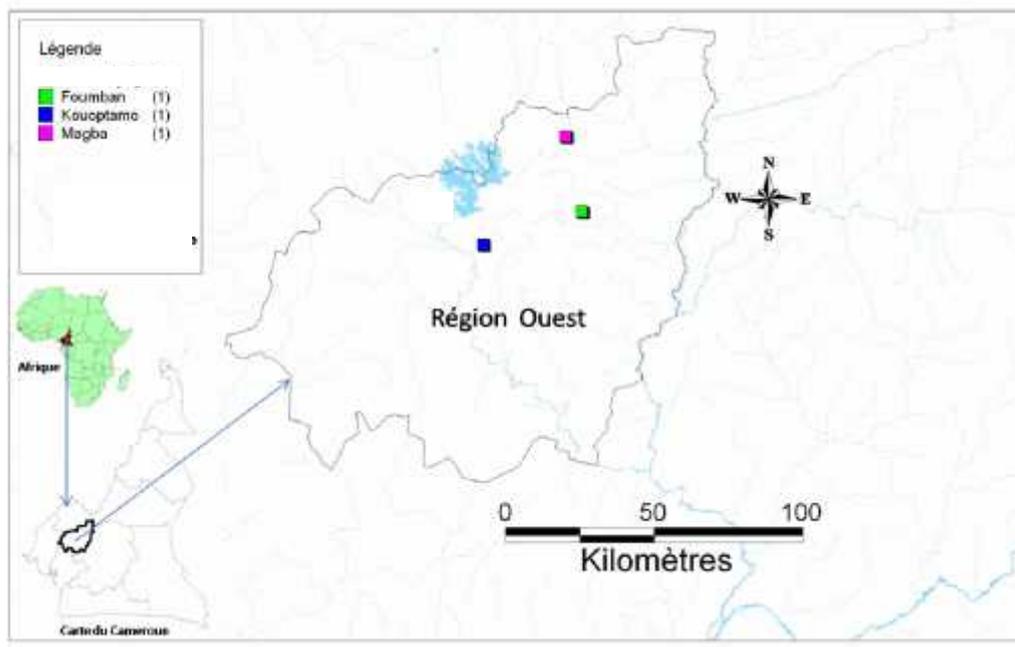
Foumban (5°43' 54.5''N; 10°54' 09.8''E) est le chef lieu du Département du Noun. Dans cette ville, les poissons hôtes ont été prélevés dans les étangs de pisciculture du Centre National de Formation Zootechnique et Vétérinaire de Foumban (CNFZV) (Figure 10). Ce centre est situé au Sud-Est du périmètre de la réserve « Melap », à environ 2 km au Nord de Foumban. Il couvre une superficie de 60 ha et se situe approximativement sur le point fictif de coordonnées géographiques 10°53'53'' de longitude Est et 5° 44'44'' de latitude Nord.

Ce centre qui forme dans la production aquacole, compte au total 53 étangs de pisciculture classés en fonction de la superficie et du rôle en cinq séries : A, B, C D et E.

Les étangs de séries A (avec une superficie de 20 m<sup>2</sup>) et B (50 m<sup>2</sup>, 100 m<sup>2</sup>) sont destinés à l'alevinage et l'élevage des géniteurs ; les séries C et D (200 m<sup>2</sup> de superficie) pour les pré-grossissements et reproductions ; enfin les étangs de série E (superficie : 500 m<sup>2</sup> et 800 m<sup>2</sup>) sont réservés au grossissement des poissons.

Autour de chacun des étangs dont la profondeur varie de 1m en amont à 1,5m en aval, on note la présence de plusieurs essences végétales.

Les espèces de poissons suivantes sont élevées au CNFZV: *Clarias gariepinus* Burchell, 1822, *Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758, *Hemichromis elongatus* Guichenot, 1865, *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758 et *Parachanna obscura* Günther, 1865.



**Figure 7 :** localisation des sites d'étude dans la région de l'Ouest Cameroun (adaptée Institut National de Cartographie).



**Figure 8: vue partielle de la rivière Noun à Kouoptamo (août, 2008).**



**Figure 9: Vue partielle de la retenue de la Mapé (août, 2008).**



**Figure 10: Vue partielle des étangs piscicoles de Fouban (août, 2008).**

### II.1.2. Relief

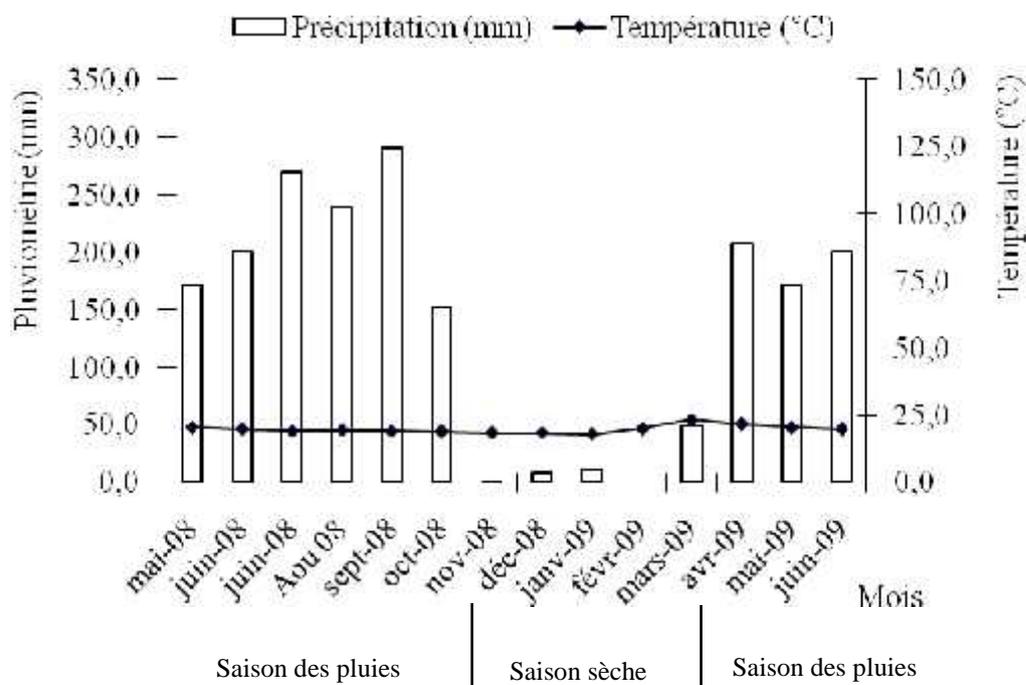
Au centre de la dorsale camerounaise, on trouve les plateaux de l'Ouest, traversés du Sud-Ouest vers le Nord-Est par une ligne de fracture qui a donné naissance à un important volcanisme. Sur cette ligne, on trouve une série d'édifices volcaniques dont le mont Koupé (2050 m), le mont Manengouba (2396 m), les monts Bamboutos (2740 m), le mont Oku (3008 m). Elle correspond à la région de plateaux étagés et de hauts reliefs volcaniques. Trois plateaux principaux [le plateau Bamiléké (1400-1800 m), le plateau Bamoun (1100-1200 m) et les Grassfield (1500-2000 m)] sont séparés par de grands escarpements (**Olivry**, 1986).

Situé entre les longitudes 10°30' et 11°40' Est et les latitudes 5° et 6° Nord, le Département du Noun occupe un espace naturel particulier. Sa morphologie s'articule autour de trois grandes zones : 1)- une zone d'effondrement constituée par la plaine Tikar du Nord à l'Est; 2)-une zone de plateau central ou plateau Bamoun dominant la plaine Tikar par un escarpement de 800 m de dénivellation ; 3)-une zone de plaine très fertile marquée par une manifestation volcanique éteinte ayant donné naissance, du Nord-Ouest au Sud, à des massifs énormes dont le Mont Kogham (2 263 m), le Mont Mbètpit (1989 m) qui comporte des lacs de cratère et le Mont Mbam (2 335 m) (**Suchel**, 1988).

### II.1.3. Climat

Dans la région de l'Ouest Cameroun, le climat appartient au sous-ensemble tropical de montagne qui se caractérise par 2 saisons : une courte saison sèche qui s'étend de novembre à février et une longue saison des pluies qui va de mars à octobre (Figure 11). La région de l'Ouest est caractérisée par sa fraîcheur et ses faibles températures (**Suchel**, 1988) dont la moyenne annuelle varie entre 19,8°C et 22°C. On note une influence océanique se traduisant par d'importantes précipitations. La pluviométrie moyenne annuelle varie entre 1313,7 et 1988,6 mm (**Olivry**, 1986).

Les données climatologiques obtenues auprès de la station nationale de météorologie de Douala montrent qu'au cours de notre période d'étude, la température dans la région de l'Ouest a varié de 18,1°C en janvier 2008 à 23,5 °C en mars 2009, alors que la pluviométrie a varié de 0,3 mm (en novembre 2008) à 290,4 mm (en septembre 2008) (Figure 11).



**Figure 11: diagramme ombrothermique de la région de l'Ouest Cameroun pour la période allant de mai 2008 à juin 2009 (Source : Station Nationale Météorologique (SNM) de Douala).**

#### II.1.4. Hydrologie

La région de l'Ouest est drainée par un réseau hydrographique dense dont fait partie le bassin du Mbam (Figure 12), le plus important des affluents de la Sanaga (**Vivien**, 1991). Le Mbam prend sa source sous le nom de Mayo Mbamti, vers 1850 m d'altitude, sur le flanc occidental du Tchabal Mbabo, qu'il dévale en une trentaine de Km pour atteindre le palier 950-850 m. Il est grossi le long de ce parcours par une série de mayo plus ou moins torrentueux, descendant des monts Gotel et Mambila. Il atteint le palier de 700 m, franchit en chutes et rapides, en 8 m une marche haute de 110 m environ, avant de s'infiltrer légèrement vers l'Ouest, pour venir border sur 120 km la plaine Tikar, la Vi. Après, il reçoit son principal affluent en rive droite : le Noun. Au sortir de la cuvette du Noun, il reçoit ses affluents issus des monts Bamboutos et Lefo, la Mifi Nord et la Mifi Sud, grossie de la Metchié Choumi, au milieu d'une plaine marécageuse due au comblement de l'ancienne vallée du Noun par de puissantes coulées volcaniques (**Olivry**, 1986).

La plaine du Noun est drainée par un réseau hydrographique dense qui permet, quand il y a des irrégularités pluviométriques, d'irriguer les cultures. En effet ; elle est traversée dans ses frontières Ouest et Est par les deux principaux fleuves, le Noun et le Mbam. A côté de ces grands fleuves, nous avons la Mapé et le Mvî au Nord, le Nchi au Centre, le Nja et le Mwend

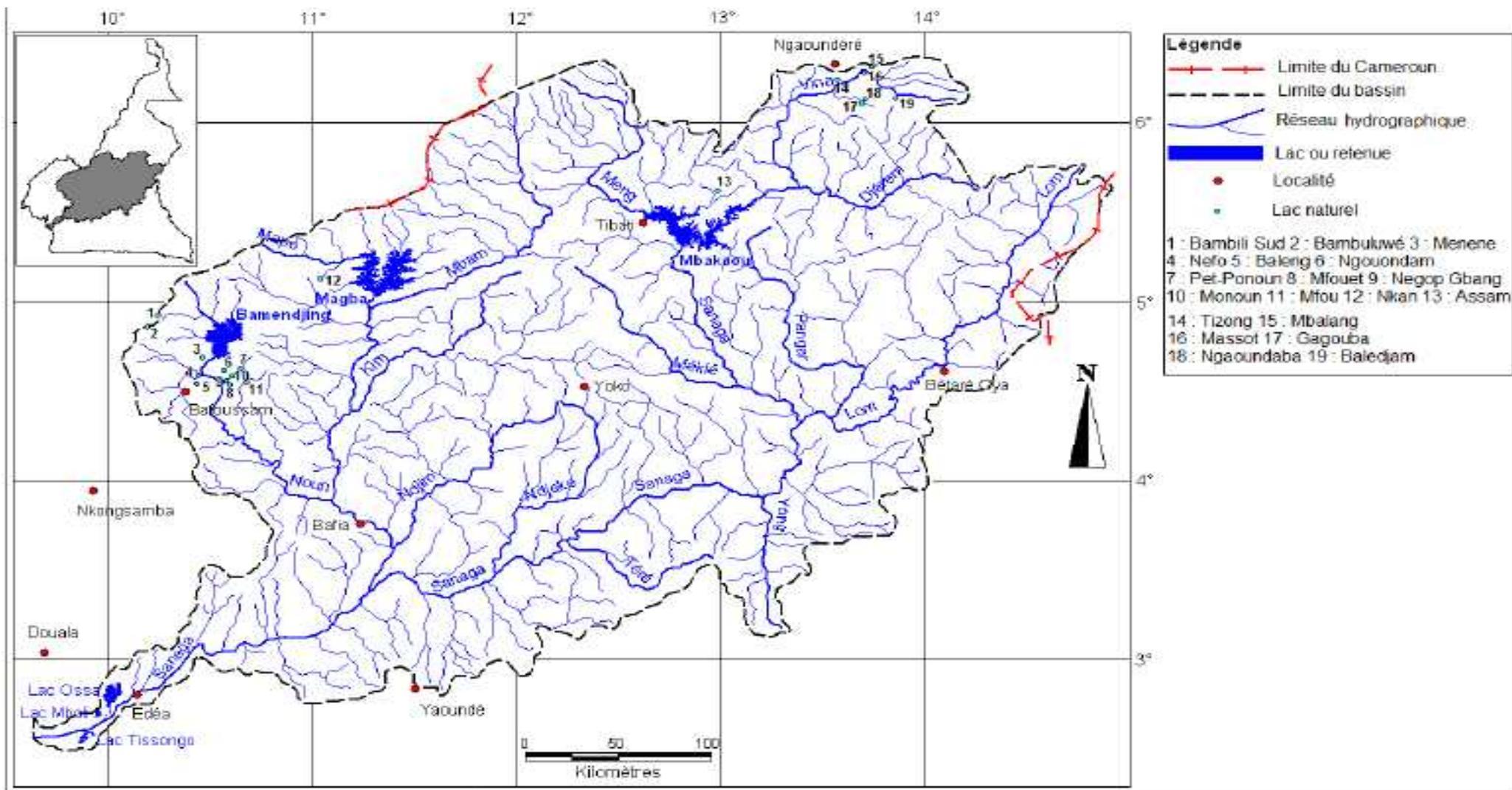


Figure 12 : réseau hydrographique de la région de l'Ouest Cameroun dans le bassin de la Sanaga (Source : Olyvry, 1986 ; modifié).

au Sud. Ces fleuves et rivières sont presque tous des affluents de l'important fleuve Mbam qui porte dans le Noun le nom « Ripâ » (Suchel, 1988). Le long des berges de la rivière Noun, on note l'existence de quelques espèces végétales.

### II.1.5. Végétation

Les forêts d'altitude apparaissent dès 800 m sur la façade atlantique et à partir de 1200 m plus au Nord. On distingue : la forêt submontagnarde (800-1200 m à 1800- 2000 m) souvent dégradée par les plantations de caféiers et autres cultures. Dans les pays Bamilékés, elle a été complètement transformée et on observe un paysage domestique agricole. De 1800-2000 m à 2800-3000 m, on observe une forêt montagnarde qui est en perpétuel recul avec l'extension de pâturage (Olivry, 1986).

En harmonie avec son climat, son sol et son hydrographie, le Département du Noun dispose d'une végétation de transition entre la savane et la forêt. Le plateau Bamoun est recouvert de savanes arborées. Il présente un paysage modifié par l'homme depuis des décennies pour les besoins d'exploitation agricole. Autour de Foumban, se dressent de belles réserves forestières artificielles qui sont soumises à la pression dévastatrice des populations. Le long des cours d'eau généralement logés dans les bas-fonds, des forêts galeries peuplent le département avec, en leur sein, des étendues de raphia et d'autres essences de valeur.

### II.2. Matériel biologique

De mai 2006 à juin 2009, 1133 poissons ont été capturés et examinés. Les douze espèces récoltées appartiennent à cinq ordres (Mormyriiformes, Cypriniformes, Siluriformes, Perciformes et Channiformes) à sept familles (Mormyridae, Cichlidae, Clariidae, Cyprinidae, Bagridae, Mochokidae et Channidae), et à neuf genres (*Mormyrops*, *Labeo*, *Barbus*, *Oreochromis*, *Auchenoglanis*, *Hemichromis*, *Synodontis*, *Clarias* et *Parachanna*).

L'identification des espèces de poissons a été faite en utilisant les clés données par **Levêque et al.** (1990 et 1992), **Stiassny et al.** (2007) et **Vivien** (1991). La position systématique des poissons examinés est la suivante :

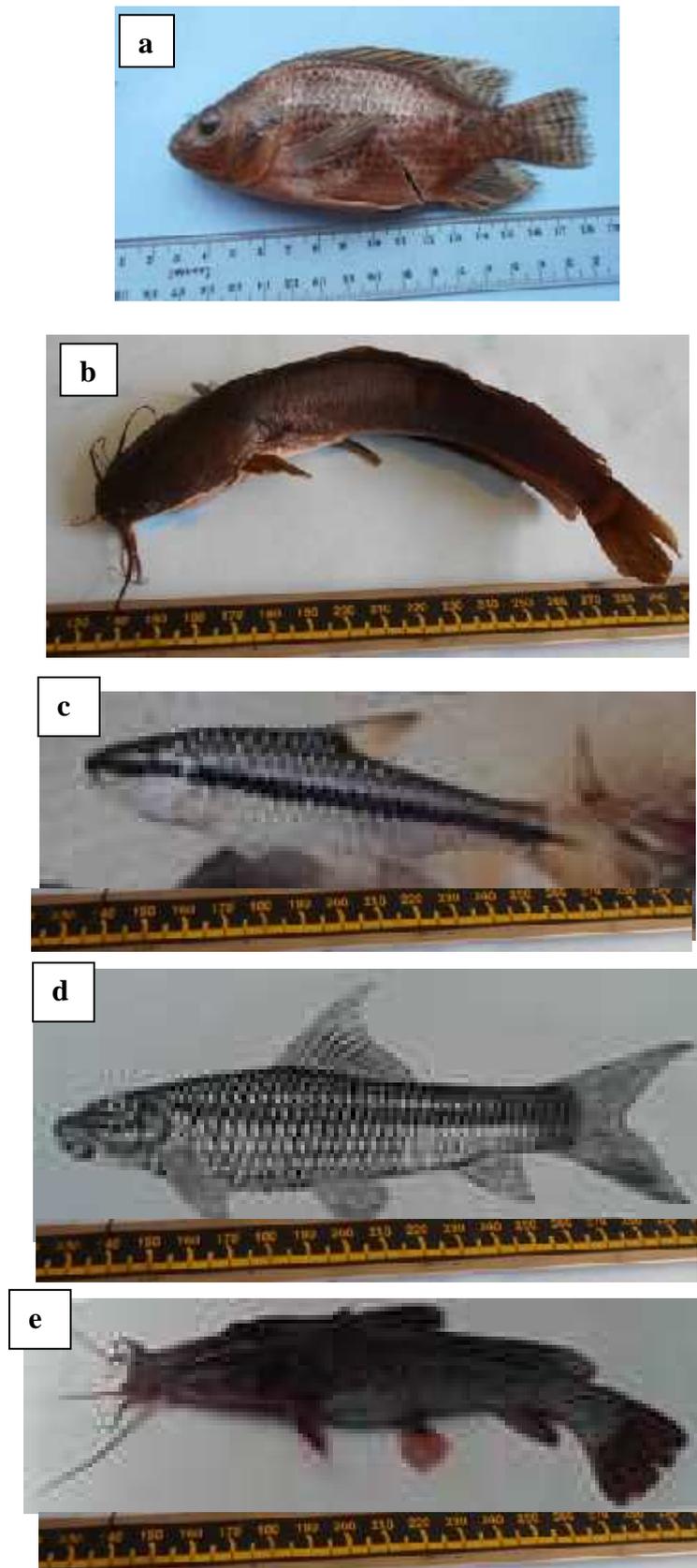
**Embranchement** : des Vertébrés

**Sous-Embranchement** : Gnathostomes

**Classe** : des Ostéichthyens

**Sous-classe** : Actinoptérygiens

**Super Ordre** : des Téléostéens



**Figure 13: photographie des spécimens des espèces de poissons parasités (a) : *Oreochromis niloticus* Linné, 1758; (b) : *Clarias gariepinus* Burchell, 1822, (c) : *Barbus martorelli* Roman, 1971; (d) : *Labeo* sp. ; (e) : *Auchenoglanis occidentalis* Valenciennes, 1840.**

### **1)- Ordre des Osteoglossiformes**

Famille des Mormyridae

Genre *Mormyrops* Müller, 1843

*Mormyrops nigricans*, Boulenger, 1899

### **2)- Ordre des Cypriniformes**

Famille des Cyprinidae

Genre *Labeo* Cuvier, 1817

*Labeo* sp.

Genre *Barbus* Cuvier & Cloquet, 1816

*Barbus martorelli* Roman, 1971

*Barbus guirali* Thomassinot, 1886

### **3)- Ordre des Siluriformes**

Famille des Bagridae

Genre *Auchenoglanis* Günther, 1965

*Auchenoglanis occidentalis* Valenciennes, 1840

Famille des Clariidae

Genre *Clarias* Scopoli, 1777

*Clarias gariepinus* Burchell, 1822

Famille des Mochokidae

Genre *Synodontis* Cuvier, 1817

*Synodontis shall* Bloch & Schneider, 1801

### **4)- Ordre des Perciformes**

#### **Sous-Ordre des Labroidei**

Famille des Cichlidae

Genre *Oreochromis* Günther, 1889

*Oreochromis niloticus*, Linné 1758

Genre *Hemichromis* Peters, 1858

*Hemichromis elongatus* (Guichenot, 1865)

### **5)- Ordre des Gonorynchiformes**

Famille des Chanidae

Genre *Parachanna* Teugels & Daget, 1984

*Parachanna obscura* Günther, 1865

## **II.3. Méthodes d'étude**

### **II.3.1. Pêche et conservation des poissons**

Les poissons examinés au cours de ce travail ont été capturés de mai 2006 à juin 2009 par des pêcheurs professionnels. La pêche a été faite de jour comme de nuit à l'aide d'outils variés que sont les nasses, les filets et les cannes à pêche portant un appât sur l'hameçon. En ce qui concerne l'étude de la structure et de la dynamique des infra-communautés des parasites de *Oreochromis niloticus* et *Labeo* sp., les poissons examinés ont été prélevés dans les étangs de pisciculture du Centre National de Formation Zootechnique et Vétérinaire de Foumban (CNFZV) et sur la rivière Noun à Kouoptamo. Les poissons examinés ont été récoltés une fois par mois de mai 2008 à juin 2009. Après capture, une boutonnière est réalisée sur chaque individu suivant la ligne médio-ventrale et partant de l'orifice urogénital (**Fomena**, 1995). Cette opération permet la pénétration du formol afin d'assurer une bonne conservation des organes internes des poissons. Ces derniers ont immédiatement été plongés dans une solution de formol à 10% contenue dans un bidon en matière plastique avant d'être ramenés au laboratoire sis à l'Université de Yaoundé I. L'examen de ce matériel fixé peut attendre plusieurs jours ou semaines.

### **II.3.2. Recherche, dénombrement et identification des parasites**

Au laboratoire, les poissons sortis du formol sont lavés à l'eau de robinet. Les spécimens sont répertoriés par espèce. La longueur standard de chaque individu est mesurée à l'aide d'un pied à coulisse gradué au millimètre près. Le poisson est pesé au milligramme près à l'aide d'une balance de marque Testut type 86 et le sexe est déterminé après dissection et examen à l'œil nu des gonades (**Obiekezie & Okaeme**, 1990). Les poissons ont été soigneusement examinés à l'œil nu puis à la loupe binoculaire de marque olympus BO61 en vue de rechercher et dénombrer des éventuels kystes sur le corps, les yeux, les nageoires et l'opercule. Après ouverture de la cavité branchiale, les holobranchies ont délicatement été détachées individuellement à l'aide des ciseaux fins, placées dans des boîtes de Pétri contenant de l'eau distillée et examinées à la loupe. Les kystes trouvés sont dénombrés. Après dissection des poissons, tous les organes internes (reins, rate, foie, vésicule biliaire, gonades, cœur, tube digestif, vessie urinaire) ont été prélevés et examinés. Les frottis des kystes ont été confectionnés et examinés à l'objectif 100X du microscope de marque OLYMPUS CH-2 (**Fomena**, 1995). Les frottis des reins et de la rate ont été confectionnés, à raison de 3 par organe (régions antérieure, moyenne et postérieure) et examinés à l'objectif 40X du

microscope. Concernant ces deux organes, le comptage des spores a été fait dans 40 champs et par frottis. Les frottis permanents des spores ont été confectionnés sur des lames bien dégraissées, fixés au méthanol et colorés au May-Grünwald-Giemsa (**Fomena**, 1995).

Les contours des kystes et les dessins des spores ont été réalisés à la chambre claire étalonnée du microscope Wild M-20. Les mensurations ont été faites sur au moins 50 spores, à l'aide d'un micromètre objectif. Les photographies des spores ont été réalisées grâce au microscope OLYMPUS CH-2 équipé d'un dispositif de microphotographie.

### II.3.3. Méthodes d'analyse et tests statistiques

Les données obtenues sur le terrain et au laboratoire ont été introduites dans une base de données pour exploitation grâce au logiciel SPSS (Statistical Package Social Science) pour Windows version 12.0.

**.Calcul de la moyenne, de l'écart type et de l'intervalle de Confiance.** Soit un échantillon d'effectif  $n = 30$ , la variable  $X$  désigne une suite de mesures et  $m$  sa moyenne. Le calcul de la moyenne se fait à l'aide de la formule :

$$m = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

L'écart type  $S$  est la racine carrée de la variance  $S^2$  qui a pour expression :

$$S^2 = \frac{\sum(x - m)^2}{n - 1} \text{ avec } n-1 \text{ le nombre de degrés de liberté.}$$

L'intervalle de confiance de la moyenne est  $\pm 2 S_m$ , pour un coefficient de sécurité de 95%.  $S_m$  est l'erreur standard de la moyenne ; elle se calcule par la formule :

$$S_m = \frac{S}{\sqrt{n-1}} \text{ Le niveau de sécurité retenu dans nos analyses est de 95\%, c'est-}$$

à-dire probabilité d'erreur  $< 0,05\%$ . Dans la partie faunistique de ce travail, la moyenne arithmétique des différentes structures mesurées (spores et leurs composantes) est suivie entre parenthèses des valeurs minimales et maximales.

Le regroupement de l'échantillon de poissons en fonction des classes de tailles a été fait à l'aide de la formule de Yule (**Rioul**, 2008). D'après Yule, le nombre de classes (NC) est égal à  $2,5\sqrt{n}$  où  $N$  est la taille de l'échantillon examiné. L'intervalle de classe (IC) ou amplitude est obtenu ensuite de la manière suivante :  $(IC) = X_{max} - X_{min} / NC$ .  $X_{max}$  et  $X_{min}$  représentent respectivement la plus grande et la plus petite taille  $X$  dans la série statistique. A

partir de  $X_{min}$ , nous obtenons les limites de chaque classe (ou bornes de classe) par addition successive de l'intervalle de classe. En règle générale, on tente de faire coïncider le centre d'une classe ou valeur centrale à la classe avec le nombre entier ou ayant peu de décimales

L'analyse du statut de chaque espèce parasite a été faite selon la méthode proposée par **Valtomen *et al.*** (1997) et **Koskivaara & Valtonen** (1992). Ainsi, selon cette classification, les espèces sont qualifiées de : fréquentes ou communes ou principales si la prévalence > 50%, peu fréquentes ou secondaires ou intermédiaires si 10% < prévalence < 50%, et rares ou satellites si la prévalence < 10%.

La classification du parasitisme sur la base des charges kystiques moyennes suit celle proposée par **Bilong Bilong & Njiné** (1998) sur les monogènes. Ainsi, le parasitisme est très faible si  $\bar{x} < 10$ , faible si  $10 \leq \bar{x} < 50$ , moyen si  $50 \leq \bar{x} < 100$  et fort si  $\bar{x} > 100$ .

. **Test de  $\chi^2$  (chi-carré).** Au cours de l'analyse, la comparaison des pourcentages d'infestation a été faite à l'aide du test de  $\chi^2$  (Chi-carré ou chi deux). Pour chaque classe de distribution, l'écart  $E_0 - E_c$  (effectif observé-effectif calculé) est déterminé, puis les écarts relatifs des différentes classes sont chacun élevés au carré et divisés par l'effectif calculé. La somme des résultats obtenus donne la valeur statistique  $\chi^2$

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

Cette valeur est comparée à celle lue dans le tableau de  $\chi^2$  pour un risque fixé à un degré de liberté (ddl) égal au « nombre de classes -1 ». En cas de dépassement de la valeur lue dans la table, la différence entre les distributions est déclarée significative (**Sokal & Rohlf, 1981 ; Schwartz, 1989**).

. **Test de K de Kruskal-Wallis.**

Ce test nous a permis de comparer plusieurs moyennes. Le principe consiste à remplacer les valeurs par leurs rangs et à totaliser ensuite les rangs revenant à chaque échantillon (si plusieurs valeurs sont au même rang, on leur donne un rang correspondant à la moyenne des rangs occupés). On obtient une série de valeurs de R pour les échantillons.

- R<sub>1</sub> (Somme des rangs de l'échantillon 1),
- R<sub>2</sub> (.....//.....//.....2),

$R_3 (\dots\dots\dots//\dots\dots\dots//\dots\dots\dots3),$

$R_n (\dots\dots\dots//\dots\dots\dots//\dots\dots\dots n),$

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

Notons que N= nombre total des valeurs, n= nombre de valeurs de chaque groupe.

On calcule la statistique

Pour savoir si K atteint un seuil significatif, on consulte en principe une table spéciale de K. Toutefois, si on a au moins 4 échantillons ou au moins 6 valeurs, la distribution de K suit approximativement la distribution du  $\chi^2$ . On consulte donc une table du  $\chi^2$  pour V= n-1. Si le K calculé est plus grand que la valeur lue sur la table, alors les moyennes sont significativement différentes (Schwartz, 1989).

### **.Test U de Mann Whitney.**

Ce test a permis de comparer les moyennes prises deux à deux. Le principe consiste à ranger dans l'ordre croissant l'ensemble des observations mélangées des deux échantillons, à leur affecter un rang et à calculer séparément la somme des rangs des observations provenant de chacun des échantillons. Le rangement prend en compte les valeurs algébriques, c'est-à-dire que le rang le plus faible est assigné à l'observation dont la valeur est la plus négative. On

recherche alors la valeur statistique U soit

$$U_i = n_1 n_2 + \frac{n_i(n_i + 1)}{2} - R_i$$

où i= 1 et 2 ;  $R_1$  et  $R_2$  sont les sommes des rangs des éléments du premier et du deuxième échantillon d'effectifs  $n_1$  et  $n_2$ . Cette valeur donne le nombre de fois qu'un score du groupe  $n_1$  précède un score du groupe  $n_2$  lors du rangement.

Pour savoir si U atteint un seuil significatif, on consulte une table spéciale des valeurs critiques de U, au risque choisi, en fonction de  $n_1$  et  $n_2$  (Frontier *et al.* 2001).

### **Le coefficient de corrélation « r » de rang de Spearman.**

Il a été calculé pour rechercher l'existence ou non d'un lien éventuel entre des variables différentes. Les données de base sont une série de couples  $(x_i, y_i)$ . L'opération consiste à substituer à chaque valeur, x ou y, son rang, et à calculer sur ces variables nouvelles,  $x', y'$ , le coefficient de corrélation par la formule

$$r = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

Notons que  $d_i$  représente les différences  $y'_i - x'_i$  des rangs, n= nombre de

paires de mesures. Les valeurs du coefficient varient entre -1 et +1. La valeur absolue du

coefficient de corrélation indique la mesure de la relation entre les variables et le signe du coefficient indique la direction de cette relation. Pour savoir si  $r$  atteint un seuil significatif, on consulte la table des valeurs critiques de  $r$  au risque choisi (**Schwartz, 1989**).

## . Terminologie

Nous donnons ci-dessous, les définitions de quelques termes qui ont été utilisés dans notre travail pour les parasites.

- Population** : ensemble d'individus d'une espèce donnée, géographiquement isolés d'autres ensembles d'individus de la même espèce et ayant des probabilités sensiblement équivalentes de se reproduire entre eux (**Combes, 1995**) ;
- Infracommunauté** : ensemble des individus de toutes espèces parasites infestant un individu hôte ou un organe déterminé (**Combes, 1995**) ;
- Xénocommunauté** : ensemble des parasites de toutes espèces infestant une population hôte d'une espèce déterminée (**Combes, 1995**) ;
- **Zéro parasite ou vide écologique**: fraction d'individus non infestés ou indemnes de tout parasite dans un échantillon d'une population examinée
- Longueur standard (LS)** : longueur du poisson prise de l'extrémité antérieure à la base de la nageoire caudale (dernière vertèbre caudale) (**Paugy & Teugels, 1992**).
- Richesse spécifique (S)**: c'est le nombre d'espèces parasites infestant à un moment donné un individu d'une espèce hôte (**Barbault, 1995**) ;
- Prévalence parasitaire (P)**: c'est le nombre d'individus d'une espèce hôte infestés par une espèce parasite donnée divisé par le nombre d'individus hôtes examinés. Elle est généralement exprimée en pourcentage (**Margolis et al., 1982**) ;
- **Sex ratio**: c'est le rapport entre le nombre d'individus de sexe mâle divisé par le nombre d'individus de sexe femelle dans l'échantillon examiné.
- Charge kystique moyenne ( $\bar{x}$ )** : c'est la somme des kystes d'une espèce parasite dans un échantillon d'hôtes examinés divisée par le nombre d'hôtes réellement infestés ; c'est le nombre moyen de kystes d'une espèce parasite par hôte dans un échantillon donné (**Margolis et al., 1982**).

**CHAPITRE III :**  
**RESULTATS ET DISCUSSION**

### III.1. Résultats

#### III.1.1. Description des espèces de Myxosporidies récoltées

L'examen de 1133 poissons capturés dans le bassin du Noun et appartenant à huit (8) familles à neuf (9) genres et à douze (12) espèces a révélé la présence d'une faune myxosporidienne riche et diversifiée. Les espèces trouvées au cours de nos prospections appartiennent à quatre genres : *Myxidium* Bütschli, 1882, *Myxobolus* Bütschli, 1882, *Henneguya* Thélohan, 1892 et *Thelohanellus* Kudo, 1933.

##### III.1.1.1. Le genre *Myxidium* Bütschli, 1882

Au cours de nos prospections, nous avons trouvé deux (2) espèces connues: *Myxidium clariae* Landsberg, 1987 et *M. nyongensis* Fomena & Bouix, 1986. Nous donnons ci-après leurs caractéristiques.

###### III.1.1.1.1. *Myxidium clariae* Landsberg, 1987 (Pl. I : 1-2 ; Fig. 13 : a-c)

**Hôte:** *Clarias gariepinus* Burchell, 1822 (Clariidae),

**Organe parasité :** vésicule biliaire,

**Lieu de récolte des hôtes :** Foumban (dans les étangs piscicoles),

**Prévalence :** 20 % (30 poissons parasités sur 150 examinés),

**Forme végétative :** les trophozoïtes n'ont pas été observés ; seules les spores libres ont été trouvées flottant dans la bile.

**Spores :** de taille moyenne (14,6 µm de long en moyenne), les spores sont fusiformes avec les extrémités pointues (Pl. I : 1 ; Fig.13 : a) ; certaines (moins nombreuses) sont cependant légèrement arquées (Fig. 13 : b). Chaque valve porte 7 à 8 stries longitudinales (Pl. I : 2, Fig. 13 : c). Les capsules polaires, peu développées, sont ovoïdes et s'ouvrent aux pôles opposées de la spore. Dans chacune d'elles, le filament polaire s'enroule sur 6 à 8 tours de spire (Fig. 13 : a-b). Le sporoplasme occupe le reste de la cavité sporale.

**Les mensurations de cette Myxosporidie sont résumées ainsi qu'il suit :**

longueur de la spore (L) : 14,6 (13-16,5) µm,

largeur de la spore (l) : 6,2 (5-7) µm,

rapport (L/l) : 2,3,

longueur de la capsule polaire (L') : 5,7 (5-6,2) µm,

## PLANCHE I

Spores de *Myxidium clariae* et *Myxidium nyongensis*, parasites de la vésicule biliaire de *Clarias gariepinus* et *Labeo* sp. respectivement

### 1-2 : spores de *M. clariae*

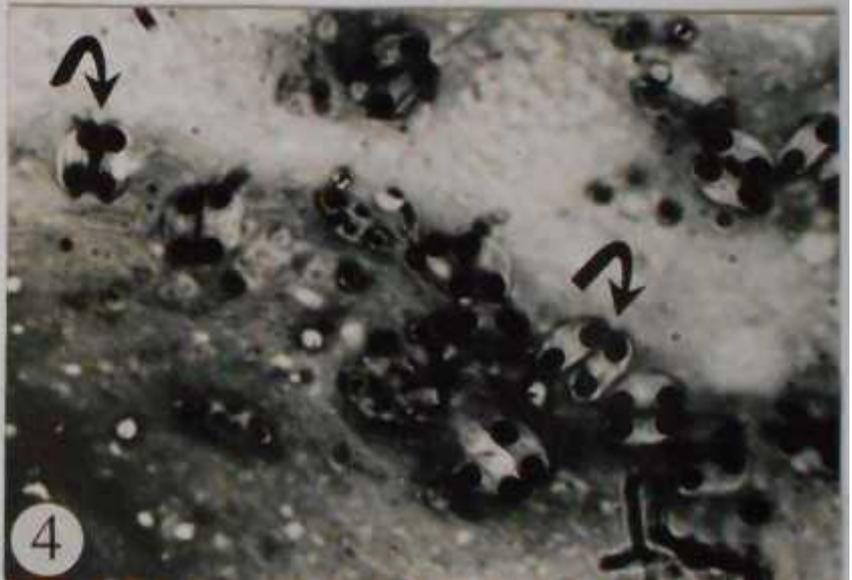
1 : elles sont fusiformes, avec les extrémités pointues (X 1500),

2 : observer les stries longitudinales sur les valves (X 1500),

### 3-4 : spore de *M. nyongensis*

3 : une spore fraîche ; observer les extrémités arrondies et les capsules polaires sphériques (X 1500),

4 : spores dans un trophonte (coloration au May-Grünwald-Giemsa) ; le trophonte est polysporé et les pansporoblastes disposés (flèches) (X 700).



largeur de la capsule polaire (l') : 4,7 (4-5,0)  $\mu\text{m}$ ,

rappports (L'/l') : 1,2 et (L'/L) : 0,4,

nombre de stries sur chaque valve : 7 à 8.

nombre de tours de spire du filament au sein de la capsule polaire : 6 à 8.

**Affinités taxonomiques :** Par la forme générale de sa spore, cette Myxosporidie se rapproche d'espèces antérieurement décrites en Afrique et dans le monde. La morphologie générale de nos spores rappelle celle de *Myxidium latesi* **Kostoïngué, Faye & Toguebaye**, 1998 (hôte : *Lates niloticus* au Tchad) mais ces dernières sont plus grandes (15,44 x 8,33  $\mu\text{m}$  en moyenne). Chez cette espèce, les capsules polaires sont plutôt sphériques, de diamètre moyen 3,31 (3-3,5)  $\mu\text{m}$ .

Nos spores, bien que ovales avec les extrémités pointues, sont moins développées comparées à celles de *Myxidium distichodi* **Kostoïngué, Faye & Toguebaye**, 1998 (hôte : *Distichodus engycephalus* au Tchad) qui mesurent 16,34x6,53  $\mu\text{m}$  en moyenne.

*M. camerounensis* **Fomena & Bouix**, 1986 a été décrite pour la première fois dans la vésicule biliaire de *Neolebias ansorgei* au Cameroun. Malgré la forme comparable des spores, celles que nous décrivons sont plus réduites comparées à celles de cette espèce qui mesurent 22,04  $\mu\text{m}$  x 6,47  $\mu\text{m}$  en moyenne.

*Myxidium sangei* **Fomena, Lekeufack Folefack & Bouix**, 2010 (hôte : *Parachanna obscura* (Chanidae) produit des spores fusiformes, allongées avec quelques unes légèrement arquées. Ses spores sont moins développées (13,3 x 4,2  $\mu\text{m}$  en moyenne), de même que ses capsules polaires (4,3 x 2,9). Le nombre de stries observées sur les valves est moins important (5 à 6) comparé à (6 - 8) stries trouvées chez notre espèce.

La morphologie des spores de *Myxidium petrocephali* **Fomena & Bouix**, 1986, parasite de la vésicule biliaire de *Petrocephalus simus* (Mormyridae) au Cameroun, est comparable mais elles sont plus développées (24,14 x 8,05  $\mu\text{m}$  en moyenne).

La forme parfois arquée des spores que nous décrivons, les dimensions des spores et le site d'infestation, rappellent les caractéristiques de *Myxidium clariae* **Landsberg**, 1987 (hôte : *Clarias lazera* (synonyme : *Clarias gariepinus*, en Israël). En effet, *M. clariae*, initialement décrite en Israël forme des spores qui mesurent 14,3 (13,4-15,1)  $\mu\text{m}$  de long sur 5,3 (4,5- 6)  $\mu\text{m}$  de large. Nous pensons qu'il s'agit d'une seule et même espèce.

Présente en Asie et en Afrique, cette Myxosporidie aurait une aire de distribution large et affecterait exclusivement la vésicule biliaire de son hôte.

### III.1.1.1.2. *Myxidium nyongensis* Fomena & Bouix, 1986

(Pl. I : 3-4 ; Fig. 13 : d-e)

**Hôte :** *Labeo* sp. (Cyprinidae),

**Organe parasité :** vésicule biliaire,

**Lieu de récolte des hôtes :** Kouoptamo (dans la rivière Noun),

**Prévalence :** 2,2% (5 poissons parasités sur 222 examinés),

**Forme végétative :** les trophozoïtes n'ont pas été observés pour ce parasite, mais de nombreuses spores ont été trouvées flottant librement dans la bile.

**Spores :** de taille moyenne (14,3 x 7,5  $\mu\text{m}$ ), les spores sont régulièrement ellipsoïdales, avec les deux extrémités arrondies et la partie médiane renflée (Pl. I : 3 ; Fig. 13 : d). Chaque valve porte 6 à 8 stries longitudinales (Fig. 13 : e). Les capsules polaires, situées aux pôles opposés, sont sphériques ou subsphériques et d'égales dimensions. Dans chacune d'elles, le filament polaire s'enroule sur 4 à 6 tours de spire (Fig. 13 : d). Le sporoplasme occupe le reste de la cavité sporale. Dans le trophonte, les pansporoblastes sont disposés (Pl. I : 4).

#### **Les mensurations relevées pour cette Myxosporidie sont :**

longueur de la spore (L) : 14,3 (12-15,8)  $\mu\text{m}$ ,

largeur de la spore (l) : 7,5 (6,2-8,5)  $\mu\text{m}$ ,

rapport (L/l) : 1,9,

longueur de la capsule polaire (L') : 4,5 (3,8-5)  $\mu\text{m}$ ,

largeur de la capsule polaire (l') : 3,9 (3,5-5)  $\mu\text{m}$ ,

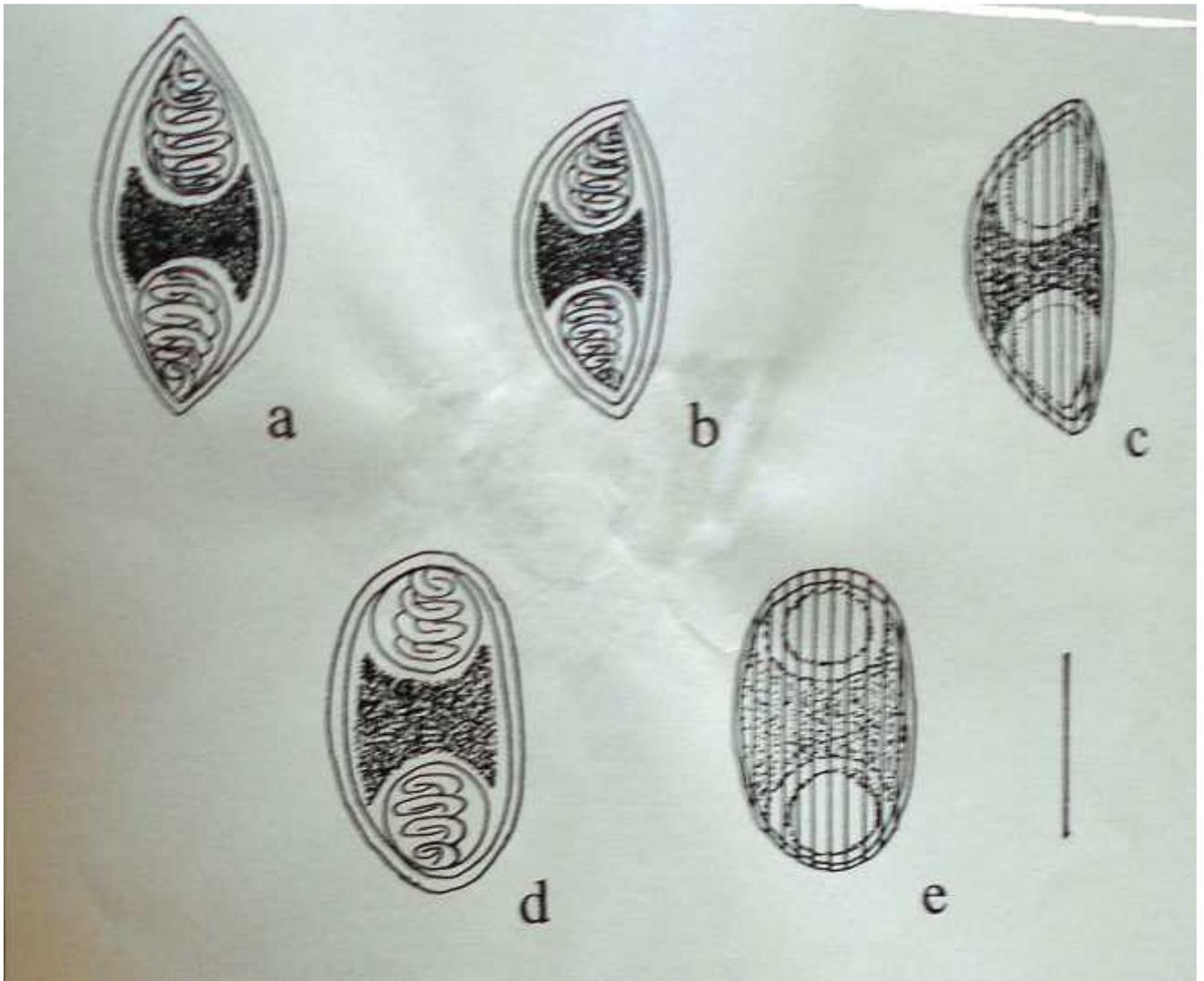
rapports (L'/l') : 1,1 et (L'/L) : 0,3,

nombre de stries par valve : 6 à 8,

nombre de tours de spire du filament au sein de la capsule polaire : 4 à 6.

**Affinités taxonomiques :** *Myxidium nkamensis* Fomena, Lekeufack Folefack & Bouix, 2010, parasite de la vésicule biliaire de *Clarias pachynema* au Cameroun, forme des spores ellipsoïdales mesurant 25,4 (24 -27,5)  $\mu\text{m}$  de long sur 10,2 (10-11)  $\mu\text{m}$  de large. Ses capsules polaires sont nettement plus développées (10,2 x 7,7  $\mu\text{m}$  en moyenne) comparées aux nôtres, et occupent plus des deux tiers de la longueur de la cavité sporale.

*Myxidium brienomyri* Fomena & Bouix, 1986 (hôte : *Brienomyrus brachyistus* (Mormyridae) au Cameroun), développe de larges trophontes dans la vésicule biliaire de son



**Figure 14 : Spores des différentes espèces de Myxosporidies décrites dans le genre *Myxidium***

**a-c:** *Myxidium clariae*, parasite de *Clarias gariepinus*

**a :** spore fusiforme avec les extrémités pointues ;

**b :** spore légèrement arquée ; observer les tours de spire du filament polaire ;

**c :** les valves portent des stries longitudinales.

**d-e :** *Myxidium nyongensis*, parasite de *Labeo* sp.

**d :** la spore est ellipsoïdale, avec les extrémités arrondies ; observer les tours de spire du filament dans les capsules polaires ;

**e :** observer les stries longitudinales sur les valves.

Trait d'échelle : 10  $\mu\text{m}$

hôte. Les spores de cette espèce mesurent 13,7 x 6,47 µm en moyenne. Chacune de ses valves porte 6 à 12 stries longitudinales.

Les caractéristiques morphologiques des spores ici rapportées correspondent à celles de *Myxidium nyongensis* **Fomena & Bouix**, 1986 (hôte : *Barbus jae* Cameroun). Bien que les spores de notre parasite soient de grande taille (14,3 × 7,5 µm en moyenne) comparées à celles utilisées dans la description originelle de *M. nyongensis* (12,38 × 6,5 µm en moyenne), nous pensons être en présence de la même espèce. Initialement décrit chez *Barbus jae*, ce parasite a été retrouvé chez *Barbus camptacanthus*, *B. guirali* et *Amphilius longigrostris* (**Fomena**, 1995) au Cameroun puis chez *Labeo parvus* au Tchad (**Abakar Ousman**, 2006). Ce parasite présenterait une spécificité large.

### **III.1.1.2. Le genre *Myxobolus* Bütschli, 1882**

Notre contribution à la connaissance des *Myxobolus* des poissons d'eau douce du Cameroun porte sur seize (16) espèces dont quatre (04) nouvelles : *Myxobolus Kouoptamoensis*, *M. nchoutnounensis*, *M. njoyai* et *M. bankouopi* toutes parasites de *Labeo* sp. Douze (12) espèces antérieurement décrites au Cameroun, dans d'autres pays d'Afrique ou d'autres continents ont été retrouvées soit chez leurs hôtes d'origine, soit chez des hôtes nouveaux : *M. nounensis* **Fomena & Bouix**, 2000, *M. kainjiae* **Obiekezie & Okaeme**, 1990, *M. equatorialis* **Landsberg**, 1985, *M. camerounensis* **Fomena, Marquès & Bouix**, 1993, *M. nyongana* **Fomena, Bouix & Birgi**, 1986, *M. brachysporus* **Baker**, 1963, *M. heterosporus* **Landsberg**, 1985, *M. agolus* **Landsberg**, 1985, *M. tilapiae* **Abolarin**, 1974, *M. bilongi* **Fomena, Maquès, Bouix & Njiné**, 1994, *M. israelensis* **Landsberg**, 1985 et *M. sarigi* **Landsberg**, 1985.

#### **III.1.1.2.1. *Myxobolus kouoptamoensis* Nchoutpouen & Fomena, 2011**

(Pl. II : 1 ; Fig. 14 : a)

**Forme végétative** : entre les lamelles branchiales secondaires de l'hôte, cette Myxosporidie forme des kystes ovoïdes, blanchâtres qui mesurent 140 à 200 µm de long x 85 à 135 µm de large. Par individu hôte parasité, on peut compter de 1 à 30 kystes. Dans les reins et la rate, les trophozoïtes n'ont pas été trouvées. Dans ces organes, les spores sont isolées ou groupées.

**Spores** : de taille réduite (9,3 x 9 µm en moyenne), les spores mûres sont subsphériques, avec les deux pôles légèrement rétrécis (Pl. II : 1 ; Fig. 14 : a). Le plus grand diamètre

## PLANCHE II

**Spores de *Myxobolus kouoptamoensis*, *Myxobolus nchoutnounensis* et *Myxobolus njoyai*, parasites de *Labeo* sp.**

**1 : spores de *M. kouoptamoensis*** ; elles sont subsphériques avec les deux pôles légèrement rétrécis. Les capsules polaires sont égales, développées et le sporoplasme réduit (X 1600),

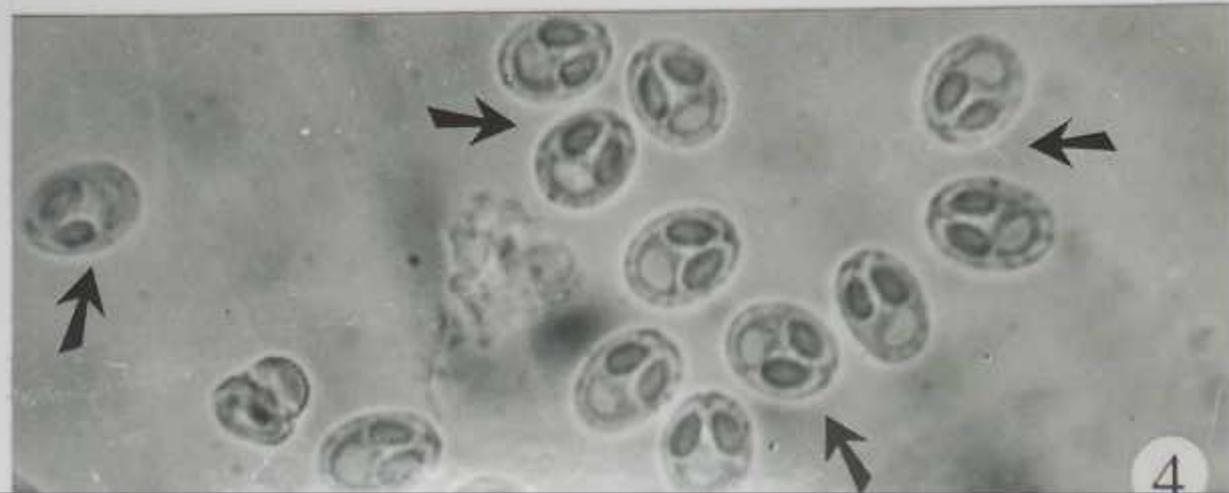
**2-3 : spore de *M. nchoutnounensis***

**2 :** elles sont ovoïdes, avec des capsules polaires nettement dissymétriques. Noter la présence d'un triangle intercapsulaire et d'une vacuole iodophile au sein du sporoplasme (flèche) (X 1600),

**3 :** la seconde capsule polaire est nettement réduite (X 1400),

**4 : spore de *M. njoyai***

Les deux capsules polaires sont égales ; observer l'appendice intercapsulaire et la vacuole iodophile dans le sporoplasme (X 1400).



s'observe à la base des capsules polaires. Les valves sont lisses. Les capsules polaires sont ovoïdes, symétriques et très développées (elles occupent la moitié du volume de la cavité sporale). Dans chacune d'elles, le filament polaire s'enroule sur 5 à 6 tours de spire (Fig. 14 : a). Le sporoplasme est grossièrement triangulaire et réduit (Fig. 14 : a).

**Affinités taxonomiques :** En 1983, **Haldar, Das & Sharma** décrivent *Myxobolus rohita* qui forme des kystes sur les écailles de *Labeo rohita* en Inde. Bien que de dimensions comparables (10,6 x 9 µm), les spores de cette espèce sont plutôt ovoïdes avec les deux extrémités arrondies ; on note également la présence d'un triangle intercapsulaire. Ses capsules polaires sont plus longues (6,6 µm en moyenne) comparées à celles de l'espèce en cours de description. *Myxobolus calcariferum* **Basu & Haldar**, 2003, parasite les branchies de *Lates calcarifer* en Inde. Bien que les spores de cette espèce soient subsphériques, elles sont moins développées comparées aux nôtres (6,6 x 6,2 µm en moyenne).

En Egypte, *Myxosoma (Myxobolus) tilapiae* **Faisal & Shalaby**, 1987, parasite la peau, les branchies, les yeux, la rate et les reins chez *Oreochromis niloticus* (Cichlidae). Bien que présentant des capsules polaires très développées et qui contiennent 5 à 6 tours de spire du filament, les spores de cette espèce sont ovoïdes et plus longues (12 µm en moyenne) avec un pôle antérieur plus large. Les spires du filament polaire sont disposées en oblique (caractère constant).

Malgré les dimensions comparables (10,6 x 8,7 µm en moyenne), les spores de *Myxobolus clarii* **Mandour, Galal & Abed**, 1993, parasite de *Clarias lazera* en Egypte, sont plutôt ovoïdes avec un pôle antérieur rétréci ; de même, ses capsules polaires sont moins larges (2,4 µm en moyenne).

*Myxobolus nkolyaensis* **Fomena & Bouix**, 1994, affecte les muscles de *Barbus jae* (Cyprinidae) au Cameroun. Bien que de dimensions comparables (9,0 x 8,3 µm en moyenne), les spores de cette espèce sont subsphériques, avec les extrémités plutôt arrondies. Aucune indication n'avait été donnée sur le nombre de tours de spire du filament au sein des capsules polaires.

Au Burkina-faso, **Boungou et al.**, (2006) ont décrit *Myxobolus heterotisi* dans les branchies de *Heterotis niloticus* (Osteoglossidae). Les spores de ce parasite, malgré leur forme générale comparable à celle de notre espèce, sont nettement plus longues (12,1 µm en moyenne) ; ses capsules polaires sont plus longues (6,4 µm) et contiennent environ 10 tours de spire du filament.

Toutes ces différences, ont amené à penser que le parasite de *Labeo sp.* est nouveau. Il a été nommé *Myxobolus kouoptamoensis* n.sp., du nom de l'arrondissement de Kouoptamo où les poissons hôtes ont été capturés.

**Hôte type :** *Labeo sp.* (Cyprinidae),

**Localité type:** Kouoptamo, dans la rivière Noun (Région de l'Ouest Cameroun),

**Organes parasités :** branchies, rate, reins,

**Prévalence :** 34,23 % (76 poissons parasités sur 222 examinés).

**Diagnose :**

**Forme végétative :** kystes blanchâtres et ovoïdes entre les lamelles branchiales secondaires.

**Spore :** subsphérique, avec les deux pôles légèrement rétrécis. Plus grand diamètre s'observant à la base des capsules polaires. Valves lisses.

longueur (L) : 9,3 (8-10)  $\mu\text{m}$ ,

largeur (l) : 9,0 (8-10)  $\mu\text{m}$ ,

rapport (L/l) : 1,03,

longueur de la capsule polaire (L') : 4,7 (4-5,5)  $\mu\text{m}$ ,

largeur de la capsule polaire (l') : 3,5 (3-4)  $\mu\text{m}$ ,

rapports (L'/l') : 1,34 ; (L'/L) : 0,50,

nombre de tours de spire du filament dans la capsule polaire : 5 à 6.

### III.1.1.2.2. *Myxobolus nchoutnounensis* Nchoutpouen & Fomena, 2011

(Pl. II : 2-3 ; Fig. 14 : b)

**Forme végétative :** des kystes ovoïdes ou subsphériques, polysporés, ont été trouvés dans les branchies, les nageoires, sur les écailles et au niveau de la cornée oculaire. De taille variable, ils mesurent de 150 à 300  $\mu\text{m}$  de long x 170 à 270  $\mu\text{m}$  de large. Dans le foie, les reins et la rate, les trophozoïtes n'ont pas été trouvés. Dans ces organes, les spores sont isolées ou parfois groupées.

**Spores :** elles sont régulièrement ovoïdes. Les valves sont lisses. Au pôle antérieur de la spore, on note la présence d'un appendice intercapsulaire en forme de triangle (Pl. II : 2-3 ; Fig. 14 : b). Les capsules polaires sont ovoïdes et nettement dissymétriques (Pl. II : 2-3 ; Fig. 14 : b). Dans la grande capsule qui occupe environ la moitié de la cavité sporale, on compte 6 à 9 tours de spire du filament polaire. Dans la petite capsule, le filament polaire s'enroule sur

3 à 4 tours de spire (Fig. 14 : b). Le sporoplasme occupe l'espace extracapsulaire ; il contient souvent une vacuole iodophile de forme et de dimensions variables (Pl. II : 2-3 ; Fig. 14 : b).

**Affinités taxonomiques :** De nombreuses espèces de Myxosporidies présentant des capsules polaires inégales ont été décrites en Afrique et dans le monde.

**Fomena & Bouix** (1994) ont trouvé *Myxobolus oloi* chez plusieurs Cyprinidae du genre *Barbus* (*Barbus aspilus*, *B. camptacanthus*, *B. guirali* et *B. martorelli*) au Cameroun. Bien que montrant des capsules polaires inégales, les spores de cette espèce sont moins développées comparées aux nôtres (9,3 x 7,2 µm en moyenne) ; de même, on note l'absence du prolongement intercapsulaire.

**Sakiti et al.** (1991) ont décrit *Myxobolus dossoui* dans les branchies des Cichlidae (*Tilapia zillii*, *Hemichromis fasciatus* et *Tilapia hybride*) au Bénin. Chez cette espèce, les capsules polaires sont inégales et on note la présence d'un appendice intercapsulaire. Les spores de *M. dossoui* sont cependant moins longues (9,9 µm en moyenne) ; ici, la petite capsule polaire est plus développée comparée à la nôtre (4,3 x 3,1 µm en moyenne) et contient 5 à 6 tours de spire du filament. *Myxobolus bhadrensis* **Seenappa & Manohar**, 1981, parasite les muscles de *Labeo rohita* en Inde. La morphologie générale des spores que nous décrivons rappelle celle de cette espèce ; cependant, les spores de *M. bhadrensis* sont moins développées (9,5 x 7,4 µm en moyenne). Si les dimensions de la petite capsule polaire sont comparables aux nôtres (2,5 x 1,75 µm), la grande capsule polaire est moins développée (3,5 x 2,2 µm en moyenne). Chez *M. bhadrensis*, il n'existe pas de triangle intercapsulaire (caractère constant).

Le grand développement des spores (15,3 x 12,2 µm en moyenne), la présence d'un triangle intercapsulaire très développé, la présence d'une troncature au pôle antérieur de la spore, le grand développement de la petite capsule polaire (5,3 x 3,5 µm), la présence d'un nombre plus élevé de tours de spire du filament au sein de la petite capsule polaire (6 à 7), éloignent *Myxobolus bilongi* **Fomena, Marquès, Bouix & Njiné**, 1994 (parasite de *Labeo* sp. au Cameroun) de l'espèce en cours de description.

Au Burkina-Faso, *Myxobolus labeoi* parasite les nageoires de *Labeo coubie* (**Boungou et al.**, 2006). Bien que la morphologie générale de nos spores et de leurs capsules polaires rappelle celle de cette espèce, *M. labeoi* forme des spores nettement plus longues (16-17 µm) ; sa grande capsule polaire est plus développée comparée à la nôtre (8,37 x 6,53 µm en moyenne) ; ici, on note l'absence du triangle intercapsulaire.

Le parasite de *Labeo sp.* qui se distingue des espèces connues par de nombreux aspects est nouveau. Il a reçu le nom de *Myxobolus nchoutnounensis* n.sp., nom qui fait référence au quartier Nchoutnoun où les hôtes ont été récoltés.

**Hôte type :** *Labeo sp.* (Cyprinidae),

**Localité type:** Kouoptamo, dans la rivière Noun (Région de l'Ouest Cameroun),

**Organes parasités :** branchies, écailles, foie, nageoires, rate, reins et yeux,

**Prévalence :** 75,67 % (168 poissons parasités sur 222 examinés).

**Diagnose :**

**Forme végétative :** kystes ovoïdes ou subsphériques, polysporés.

**Spore:** régulièrement ovoïde ; valves lisses ; présence d'un appendice intercapsulaire en forme de triangle.

**Mensurations :** longueur (L) : 11,8 (11-13)  $\mu\text{m}$ ,

largeur (l) : 9,2 (8,5-10)  $\mu\text{m}$ ,

rapport (L/l) : 1,28,

longueur de la grande capsule polaire (L') : 6,0 (5-7)  $\mu\text{m}$ ,

largeur de la grande capsule polaire (l') : 4,0 (3,5-4)  $\mu\text{m}$ ,

rapports (L'/l') : 1,5 ; (L'/L) : 0,50,

longueur de la petite capsule polaire (L'') : 2,9 (2,2-3,5)  $\mu\text{m}$ ,

largeur de la petite capsule polaire (l'') : 1,6 (1,2-2),

rapports (L''/l'') : 1,8 ; (L''/L) : 0,24,

nombre de tours de spire du filament dans la grande capsule polaire : 6-9.

nombre de tours de spire du filament dans la petite capsule polaire : 3-4.

### III.1.1.2.3. *Myxobolus njoyai* Nchoutpouen & Fomena, 2011

(Pl. II : 4 ; Fig. 14 : c)

**Forme végétative :** dans les branchies, les kystes sont ovoïdes et allongés, implantés le long des lamelles branchiales primaires. Ils mesurent 200 à 520  $\mu\text{m}$  de long x 100 à 260  $\mu\text{m}$  de large. Sur la face interne des écailles et entre les rayons des nageoires, des kystes subsphériques et mesurant 190 à 300  $\mu\text{m}$  de diamètre ont été trouvés. Dans les reins et la rate, les trophozoïtes n'ont pas été observés.

**Spore :** de taille réduite (9,7 x 8,5  $\mu\text{m}$  en moyenne), la spore est subsphérique (Pl. II : 4). Les valves sont peu épaisses et lisses. On note la présence d'un triangle intercapsulaire réduit (Pl.

II : 4 ; Fig. 14 : c). Les capsules polaires sont ovoïdes, symétriques et s'ouvrent au pôle antérieur de la spore. Quelques spores tératologiques présentant des capsules polaires légèrement dissymétriques ont cependant été observées. Dans chaque capsule polaire, le filament s'enroule sur 6 à 8 tours de spire (Fig. 14 : c). Le sporoplasme est granuleux et contient souvent une vacuole iodophile (Pl. II : 4 ; Fig. 14 : c)

**Affinités taxonomiques :** **Fomena et al.** (1985) ont décrit *Myxobolus njinei* sur l'arc branchial osseux chez de nombreux Cyprinidae du genre *Barbus* au Cameroun. Bien que présentant un appendice intercapsulaire et des capsules polaires égales, les spores de cette Myxosporidie sont nettement plus grandes (16,17 x 13,46 µm en moyenne) comparées à celles de l'espèce que nous décrivons ; ses capsules polaires sont également plus développées (7,8 x 4,6 µm).

*Myxobolus dossoui* **Sakiti, Blanc, Marquès & Bouix**, 1991 (parasite des Cichlidae au Bénin) diffère de l'espèce en cours de description par ses capsules polaires inégales. Malgré la présence d'un appendice intercapsulaire réduit et des capsules polaires égales, *Myxobolus charii* **Fomena, Abakar-Ousman, Ngassam & Bouix**, 2004, parasite de *Citharinus citharus* (Citharinidae) au Tchad, s'éloigne de notre espèce par ses spores plus grandes (13-15,5 x 10,5-12 µm), ses capsules polaires plus développées (6,4-8,5 x 3,2-4,2 µm).

*Myxobolus tingrelaensis* parasite les nageoires de *Sarotherodon galilaeus* (Cichlidae) au Burkina-Faso (**Boungou et al.** 2006). Les spores de cette espèce sont ovoïdes avec des capsules polaires égales et on note la présence d'un appendice entre les capsules polaires ; cependant, elles sont plus longues comparées aux nôtres (11,6 (11-13) µm) ; au sein de leurs capsules polaires, on compte 4 à 5 tours de spire du filament.

La morphologie générale de nos spores, la présence des capsules polaires égales ainsi que d'un triangle intercapsulaire, rappellent les données sur *Myxobolus utlonensis* **Hemananda, Mohial, Bandyopadhyay & Mitra**, 2009, parasite de *Clarias batrachus* en Inde. La Myxosporidie de *C. batrachus* s'éloigne cependant de notre espèce par ses spores plus longues (12,28 µm en moyenne), ses capsules polaires sphériques et qui mesurent 2,3 µm de diamètre).

Toutes ces différences ont amené à penser que le parasite de *Labeo* sp. est nouveau et nous l'avons dédié au Sultan Njoya du peuple Bamoun au Cameroun.

**Hôte type :** *Labeo* sp. (Cyprinidae),

**Localité type:** Kouoptamo, dans la rivière Noun (Région de l'Ouest Cameroun),

**Organes parasités :** branchies, écailles, nageoires, rate, reins,

**Prévalence :** 42,34% (94 poissons parasités sur 222 examinés),

**Diagnose :**

**Forme végétative :** kystes ovoïdes et allongés, implantés le long des lamelles branchiales primaires ; kystes subsphériques entre les rayons des nageoires.

**Spore:** subsphérique, avec des valves peu épaisses et lisses. Présence d'un triangle intercapsulaire réduit.

longueur (L) : 9,7 (9-10,5)  $\mu\text{m}$ ,

largeur (l) : 8,5 (7,8-9)  $\mu\text{m}$ ,

rapport (L/l) : 1,14,

longueur de la capsule polaire (L') : 5,2 (4,5-5,8)  $\mu\text{m}$ ,

largeur de la capsule polaire (l') : 3,0 (2,8-3,5)  $\mu\text{m}$ ,

rapports (L'/l') : 1,73 ; (L'/L) : 0,53.

nombre de tours de spire du filament polaire au sein de la capsule polaire : 6-8

#### **III.1.1.2.4. *Myxobolus bankouopi* n.sp.**

**(Pl. III: 1; Fig. 14: d)**

**Forme végétative :** le long des filaments branchiaux primaires et entre les rayons des nageoires, cette Myxosporidie forme des kystes allongés et qui mesurent 300 à 500  $\mu\text{m}$  de long sur 100 à 200  $\mu\text{m}$  de large. Par individu hôte parasité, on peut compter de 1 à 10 kystes. Dans les reins et la rate, les trophozoïtes n'ont pas été observés.

**Spore :** les spores sont subsphériques et mesurent 11,1  $\mu\text{m}$  de long en moyenne. Les valves ne présentent pas d'ornementations particulières (Pl. III : 1 ; Fig. 14 : d). Il n'existe pas de triangle intercapsulaire (Pl. III : 1). Les capsules polaires sont ovoïdes et symétriques. Dans chacune d'elles, le filament polaire s'enroule sur environ 10 tours de spire (Fig. 14 : d). Le sporoplasme est granuleux et contient souvent une vacuole iodophile de forme et de taille variables (Pl. III : 1 ; Fig. 14 : d).

**Affinités taxonomique :** Des Myxosporidies appartenant au genre *Myxobolus* et formant des spores subsphérique avec des capsules polaires d'égales dimensions ont été décrites chez les poissons d'eau douce à travers le monde.

## PLANCHE III

Spores de *Myxobolus bankouopi* n.sp., parasite de *Labeo* sp.; spores de *Myxobolus nounensis*, *Myxobolus kainjiae* et *Myxobolus equatorialis*, parasites de *Oreochromis niloticus*

### 1 : spores de *M. bankouopi*

Elles sont subsphériques, avec des capsules polaires symétriques ; noter l'absence de prolongement intercapsulaire et la présence d'une vacuole iodophile dans le sporoplasme (X 1500),

### 2-3: spores de *M. nounensis*

2 : le pôle antérieur est large et l'extrémité postérieure retrécie. Noter la présence d'un triangle intercapsulaire (flèche) (X 1200),

3 : le sporoplasme contient souvent une vacuole iodophile (X 1300),

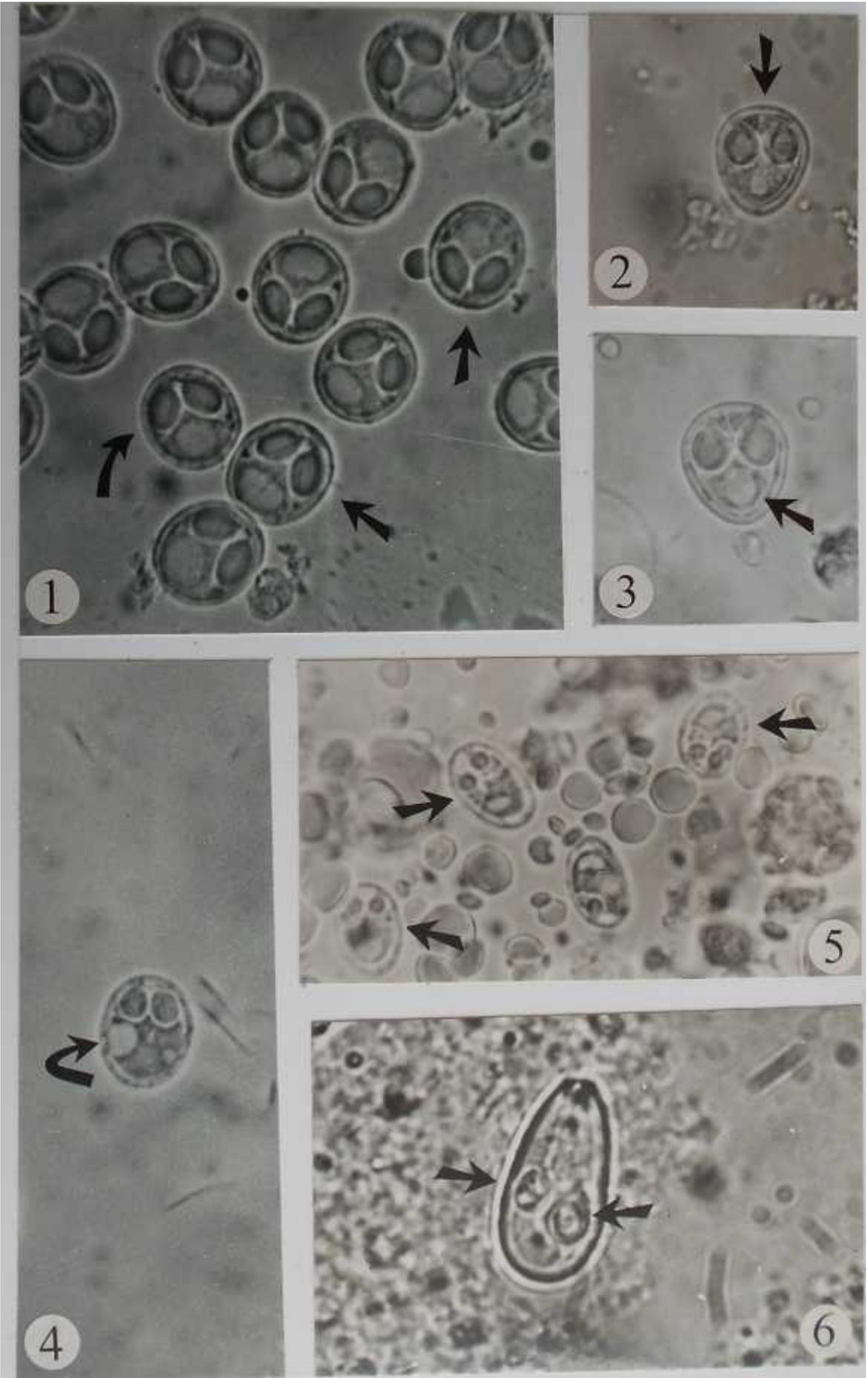
### 4-5 : spores de *M. kainjiae*

4 : elles sont subsphériques ; observer la présence d'une vacuole iodophile dans le sporoplasme (X 1400),

5 : les capsules polaires sont sphériques et peu développées (X 1200),

### 6 : spore de *M. equatorialis*

Observer l'extrémité antérieure tronquée ; les capsules polaires sont inégales et situées dans la région équatoriale de la spore (flèche) (X 2900).



*Myxobolus insignis* **Eiras, Malta, Varella & Pavanelli** (2005), parasite de *Semaprochilodus insignis* au Brésil, forme des spores subsphériques, sans triangle intercapsulaire, mais plus grandes ( $14,5 \times 11,3 \mu\text{m}$  en moyenne) avec les capsules polaires plus développées ( $7,6 \times 4,8 \mu\text{m}$  en moyenne).

Au Burkina-Faso, **Boungou et al.** (2006) ont décrit deux espèces de Myxosporidies de forme générale comparable à celle de notre parasite : *M. heterotisi* et *M. sourouensis*, parasites des lamelles branchiales primaires chez *Heterotis niloticus* (Osteoglossidae). *M. heterotisi* diffère de notre espèce par ses spores plus grandes ( $12,12 \times 9,51 \mu\text{m}$  en moyenne), ses capsules polaires plus développées ( $6,4 \times 3,5 \mu\text{m}$  en moyenne). *M. sourouensis* se démarque par ses kystes plus volumineux (600 à 700  $\mu\text{m}$ ), ses capsules polaires moins larges ( $2,32 \mu\text{m}$  en moyenne), au sein desquelles le filament polaire s'enroule sur 7 tours de spire.

*Myxobolus caudatus* (hôte : *Barbus bynni* (Cyprinidae) en Egypte), produit des spores ellipsoïdales (**Ali et al.**, 2002). Ce *Myxobolus* diffère de l'espèce en cours de description par : ses spores plus grandes ( $16-19,2 \times 11-13,6 \mu\text{m}$ ) ; ses capsules polaires plus développées ( $7,4 \times 3,8 \mu\text{m}$ ).

Au Brésil, *Myxobolus franciscoi* **Eiras, Monteiro & Brasil-Sato**, 2010, parasite *prochilodus argenteus* (Prochilodontidae). Ses spores sont ellipsoïdales (en vue latérale), et plus réduites ( $6,4 \times 6,0 \mu\text{m}$  en moyenne). De même ses capsules polaires sont moins développées ( $2 \mu\text{m} \times 1,5 \mu\text{m}$  en moyenne).

Le parasite de *Labeo sp.*, qui diffère des formes connues par de nombreux aspects, est probablement nouveau. Nous proposons de le nommer *Myxobolus bankouopi* n.sp., nom qui rappelle la ville de Bankouop, chef lieu de l'arrondissement de Kouoptamo où les poissons hôtes ont été capturés.

**Hôte :** *Labeo* sp. Boulenger, 1092 (Cyprinidae),

**Organes parasités :** Branchies, tégument, nageoires, reins, rate,

**Lieu de récolte des hôtes :** Kouoptamo (Rivière Noun),

**Prévalence :** 36,5% (81 poissons parasités sur 222 examinés).

**Diagnose :**

**Forme végétative :** kystes allongés dans les filaments branchiaux et sur les nageoires.

**Spore :** subsphérique, valves lisses, absence de triangle intercapsulaire.

longueur (L) :  $11,6 (10,6-13,0) \mu\text{m}$ ,

largeur (l) :  $9,7 (8,5-11,0) \mu\text{m}$ ,

rapport (L/l) : 1,19,  
longueur de la capsule polaire (L') : 5,7 (4,5-7,2)  $\mu\text{m}$ ,  
largeur de la capsule polaire (l') : 3,2 (2,8-3,8)  $\mu\text{m}$ ,  
rapports (L'/l') : 1,78 ; rapports (L'/l) : 0,49,  
nombre de tours de spire du filament polaire au sein de la capsule polaire : 10.

### **III.1.1.2.5. *Myxobolus nounensis* Fomena & Bouix, 2000**

**(Pl. III : 2-3 ; Fig. 14 : e)**

**Hôte:** *Oreochromis niloticus* **Linnaeus**, 1758 (Cichlidae)

**Organes parasités :** Reins, rate

**Lieu de récolte des hôtes :** Kouoptamo (Rivière Noun)

**Prévalence :** 14,4% (39 poissons parasités sur 270 examinés)

**Forme végétative :** les kystes n'ont pas été observés pour ce parasite, seules les spores isolées ou groupées ont été trouvées dans les centres mélanomacrophages de la rate et des reins.

**Spore :** de taille moyenne (14,6 x 12,9), la spore est subsphérique en vue de face, avec un pôle antérieur plus large et une extrémité postérieure rétrécie (Pl. III : 2-3 ; Fig. 14 : e). Le plus grand diamètre s'observe au 1/3 antérieur de la spore. Les capsules polaires sont ovoïdes, bien développées et d'égales dimensions (Pl. III : 2 ; Fig. 14 : e). Dans chacune d'elles, le filament polaire s'enroule sur 4 à 6 tours de spire. On note la présence d'un triangle intercapsulaire très développé (Pl. III : 1-2 ; Fig. 14 : e). Le sporoplasme est réduit et contient souvent une vacuole iodophile (Pl. III : 3).

#### **Les mensurations de la spore sont :**

longueur (L) : 14,6 (14,0-16,0)  $\mu\text{m}$ ,

largeur (l) : 12,9 (11,5-14,0)  $\mu\text{m}$ ,

rapport (L/l) : 1,13,

longueur de la capsule polaire (L') : 7,3 (6,2 -8,0)  $\mu\text{m}$ ,

largeur de la capsule polaire (l') : 4,6 (3,8-5,5)  $\mu\text{m}$ ,

rapports (L'/l') : 1,6 et (L'/L) : 0,3,

nombre de tours de spire du filament polaire au sein de la capsule polaire : 4 à 6.

**Affinités taxonomiques :** De nombreuses espèces de Myxosporidies appartiennent au genre *Myxobolus* et présentant des spores avec un triangle intercapsulaire sont connues.

*Myxobolus dossoui* **Sakiti, Blanc, Marquès & Bouix**, 1991 développe des kystes dans les arcs branchiaux chez les Cichlidae divers au Bénin. Bien que présentant un appendice intercapsulaire, cette espèce possède des capsules polaires dissymétriques.

Les spores de *Myxobolus njinei* **Fomena, Bouix & Birgi**, 1985, parasite des Cyprinidae du genre *Barbus* au Cameroun, sont de grande taille ( $16,2 \times 13,5 \mu\text{m}$  en moyenne).

Les spores de *M. tingrelaensis* **Boungou, Kabré, Sakiti, Marquès & Sawadogo**, 2006, parasite des nageoires de *Sarotherodon galilaeus* au Burkna-Faso, sont nettement moins développées ( $4,8 \times 2,4 \mu\text{m}$ ).

En Inde, **Hemanda, et al.**, 2009, décrivent *M. utlouensis*, parasite de la cornée de *Clarias batrachus*. Cette dernière présente des spores moins larges ( $8,9 \mu\text{m}$  en moyenne) et des capsules polaires sphériques et réduites ( $2,34 \mu\text{m}$  de diamètre en moyenne).

En 2000, **Fomena & Bouix** ont décrit *Myxobolus nounensis* dans les reins et de la rate des Cichlidae *Sarotherodon galilaeus* et *Tilapia mariae* capturés dans la rivière Noun au Cameroun. Les caractéristiques morphologiques ainsi que les mensurations de nos spores coïncident avec les données sur ce parasite. Nous pensons être en présence de la même espèce. Ce parasite serait inféodé aux poissons de la famille des Cichlidae. Les hôtes jusqu'à présent recensés pour ce parasite sont donc *S. galilaeus*, *O. niloticus* et *Tilapia mariae*.

#### **III.1.1.2.6. *Myxobolus kainjiae* Obiekezie & Okaeme, 1990**

**(Pl. III : 4-5 ; Fig. 14 : f)**

**Hôte :** *Oreochromis niloticus* **Linnaeus**, 1758 (Cichlidae)

**Organe parasité :** Ovaires

**Lieu de récolte des hôtes :** Foumban (dans la station piscicole) ; Magba (Barrage de la Mapé) et Kouoptamo (Rivière Noun)

**Prévalence :** 4,8% (31 poissons parasités sur 647 examinés) ; selon le site de récolte, le taux d'infestation est de 2,8% à Foumban (8 poissons parasités sur 286 examinés), 20,8% à Magba (19 poissons parasités sur 91 examinés) et 1,5% à Kouoptamo (4 individus parasités sur 270 examinés).

**Forme végétative :** Les kystes n'ont pas été observés, mais les spores mûres ont été trouvées dans les ovocytes.

**Spore :** de taille moyenne ( $12,3 \times 9,3 \mu\text{m}$ ), les spores sont subsphériques avec les deux extrémités arrondies (Pl. III : 4-5). Les capsules polaires sont ovoïdes et égales (Pl. III : 5). Elles occupent le 1/3 antérieur de la cavité sporale (Pl. III : 4). Le filament polaire s'enroule sur 3 à 4 tours de spire (Fig. 14 : f) Le sporoplasme, très développé, occupe les deux tiers de la cavité sporale ; il contient souvent une vacuole iodophile (Pl. III : 4-5).

**Les mensurations relevées sur la spore sont :**

longueur (L) :  $12,3 (11,0-14,0) \mu\text{m}$ ,

largeur (l) :  $9,3 (8,0-10,5) \mu\text{m}$ ,

rapport (L/l) : 1,3,

longueur de la capsule polaire (L') :  $3,7 (3,0-4,2) \mu\text{m}$ ,

largeur de la capsule polaire (l') :  $2,6 (2,0-3,0) \mu\text{m}$ ,

rapports (L'/l') : 1,47 et (L'/L) : 0,3,

nombre de tours de spire du filament au sein de la capsule polaire : 3 à 4.

**Affinités taxonomiques :** **Siau** (1971) a décrit *Myxobolus dahomeyensis* dans les ovaires de *Synodontis ansorgii* au Bénin. **Sakiti et al.** (1991) décrivent le même parasite dans les ovaires de *Sarotherodon melanotheron*, *Tilapia zillii* et *Tilapia* hybride au Bénin. Cette espèce forme des spores moins développées comparées aux nôtres ( $9,3 \times 7,1 \mu\text{m}$  en moyenne).

*Myxobolus elongatus* **Sakiti**, 1997 (Hôte : *Ctenopoma kingsleyae* au Benin) forme des spores plus réduites ( $10,3 \times 5,9 \mu\text{m}$  en moyenne).

**Paperna** (1973) signale sans description aucune, *Myxobolus ovariae*, dans les gonades de *Haplochromis angustifrons* et *H. elegans* capturés dans le lac George en Ouganda. Cette espèce sera redécrite comme *M. kainjiae* par **Obiekezie & Okaeme**, 1990 chez les Cichlidae *Oreochromis niloticus* et *Sarotherodon galilaeus* au Nigéria.

La morphologie générale des spores, la position et les dimensions des capsules polaires, l'organe parasité, correspondent aux données sur *M. kainjiae*. Malgré la taille légèrement plus grande ( $12,3 \times 9,3 \mu\text{m}$ ) de nos spores, nous pensons que le parasite de *O. niloticus* du Cameroun est *M. kainjiae*. **Fomena & Bouix** (1997) ont retrouvé cette Myxosporidie dans les ovaires de *Tilapia nyongana* au Cameroun. **Abakar Ousman** (2006) la retrouve dans les ovaires de *Sarotherodon galilaeus* au Tchad.

*Myxobolus kainjiae* serait largement distribué chez les Cichlidae d'Afrique, hôtes chez lesquels elle affecte exclusivement les ovaires.

**Figure 15 : Spores des différentes espèces de Myxosporidies décrites dans le genre *Myxobolus***

**a :** *Myxobolus kouoptamoensis*, parasite de *Labeo* sp. ; observer la forme générale de la spore.

**b :** *Myxobolus nchoutnounensis*, parasite de *Labeo* sp. ; la spore est ovoïde, présente un appendice intercapsulaire et des capsules polaires dissymétriques.

**c :** *Myxobolus njoyai*, parasite de *Labeo* sp. ; observer la présence d'un triangle intercapsulaire.

**d :** *Myxobolus bankouopi*, parasite de *Labeo* sp. ; la spore est subsphérique, avec des capsules polaires égales.

**e :** *Myxobolus nounensis*, parasite de *Oreochromis niloticus* ; noter la présence d'un triangle intercapsulaire très développé.

**f :** *Myxobolus kainjiae*, parasite de *O. niloticus* ; les capsules polaires occupent le 1/3 antérieur de la cavité sporale.

**g :** *Myxobolus equatorialis*, parasite de *O. niloticus* ; observer la position équatoriale des capsules polaires dissymétriques.

**h :** *Myxobolus camerounensis*, parasite de *O. niloticus* ; observer la grande taille des spores.

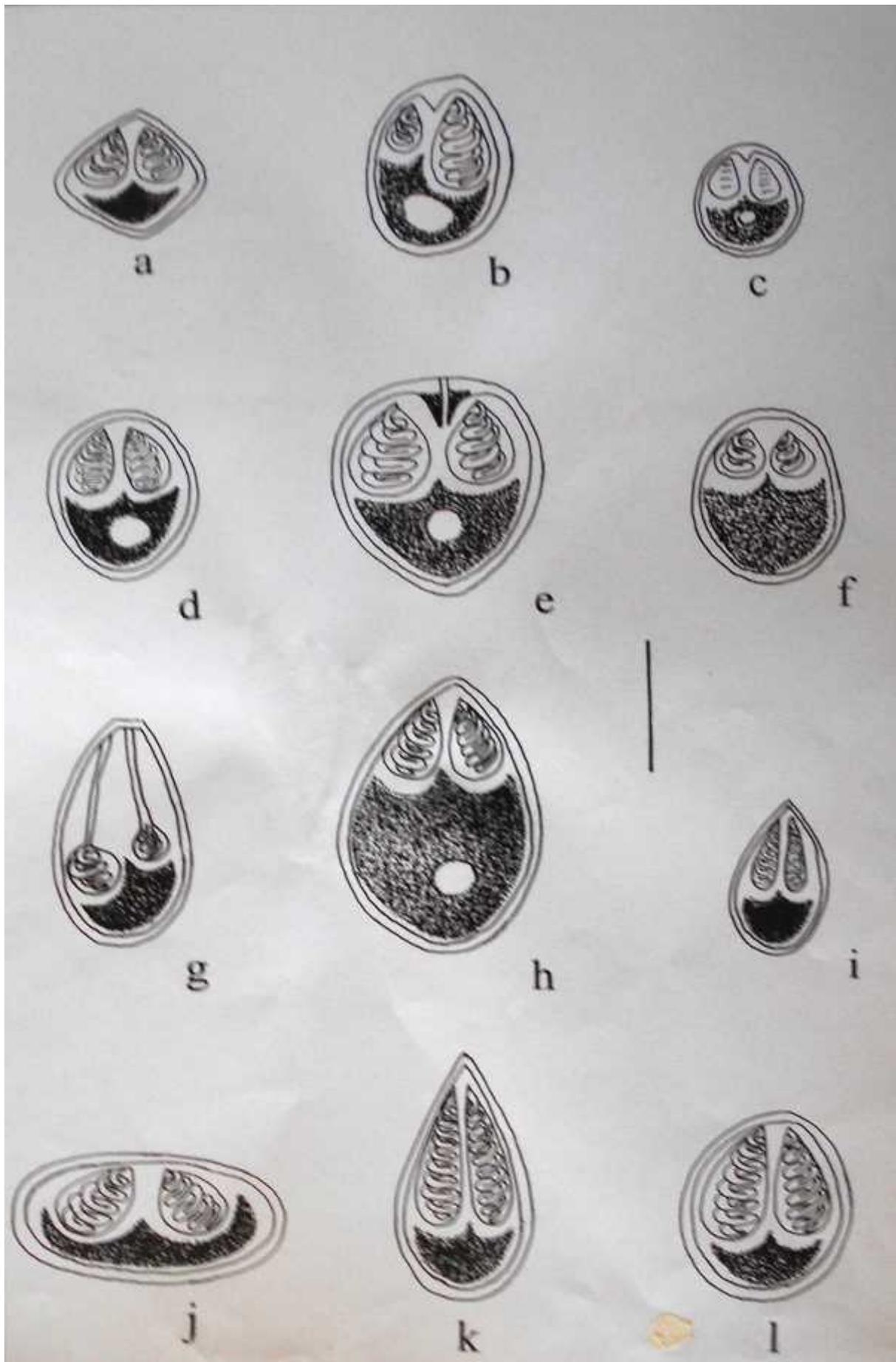
**i :** *Myxobolus nyongana*, parasite de *Barbus martorelli* et *Labeo* sp. ; la spore est piriforme avec le pôle antérieur effilé.

**j :** *Myxobolus brachysporus*, parasite de *O. niloticus* ; la spore est plus large que longue.

**k :** *Myxobolus heterosporus*, parasite de *O. niloticus* ; observer la forme générale de la spore.

**l :** *Myxobolus agolus*, parasite de *O. niloticus*. La spore est ovale, avec des capsules polaires très développées et qui contiennent une dizaine de tours de spire du filament polaire.

Trait d'échelle : 10 µm.



### III.1.1.2.7. *Myxobolus equatorialis* Landsberg, 1985

(Pl. III : 6 ; Fig. 14 : g)

**Hôte:** *Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758 (Cichlidae),

**Organes parasités :** Reins, rate,

**Lieu de récolte des hôtes :** Foumban (dans la station piscicole) ; Magba (Barrage de la Mapé) et Kouoptamo (Rivière Noun),

**Prévalence :** 9,7% (63 poissons parasités sur 647 examinés) ; selon le site de récolte, le taux d'infestation est de 14,7% à Foumban (42 poissons parasités sur 286 examinés), 10% à Magba (9 poissons parasités sur 91 examinés) et 4,4% à Kouoptamo (12 individus parasités sur 270 examinés).

**Forme végétative :** les kystes n'ont pas été trouvés. Les spores isolées sont plus abondantes dans les centres mélano-macrophages.

**Spores :** de taille variable, les spores sont régulièrement oblongues (vues de face) avec l'extrémité antérieure légèrement étroite et tronquée (Pl. III : 6 ; Fig. 14 : g). Les valves sont lisses. Les capsules polaires, dissymétriques, sont ovoïdes ou subsphériques. Elles sont situées dans la région équatoriale de la spore, suspendues chacune à un long canal de décharge du filament polaire qui s'ouvre au pôle antérieur de la spore (Pl. III : 6 ; Fig. 14 : g). Ces canaux de décharge mesurent 2 à 7,1  $\mu\text{m}$  de long pour la grande capsule et 2,5 à 6,1  $\mu\text{m}$  de long pour la petite. Quelques spores présentant des capsules polaires égales ont été observées. Le sporoplasme occupe le reste de la cavité sporale (Pl. III : 6).

**Les mensurations des spores de ce parasite sont resumées comme suit :**

longueur (L) : 12,0 (10,0-13,5)  $\mu\text{m}$ ,

largeur (l) : 7,4 (6,0-9,0)  $\mu\text{m}$ ,

rapport (L/l) : 1,6

longueur de la grande capsule polaire (L') : 3,6 (2-5,8)  $\mu\text{m}$ ,

largeur de la grande capsule polaire (l') : 2,5 (2-3)  $\mu\text{m}$ ,

rapports (L'/l') : 1,5 et (L'/L) : 0,6,

longueur de la petite capsule polaire (L'') : 2,8 (2-3)  $\mu\text{m}$ ,

largeur de la petite capsule polaire (l'') : 2,3 (1,8-3)  $\mu\text{m}$ ,

rapports (L''/l'') : 1,2 et (L''/L) : 0,6.

**Affinités taxonomiques :** Notre parasite s'éloigne de nombreuses espèces de Myxosporidies décrites chez les poissons d'eau douce en Afrique par la disposition équatoriale de ses capsules polaires dans la cavité sporale. La morphologie générale des spores et de leurs composantes, les organes parasités, l'hôte, correspondent aux données disponibles sur *Myxobolus equatorialis*, décrit pour la première fois par **Landsberg** (1985), dans les centres mélano-macrophages des reins et de la rate des hybrides issus du croisement de *Oreochromis aureus* × *O. niloticus* en Israël.

En Afrique, **Obiekezie & Okaeme** (1990) ont retrouvé *M. equatorialis* dans les reins et la rate de *Sarotherodon galilaeus*, *O. niloticus* et *Tilapia guineensis* au Nigéria. **Kabré** (1997) décrit le même parasite dans les reins et le foie d' *O. niloticus* et *T. zillii* au Burkina-Faso. Au Cameroun, **Fomena et al.** (1993) et **Fomena** (1995) ont retrouvé cette Myxosporidie dans les reins et la rate d' *O. niloticus*. **Abakar Ousman** (2006) signale la présence de *M. equatorialis* chez *O. niloticus* et *S. galilaeus* capturés dans le fleuve Chari au Tchad. Cette Myxosporidie serait très répandue chez les Cichlidae d'Asie et d'Afrique hôtes chez lesquels elle affecte les reins, la rate et le foie.

#### **III.1.1.2.8. *Myxobolus camerounensis* Fomena, Marquès & Bouix, 1993**

**(Pl. IV : 1-3 ; Fig. 14 : h)**

**Hôte :** *Oreochromis niloticus* **Linnaeus**, 1758 (Cichlidae),

**Organes parasités :** branchies, œil, opercules, reins, rate, peau,

**Lieu de récolte des hôtes :** Foumban (dans la station piscicole) ; Magba (Barrage de la Mapé) et Kouoptamo (Rivière Noun),

**Prévalence :** 15% (97 poissons parasités sur 647 examinés) ; selon le site de récolte, le taux d'infestation est de 19,9% à Foumban (57 poissons parasités sur 286 examinés), 26,37% à Magba (24 poissons parasités sur 91 examinés), et 5,9% à Kouoptamo (16 parasités sur 270 examinés).

**Forme végétative :** Cette Myxosporidie développe des kystes blanchâtres, de forme et de taille variables (Pl. IV : 1-2). Ils peuvent être allongés ou ovoïdes, écartant considérablement les filaments branchiaux primaires (Pl. IV : 1). Des kystes sphériques ou subsphériques ont également été trouvés implantés dans la sclérotique de l'œil. Les infections oculaires peuvent être uni-ou-bilatérales.

## PLANCHE IV

**Formes végétatives et spores de *Myxobolus camerounensis*, parasite de *Oreochromis niloticus***

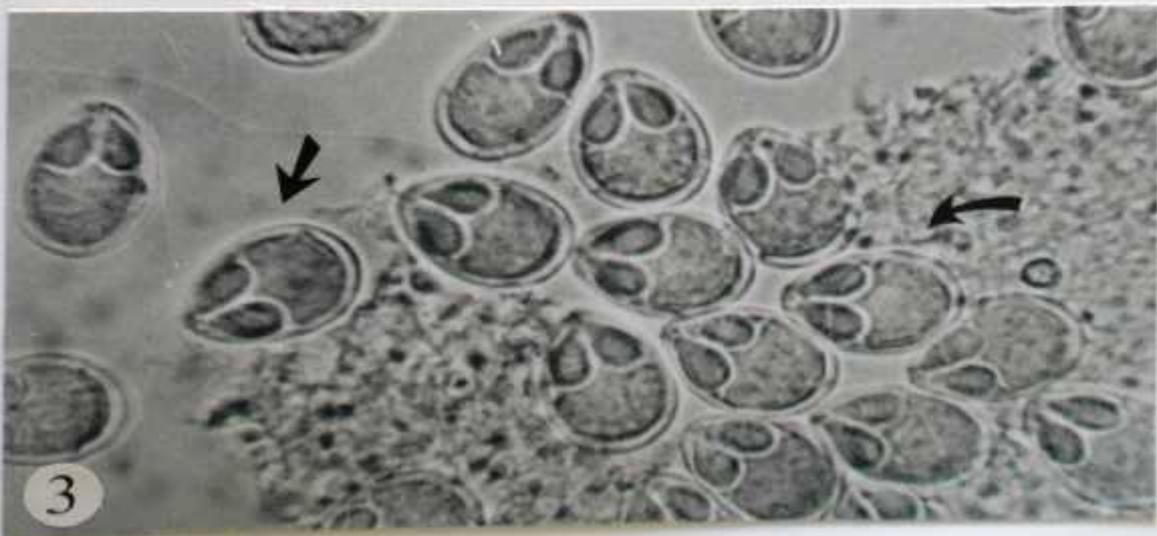
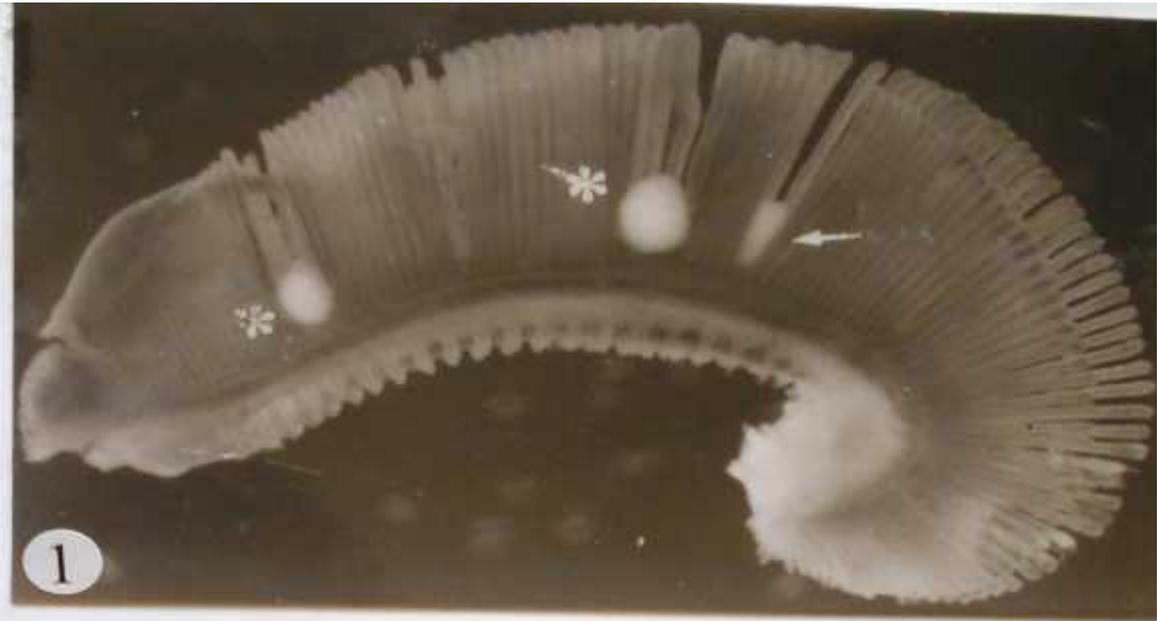
### **1 -2 : formes végétatives**

**1** : kystes implantés à la base des filaments branchiaux primaires ; ils sont de forme et de dimensions variées (étoiles et flèche) (X 20),

**2**: kystes implantés sur le corps (étoiles) ; ils sont de grande taille et souvent regroupés (étoile) (X 20),

### **3 : spores fraîches**

Elles sont ovoïdes avec des capsules polaires égales ; le sporoplasme est développé ; les kystes sont polysporés (X 1200).



**Spore :** de grande taille (18,0  $\mu\text{m}$  de long en moyenne), les spores sont ovoïdes, avec le pôle antérieur rétréci et la partie postérieure arrondie (Pl. IV : 3 ; Fig. 14 : h). Les valves sont lisses. Les capsules polaires sont ovoïdes et symétriques, s'ouvrent au pôle antérieur de la spore. Le filament polaire s'enroule sur 6 à 8 tours de spire (Fig. 14 : h). Le reste de la cavité sporale est occupé par le sporoplasme très développé, au sein duquel on trouve souvent une vacuole iodophile de forme et de taille variables.

**Les mensurations relevées sur ce *Myxobolus* sont :**

longueur de la spore (L) : 18,0 (16-19,9)  $\mu\text{m}$ ,

largeur de la spore (l) : 10,9 (9,2-12,2)  $\mu\text{m}$ ,

rapport (L/l) : 1,6,

longueur de la capsule polaire (L') : 7,4 (6,5 -8,5)  $\mu\text{m}$ ,

largeur de la capsule polaire (l') : 3,3 (2,8-3,5)  $\mu\text{m}$ ,

rapports (L'/l') : 2,2 et (L'/L) : 0,41,

nombre de tours de spire du filament au sein des capsules polaires : 6 à 8.

**Affinités taxonomiques :** Par la forme générale de ses spores, notre espèce se rapproche de *Myxobolus tilapiae* **Abolarin** 1974 ; *M. africanus* **Fomena, Birgi & Bouix**, 1985 ; *M. sarotherodoni* et *M. microcapsularis* **Sakiti, Blanc, Marquès & Bouix**, 1991. Cependant, notre parasite se distingue nettement de toutes ces espèces par ses spores plus grandes (18,0  $\times$  10,9  $\mu\text{m}$  en moyenne) et ses capsules plus développées (7,4  $\times$  3,4  $\mu\text{m}$  en moyenne).

La morphologie des spores et de leurs composantes, les dimensions sporales, l'hôte, les sites d'implantation, correspondent aux données sur *M. camerounensis* **Fomena, Marquès & Bouix**, 1993, parasite des branchies et de la peau chez *Oreochromis niloticus* au Cameroun.

**Fomena** (1995) montre que ce parasite forme également de volumineux kystes qui peuvent s'implanter dans les yeux, les nageoires et les muscles operculaires ; selon cet auteur, des spores isolées sont également trouvées dans les reins et la rate.

Au Botswana, **Reed et al.**, (2002) trouvent ce parasite formant des kystes dans l'épithélium de la cavité buccale et de l'arc branchial chez *Oreochromis andersonii* et *Tilapia ruweti*. **Fall et al.** (2002) ont signalé la présence de *M. camerounensis* chez *Sarotherodon melanotheron* et *Tilapia zillii*, Cichlidae récoltés dans le fleuve Sénégal et le lac de Guiers au Sénégal.

Au Tchad, **Abakar Ousman** (2006) signale la présence de cette Myxosporidie dans divers organes (yeux, corps, nageoires, opercules et branchies) chez *Oreochromis niloticus* et *Sarotherodon galilaeus*.

**Lekeufack Folefack** (2010) retrouve pour la première fois ce parasite infestant les muscles, les reins et la rate de *Clarias pachynema* (Clariidae) au Cameroun.

*M. camerounensis* affecterait ainsi les poissons appartenant aux familles des Cichlidae et des Clariidae. C'est un parasite systémique qui affecte la quasi-totalité des organes du poisson hôte.

### III.1.1.2.9. *Myxobolus nyongana* (Fomena, Bouix & Birgi, 1985)

(Pl. V : 1-2 ; Fig. 14 : i)

**Hôte :** *Labeo* sp. **Boulenger**, 1092 ; *Barbus martorelli* **Roman**, 1971 (Cyprinidae)

**Organes parasités:** branchies, foie

**Lieu de récolte des hôtes :** Kouoptamo (Rivière Noun)

**Taux de parasitisme :** 32,4% (72 poissons parasités sur 222 examinés) pour *Labeo* sp. et 25% (3 individus parasités sur 12 examinés) pour *Barbus martorelli*.

**Forme végétative :** le parasite forme des kystes ovoïdes, blanchâtres et polysporés, mesurant (100-250 × 75-120) µm. Ces nodules sont incrustés entre les lamelles branchiales primaires. On peut compter jusqu'à 100 kystes par individu hôte parasité.

**Spore :** les spores sont ovoïdes avec une extrémité antérieure effilée, la postérieure étant large et arrondie (Pl. V : 1 ; Fig. 14 : i). Les valves sont lisses. Les capsules polaires sont piriformes, d'égales dimensions. Très allongées, elles peuvent dépasser la moitié antérieure de la cavité sporale (Pl. V : 1-2). Au sein de chacune d'elles, le filament polaire s'enroule sur 7 à 9 tours de spire (Fig. 14 : i). Le sporoplasme occupe le reste de la cavité sporale (Pl. V : 1).

#### **Les mensurations de la spore sont :**

longueur (L) : 11,1 (10,2-13,0) µm,

largeur (l) : 5,0 (4,2-5,5) µm,

rapport (L/l) : 2,2 ;

longueur de la capsule polaire (L') : 6,4 (5,9 -7,0) µm,

largeur de la capsule polaire (l') : 1,5 (1,2-1,8) µm,

rapports (L'/l') : 4,4 et (L'/L) : 0,7,

## PLANCHE V

**Spores de *Myxobolus nyongana*, parasite de *Labeo* sp. et *Barbus martorelli*; spores de *Myxobolus brachysporus*, *Myxobolus heterosporus* et *Myxobolus agolus*, parasites de *Oreochromis niloticus***

### **1-2 : spores de *M. nyongana***

**1** : spores fraîches ; observer l'extrémité antérieure effilée ; les capsules polaires piriformes et allongées (X 1400),

**2** : spores colorées au May-Grünwald-Giemsa (X 800),

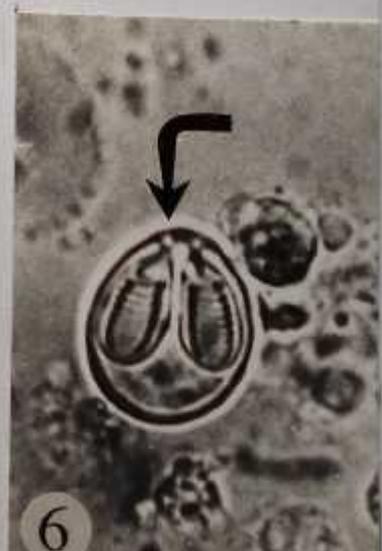
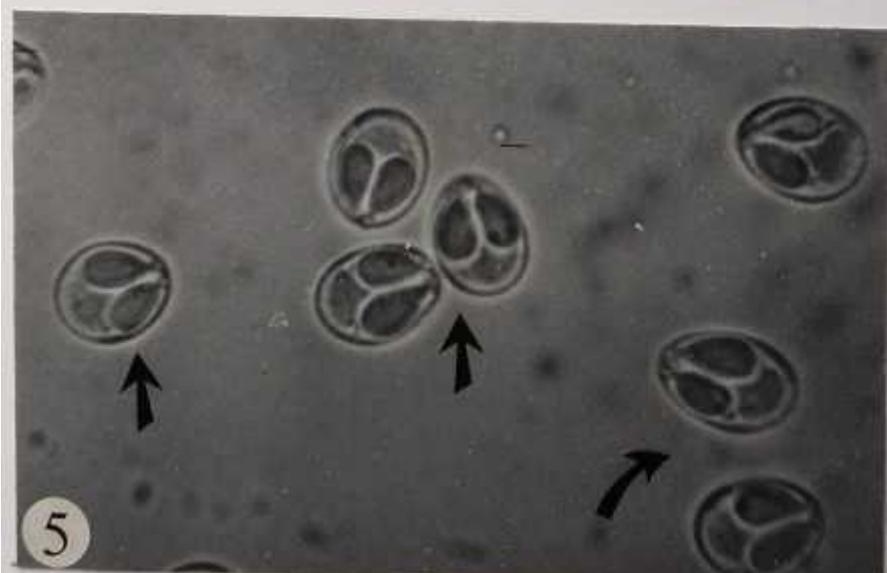
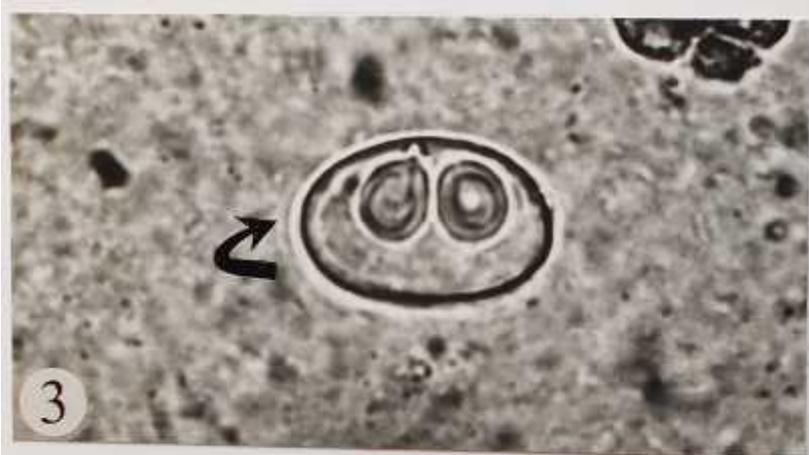
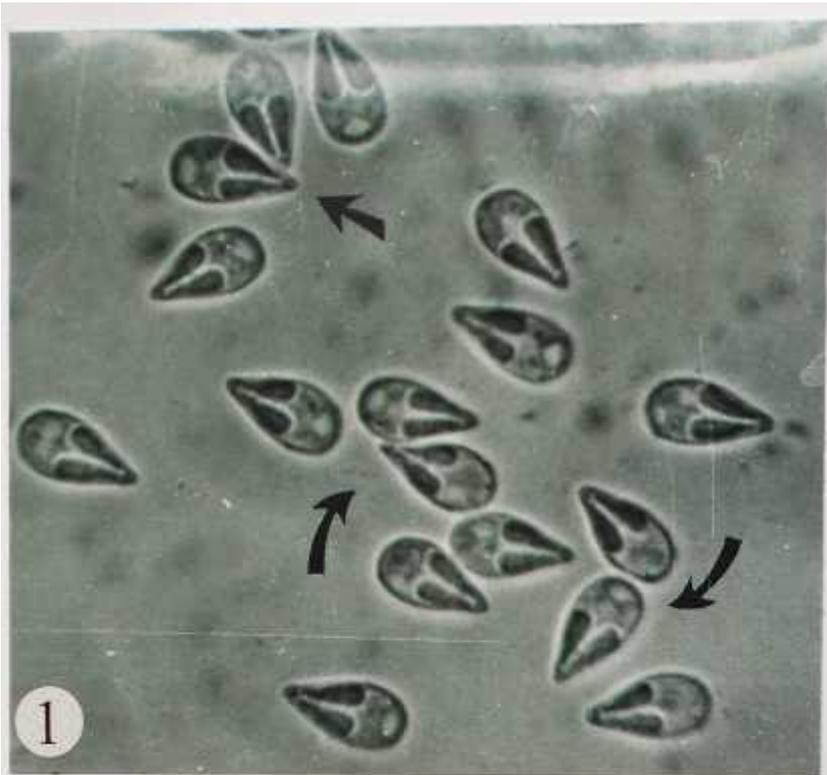
**3** : spore de *M. brachysporus* ; elle est plus large que longue. Les capsules polaires sont égales (X 3200),

**4** : spore de *M. heterosporus* ; observer les tours de spire du filament polaire au sein des capsules polaires piriformes et allongées (X 1500),

### **5-6 : spores de *M. agolus***

**5** : elles sont ovoïdes, avec des capsules polaires très développées et le sporoplasme réduit (X 1500),

**6** : observer le grand nombre de tours de spire du filament dans les capsules polaires (X



nombre de tours de spire du filament au sein de la capsule polaire : 7 à 9.

**Affinités taxonomiques :** *Myxobolus avagbodjiensis* **Sakiti**, 1997 (parasite des branchies de *Hepsetus odoe* et *Citharinus citharus* au Bénin), *M. sangei* **Fomena, Lekeufack Folefack & Tan II**, 2007 (parasite des branchies, de la peau et des reins de *Brycinus macrolepidotus* au Cameroun), forment des spores de morphologie comparable à celle de notre espèce ; cependant, elles s'en éloignent par leurs capsules polaires dissymétriques.

*Myxobolus koi* **Kudo**, 1919, parasite des branchies de *Cyprinus carpio* au Japon, développe des spores de grande taille ( $14,1 \times 7,1 \mu\text{m}$  en moyenne).

*Myxobolus kribiensis* **Fomena & Bouix**, 1994 (hôte : *Brycinus longipinnis* au Cameroun) se distingue de notre parasite par la grande taille de ses spores ( $21,2 \times 9,5 \mu\text{m}$  en moyenne) ; de même, ses capsules polaires sont légèrement dissymétriques.

*M. chinsurachensis* **Basu & Haldar**, 2003, parasite de *Anaba testudineus* (poisson hybride *Cirrhinus mrigala*  $\times$  *Labeo rohita*) en Inde, diffère de l'espèce en cours de description par ses spores moins longues ( $8,5 \mu\text{m}$  en moyenne).

En 1985, **Fomena, Bouix & Birgi** décrivent *M. nyongana* (Synonyme = *M. barbi*) chez de nombreux Cyprinidés du genre *Barbus* au Cameroun. La morphologie générale des spores et de leurs capsules polaires, les dimensions sporales, le nombre de tours de spire du filament dans les capsules polaires, correspondent aux données sur cette espèce. Nous pensons être en présence d'une seule et même espèce. **Sakiti et al.** (1991) ont retrouvé ce parasite dans les filaments branchiaux de *Sarotherodon melanotheron* au Bénin. **Kostoïngué et al.** (1994) décrivent *M. barbi* chez *Labeo sp.* et *Alestes dentex* au Tchad. **Abakar Ousman** (2006) signale la présence de ce *Myxobolus* chez *O. niloticus* et *Sarotherodon galilaeus* au Tchad.

*Myxobolus nyongana* serait largement distribué chez les Cyprinidae, Cichlidae et Characidae, hôtes chez lesquels il infeste divers organes.

#### **III.1.1.2.10. *Myxobolus brachysporus* Baker, 1963**

(Pl. V : 3 ; Fig. 14 : j)

**Hôte:** *Oreochromis niloticus* **Linnaeus**, 1758 (Cichlidae),

**Organes parasités :** Reins, rate,

**Lieu de récolte des hôtes :** Fouban (dans la station piscicole) ; Magba (Barrage de la Mapé) et Kouoptamo (Rivière Noun),

**Prévalence :** 51% (330 individus parasités sur 647 examinés ; selon le site de récolte, le taux d'infestation est de 49,2% à Fouban (137 poissons parasités sur 286 examinés), 49% à Kouoptamo (133 individus parasités sur 270 examinés) et 66% à Magba (60 poissons parasités sur 91 examinés).

**Forme végétative :** les kystes n'ont pas été trouvés. Les spores sont diffuses dans les organes parasités.

**Spores :** les spores sont plus larges que longues, régulièrement ellipsoïdales (Pl. V : 3 ; Fig. 14 : j). Il n'existe pas de triangle intercapsulaire. Les valves sont lisses, les capsules polaires sont ovoïdes, très développées et symétriques. Dans chacune d'elles, le filament polaire s'enroule sur 5 à 6 tours de spire (Fig. 14 : j). L'espace extracapsulaire est occupé par le sporoplasme (Pl. V : 3 ; Fig. 14 : j).

**Les mensurations de ce parasite sont :**

longueur de la spore (L) : 7,4 (7,0-8,0)  $\mu\text{m}$ ,

largeur de la spore (l) : 10,3 (9,8-11,5)  $\mu\text{m}$ ,

rapport (L/l) : 0,7

longueur de la capsule polaire (L') : 4,2 (3,8-5)  $\mu\text{m}$ ,

largeur de la capsule polaire (l') : 3,1 (2,5-3,8)  $\mu\text{m}$ ,

rapports (L'/l') : 1,3 et (L'/L) : 0,6,

**Affinités taxonomiques :** *Myxobolus jahnricei* **Landsberg & Lom**, 1991 forme de kystes branchiaux de 0,5 mm de diamètre chez *Ictiobus bubalis* aux Etats Unis. Les spores de cette espèce, bien que plus larges que longues, sont nettement plus grandes (12,4 $\mu\text{m}$   $\times$  15,5 en moyenne) avec les capsules polaires plus développées (7,0 $\times$ 4,4 $\mu\text{m}$ ).

Les caractéristiques morphométrique de notre espèce correspondent aux données sur *M. brachysporus* **Baker**, 1963, parasite de la rate chez de nombreux cichlidae (*Tilapia esculenta*, *T. variabilis*, *Haplochromis* sp) en Ouganda. En 1990, **Obiekezie & Okaeme** signalent la présence de cette Myxosporidie dans les reins et la rate de *Tilapia guineensis*, *O. niloticus* et *Sarotherodon galilaeus* au Nigéria. **Fomena et al.**, 1993 et **Fomena** (1995) retrouvent ce parasite chez quelques Cichlidae au Cameroun. **Kabré** (1997) identifie *M. brachysporus* dans le foie et les reins d'*O. niloticus* au Burkina-Faso. **Abakar Ousman** (2006) a retrouvé de ce même parasite chez *O. niloticus* et *S. galilaeus* au Tchad.

*Myxobolus brachysporus* serait largement distribué chez les Cichlidae en Afrique Centrale et de l'Ouest.

### III.1.1.2.11. *Myxobolus heterosporus* Baker, 1963

(Pl. V : 4 ; Fig. 14 : k)

**Hôte :** *Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758 (Cichlidae),

**Organes parasités :** Reins, rate,

**Lieu de récolte des hôtes :** Foumban (dans la station piscicole) ; Magba (Barrage de la Mapé) et Kouoptamo (Rivière Noun),

**Prévalence :** 26,36% (190 poissons parasités sur 647 examinés) ; selon le site de récolte, le taux d'infestation est de 40,5% à Foumban (116 poissons parasités sur 286 examinés) 36,2% à Magba (33 poissons parasités sur 91 examinés) et 15,2% à Kouoptamo (41 individus parasités sur 270 examinés).

**Forme végétative :** Nous n'avons pas trouvé de kystes pour ce parasite. Les spores sont diffuses dans les organes et généralement concentrées dans les centres mélano-macrophages.

**Spore :** la spore est ovoïde, avec un pôle antérieur effilé et un pôle postérieur large et arrondi (Pl. V : 4 ; Fig. 14 : k). Les valves sont lisses. Les capsules polaires sont symétriques, allongées et occupent pratiquement le 3/4 de la cavité sporale (Pl. V : 4 ; Fig. 14 : k). Au sein de chacune d'elles, le filament polaire s'enroule sur 9 à 10 tours de spire (Pl. V : 4 ; Fig. 14 : k). Le sporoplasme est réduit.

#### **Les mensurations de la spore sont :**

longueur (L) : 14,6 (13,5-17,5)  $\mu\text{m}$ ,

largeur (l) : 8,0 (7,0-8,5)  $\mu\text{m}$ ,

rapport (L/l) : 1,83,

longueur de la capsule polaire (L') : 9,2 (8,0 -10,5)  $\mu\text{m}$ ,

largeur de la capsule polaire (l') : 2,8 (2,0-3,5)  $\mu\text{m}$ ,

rapports (L'/l') : 3,3 et (L'/L) : 0,6,

**Affinités taxonomiques:** la morphologie générale de nos spores rappelle celle de *Myxobolus kribiensis* Fomena & Bouix, 1994, parasite de *Brycinus longipinnis* au Cameroun. Cette Myxosporidie diffère cependant de notre parasite par ses spores plus grandes ( $21,2 \times 9,5 \mu\text{m}$  en moyenne) dont certaines possèdent des capsules polaires dissymétriques.

*M. amieti* **Fomena, Bouix & Birgi**, 1985 développe des kystes dans les yeux de *Ctenopoma nanum* (Anabantidae) au Cameroun. Cette espèce s'éloigne de la nôtre par ses capsules polaires très allongées (4,3 fois plus longues que larges).

Les caractères morphologiques des spores ainsi que ceux de ses composantes s'accordent avec les données sur *Myxobolus heterosporus* décrite pour la première fois par **Baker** (1963) dans les centres mélanomacrophages des reins, de la rate et du foie chez de nombreux Cichlidae dont *O. niloticus* en Ouganda.

D'après la description originelle, **Baker** définit *M. heterospora* types 1, 2 et 3 dont les spores sont morphologiquement distinctes. **Landsberg** (1985) pense que *M. heterospora* type 3 et *M. israelensis* sont des synonymes. **Fomena et al.** (1985) démontrent que *M. heterospora* type 3 présente des caractéristiques qui lui permettent de se démarquer de toutes les autres formes. Ces auteurs considèrent *M. heterospora* type 3 comme une espèce à part. **Sakiti et al.**, (1991) signalent la présence de *M. heterospora* dans divers organes chez *Sarotherodon melanotheron*, *Tilapia zillii* et *Hemichromis fasciatus* au Bénin. **Fomena & Bouix** (1993) retrouvent *M. heterosporus* chez *O. niloticus*, *S. mvogoi*, *S. galilaeus*, *T. camerounensis* et *T. margaritacea* au Cameroun. **Kabré** (1997) signale la présence de ce parasite dans le foie et les reins d'*O. niloticus* au Burkina-Faso. **Abakar Ousman** (2006) décrit cette Myxosporidie dans les reins la rate et le foie de *O. niloticus* et *Sarotherodon galilaeus* au Tchad. *M. heterosporus* est largement distribué en Afrique et affecte exclusivement les hôtes appartenant à la famille des Cichlidae.

#### III.1.1.2.12. *Myxobolus agolus* Landsberg, 1985

(Pl. V : 5-6 ; Fig. 14 : I)

**Hôte :** *Oreochromis niloticus* **Linnaeus**, 1758 (Cichlidae)

**Organes parasités :** branchies, Reins, rate

**Lieu de récolte des hôtes :** Foumban (dans la station piscicole) ; Magba (Barrage de la Mapé) et Kouoptamo (Rivière Noun),

**Prévalence :** 34,93% (226 poissons parasités sur 647 examinés). Selon le site de récolte, le taux d'infestation est de 57,7% à Foumban (165 poissons parasités sur 286 examinés) ; 30,76% à Magba (28 poissons parasités sur 91 examinés) et 12,2% à Kouoptamo (33 parasités sur 270 examinés).

**Forme végétative :** les kystes sont ovoïdes, polysporés et mesurent (445 à 510 × 330 à 335) µm. Ils sont implantés dans les filaments branchiaux primaires. Dans les reins et la rate, les spores sont diffuses.

**Spore :** les spores sont ovoïdes, avec l'extrémité postérieure arrondie (Pl. V : 5-6 ; Fig. 14 : 1). Les capsules polaires sont ovoïdes, d'égales dimensions et occupent plus de la moitié de la cavité sporale. Le filament s'enroule sur environ 10 tours de spire (Pl. V : 6 ; Fig. 14 : 1). Le sporoplasme est peu développé (Pl. V : 6).

**Les mensurations relevées sur ce *Myxobolus* sont:**

longueur de la spore (L) : 12,5 (11,5-13,0) µm,

largeur de la spore (l) : 10,3 (9,5-10,7) µm,

rapport (L/l) : 0,8,

longueur de la capsule polaire (L') : 7,8 (7,0 -8,9) µm,

largeur de la capsule polaire (l') : 3,3 (2,8-4,0) µm,

rapports (L'/l') : 0,4 et (L'/L) : 0,6.

**Affinités taxonomiques :** Bien que présentant des spores ovoïdes ou subsphériques avec des capsules polaires bien développées, *Myxobolus charii* **Fomena, Abakar-Ousman, Ngassam & Bouix**, 2004 se distingue du présent parasite par ses spores nettement plus grandes (14,0 × 11,4 µm en moyenne), la présence d'un triangle intercapsulaire.

*Myxobolus agolus* **Landsberg**, 1985 a été décrite pour la première fois dans les reins et la rate de *O. niloticus valcani*, des hybrides *O. aureus* × *O. niloticus* en Israël. Les caractéristiques de nos spores coïncident avec la description originelle de cette espèce.

**Obiekezie & Okaeme** (1990) ont retrouvé cette Myxosporidie chez les cichlidae au Nigéria. Au Cameroun, des spores diffuses ont été retrouvées dans la rate et les reins, et les kystes trouvés dans les branchies des Cichlidae (**Fomena et al.**, 1993 ; **Fomena**, 1995). Au Tchad, cette Myxosporidie a été signalée chez *O. niloticus* et *Sarotherodon galilaeus* (**Abakar Ousman**, 2006). *Myxobolus agolus* serait spécifique des poissons de la famille des Cichlidae (en Asie et en Afrique), hôtes chez lesquels elle infeste divers organes (branchies, rein rate, foie).

### III.1.1.2.13. *Myxobolus tilapiae* Abolarin, 1974

(Pl. VI : 1-2 ; Fig. 15 : a)

**Hôte :** *Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758 (Cichlidae)

**Organes parasités :** reins, rate

**Lieu de récolte des hôtes :** Foumban (dans la station piscicole) ; Magba (Barrage de la Mapé) et Kouoptamo (Rivière Noun)

**Prévalence :** 11,9 % (77 poissons parasités sur 647 examinés) ; selon le site de capture, le taux d'infestation est de 8 % à Foumban (23 poissons parasités sur 286 examinés) ; 9,9 % à Magba (9 poissons parasités sur 91 examinés) et 16,7% à Kouoptamo (45 individus parasités sur 270 examinés).

**Forme végétative :** les kystes n'ont pas été observés. Les spores sont diffuses et surtout concentrées dans les centres mélano-macrophages.

**Spore :** Elle est régulièrement ovoïde. Les valves sont lisses. Il n'existe pas de triangle intercapsulaire (Pl. VI : 1-2 ; Fig. 15 : a). Les capsules polaires sont ovoïdes, symétriques et occupent le 1/3 antérieur de la cavité sporale (Pl. VI : 1) Au sein de chacune d'elles, le filament polaire s'enroule sur 6 à 8 tours de spire (Fig. 15 : a). Le sporoplasme très développé, occupe le reste de la cavité sporale et contient souvent une grande vacuole iodophiles (Pl. VI : 2).

**Les mensurations de la spore sont :**

longueur (L) : 14,8 (13,0-16,1)  $\mu\text{m}$ ,

largeur (l) : 9,2 (8,2-10,2)  $\mu\text{m}$ ,

rapport (L/l) : 1,6,

longueur de la capsule polaire (L') : 6,3 (5,8-7,0)  $\mu\text{m}$ ,

largeur de la capsule polaire (l') : 2,9 (2,5-3,5)  $\mu\text{m}$ ,

rapport (L'/l') : 2,1 ; rapport (L'/l) : 0,4,

nombre de tours de spire du filament au sein des capsules polaires : 6 à 8.

**Affinités taxonomiques :** *Myxobolus Tilapiae* Abolarin, 1974 (hôtes : *Tilapia zillii*, *T. galilaea* et *O. niloticus*) forme des spores mesurant 15,6 x 10,54  $\mu\text{m}$  en moyenne. Bien que nos spores soient légèrement plus petites (14,8 x 9,2  $\mu\text{m}$  en moyenne), les autres caractères que nous décrivons (forme générale de la spore et de ses composantes, absence d'appendice

## PLANCHE VI

**Spores de *Myxobolus bilongi*, parasite de *Labeo* sp. ; *Myxobolus tilapiae* et *Myxobolus israelensis*, parasites de *Oreochromis niloticus***

### **1-2: spores de *M. tilapiae***

1 : spore ovoïde, avec des capsules polaires égales (X 1600),

2 : le sporoplasme contient une grande vacuole iodophile (flèche) (X 1300),

### **3-4 : spores de *M. bilongi***

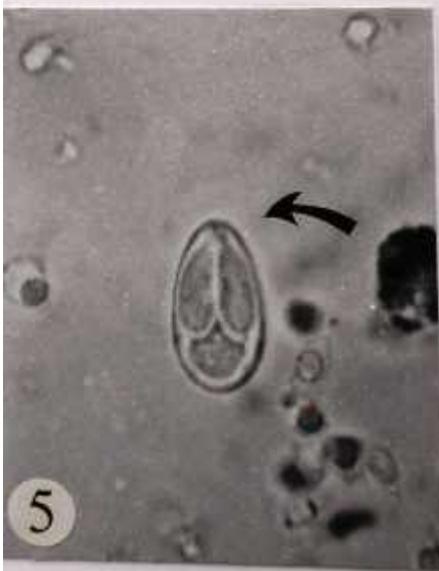
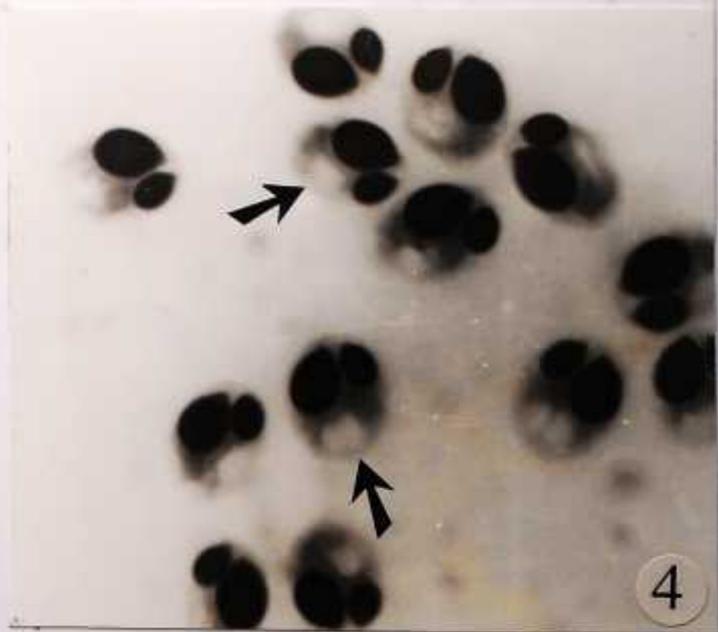
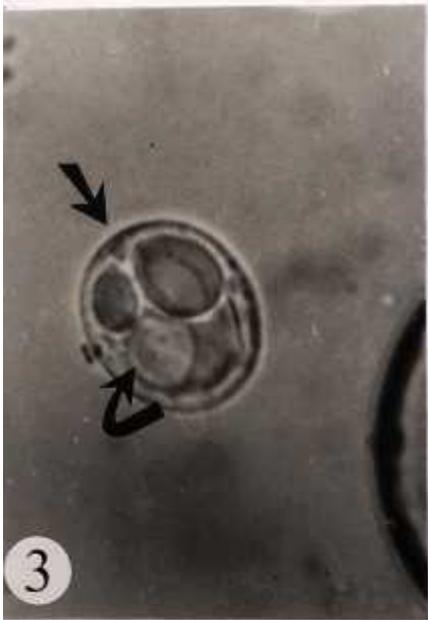
3 : spore fraîche ; observer les capsules polaires inégales ; la présence d'un triangle intercapsulaire (flèche) et d'une vacuole iodophile dans le sporoplasme (flèche) (X 1500),

4 : spores colorées au May-Grünwald-Giemsa ; observer la vacuole iodophile (flèche) (X 1100),

### **5-6 : spores de *Myxobolus israelensis***

5 : observer les capsules polaires égales, allongées et très développées (X 1400),

6 : observer les tours de spire du filament au sein des capsules polaires (X 2200).



intercapsulaire, espèce hôte, organes parasités), s'accordent avec la description originelle de *M. tilapiae*.

**Fomena** (1995) a retrouvé ce parasite dans les branchies, les nageoires, les mâchoires les reins et la rate de *O. niloticus*, *Sarotherodon mvogoi*, *Tilapia margaritacea* au Cameroun. **Kabré**, 1997 retrouve ce parasite dans les reins et le foie de *Oreochromis niloticus* au Burkina Faso. **Reed et al.** 2002 récoltent la même Myxosporidie formant des kystes dans la cavité buccale de *Tilapia rendalli* au Botswana.

En 2006, **Abakar Ousman** retrouve *M. tilapiae* dans les yeux, les nageoires, les reins les branchies et sur le corps de *O. niloticus* et *Sarotherodon galilaeus* capturés au Tchad. *Myxobolus Tilapiae* est donc un parasite systémique qui affecte exclusivement les hôtes de la famille des Cichlidae.

#### **III.1.1.2.14. *Myxobolus bilongi* Fomena, Maquès, Bouix & Njiné, 1994**

**(Pl. VI : 3-4 ; Fig. 15 : b)**

**Hôte :** *Labeo* sp. (Cyprinidae),

**Organes parasités :** branchies, nageoires,

**Lieu de récolte des hôtes :** Kouoptamo (Rivière Noun),

**Prévalence :** 23,4% (52 poissons parasités sur 222 examinés),

**Forme végétative :** les kystes sont blanchâtres, de forme et de taille variables. Dans les filaments branchiaux primaires, ils sont sphériques ou subsphériques, polysporés et mesurent 400 à 600 µm de diamètre. Dans la courbure de l'arc branchial, entre les rayons des nageoires, les kystes sont ovoïdes et mesurent (340-500 × 160-210 µm).

**Spore :** elle est ovoïde avec les deux pôles arrondis (Pl. VI : 3,4). Les valves sont lisses. Les capsules polaires, ovoïdes et nettement dissymétriques, s'ouvrent de part et d'autre d'un appendice intercapsulaire en forme de triangle (Pl. VI : 3 ; Fig. 15 : b). La grande capsule polaire occupe environ la moitié de la longueur de la spore. En son sein, le filament polaire s'enroule sur 8 à 11 tours de spire (Fig. 15 : b). Dans la petite capsule qui occupe le 1/3 antérieur de la cavité sporale, on compte 6 à 7 tours de spire (Fig. 15 : b). Le sporoplasme occupe le reste de la cavité sporale et contient souvent une vacuole iodophile (Pl. VI : 3-4 ; Fig. 15 : b).

**Les mensurations relevées sur ce *Myxobolus* sont :**

longueur de la spore (L) : 17,3 (15,0-18,0)  $\mu\text{m}$ ,

largeur de la spore (l) : 7,8 (6,5-8,0)  $\mu\text{m}$ ,

rapport (L/l) : 1,3,

longueur de la grande capsule polaire (L') : 7,8 (6,5 -8,0)  $\mu\text{m}$ ,

largeur de la grande capsule polaire (l') : 4,9 (4,1-6,0)  $\mu\text{m}$ ,

rapports (L'/l') : 1,6 et (L'/L) : 0,4

longueur de la petite capsule polaire (L'') : 6,0 (5,0 -7,0)  $\mu\text{m}$ ,

largeur de la petite capsule polaire (l'') : 3,7 (3,0-4,0)  $\mu\text{m}$ ,

rapports (L''/l'') : 0,4 et (L''/L) : 0,3

nombre de tours de spire du filament au sein de la grande capsule polaire: 8 à 11.

nombre de tours de spire du filament au sein de la petite capsule polaire : 6 à 7.

**Affinités taxonomiques :** *M. njinei* **Fomena, Bouix & Birgi**, 1985 (parasite des *Barbus* au Cameroun) forme des spores présentant un triangle intercapsulaire, mais diffère de la présente espèce par des spores plus larges (13,4  $\mu\text{m}$  en moyenne), avec des capsules polaires symétriques, mesurant (7,8  $\times$  4,5  $\mu\text{m}$  en moyenne).

Les spores de *M. labeoi* **Boungou, Kabré, Sakiti, Marquès & Sawadogo**, 2006 (hôte : *Labeo coubie* au Burkina-Faso), présentent des capsules polaires inégales, mais on note l'absence d'appendice intercapsulaire.

En 1983, **Haldar, Das & Sharma** décrivent *M. rohita*, parasite des écailles et des nageoires chez les poissons du genre *Labeo* en Inde. Les spores de ce parasite sont morphologiquement semblables aux nôtres mais leurs capsules polaires sont symétriques.

**Sakiti, Blanc, Marquès & Bouix** (1991) ont décrit *M. dossoui*, espèce qui développe des kystes dans les arcs branchiaux chez de nombreux Cichlidae (*Tilapia zillii*, *Hemichromis fasciatus* et *Tilapia* hybride) au Bénin. Malgré la présence des capsules polaires inégales et du triangle intercapsulaire, les spores de *M. dossoui* sont moins développées (9,9  $\times$  9,2  $\mu\text{m}$  en moyenne).

En 1994, **Fomena et al.** ont décrit *M. bilongi* chez *Labeo* sp. au Cameroun. Les caractéristiques morphométriques de cette Myxosporidie correspondent aux données sur l'espèce que nous avons trouvée.

**Abakar Ousman** (2006) retrouve *M. bilongi* dans les branchies, la vésicule biliaire et le foie de *Labeo parvus* au Tchad.

*M. bilongi* serait inféodé aux Cyprinidae du genre *Labeo* et affecterait divers organes (brabchies, nageoires, vésicule biliaire, foie).

### **III.1.1.2.15. *Myxobolus israelensis* Landsberg, 1985**

(Pl. VI : 5-6 ; Fig. 15 : c)

**Hôte:** *Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758 (Cichlidae),

**Organes parasités :** reins, rate,

**Lieu de récolte des hôtes :** Foumban (dans la station piscicole) ; Magba (Barrage de la Mapé) et Kouoptamo (Rivière Noun),

**Prévalence :** 29,2% (189 poissons parasités sur 647 examinés). Selon le site de prélèvement, le taux d'infestation est de : 39,2% à Foumban (112 poissons parasités sur 286 examinés), 36,2% à Magba (33 poissons parasités sur 91 examinés), 16,3% à Kouoptamo (44 individus parasités sur 270 examinés).

**Forme végétative :** les kystes de cette Myxosporidies n'ont pas été observés.

**Spore :** les spores sont ovoïdes, avec le pôle antérieur rétréci, et l'extrémité postérieure arrondie (Pl. VI : 5-6 ; Fig. 15 : c). Les capsules polaires sont allongées, d'égales dimensions et occupent les 2/3 de la longueur de la cavité sporale (Pl. VI : 5-6). Au sein de chacune d'elles, le filament polaire s'enroule sur 10 à 12 tours de spire (Fig. 15 : c). Le sporoplasme est peu développé et occupe le reste de la cavité sporale (Pl. VI : 5-6).

#### **Les mensurations de la spore sont :**

longueur (L) : 14,9 (14-15,5)  $\mu\text{m}$ ,

largeur (l) : 8,6 (8,0-9,5)  $\mu\text{m}$ ,

rapport (L/l) : 1,7

longueur de la capsule polaire (L') : 10,0 (9,0 -11,9)  $\mu\text{m}$ ,

largeur de la capsule polaire (l') : 3,0 (2,5-3,8)  $\mu\text{m}$ ,

rapports (L'/l') : 3,3 et (L'/L) : 0,7.

**Affinités taxonomiques :** Les *Myxobolus* suivants peuvent être rapprochés de l'espèce en cours de description : *Myxobolus maraensis* Kostoïngué, Faye & Toguebaye, 1998 (parasite des branchies de *Citharinus citharus* au Tchad), *M. kingsleyae* Sakiti, 1997 (parasite des tissus cartilagineux et conjonctif des arcs branchiaux de *Ctenopoma kingsleyae* au Bénin), et

*M. heterosporus* **Baker**, 1963 parasite des reins, de la rate et du foie chez de nombreux Cichlidae en Ouganda.

Les spores de *M. maraensis* et *M. kinsleyae*, diffèrent de celles de notre parasite par leurs tailles réduites ( $9,8 \times 5,5 \mu\text{m}$  en moyenne) et ( $10,3 \times 5,9 \mu\text{m}$  en moyenne) respectivement. Leurs capsules polaires sont nettement moins développées ( $4,3 \times 2,7 \mu\text{m}$  en moyenne) chez *M. maraensis* et ( $5,4 \times 2,0 \mu\text{m}$  en moyenne) pour *M. kinsleyae*.

Les caractéristiques de nos spores (forme générale et mensurations) correspondent aux données de **Landsberg** (1985) sur *M. israelensis*.

**Obiekezie & Okaeme** (1990) retrouvent ce parasite chez *S. galilaeus*, hybride de *O. niloticus*  $\times$  *S. galilaeus*, et *Tilapia guineensis* au Nigéria. **Fomena et al.** (1993) et **Fomena** (1995) signalent la présence de ce parasite chez *O. niloticus*, *S. galilaeus*, *T. mariae* et *T. cameronensis* au Cameroun. **Kabré** (1997) signale la présence du même parasite chez *O. niloticus* au Burkina-Faso. **Abakar Ousman** (2006) retrouve ce *Myxobolus* chez *O. niloticus* et *S. galilaeus* au Tchad.

*M. israelensis* est largement distribué en Afrique. Ce parasite est inféodé aux poissons de la famille des Cichlidae, hôtes chez lesquels il affecte des organes variés : reins, rate, branchies, muscle operculaire et œsophage.

#### **III.1.1.2.16. *Myxobolus sarigi* Landsberg, 1985**

(Fig. 15 : d)

**Hôte :** *Oreochromis niloticus* **Linné**, 1758 (Cichlidae),

**organes parasités :** reins, rate,

**Lieu de récolte des hôtes :** Foumban (dans la station piscicole) ; Kouoptamo dans la rivière Noun,

**Prévalence :** 2,8% (15 poissons parasités sur 537 examinés). Selon le site de collecte, le taux d'infestation est de 2,3% à Foumban (6 poissons parasités sur 267 examinés); 3,4% à Kouoptamo (9 poissons parasité sur 270 examinés).

**Forme végétative:** le kyste n'a pas été trouvé,

**Spore :** elle est ovoïde avec une extrémité antérieure large et arrondie, le pôle postérieur étant rétréci (Fig. 15 : d). Le plus grand diamètre s'observe au 1/3 antérieur de la spore. On note l'absence du triangle intercapsulaire (Fig. 15 : d). Les capsules polaires sont ovoïdes et d'égales dimensions. Sur spores fraîches, le filament polaire s'enroule sur 4 à 5 tours de spire (Fig. 15 : d).

**Les mensurations des spores de ce *Myxobolus* sont résumées comme suit:**

longueur de la spore (L) : 11,6 (11,0-13,0)  $\mu\text{m}$ ,

largeur de la spore (l) : 7,5 (7,0-9,0)  $\mu\text{m}$ ,

rapport L/l : 1,5

longueur de la capsule polaire (L') : 4,0 (3,5-4,5)  $\mu\text{m}$ ,

largeur de la capsule polaire (l') : 2,4 (2,0-3,0)  $\mu\text{m}$ ,

rapport (L' / l') : 1,7 et L'/L : 1,5,

nombre de tours de spire du filament au sein des capsules polaires : 4 à 5.

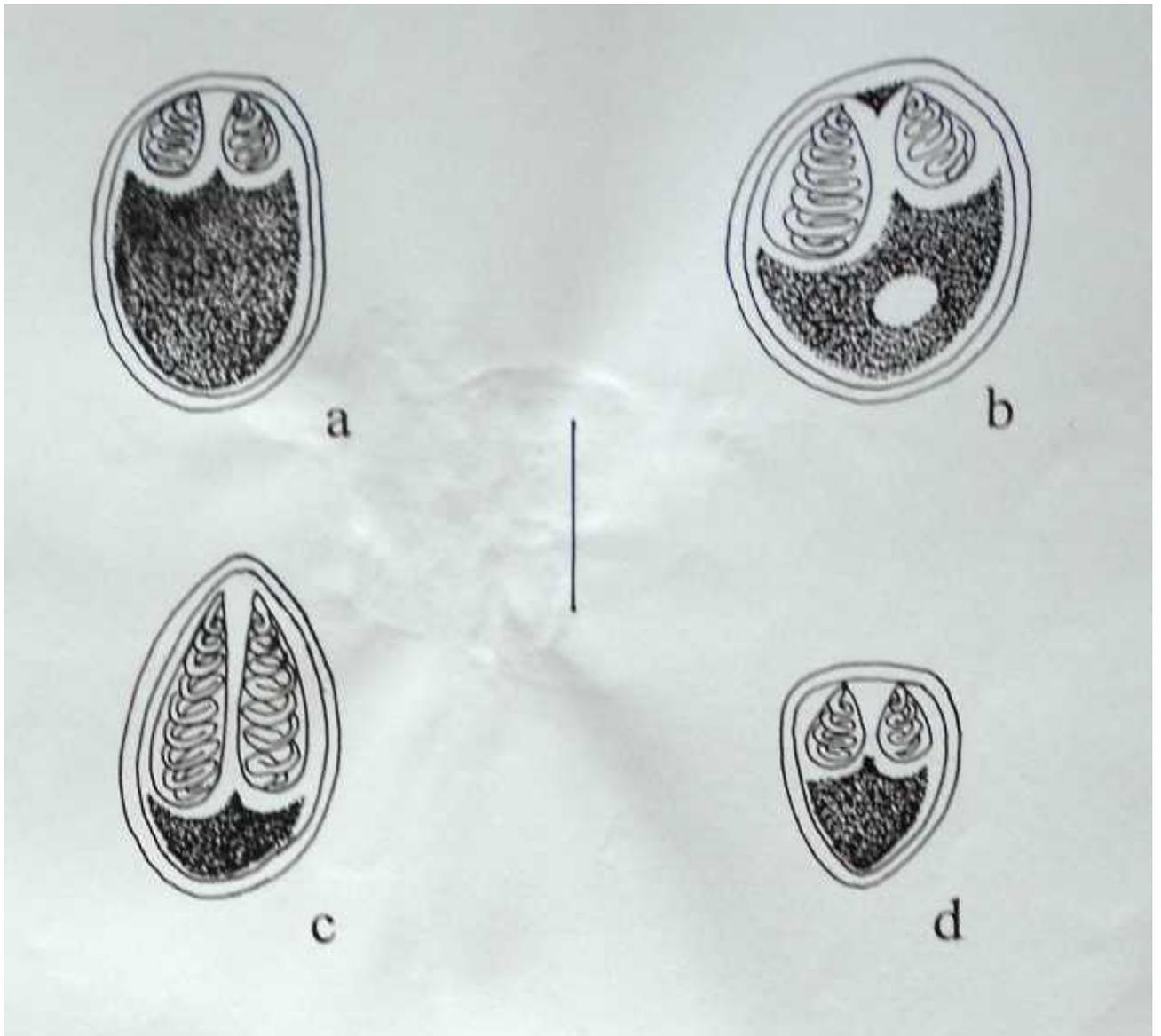
**Affinités taxonomiques :** *Myxobolus cichlidarum* **Abakar Ousman** (2006) forme des kystes sphériques ou subsphériques dans les nageoires, les yeux et les branchies des Cichlidae (*Oreochromis niloticus* et *Sarotherodon galilaeus*) au Tchad. Ses spores sont ovoïdes, avec une extrémité antérieure plus large, la postérieure étant étroite. Elles se distinguent nettement des nôtres par la présence d'un triangle intercapsulaire bien développé et par leur grande taille (15,0 x 9,6  $\mu\text{m}$  en moyenne).

En 1985, **Landsberg** a décrit *M. galilaeus* dans les reins et la rate de *Sarotherodon galilaeus* en Israël. Les spores de cette espèce mesurent (11,3 x 8,4)  $\mu\text{m}$  en moyenne, avec la présence de 3 à 12 replis sur la ligne de suture.

Morphologiquement, notre espèce ressemble à *M. nounensis* **Fomena & Bouix** (2000), parasite des Cichlidae capturés dans la rivière Noun à l'Ouest Cameroun. Cependant, elle diffère de cette dernière par l'absence du triangle intercapsulaire et ses spores sont moins développées (11,6 x 7,5  $\mu\text{m}$  en moyenne) comparées à celles de *M. nounensis* (14,3 x 12,3  $\mu\text{m}$  moyenne).

*M. sarigi* **Landsberg**, 1985 parasite les hôtes suivants : Hybride *O. aureus* x *O. niloticus*, *Sarotherodon galilaeus* et *O. niloticus vulcani* (Cichlidae) en Israël. La morphologie générale des spores et de leurs capsules polaires, l'espèce hôte et l'organe affecté correspondent aux données sur le parasite que nous décrivons.

En 1990, **Obiekezie & Okaeme** retrouvent ce *Myxobolus* dans les centres mélanomacrophages des reins et de la rate chez les Cichlidae au Nigéria. En 1997, **Kabré** identifie ce



**Figure 16 : Spores des différentes espèces de Myxosporidies décrites dans le genre *Myxobolus* (suite)**

**a** : *Myxobolus tilapiae*, parasite de *O. niloticus* ; observer la grande taille de la spore.

**b** : *Myxobolus bilongi*, parasite de *Labeo* sp. ; observer les capsules polaires inégales et la présence d'un appendice intercapsulaire.

**c** : *Myxobolus israelensis*, parasite de *O. niloticus* ; observer le grand développement des capsules polaires.

**d** : *Myxobolus sarigi*, parasite de *O. niloticus*. La spore présente un pôle antérieur plus large et une extrémité postérieure retrécie.

Trait d'échelle : 10  $\mu$ m.

même parasite dans le foie et les reins de *O. niloticus* au Burkina-Faso. En 2000, **Fall et al.**, retrouvent *M. sarigi* dans les ovaires de *Tilapia guineensis* capturé dans le fleuve Sénégal.

*M. sarigi* serait donc largement distribué, affectant exclusivement des poissons appartenant à la famille des Cichlidae. Chez ces hôtes, de nombreux organes peuvent être affectés (reins, rate, foie, ovaires).

### **III.1.1.3. Le genre *Thelohanellus* Kudo, 1933**

Dans ce travail, nous présentons trois espèces connues : *Thelohanellus bicornei* **Kabré, Sakiti, Marquès & Sawadogo, 2002** ; *T. sanagaensis* et *T. assambai*, **Fomena, Marquès, Bouix & Njiné, 1994**.

#### **III.1.1.3.1. *Thelohanellus bicornei* Kabré, Sakiti, Marquès & Sawadogo, 2002**

**(Pl. VII: 1-4; Fig. 16: a-c)**

**Hôte** : *Labeo* sp. (Cyprinidae),

**Localité** : Kouoptamo, dans la rivière Noun (Région de l'Ouest Cameroun).

**Organe parasité** : branchies.

**Prévalence** : 19,36% (43 poissons parasités sur 222 examinés).

**Forme végétative** : implantés dans les muscles adducteurs de la base des lamelles branchiales primaires et sur l'arc branchial osseux, les kystes sont sphériques et blanchâtres. Ils mesurent 100 à 200 µm de diamètre. Par arc branchial parasité, on compte de 1 à 4 kystes.

**Spores** : elle est régulièrement ovoïde, avec le pôle antérieur rétréci, l'extrémité postérieure étant large et arrondie (PL. VII : 1-4 ; Fig. 16 : a-c). Les valves sont lisses. La valve portant l'orifice de dévagination du filament polaire est prolongée par un appendice de longueur variable (2 à 3,5 µm) (Pl. VII : 1, 2, 3 ; Fig. 16 : a). Certaines spores portent deux éperons symétriques (Pl. VII : 2 ; Fig. 16 : b) ou nettement dissymétriques (Pl. VII : 4 ; Fig. 16 : c)). L'unique capsule polaire est ovoïde. Le filament polaire s'enroule sur 8 à 9 tours de spire (Fig. 16 : a-c) Le sporoplasme est granuleux et contient souvent une vacuole iodophile (Pl. VII : 1-4).

## PLANCHE VII

**Spores de *Thelohanellus bicornei*, *Thelohanellus sanagaensis* et *Thelohanellus assambai*, parasites de *Labeo* sp.**

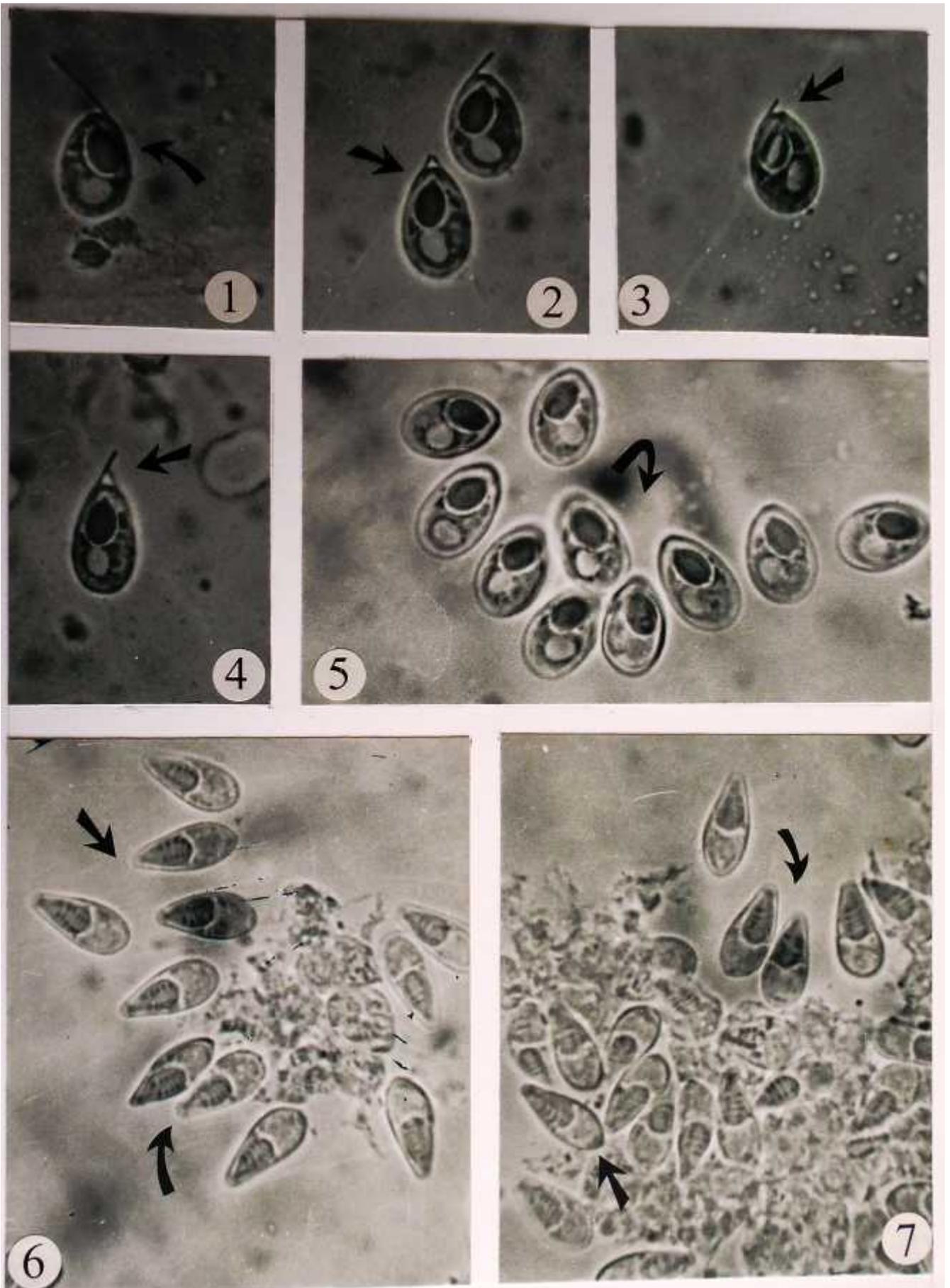
### **1-4: spores de *T. bicornei***

- 1 : observer la présence d'un éperon très développé (X 1400),
- 2 : spore présentant 2 éperons symétriques et peu développés ; spore présentant un éperon moyennement développé (X 1400),
- 3- spore présentant un éperon peu développé (X 1400),
- 4 : spore portant deux éperons dissymétriques (l'un plus long et l'autre plus court) ; observer la présence d'une vacuole iodophile dans le sporoplasme (X 1400),

**5 : spore de *T. sanagaensis* ; noter l'absence d'éperons sur les valves et la présence d'une vacuole iodophile dans le sporoplasme (X 1400),**

### **6-7 : spores de *T. assambai***

- 6 : spores piriformes avec le pôle antérieur légèrement tronqué (X 1400),
- 7 : observer la présence des tours de spire du filament polaire au sein des capsules polaires (X 1400).



**Les mensurations de la spore sont les suivantes:**

longueur (L) : 12,8 (11,2-15)  $\mu\text{m}$ ,

largeur (l) : 8,4 (7-10)  $\mu\text{m}$ ,

rapport (L/l) : 1,52,

longueur de la capsule polaire (L') : 6,4 (5,2-7,5)  $\mu\text{m}$ ,

largeur de la capsule polaire (l') : 3,7 (3-4,2)  $\mu\text{m}$ ,

rapports (L'/l') : 1,7 ; (L'/L) : 0,5,

longueur des éperons : 2,6 (2-3,5)  $\mu\text{m}$ ,

nombre de tours de spire du filament au sein de la capsule polaire : 8 à 9.

**Affinités taxonomiques :** La morphologie générale de nos spores rappelle celle de *Thelohanellus sanagaensis* **Fomena, Marquès, Bouix & Njiné**, 1994, parasite des branchies et des nageoires de *Labeo* sp. au Cameroun. *T. sanagaensis* diffère cependant de l'espèce que nous décrivons par les caractéristiques suivantes : absence d'éperons sur les valves (caractère constant), spores moins longues (11  $\mu\text{m}$  en moyenne).

**Sakiti** (1997) a trouvé *Thelohanellus costeae* dans les branchies de *Labeo senegalensis* au Bénin. Les spores de cette espèce sont moins développées (9,4 x 5,6  $\mu\text{m}$  en moyenne) ; on dénombre 11 tours de spire du filament dans la capsule polaire. L'auteur signale la présence d'un seul éperon sur la valve qui porte l'orifice de dévagination du filament polaire.

**Kabré et al.** (2002) ont décrit *Thelohanellus bicornei* dans les branchies de *Labeo coubie* au Burkina-Faso. Selon ces auteurs, la grande valve porte deux expansions (éperons) caractéristiques. Les dimensions des spores de cette espèce sont comparables aux nôtres (13,5 x 8,4  $\mu\text{m}$  en moyenne) ; de même que celles des capsules polaires (7,2 x 3,7  $\mu\text{m}$ ).

Notre travail a permis de mettre en évidence dans un même kyste la présence des spores présentant une ou deux expansions sur la grande valve. Ainsi, les Myxosporidies *T. costeae* et *T. bicornei* constituent en effet une seule et même espèce. *T. costeae* doit être mise en synonymie avec *T. bicornei* (espèce complètement décrite et publiée). Présente chez *Labeo coubie* au Burkina-faso, *labeo senegalensis* au Bénin et *Labeo* sp. au Cameroun, *Thelohanellus bicornei* serait largement distribuée chez les Cyprinidae du genre *Labeo* en Afrique, hôtes chez lesquels elle affecte exclusivement les branchies.

### III.1.1.3.2. *Thelohanellus sanagaensis* Fomena, Marquès, Bouix & Njiné, 1994

(Pl. VII : 5 ; Fig. 16 : d)

**Hôte :** *Labeo* sp. (Cyprinidae)

**Organes parasités :** branchies, Nageoires,

**Lieu de récolte des hôtes :** Kouoptamo (Rivière Noun),

**Prévalence :** 6,3% (14 poissons parasités sur 222 examinés),

**Forme végétative :** cette Myxosporidie forme des kystes ovoïdes ou subsphériques, (mesurant  $200 \times 140 \mu\text{m}$  environ) préférentiellement dans les lamelles branchiales primaires de son hôte. Des kystes ont quelques fois été observés à la base de la nageoire caudale et sur le cartilage de l'arc branchial. Ils sont polysporés.

**Spore :** la spore est ovoïde avec l'extrémité antérieure légèrement rétrécie, la postérieure étant arrondie (Pl. VII : 5 ; Fig. 16 : d). Les valves sont lisses ; l'unique capsule polaire est basculée du côté de l'orifice de dévagination du filament polaire, d'où sa position oblique par rapport à l'axe antéro-postérieur de la spore (Pl. VII : 5). Au sein de cette capsule polaire, on dénombre 9 à 11 tours de spire du filament polaire (Fig. 16 : d). Le reste de la cavité sporale est occupé par le sporoplasme qui contient souvent une vacuole iodophile (Pl. VII : 5 ; Fig. 16 : d).

#### **Les mensurations de la spore sont :**

longueur (L) : 12,8 (11,2-14,5)  $\mu\text{m}$ ,

largeur (l) : 9,05 (8,2-10,0)  $\mu\text{m}$ ,

rapport (L/l) : 1,4

longueur de la capsule polaire (L') : 7,2 (6,2 -8,0)  $\mu\text{m}$ ,

largeur de la capsule polaire (l') : 3,6 (3,2-4,0)  $\mu\text{m}$ ,

rapports (L'/l') : 1,9

nombre de tours de spire du filament au sein de la capsule polaire : 9 à 11.

**Affinités taxonomiques :** En 1986, **Das & Haldar** décrivent *Neothelohanellus catlae* et *N. krishnagarensis* respectivement parasite des reins et du cerveau de *Catla catla* et *Labeo calbasu*, en Inde. Les spores de ces espèces appartiennent à un genre différent : *Neothelohanellus*

Les spores de *Thelohanellus boggoti* Qadri (1962), parasite des branchies de *Labeo boggot* en Inde sont moins larges (6,0 à 7,5 µm).

En 1983, **Haldar & Sharma** décrivent *T. ophtalmicus*, parasite des yeux de *Catla catla* (Hamilton) qui forme des spores moins larges (7,5 µm en moyenne) comparées aux nôtres.

En 1990, **Sarkar & Ghosh** décrivent *T. sudevi* parasite des reins de *Mystus guleo* en Inde. Ce parasite développe des spores beaucoup plus longues (14,05 µm en moyenne).

Les spores de *T. citharini* **Kostoïngué** (1997) (parasite du cœur de *Citharinus citharus* au Tchad), sont piriformes avec un pôle antérieur effilé et légèrement recourbé. Elles sont moins développées (11,0 × 6,1 µm en moyenne).

*T. taguui* **Fomena, Abakar Ousman, Ngassam & Bouix** (2004) forme de volumineux kystes qui mesurent 570 à 1000 µm de diamètre chez son hôte avec des spores très longues (jusqu'à 20,9 µm de long en moyenne).

De toutes les espèces de *Thelohanellus* décrites chez *Labeo* sp. au Cameroun (*T. assambai*, *T. sanagaensis* **Fomena et al.** 1994), notre espèce se rapproche beaucoup plus de *T. sanagaensis* tant par la forme que par la localisation chez l'hôte. Malgré le fait que nos spores soient légèrement plus longues (12,8 µm en moyenne), nous pensons qu'il s'agit d'une seule et même espèce.

Initialement décrite dans les branchies de *Labeo* sp. au Cameroun (**Fomena et al.**, 1994), **Kabré** (1997) retrouve ce parasite formant des kystes dans les rayons des nageoires de *Labeo coubie* au Burkina Faso. **Abakar Ousman** (2006) redécrit cette espèce dans les branchies, le foie, les reins et la rate de *Labeo parvus* au Tchad. Ce parasite systémique serait inféodé aux Cyprinidae du genre *Labeo*.

### **III.1.1.3.3. *Thelohanellus assambai* Fomena, Marquès, Bouix & Njiné, 1994**

**(Pl. VII : 6-7 ; Fig. 16 : e)**

**Hôte :** *Labeo* sp. **Boulenger**, 1092 (Cyprinidae),

**Organe parasité :** branchies,

**Lieu de récolte des hôtes :** Kouoptamo (Rivière Noun),

**Prévalence :** 18,91% (42 poissons parasités sur 222 examinés),

**Forme végétative :** dans les lamelles branchiales primaires, cette Myxosporidie forme des kystes blanchâtres, ovoïdes ou presque, mesurant (165 × 130 µm en moyenne). Ils sont polysporés. Chez un individu hôte parasité, on peut compter plus d'une centaine de kystes.

**Spore :** elle est piriforme et allongée. L'extrémité antérieure est rétrécie et légèrement tronquée (Pl. VII : 6-7 ; Fig. 16 : e). Les valves sont lisses. La capsule polaire est allongée et développée (Pl. VII : 6-7 ; Fig. 16 : e).

**Les mensurations relevées sur cette Myxosporidie sont :**

longueur de la spore (L) : 12,2 (11,0-13,5)  $\mu\text{m}$ ,

largeur de la spore (l) : 5,7 (5,0-6,2)  $\mu\text{m}$ ,

rapport (L/l) : 2,3,

longueur de la capsule polaire (L') : 6,8 (6,0 -7,0)  $\mu\text{m}$ ,

largeur de la capsule polaire (l') : 3,2 (3,0-3,5)  $\mu\text{m}$ ,

rapports (L'/l') : 2,13,

**Affinités taxonomiques :** *Thelohanellus wallagoi* **Sarkar**, 1985, *T. boggotti* **Qadri**, 1962, et *T. valeti* **Fomena & Bouix**, 1987, présentent certaines similitudes avec notre espèce (morphologie notamment).

Les spores de *T. wallagoi* sont moins développés ( $9,2 \times 4,8 \mu\text{m}$  en moyenne) avec une capsule polaire de taille réduite ( $5,4 \times 2,7 \mu\text{m}$  en moyenne).

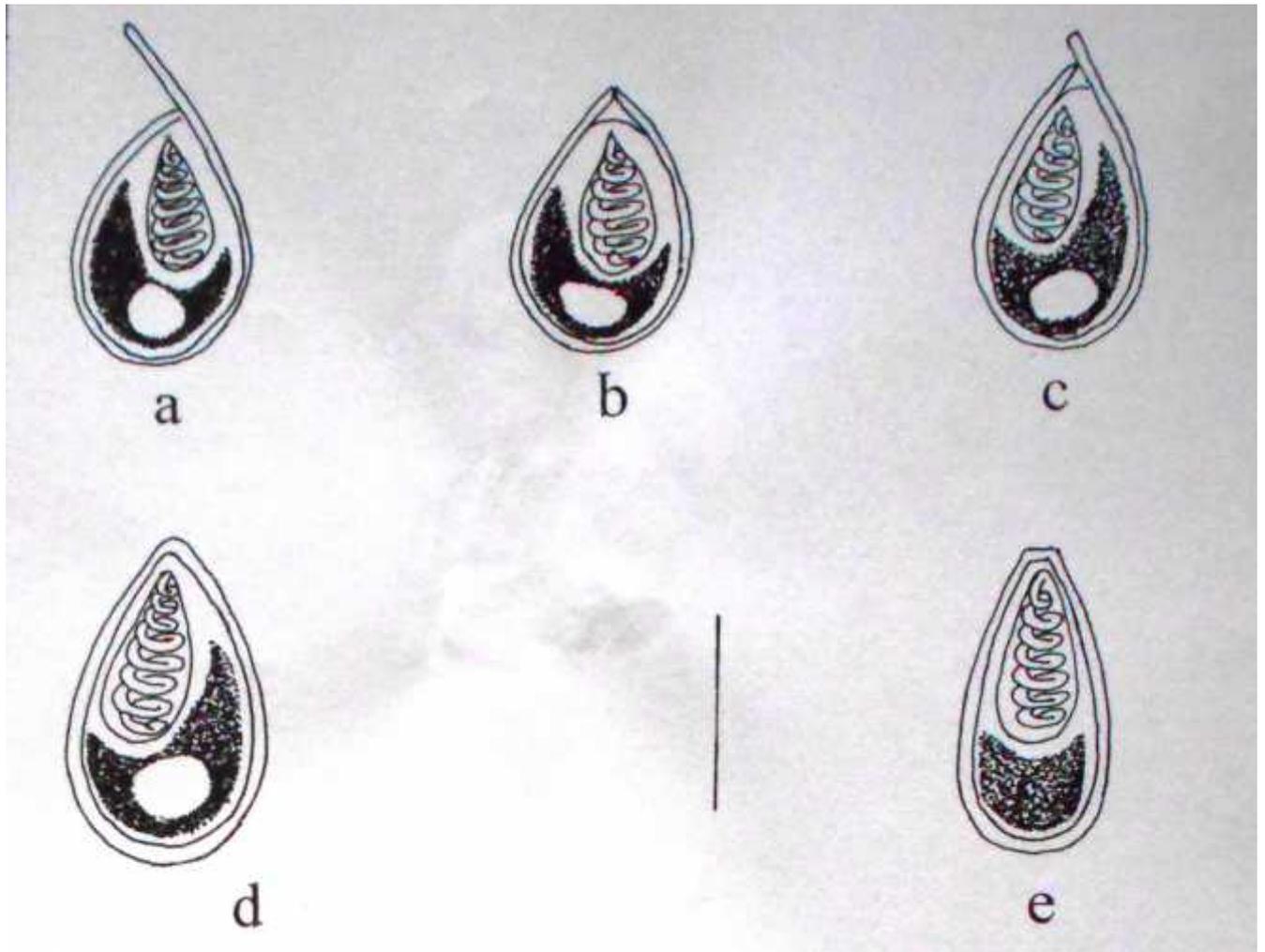
*T. valeti* forme des spores piriformes et allongées (environ 2,7 fois plus longues que larges) avec une extrémité antérieure effilée et parfois recourbée.

Les spores de *T. boggotti* présentent une sorte de ``cou`` caractéristique au niveau de la capsule polaire.

*T. citharini* a été décrite pour la première fois en 1999 par **Kostoingué et al.**, au Tchad. Ces auteurs ont trouvé de volumineux kystes dans les muscles cardiaques de *Citharinus citharus*. Les spores de ce parasite mesurent ( $11,1 \times 6,1 \mu\text{m}$  en moyenne) et on compte 4 à 5 tours de spire du filament dans l'unique capsule polaire.

En 2007, **Fomena et al.**, retrouvent ce parasite dans la paroi intestinale du même hôte au Cameroun, et complètent la diagnose de cette Myxosporidie, à savoir la formation des spores plus longues ( $11,5 - 14,0 \mu\text{m}$ ) et contenant une dizaine de tours de spire du filament polaire. Notre espèce de par sa forme et ses dimensions ( $12,2 \times 5,7 \mu\text{m}$  en moyenne) ne peut être confondue à *T. citharini*.

*T. njinei* **Fomena, Farikou-Oumarou, Tang II & Bouix** 2007, parasite trouvé dans la muqueuse intestinale de *Schilbe mystus* au Cameroun, forme des spores plus longues (13-16)  $\mu\text{m}$  et plus larges (7,3 -9,0)  $\mu\text{m}$  comparées à celles de notre parasite ( $11-13,5 \mu\text{m} \times (5-6,2) \mu\text{m}$ ).



**Figure 17 : Spores des différentes espèces de Myxosporidies décrites dans le genre *Thelohanellus***

**a-c :** *Thelohanellus bicornei*, parasite de *Labeo* sp.

**a :** observer la présence d'un éperon sur la valve ;

**b :** une spore présentant deux éperons symétriques ;

**c :** une spore présentant deux éperons dissymétriques.

**d :** *Thelohanellus sanagaensis*, parasite de *Labeo* sp. ; observer la forme générale de la spore.

**e :** *Thelohanellus assambai*, parasite de *Labeo* sp. ; la spore est piriforme avec un pôle antérieur légèrement tronqué. Observer les tours de spire du filament dans la capsule polaire.

Trait d'échelle : 10  $\mu$ m

Les caractéristiques de notre espèce (forme générale de la spore, des capsules polaires, hôte, organes parasités), correspondent aux données sur *T. assambai*. Bien que nos spores soient plus longues (12,2 µm en moyenne) comparées à celles présentées dès la description originelle, nous pensons qu'il s'agit de la même espèce.

*T. assambai* serait spécifique des cyprinidae du genre *Labeo*, hôtes chez lesquels elle affecte exclusivement les branchies.

#### **III.1.1.4. Le genre *Henneguya* Thélohan, 1892**

Notre contribution à la connaissance des Myxosporidies du genre *Henneguya* parasites des poissons du Cameroun porte sur trois espèces connues : *H. laterocapsulata* **Landsberg, 1986**, *H. suprabranchiae* **Landsberg, 1986** et *H. auchenoglanii* **Kostoïngué, Diebakate, Faye & Toguebaye, 2001**.

##### **III.1.1.4.1. *Henneguya laterocapsulata* Landsberg, 1987**

(Pl. VIII : 1-3 ; Fig. 7 : a)

**Hôte :** *Clarias gariepinus* (Clariidae),

**Organe parasité :** branchies,

**Lieu de récolte des hôtes :** Magba (Barrage sur la Mapé),

**Prévalence :** 2 poissons parasités sur 66 examinés,

**Forme végétative:** dans les filaments branchiaux primaires de l'hôte, cette Myxosporidie forme des kystes ovoïdes, allongés et polysporés, mesurant (310-350) × (140-150) µm.

**Spore :** le corps sporal est ovoïde, avec l'extrémité antérieure légèrement rétrécie (Pl. VIII : 1 et 3 ; Fig. 17 : a)). Les valves sont lisses. Les capsules polaires sont égales, et situées l'une derrière l'autre (Pl. VIII : 1 et 3 ; Fig. 17 a). Sur frottis frais, la spire du filament polaire est peu visible. Deux expansions caudales nettement séparées l'une de l'autre dès leur base prolongent les valves (Pl. VIII : 1 et 3). Elles mesurent 8,84 µm de long. Le sporoplasme contient une vacuole iodophile. (Pl. VIII : 1-3)

**Les mensurations de cette *Henneguya* sont les suivantes :**

longueur du corps sporal (L) : 17,9 (15,5-20) µm,

largeur du corps sporal (l) : 5,4 (4,2-6,8) µm,

rapport (L/l) : 3,4

## PLANCHE VIII

**Spores de *Henneguya laterocapsulata* et *Henneguya suprabranchiae*, parasites de *Clarias gariepinus* ; spore de *Henneguya auchenoglanii*, parasite de *Auchenoglanis occidentalis***

### **1-3: spores de *H. laterocapsulata***

**1** : spore vue de face ; l'une des capsules polaires s'ouvre au pôle antérieur de la spore et la seconde s'ouvre latéralement ; les prolongements caudaux sont nettement séparés dès leur base (X 1000),

**2** : une spore vue de profil ; noter la présence d'une vacuole iodophile dans le sporoplasme (X 1000),

**3**- une spore vue de face ; les expansions caudales sont longues et symétriques (X 1000),

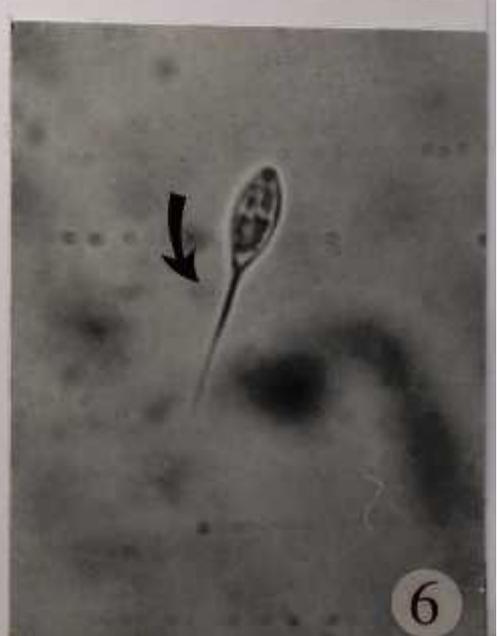
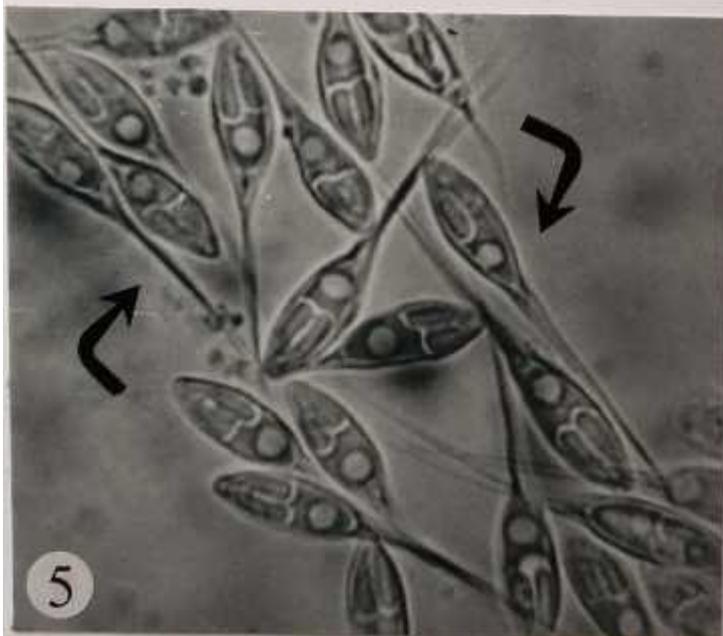
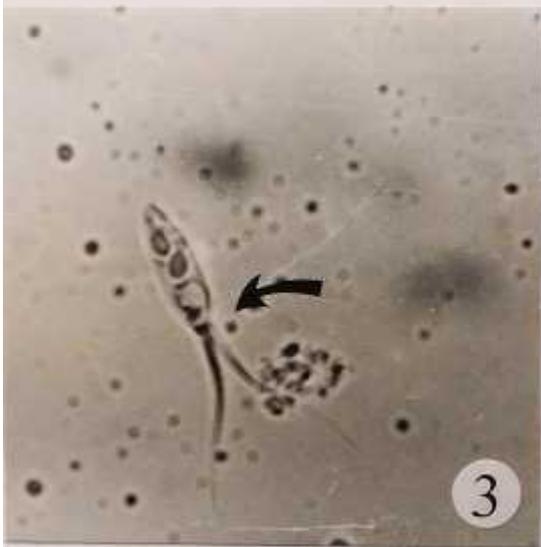
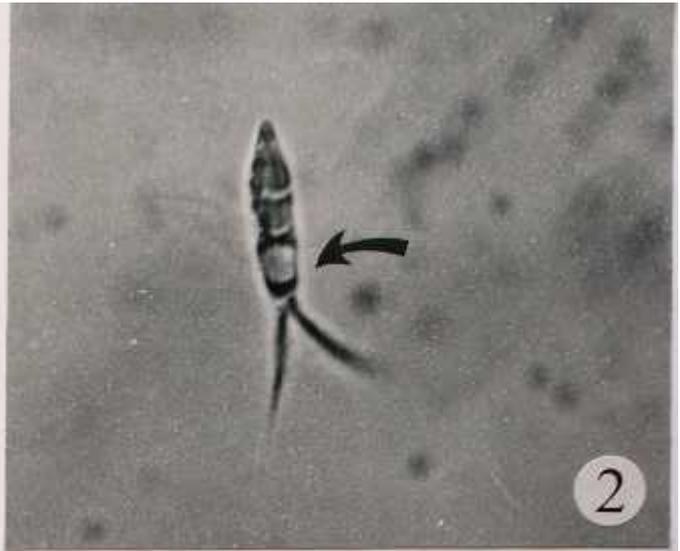
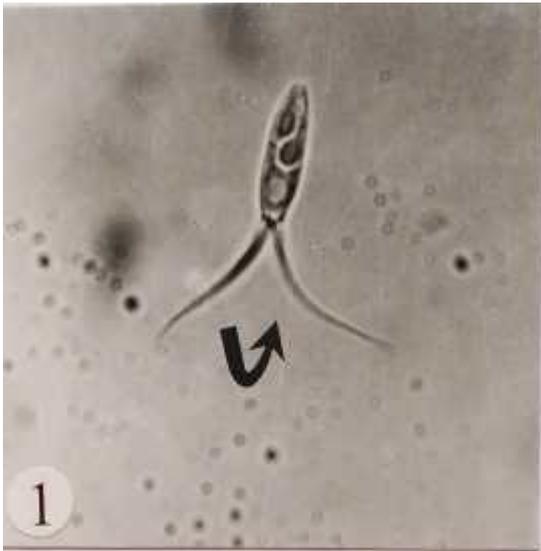
### **4-5 : kyste et spores de *H. suprabranchiae***

**4** : un kyste (étoile) implanté dans l'organe respiratoire accessoire (X 2),

**5** : spore présentant une vacuole iodophile dans le sporoplasme (X 1400),

; noter l'absence d'éperons sur les valves et la présence d'une vacuole iodophile dans le sporoplasme (X 1400),

**6** : spores de *H. auchenoglanii* ; les prolongements caudaux sont accolés sur toute leur longueur (X 1300).



longueur de la capsule polaire (L') : 4,9 (4-6)  $\mu\text{m}$ ,

largeur de la capsule polaire (l') : 2,3 (2-3)  $\mu\text{m}$ ,

rapports (L'/l') : 8,8

longueur du prolongement caudal : 8,8(7-12)  $\mu\text{m}$ ,

longueur totale de la spore : 26,6 (24,0-29,5)  $\mu\text{m}$ ,

**Affinités taxonomiques :** *Henneguya clariae* **Abolarin**, 1971, parasite les branchies de *Clarias lazera* au Nigeria et *H. bopéleti* **Fomena & Bouix**, 1987 affecte les branchies de *Chrysichthys nigrodigitatus* au Cameroun. Ces espèces diffèrent de notre parasite par la forme générale de leurs spores et par leurs expansions caudales accolées.

**Fomena & Bouix** (1996) décrivent *H. odzai* et *H. nyongensis*, parasites de *Marcusenius moorii*, *H. malapteruri* chez *Malapterurus electricus* au Cameroun. **Ashmawy et al.** (1989) décrivent *H. branchialis* chez *Clarias lazera* au Nigéria. Ces espèces diffèrent de notre parasite par la forme générale du corps sporal, les prolongements caudaux qui sont plus longs, la forme et la position des capsules polaires.

Les spores de *H. logonensis* **Kostoïngué, Diebakate, Faye & Toguebaye**, 2001 diffèrent des nôtres par les capsules polaires dissymétriques et les prolongements caudaux qui sont courts et accolés.

*Henneguya fusiformis* **Kostoïngué, Fall ; Faye & Toguebaye**, 1999 parasite de *Clarias anguilaris*, se rapproche de notre parasite par la morphologie générale de ses spores et de ses capsules polaires s'en éloigne par des expansions latérales plus longues (28 à 31  $\mu\text{m}$ ).

*Henneguya laterocapsulata* **Landsberg** 1987, forme des kystes dans la peau de *Clarias lazera* en Israël. Les caractéristiques morphologiques de cette Myxosporidie correspondent aux données sur notre espèce.

Décrite originellement chez *Clarias lazera* en Israël (Asie), cette espèce a été retrouvée au Nigéria chez les poissons d'élevage (**Obiekezie & Schmall**, 1993). Nous l'avons retrouvée au Cameroun, développant des kystes dans les filaments branchiaux de *Clarias gariepinus*. *H. laterocapsulata* serait spécifique des poissons de la famille des Clariidae, et l'aire de répartition géographique de cette espèce serait large.

#### III.1.1.4.2. *Henneguya suprabranchiae* Landsberg, 1987

(Pl. VIII : 4-5 ; Fig. 17 : b)

**Hôte :** *Clarias gariepinus* Burchell, 1822 (Clariidae),

**Organe parasité :** organe arborescent,

**Lieu de récolte des hôtes :** Foumban (étangs piscicoles),

**Prévalence :** 11,3% (17 poissons parasités sur 150 examinés).

**Forme végétative :** dans l'organe arborescent, cette Myxosporidie développe de volumineux kystes sphériques, polysporés, visibles à l'œil nu. Ils mesurent 4 à 5 mm de diamètre (Pl. VIII : 4).

**Spore :** le corps sporal est ovoïde (Pl. VIII : 5 ; Fig. 17 : b). Le pôle antérieur est plus étroit et arrondi. Les valves sont lisses. Les capsules polaires de tailles égales, piriformes et allongées, s'ouvrent au pôle antérieur de la spore. Elles sont 4,2 fois plus longues que larges et occupent environ la moitié de la longueur de la cavité sporale (Pl. VIII : 5 ; Fig. 17 : b). Les valves sont lisses. Sur frottis frais, la spire du filament polaire n'est pas nettement visible. Le sporoplasme occupe l'espace extra capsulaire et contient une vacuole iodophile (Pl. VIII : 5). Deux expansions caudales prolongent les valves ; elles mesurent en moyenne 17,9 µm de long. Ces prolongements caudaux sont séparés sur toute leur longueur.

**Les mensurations prises sur cette *Henneguya* sont :**

longueur du corps sporal (L) : 14,5 (13-17) µm,

largeur du corps sporal (l) : 5,7 (5,0-6,5) µm,

rapport (L/l) : 2,57,

longueur de la capsule polaire (L') : 7,13 (6,0-8,8) µm,

largeur de la capsule polaire (l') : 1,7 (1,2-2) µm,

rapports (L'/l') : 0,5

longueur du prolongement caudal : 17,93 (20,8-36,5) µm,

longueur totale de la spore : 32,4 (20,8-36,5) µm,

**Affinités taxonomiques :** *Henneguya bopeleti* Fomena & Bouix, 1987, parasite de *Chrysichthys nigrodigitatus* au Cameroun, présente un corps sporal ovoïde mais plus grand (17,2 µm en moyenne).

En 1971, **Abolarin** décrit *Henneguya clariae* chez *Clarias lazera* au Nigeria. Ce parasite forme de volumineux kystes dans les branchies de son hôte. Les spores de cette espèce sont très grandes (88 µm de longueur totale en moyenne). En 1987, **Landsberg** décrit *Henneguya suprabranchiae* dans les branchies de *Clarias lazera* en Israël. En 2003, **Reed et al.** retrouvent ce parasite dans l'organe arborescent de *Clarias gariepinus* au Botswana. En 2006, **Abakar Ousman** note que *H. suprabranchiae* et *H. branchialis* **Ashmawy, Abu-Elwafa, Imam & El-Otifi**, 1989 tous parasites de Clariidae, ont des spores de forme et de dimensions comparables. Cet auteur propose que ces deux espèces soient mises en synonymie.

Parmi les Myxosporidies du genre *Henneguya* antérieurement décrites en Afrique et ailleurs, notre espèce peut être comparée à *H. suprabranchiae*. Cette espèce qui avait été décrite en Israël, puis retrouvée dans plusieurs autres pays africains tels que le Botswana, le Burkina Faso, le Tchad et le Cameroun (Présent travail), serait largement distribuée en Asie et en Afrique.

#### **III.1.1.4.3. *Henneguya auchenoglanii* Kostoïngué, Diebakaté, Faye & Toguebaye, 2001**

**(Pl. VIII : 6 ; Fig. 17 : c)**

**Hôte :** *Auchenoglanis occidentalis* (Bagridae)

**Organe parasité :** branchies

**Lieu de récolte des hôtes :** Kouoptamo (Rivière Noun)

**Prévalence :** 11,1% (4 poissons parasités sur 36 examiné)

**Forme végétative :** Les kystes sont blanchâtres, sphériques ou sub sphériques polysporés et mesurant 110 à 140 µm de diamètre. Ils sont implantés dans les lamelles branchiales primaires. Chez le poisson hôte, on peut compter 1 à 30 kystes par arc branchial, et une centaine par individu hôte.

**Spore :** le corps sporal est ovoïde. Les valves sont lisses. Les capsules polaires sont piriformes, allongées et symétriques (Pl. VIII : 6 ; Fig. 17 : c). Elles occupent le 1/3 antérieur de la cavité sporale. Le filament polaire s'enroule sur 4 à 6 tours de spire. Le sporoplasme occupe le reste du corps sporal. Deux expansions plus ou moins longues prolongent les valves. Elles sont toujours accolées l'une à l'autre (Pl. VIII : 6 ; Fig. 17 : c).

**Les mensurations relevées sur cette Myxosporidie sont :**

longueur du corps sporal (L) : 10,6 (9,0-12)  $\mu\text{m}$ ,  
largeur du corps sporal (l) : 4,1 (3,2-4,8)  $\mu\text{m}$ ,  
rapport (L/l) : 2,6,  
longueur de la capsule polaire (L') : 4,1 (3,5-5,2)  $\mu\text{m}$ ,  
largeur de la capsule polaire (l') : 1,2 (1,0-1,5)  $\mu\text{m}$ ,  
rapports (L'/l') : 3,6,  
longueur du prolongement caudal : 6,7 (4,0-10,0)  $\mu\text{m}$ ,  
longueur totale de la spore : 17,8 (14,0-19,8)  $\mu\text{m}$ .

**Affinités taxonomiques :** Plusieurs espèces de Myxosporidies appartenant au genre *Henneguya* ont été décrites chez les poissons d'eau douce et saumâtre en Afrique et dans le monde. **Guilford** (1965) a décrit *Henneguya umbri* parasite des lamelles branchiales de *Umbra limi* en Angleterre. Avec un corps sporal allongé, mesurant (18,4  $\times$  6,0  $\mu\text{m}$  en moyenne), et une longueur totale de 45,2  $\mu\text{m}$  en moyenne, la comparaison est difficile entre ce parasite et la présente espèce. En 2009, **Hemanand et al.**, décrivent, *Henneguya manipurensis*, parasite du corps de *Anabas testudineus* en Inde. Cette espèce diffère nettement de la nôtre par ses prolongements caudaux séparés, les spores plus longues (25  $\mu\text{m}$  en moyenne), et les capsules polaires plus développées (5,8  $\times$  2,3  $\mu\text{m}$  en moyenne).

Au Tchad, **Kostoïngué et al.** (2001) ont décrit *H. logonensis* chez *Citharinus citharus*. Avec les deux capsules polaires dissymétriques et un corps sporal plus long (34,6  $\mu\text{m}$  en moyenne), cette espèce se démarque nettement de la nôtre. **Henneuya ghaffari Ali, 1999**, développe de volumineux kystes dans l'intestin, les coeca pyloriques de *Lates niloticus* en Egypte. Avec une longueur totale de 57,5(48,1-66,5), les capsules polaires inégales et mesurant 5,2 (4,8-5,9)  $\times$  3,2 (2,8-3,9), cette espèce ne peut être confondue à la nôtre. **Henneguya camerounensis Fomena & Bouix, 1987** forme des kystes dans les branchies de *Synodontis batesii* (Mochokidae) et *Eutropius multitaeniatus* (Shilbeidae). Bien que de taille comparable à celle de notre espèce (16,7  $\mu\text{m}$  en moyenne de longueur totale), les spores de ce parasite ont des prolongements caudaux longs (jusqu'à 11,6  $\mu\text{m}$  en moyenne).

Par la forme générale de ses spores, l'hôte et le site d'implantation, notre parasite peut être identifié à *H. auchenoglanii* **Kostoïngué, Diebakaté, Faye & Toguebaye, 2001** parasite initialement décrit dans les branchies de *Auchenoglanis occidentalis* au Tchad. La présence de cette Myxosporidie au Cameroun et chez la même espèce hôte, montre qu'elle serait spécifique de *Auchenoglanis occidentalis*.

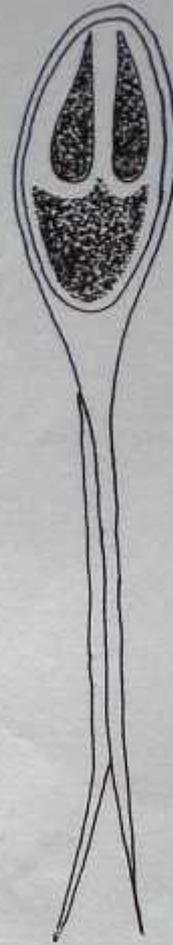
**Figure 18 : Spores des différentes espèces de Myxosporidies décrites dans le genre *Henneguya***

- a-** *Henneguya laterocapsulata*, parasite de *Clarias gariepinus*  
Les capsules polaires s'ouvrent l'une au pôle antérieur de la spore et la seconde latéralement derrière la première.
  
- b-** *Henneguya suprbranchiae*, parasite de *Clarias gariepinus*  
Le corps sporal est ovoïde et les capsules polaires symétriques.
  
- c-** *Henneguya auchenoglanii*, parasite de *Auchenoglanis occidentalis*  
Le corps sporal est ovoïde et bien développé ; les expansions caudales sont accolées l'une à l'autre.

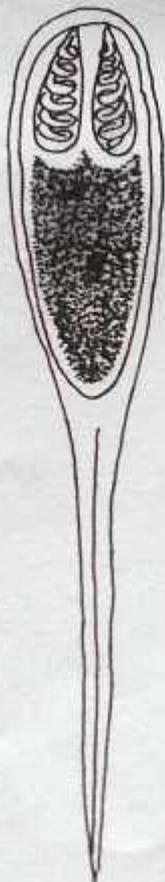
Trait d'échelle : 10  $\mu\text{m}$ .



a



b



c



### **III.1.2. STRUCTURE ET DYNAMIQUE DES POPULATIONS DE MYXOSPORIDIES PARASITES D'*OREOCHROMIS NILOTICUS* ET *LABEO* SP.**

Vu l'intérêt socio-économique et l'utilisation d'*Oreochromis niloticus* dans les projets piscicoles en Afrique, et étant donné que *Labeo* sp. est prisée par les populations locales du Noun, nous nous sommes proposés d'aborder l'étude de la structure et de la dynamique des populations de Myxosporidies parasites d'*O. niloticus* en milieu naturel et piscicole d'une part, et de *Labeo* sp. en milieu naturel d'autre part. Ceci nous permettrait d'identifier les espèces de Myxosporidies les plus fréquentes, de déterminer les saisons de pullulation, de comparer les indices épidémiologiques (taux d'infestation et charge kystique) entre le milieu piscicole et le milieu naturel et de déterminer les âges et le sexe des hôtes à risque.

#### **III.1.2.1. Distribution des poissons hôtes en fonction des sites d'échantillonnage**

L'étude menée de mai 2008 à juin 2009 a permis de récolter et d'examiner un total de 691 poissons dont 537 spécimens d'*Oreochromis niloticus* et 154 individus de *Labeo* sp. Les spécimens d'*O. niloticus* ont été capturés dans les étangs de pisciculture du centre piscicole de Foumban (267 individus) et dans la rivière Noun à Kouoptamo (270 individus). Tous les spécimens de *Labeo* sp. ont été capturés dans la rivière Noun à Kouoptamo.

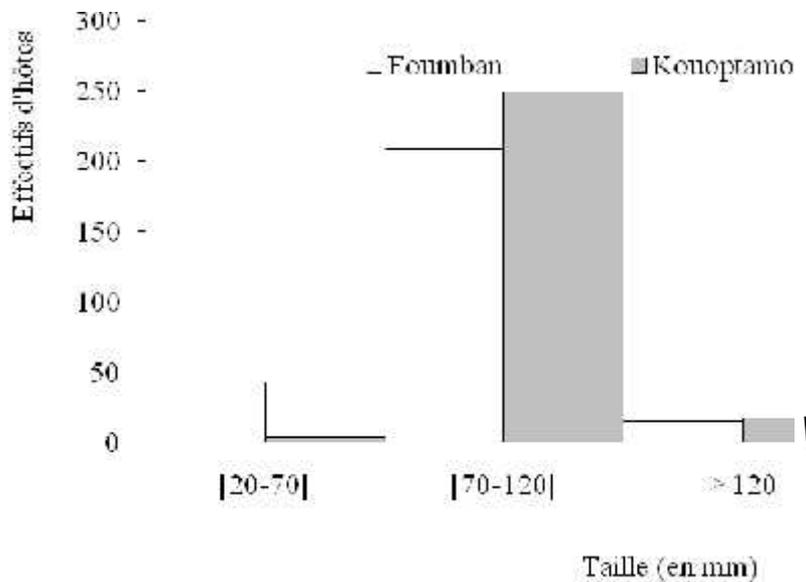
#### **III.1.2.2. Distribution des effectifs de poissons hôtes en fonction des classes de tailles**

La longueur standard (LS) d'*Oreochromis niloticus* a varié de 35 à 175 mm à Foumban et de 20 à 226 mm à Kouoptamo (Tableau I). L'échantillon d'*O. niloticus* a été subdivisé en trois (3) classes de taille d'amplitude 50 mm (Fig. 19). La classe modale est [70-120[ avec 78,3% (n= 209) et 92,2% (n= 249) d'individus examinés respectivement en milieu naturel (Kouoptamo) et en situation d'élevage (Foumban). Les plus faibles fréquences ont été obtenues dans les classes d'individus de longueur standard 120 mm (43 poissons) à Foumban et [20-70[ mm (4 individus) à Kouoptamo (Fig. 19).

**Tableau I: Taille et poids de *Oreochromis niloticus* et *Labeo* sp. examinés de mai 2008 à juin 2009**

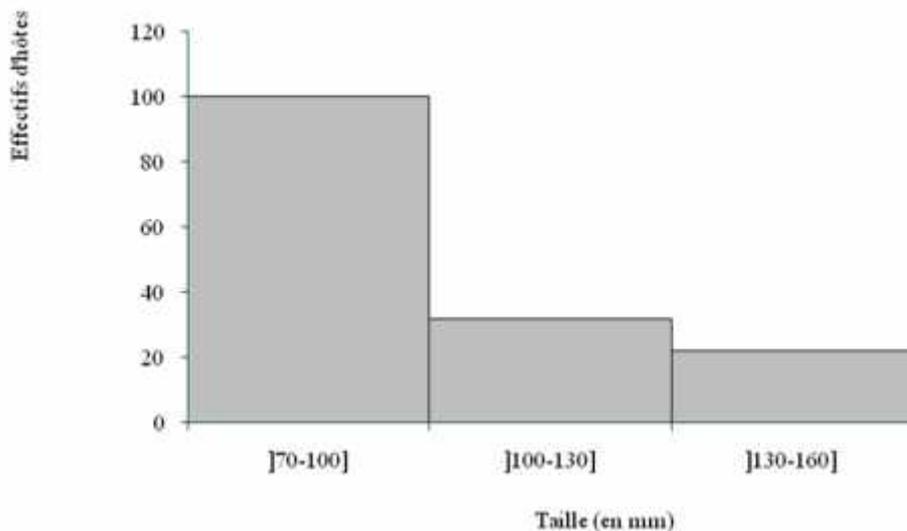
| Espèces hôtes       | Localité  | N   | Taille (LS) en mm |     |     | Poids (éviscéré) en gramme |     |     |
|---------------------|-----------|-----|-------------------|-----|-----|----------------------------|-----|-----|
|                     |           |     | Moyenne           | Min | Max | Moyenne                    | Min | Max |
| <i>O. niloticus</i> | Foumban   | 267 | 85,0 ±20,0        | 35  | 175 | 36,3 ±13,4                 | 12  | 158 |
|                     | Kouoptamo | 270 | 96,4 ±17,0        | 20  | 226 | 26,0±17,5                  | 2   | 96  |
| <i>Labeo</i> sp.    | Kouoptamo | 154 | 101,9±23,8        | 72  | 160 | 20,6 ±14,4                 | 6   | 79  |

N: nombre d'individus échantillonnés; LS : longueur standard ; Min : Minimum ; Max : Maximum



**Figure 19: Distribution des fréquences d'*Oreochromis niloticus* en fonction des classes de tailles à Foumban et à Kouoptamo.**

Au total, 154 *Labeo* sp. de longueur standard variant entre 72 mm et 160 mm ont été examinés (Tableau I). Les poissons ont été regroupés en 3 classes de taille d'amplitude 30 mm ; il s'agit des classes ]70-100] ; ]100 - 130] et ]130 - 160]. On remarque que la classe ]70-100] est modale avec 100 poissons. Trente deux (32) individus ont une longueur standard supérieure ou égale à 130 mm, alors que la classe de tailles ]100 - 130] est constituée de 22 individus de la population totale de *Labeo* sp. (Fig. 20).



**Figure 20:** Distribution des fréquences de *Labeo* sp. en fonction des classes de tailles à Kouoptamo

### III.1.2.3. Masse (poids) des poissons hôtes échantillonnés

Le poids des spécimens d'*O. niloticus* échantillonnés a fluctué entre 2 et 96 g (poids moyen =  $26,08 \pm 17,55$  g) en milieu naturel, et 12 à 158 g (moyenne =  $36,34 \pm 13,38$  g) en milieu piscicole (Tableau I). Le poids des individus de la population de *Labeo* sp. a varié entre 6 et 79 g (moyenne =  $20,68 \pm 14,41$ ) (Tableau I).

### III.1.2.4. Distribution des effectifs d'hôtes échantillonnés en fonction du sexe

En milieu piscicole, la sexe ratio d'*O. niloticus* est équilibrée et vaut 1,03 (136 mâles sur 131 femelles). En milieu naturel, la sexe ratio est biaisée en faveur des femelles et vaut 0,83 (123 mâles sur 147 femelles). Chez *Labeo* sp., la sexe ratio est biaisée en faveur des femelles et vaut 0,87 (72 mâles sur 82 femelles) (Tableau II).

**Tableau II: Fréquences d'*Oreochromis niloticus* et *Labeo* sp. en fonction du sexe et du site de récolte**

| Variables       | Espèce de poisson            |           |                  |
|-----------------|------------------------------|-----------|------------------|
|                 | <i>Oreochromis niloticus</i> |           | <i>Labeo</i> sp. |
|                 | Foumban                      | Kouoptamo | Kouoptamo        |
| Mâles           | 136                          | 123       | 72               |
| Femelles        | 131                          | 147       | 82               |
| Sex- ratio      | 1,03                         | 0,83      | 0,87             |
| Effectifs total | 267                          | 270       | 154              |

### III.1.2.5. Richesse spécifique de Myxosporidies récoltées

Au total, 537 spécimens d'*O. niloticus* ont été capturés dans les étangs piscicoles de Foumban et dans la rivière Noun à Kouoptamo. Ces poissons hébergent 10 espèces de Myxosporidies appartenant au genre *Myxobolus*. Exception faite pour *Myxobolus nounensis* qui n'a été récolté que dans la rivière Noun, la faune des Myxosporidies parasites d'*O. niloticus* est identique dans les deux sites d'étude. Cette faune parasitaire est constituée de : *Myxobolus agolus*, *M. brachysporus*, *M. camerounensis*, *M. equatorialis*, *M. heterosporus*, *M. israelensis*, *M. kainjiae*, *M. nounensis*, *M. sarigi* et *M. tilapiae*. Les spécimens de *Labeo* sp. récoltés dans la rivière Noun sont parasités par dix (10) espèces de Myxosporidies parmi lesquelles six appartiennent au genre *Myxobolus* : (*M. barbi*, *M. bankouopi*, *M. bilongi*, *M. nchoutnounensis*, *M. njoyai*, *M. kouoptamoensis*), trois au genre *Thelohanellus* (*T. assambai*, *T. bicornei*, *T. sanagaensis*) et une au genre *Myxidium* (*M. nyongensis*). Dans les étangs piscicoles de Foumban, le nombre d'espèces de parasites portées par chaque individu hôte examiné a varié de 1 à 6 (Tableau III). 51% (136 individus sur 267 spécimens d'*O. niloticus* autopsiés hébergent 3 à 6 espèces parasites. Quelque 35,2% (94 sur 267) d'*O. niloticus* examinés dans les étangs piscicoles ne sont pas parasités. Dans la rivière Noun à Kouoptamo, les spécimens d'*Oreochromis niloticus* ont été infestés par 1 à 6 espèces de parasites différents. On remarque que 49% (soit 132 poissons sur 270 examinés) d'*O. niloticus* échantillonnés dans la rivière Noun sont infestés par 1 à 3 espèces parasites alors que 39% se sont révélés indemnes de Myxosporidies. Les spécimens d'*O. niloticus* indemnes de Myxosporidies représentent plus du 1/3 du nombre total d'individus hôtes examinés à

Kouoptamo et à Foumban. Chez *Labeo* sp., 79,8% (soit 123 individus sur 154 examinés) hébergent entre 2 et 6 espèces de Myxosporidies (Tableau III). Les individus hébergeant cinq espèces de parasites ne représentent que 3,9% de la population d'hôtes échantillonnés. Les zéros parasitaires constituent 12,3 % du nombre total des individus hôtes examinés.

**Tableau III: Effectifs d'hôtes en fonction de la richesse spécifique parasitaire**

| Nombre d'espèces<br>parasites<br>hébergées | Effectif d'hôtes parasités          |                                       |                                      |
|--|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
|  | <i>Oreochromis niloticus</i>        |                                       | <i>Labeo</i> sp.                     |
|  | Foumban<br>N <sub>1</sub> = 267 (%) | Kouoptamo<br>N <sub>2</sub> = 270 (%) | Kouoptamo<br>N <sub>3</sub> =154 (%) |
| zéro                                       | 94 (35,2)                           | 105 (38,9)                            | 19 (12,3)                            |
| un   | 15 (5,6)                            | 58 (21,50)                            | 12 (7,8)                             |
| deux                                       | 22 (8,2)                            | 45 (16,7)                             | 30 (19,5)                            |
| trois                                      | 36 (13,5)                           | 29 (10,7)                             | 46 (29,9)                            |
| quatre                                     | 54 (20,2)                           | 20 (7,4)                              | 29 (18,8)                            |
| cinq                                       | 37 (13,9)                           | 10 (3,7)                              | 6 (3,9)                              |
| six  | 9 (3,4)                             | 3 (1,1)                               | 12 (7,8)                             |

( ) : prévalence ; Ni : nombre d'individus examinés dans chaque site

### III.1.2.6. Prévalence des infestations et statut des différentes espèces de Myxosporidies récoltées

Excepté *M. nounensis* qui n'a été retrouvé que dans la rivière Noun, les différentes espèces de Myxosporidies récoltées ont pratiquement le même statut chez *O. niloticus* en milieu piscicole et dans la rivière Noun (Tableau IV). *M. camerounensis*, *M. agolus*, *M. brachysporus*, *M. israelensis* et *M. heterosporus* sont secondaires (10 Pr 50%) dans les deux biotopes ; *M. tilapiae* est rare (Pr < 10%) à Foumban mais secondaire à Kouoptamo. *M. equatorialis* est secondaire à Foumban et rare à Kouoptamo. *M. sarigi* et *M. kainjiae* sont rares dans les deux milieux. On remarque que les prévalences sont en général statistiquement plus élevées chez les poissons récoltés en milieu piscicole. Les prévalences de *M. agolus*, *M. camerounensis*, *M. heterosporus*, *M. israelensis*, *M. equatorialis* sont statistiquement plus élevés chez les poissons hôtes échantillonnés en milieu piscicole qu'en milieu naturel.

**Tableau IV: Prévalences et statut des différentes espèces parasites chez *Oreochromis niloticus* à Foumban/Kouoptamo**

|                              |                               | Foumban<br>(N <sub>1</sub> = 267) |                | Kouoptamo<br>(N <sub>2</sub> = 270) |                | Valeur de <sup>2</sup> |
|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|------------------------|
| Espèce hôte                  | Espèces parasites             | n                                 | Prévalence (%) | n                                   | Prévalence (%) |                        |
|                              | <i>M. agolus</i> **/**        | 85                                | 31,8           | 33                                  | 12,2           | 30,11 ; S              |
|                              | <i>M. brachysporus</i> **/**  | 129                               | 48,3           | 133                                 | 49,3           | 0,10 ; NS              |
|                              | <i>M. camerounensis</i> **/** | 52                                | 19,5           | 43                                  | 16,0           | 22,8 ; S               |
| <i>Oreochromis niloticus</i> | <i>M. equatorialis</i> **/*   | 40                                | 15,0           | 12                                  | 4,4            | 17,04 ; S              |
|                              | <i>M. heterosporus</i> **/**  | 109                               | 40,8           | 41                                  | 15,2           | 43,8 ; S               |
|                              | <i>M. israelensis</i> **/**   | 104                               | 39,0           | 44                                  | 16,3           | 34,15 ; S              |
|                              | <i>M. kainjiae</i> */*        | 5                                 | 1,9            | 4                                   | 1,5            | 1,25 ; NS              |
|                              | <i>M. nounensis</i> -/**      | -                                 | -              | 39                                  | 14,4           | -                      |
|                              | <i>M. sarigi</i> */*          | 6                                 | 2,3            | 9                                   | 3,4            | 0,58 ; NS              |
|                              | <i>M. tilapiae</i> */**       | 23                                | 8,6            | 45                                  | 16,7           | 7,87 ; S               |

Ni : nombre d'individus hôtes examinés dans chaque site ; n : nombre d'individus hôtes parasités dans chaque site ; M : *Myxobolus* \* : Espèces rares ; \*\* : Espèces secondaires ; S : significatif ; NS : non significatif.

Cependant, *M. tilapiae* est statistiquement plus fréquente chez les spécimens d'*O. niloticus* récoltés en milieu naturel que ceux provenant du milieu artificiel (Tableau V).

Dans la rivière Noun, *Labeo* sp. héberge dix espèces de Myxosporidies dont les prévalences varient entre 1,3 et 81,2 % (Tableau V). *M. nchoutnounensis* et *M. njoyai* sont apparues fréquentes (Pr > 50%). *M. bankouopi*, *M. kouoptamoensis*, *M. barbi* ; *T. assambai*, *T. bicornei* sont apparues secondaires (10% Pr 50%) alors que *M. bilongi*, *T. sanagaensis* et *Myxidium nyongensis* sont apparues rares (Pr < 10%).

**Tableau V : Prévalences et statut des différentes espèces parasites chez *Labeo sp.***

| Espèce hôte                  | Espèce s parasites                   | n   | Taux d'infestation(%) |
|------------------------------|--------------------------------------|-----|-----------------------|
| <i>Labeo sp.</i><br>(N= 154) | <i>Myxobolus nchoutnounensis</i> *** | 125 | 81,2                  |
|                              | <i>M. njoyai</i> ***                 | 89  | 57,8                  |
|                              | <i>M. barbi</i> **                   | 48  | 31,2                  |
|                              | <i>M. bankouopi</i> **               | 43  | 27,7                  |
|                              | <i>Thelohanellus assambai</i> **     | 40  | 26,0                  |
|                              | <i>M. kouoptamoensis</i> **          | 31  | 20,1                  |
|                              | <i>T. bicornei</i> **                | 30  | 19,5                  |
|                              | <i>M. bilongi</i> *                  | 9   | 5,8                   |
|                              | <i>T. sanagaensis</i> *              | 4   | 2,6                   |
|                              | <i>Myxidium nyongensis</i> *         | 2   | 1,3                   |

n: nombre d'individus examinés chez *Labeo sp.*; n : nombre d'individus parasités ; \*:Espèces rares ; \*\*: Espèces secondaires ; \*\*\* : Espèces fréquentes.

En raison de la faible fréquence d'apparition, les espèces satellites ne sont pas considérées dans la suite de nos analyses. Selon **Combes** (1995), de telles espèces ne sont pas structurantes. Ainsi, *M. tilapiae*, *M. equatorialis*, *M. sarigi* et *M. kainjiae* récoltées chez *O. niloticus*, et *M. bilongi*, *T. sanagaensis*, *Myxidium nyongensis* parasites de *Labeo sp.* seront exclues dans la suite de nos analyses. Nous excluons également *M. nounensis* qui est absente dans la faune parasitaire des étangs piscicoles.

### III.1.2.7. Etude des associations parasites

Différents types d'associations parasites ont été observés chez *Oreochromis niloticus* et *Labeo sp.* en pisciculture et en milieu naturel ; il s'agit des infestations monospécifiques et plurispécifiques.

Indépendamment du site de récolte, 16% (86 hôtes infestés sur 537 examinés) et 42,3% (soit 227 spécimens sur 537 examinés) d'hôtes ont présenté respectivement un parasitisme monospécifique et plurispécifique chez *O. niloticus* alors qu'on note 7,8 % (soit 12 hôtes infestés sur 154 examinés) d'infestation par une espèce parasite et 79,2% (soit 122 poissons sur 154 examinés) d'infestation par plus d'une espèce parasite chez *Labeo sp.*

### III.1.2.7.1. Parasitisme monospécifique

Ce type d'infestation a été enregistré chez 26,3% de spécimens d'*O. niloticus* capturés dans la rivière Noun (Tableau VI), et chez 5,6% d'*O. niloticus* récoltés dans les étangs piscicoles (Tableau VII). Chez *Labeo* sp. le taux d'individus infestés par une seule espèce parasite a été évalué à 7,8% (soit 12 individus infestés sur 154 examinés). Chez *O. niloticus*, les infestations monospécifiques sont principalement réalisées par *M. brachysporus* dont la fréquence est de 91,5% (soit 65 poissons sur 58 parasités par une seule espèce parasite) dans le Noun et *M. camerounensis* 66,6% (soit 10 poissons sur 15 infestés dans ce lot) dans les étangs piscicoles. Chez *Labeo* sp. par contre, l'espèce principale (*M. nchoutnounensis*) a colonisé toute seule 58,3% (7 poissons sur 12 infestés) du lot d'hôtes (Tableau VIII).

**Tableau VI: Différents types d'associations parasitaires chez *Oreochromis niloticus* à Kouoptamo**

|                                |              | Type d'association   | n          | %           |
|--------------------------------|--------------|--|------------|-------------|
| Parasitisme monospécifique     |              | <i>M. brachysporus</i>   | 65         | 24          |
|                                |              | <i>M. camerounensis</i>  | 2          | 0,74        |
|                                |              | <i>M. israelensis</i>  | 1          | 0,4         |
|                                |              | <i>M. agolus</i>   | 2          | 0,74        |
|                                |              | <i>M. heterosporus</i>   | 1          | 0,4         |
|                                |              | <b>Total</b>   | <b>71</b>  | <b>26,3</b> |
| Parasitisme bispécifique       |              | <i>M. brachysporus</i> – <i>M. agolus</i>  | 6          | 2,2         |
|                                |              | <i>M. brachysporus</i> – <i>M. heterosporus</i>  | 16         | 6           |
|                                |              | <i>M. brachysporus</i> – <i>M. israelensis</i>   | 12         | 4,4         |
|                                |              | <i>M. heterosporus</i> – <i>M. agolus</i>  | 1          | 0,4         |
|                                |              | <i>M. israelensis</i> – <i>M. agolus</i>   | 1          | 0,4         |
|                                |              | <b>Total</b>   | <b>36</b>  | <b>13,3</b> |
| Parasitisme trispécifique      |              | <i>M. brachysporus</i> – <i>M. heterosporus</i> – <i>M. agolus</i>   | 3          | 1,1         |
|                                |              | <i>M. camerounensis</i> – <i>M. brachysporus</i> – <i>M. heterosporus</i>  | 1          | 0,4         |
|                                |              | <i>M. camerounensis</i> – <i>M. brachysporus</i> – <i>M. israelensis</i>   | 6          | 2,2         |
|                                |              | <i>M. israelensis</i> – <i>M. heterosporus</i> – <i>M. agolus</i>  | 3          | 1,1         |
|                                |              | <i>M. israelensis</i> - <i>M. brachysporus</i> - <i>M. heterosporus</i>  | 12         | 4,4         |
|                                |              | <i>M. israelensis</i> - <i>M. brachysporus</i> - <i>M. agolus</i>  | 2          | 0,74        |
|                                |              | <i>M. camerounensis</i> – <i>M. brachysporus</i> - <i>M. agolus</i>  | 1          | 0,4         |
|                                |              | <i>M. camerounensis</i> – <i>M. israelensis</i> – <i>M. agolus</i>   | 1          | 0,4         |
|                                |              | <b>Total</b>   | <b>29</b>  | <b>10,7</b> |
| Parasitisme par 4 ou 5 espèces |              | <i>M. camerounensis</i> – <i>M. israelensis</i> – <i>M. brachysporus</i> – <i>M. heterosporus</i>                    | 5          | 0,7         |
|                                |              | <i>M. israelensis</i> – <i>M. brachysporus</i> – <i>M. heterosporus</i> – <i>M. agolus</i>                           | 5          | 0,74        |
|                                |              | <b>Total</b>   | <b>10</b>  | <b>3,7</b>  |
|                                |              | <i>M. camerounensis</i> – <i>M. israelensis</i> – <i>M. brachysporus</i> – <i>M. heterosporus</i> – <i>M. agolus</i> | 3          | 1,1         |
|                                | <b>Total</b> | <b>3</b>   | <b>1,1</b> |             |

n : effectifs d'hôtes parasités impliqués dans l'association parasitaire à Kouoptamo ; % pourcentage d'hôtes

### III.1.2.7.2. Parasitisme bispécifique

Chez *O. niloticus*, on note 5 et 8 combinaisons bispécifiques à Kouoptamo et à Foumban respectivement. Les binomes les plus fréquents sont *M. brachysporus*-*M. heterosporus* avec 44,4% (16 poissons sur 36 infestés par deux espèces parasites) et *M. brachysporus*-*M. israelensis* avec 33,3% (12 poissons sur 36 parasités) de spécimens infestés du lot capturé dans le Noun. En pisciculture, le couple constitué de *M. brachysporus*-*M. heterosporus* est le plus fréquent (39,4%). Dans les étangs piscicoles *M. israelensis*, *M. agolus* et *M. heterosporus* n'infesteraient que les hôtes déjà affaiblis par d'autres espèces parasites (Tableau VII).

**Tableau VII: Différents types d'associations parasitaires chez *Oreochromis niloticus* à Foumban**

|                             |              | Type d'association   | n           | %           |
|-----------------------------|--------------|--|-------------|-------------|
| Parasitisme monospécifique  |              | <i>M. brachysporus</i>   | 4           | 1,5         |
|                             |              | <i>M. camerounensis</i>  | 10          | 3,7         |
|                             |              | <b>Total</b>   | <b>15</b>   | <b>5,6</b>  |
| Parasitisme bi spécifique   |              | <i>M. brachysporus</i> - <i>M. agolus</i>  | 3           | 1,1         |
|                             |              | <i>M. camerounensis</i> – <i>M. agolus</i>   | 1           | 0,4         |
|                             |              | <i>M. israelensis</i> – <i>M. heterosporus</i>   | 1           | 0,4         |
|                             |              | <i>M. brachysporus</i> – <i>M. heterosporus</i>  | 13          | 4,9         |
|                             |              | <i>M. camerounensis</i> - <i>M. brachysporus</i>   | 2           | 0,75        |
|                             |              | <i>M. brachysporus</i> - <i>M. israelensis</i>   | 10          | 3,7         |
|                             |              | <i>M. heterosporus</i> – <i>M. agolus</i>  | 1           | 0,4         |
|                             |              | <i>M. israelensis</i> – <i>M. agolus</i>   | 2           | 0,75        |
|                             | <b>Total</b> | <b>33</b>  | <b>12,3</b> |             |
| Parasitisme trispécifique   |              | <i>M. brachysporus</i> – <i>M. heterosporus</i> – <i>M. agolus</i>   | 8           | 2,6         |
|                             |              | <i>M. camerounensis</i> – <i>M. brachysporus</i> – <i>M. heterosporus</i>  | 1           | 0,4         |
|                             |              | <i>M. camerounensis</i> – <i>M. heterosporus</i> – <i>M. agolus</i>  | 1           | 0,4         |
|                             |              | <i>M. camerounensis</i> – <i>M. israelensis</i> – <i>M. brachysporus</i>   | 5           | 1,9         |
|                             |              | <i>M. israelensis</i> – <i>M. brachysporus</i> – <i>M. heterosporus</i>  | 21          | 7,8         |
|                             |              | <i>M. israelensis</i> – <i>M. brachysporus</i> - <i>M. agolus</i>  | 3           | 1,1         |
|                             |              | <i>M. israelensis</i> – <i>M. heterosporus</i> - <i>M. agolus</i>  | 3           | 1,1         |
|                             |              | <b>Total</b>   | <b>42</b>   | <b>15,7</b> |
| Parasitisme tetraspécifique |              | <i>M. camerounensis</i> – <i>M. brachysporus</i> – <i>M. heterosporus</i> - <i>M. agolus</i>                         | 4           | 1,5         |
|                             |              | <i>M. camerounensis</i> – <i>M. israelensis</i> – <i>M. brachysporus</i> – <i>M. heterosporus</i>                    | 10          | 3,7         |
|                             |              | <i>M. camerounensis</i> – <i>M. israelensis</i> – <i>M. brachysporus</i> – <i>M. agolus</i>                          | 5           | 1,8         |
|                             |              | <i>M. israelensis</i> – <i>M. brachysporus</i> – <i>M. heterosporus</i> – <i>M. agolus</i>                           | 35          | 13,1        |
|                             |              | <i>M. camerounensis</i> - <i>M. israelensis</i> - <i>M. heterosporus</i> - <i>M. agolus</i>                          | 1           | 0,4         |
|                             | <b>Total</b> | <b>55</b>  | <b>20,6</b> |             |
| Par 5 espèces               |              | <i>M. camerounensis</i> – <i>M. brachysporus</i> – <i>M. israelensis</i> - <i>M. heterosporus</i> – <i>M. agolus</i> | 19          | 0,4         |
|                             |              | <b>Somme</b>   | <b>19</b>   | <b>7,1</b>  |

n: effectifs d'hôtes parasités impliqués dans l'association parasitaire à Foumban; % pourcentage d'hôtes

Chez *Labeo* sp. le binome formé des espèces principales *M. njoyai*-*M. nchoutnounensis* a été fréquemment enregistré avec 55,2% (soit 21 poissons sur 38 individus parasités par deux espèces parasites) (Tableau VIII).

#### III.1.2.7.3. Parasitisme trispécifique

Les infestations simultanées par trois (3) espèces de Myxosporidies ont été notées chez 29 individus d'*O. niloticus* capturés dans la rivière Noun, et chez 42 poissons de la même espèce prélevés dans les étangs piscicoles. Les combinaisons les moins observées dans ce type de parasitisme ont été notées chez 10,3% (3 poissons sur 29 infestés par trois espèces parasites) et 7,1% (3 poissons sur 42 du lot) de l'échantillon d'hôtes concernés par ce type de parasitisme en milieu naturel et en bassin piscicole respectivement.

L'association formée de *M. israelensis*-*M. brachysporus*-*M. heterosporus* avec 41,4% (12 poissons sur 29) de fréquence à Kouoptamo et 50% (21 poissons sur 42) de cas à Foumban, a été fréquemment rencontrée.

Chez *Labeo* sp. l'association la plus importante en terme d'occurrence est *M. nchoutnounensis*-*M. njoyai*-*M. bankouopi* avec une fréquence de 24,4% (10 poissons sur 41 infestés par trois espèces de Myxosporidies). Cette combinaison implique deux espèces principales qui ont été couramment rencontrées dans différents types d'associations parasitaires de ce groupe. *M. israelensis* et *M. heterosporus* infesteraient leurs hôtes après que *M. brachysporus* y soit déjà, alors que *M. njoyai* ne se trouverait chez un hôte donné qu'à la suite de *M. nchoutnounensis* et *M. bankouopi*.

#### III.1.2.7.4. Parasitisme tétraspécifique

Indépendamment du site de récolte, 12,10% de spécimens d'*O. niloticus* sont impliqués dans ce type d'infestation. Nous avons noté 05 (cinq) combinaisons différentes en situation piscicole et deux (02) dans la rivière Noun. Seules les espèces secondaires y sont impliquées. Les combinaisons constituées de *M. camerounensis*- *M. brachysporus* - *M. israelensis* - *M. heterosporus* avec 50% (5 poissons sur 10 individus impliqués dans ce type de parasitisme) à Kouoptamo, et *M. israelensis*-*M. brachysporus*-*M. heterosporus*-*M. agolus*, avec 63,6% (35 poissons sur 55 spécimens du lot) de cas à Foumban ont été les plus fréquemment observées.

Chez *Labeo* sp. on note 12 combinaisons d'infestation à quatre espèces parasites. Les associations constituées de *M. barbi* - *M. nchoutnounensis* - *M. njoyai*- *T. assambai* et *M.*

**Tableau VIII: Différents types d'associations parasitaires chez *Labeo* sp. à Kouoptamo**

|                               |   | Type d'association   | n           | %           |
|-------------------------------|---|--|-------------|-------------|
| Parasitisme mono spécifique   |   | <i>T. assambai</i>   | 2           | 1,3         |
|                               |   | <i>M. barbi</i>  | 2           | 1,3         |
|                               |   | <i>M. nchoutnounensis</i>  | 7           | 3,9         |
|                               |   | <i>M. bankouopi</i>  | 2           | 1,3         |
|                               |   | <b>Total</b>   | <b>12</b>   | <b>7,8</b>  |
| Parasitisme bi spécifique     |   | <i>M. barbi – M. nchoutnounensis</i>   | 5           | 3,2         |
|                               |   | <i>M. nchoutnounensis – T. assambai</i>  | 3           | 1,9         |
|                               |   | <i>M. nchoutnounensis – T. bicornei</i>  | 3           | 1,9         |
|                               |   | <i>M. nchoutnounensis – M. njoyai</i>  | 21          | 13,6        |
|                               |   | <i>M. barbi – T. bicornei</i>  | 3           | 1,9         |
|                               |   | <i>M. nchoutnounensis- M. bankouopi</i>  | 1           | 0,65        |
|                               |   | <i>M. nchoutnounensis- M. kouoptamoensis</i>   | 2           | 1,3         |
|                               |   | <b>Total</b>   | <b>38</b>   | <b>24,7</b> |
|                               |   | <i>M. barbi – M. nchoutnounensis – M. bankouopi</i>  | 1           | 0,65        |
|                               |   | <i>M. barbi- T. assambai- T. bicornei</i>  | 1           | 0,65        |
|                               |   | <i>M. barbi- M. nchoutnounensis- T. assambai</i>   | 3           | 1,9         |
|                               |   | <i>M. barbi- M. bankouopi- T. assambai</i>   | 1           | 0,65        |
|                               |   | <i>M. bankouopi–T. assambai – T. bicornei</i>  | 2           | 1,3         |
|                               |   | <i>M. nchoutnounensis–M. njoyai – T. assambai</i>  | 3           | 1,9         |
|                               |   | <i>M. nchoutnounensis–M. njoyai- T. bicornei</i>   | 5           | 0,6         |
|                               |   | <i>M. nchoutnounensis–M. njoyai- M. bankouopi</i>  | 10          | 6,5         |
|                               |   | <i>M. nchoutnounensis–M. njoyai- M. kouoptamoensis</i>   | 8           | 5,2         |
|                               |   | <i>M. nchoutnounensis–M. bankouopi- M. kouoptampensis</i>                                      | 2           | 1,3         |
|                               |   | <i>M. barbi- M. nchoutnounensis- M. njoyai</i>   | 1           | 0,65        |
|                               |   | <i>M. nchoutnounensis- T. assambai- T. bicornei</i>  | 3           | 1,9         |
|                               | <i>M.nchoutnounensis- M. bankouopi- M. kouoptamoensis</i> | 1  | 0,65        |             |
|                               | <b>Total</b>  | <b>41</b>  | <b>26,6</b> |             |
| Parasitisme par 4 espèces     |   | <i>M. barbi - M. nchoutnounensis – T. assambai– T. bicornei</i>                                | 1           | 0,6         |
|                               |   | <i>M. barbi - M. nchoutnounensis – M. njoyai - T. assambai</i>                                 | 4           | 2,6         |
|                               |   | <i>M. barbi - M. nchoutnounensis – M. njoyai – T. bicornei</i>                                 | 2           | 1,3         |
|                               |   | <i>M. barbi -M. nchoutnounensis – M. njoyai – M. banouopi</i>                                  | 3           | 0,6         |
|                               |   | <i>M. barbi- M. nchoutnounensis- M. njoyai- M. bankouopi</i>                                   | 1           | 0,6         |
|                               |   | <i>M. nchoutnounensis –M. njoyai - M. bankouopi- T. assambai</i>                               | 4           | 2,6         |
|                               |   | <i>M. nchoutnounensis – M. njoyai – M. bankouopi- T. bicornei</i>                              | 2           | 1,3         |
|                               |   | <i>M. nchoutnounensis–M. njoyai - M. bankouopi- M. kouoptamoensis</i>                          | 3           | 1,9         |
|                               |   | <i>M. nchoutnounensis – M. njoyai – M. kouoptamoensis-T. assambai</i>                          | 3           | 1,9         |
|                               |   | <i>M. nchoutnounensis –M. njoyai - M. kouoptamoensis - T. bicornei</i>                         | 1           | 0,6         |
|                               |   | <i>M. nchoutnounensis- M. njoyai- M. bankouopi- M. bicornei</i>                                | 1           | 0,6         |
|                               |   | <i>M. nchoutnounensis- M. bankouopi- T. assambai –T. bicornei</i>                              | 1           | 0,6         |
|                               |   | <b>Total</b>   | <b>26</b>   | <b>16,8</b> |
| Parasitisme par 5 à 6 espèces |   | <i>M. barbi – M. nchoutnounensis– M. njoyai – M. bankouopi– T. assambai</i>                    | 2           | 1,3         |
|                               |   | <i>M. barbi – M. nchoutnounensi – M. njoyai – M. bankouopi– T. bicornei</i>                    | 1           | 0,6         |
|                               |   | <i>M. nchoutnounensis–M. njoyai- M. bankouopi- M. kouoptamoensis - T. bicornei</i>             | 1           | 0,6         |
|                               |   | <i>M. nchoutnounensis- M. njoyai- M. kouoptamoensis- T. assambai- T. bicornei</i>              | 1           | 0,6         |
|                               |   | <b>Total</b>   | <b>5</b>    | <b>3,2</b>  |
|                               |   | <i>M. choutnounensis- M. njoyai- M .bankouopi- M. kouoptamoensis- T. bicornei- T. assambai</i> | 7           | 4,5         |
|                               |   | <i>M. barbi - M. nchoutnounensis– M. njoyai – M. bankouopi-M. kouoptamoensis - T. bicornei</i> | 5           | 3,2         |
|                               | <b>Total</b>  | <b>12</b>  | <b>7,8</b>  |             |

n : effectifs d'hôtes parasités impliqués dans l'association parasitaire chez de *Labeo* sp.; % pourcentage d'hôtes

*bankouopi-M.nchoutnounensis-M. njoyai-T.assambai* sont les plus fréquentes avec une occurrence de 15,4% (4 poissons sur 26 individus du lot). Elles impliquent toutes deux espèces principales et deux espèces secondaires.

#### **III.1.2.7.5. Parasitisme pentaspécifique**

Chez *O. niloticus*, nous avons répertorié une combinaison du parasitisme pentaspécifique dans la rivière Noun et dans le bassin piscicole. Cette association constituée de *M. camerounensis* – *M. israelensis* – *M. brachysporus* – *M.heterosporus* – *M. agolus*, est présente chez trois poissons à Kouoptamo et chez 19 individus hôtes provenant des étangs piscicoles.

Chez *Labeo* sp. par contre, nous avons identifié 4 associations d'infestation pentaspécifique dont la plus fréquente est constituée de *M. barbi-M. nchoutnounensis-M. njoyai-M. bankouopi-T. assambai* (fréquence = 40%).

#### **III.1.2.7.6. Parasitisme à 6 espèces**

Chez *Labeo* sp. deux combinaisons à six espèces de Myxosporidies ont été enregistrées chez douze (12) individus hôtes ; il s'agit de la combinaison constituée de *M. nchoutnounensis-M. njoyai-M. bankouopi-M. kouoptamoensis-T. bicornei-T. assambai* et l'association composée de *M. barbi-M. nchoutnounensis-M. njoyai-M. bankouopi-M. kouoptamoensis-T. bicornei* avec 58,3% et 41,6% de cas respectivement. Elles impliquent chacune deux espèces principales et quatre espèces secondaires (Tableau VIII).

### **III.1.2.12. Relation entre les taux d'infestation des différentes espèces de Myxosporidies parasites d'*Oreochromis niloticus* et de *Labeo* sp.**

#### **III. 1. 2. 12.1. Cas d'*Oreochromis niloticus***

Dans les étangs piscicoles, on remarque en général qu'entre *M. israelensis*, *M. brachysporus*, *M. heterosporus* et *M. agolus*, l'augmentation du pourcentage d'infestation d'une espèce entraîne significativement l'augmentation de celui de l'autre (Tableau IX). Une corrélation négative mais non significative a été enregistrée entre le taux d'infestation de *M. camerounensis* d'une part et l'occurrence de *M. israelensis*, *M. brachysporus* et *M. heterosporus* d'autre part (Tableau IX). Cela suggère qu'apparemment, lorsque les pourcentages d'infestation de *M. camerounensis* augmentent, ceux de *M. israelensis*, *M. brachysporus* et *M. heterosporus* ont plutôt tendance de baisser. Pourtant, ces espèces ne

s'excluent pas étant donné qu'elles sont impliquées dans des associations multispécifiques comme le montre les tableaux VI et VII précédents. Cette situation s'explique par le fait qu'en plus des reins et la rate qui sont colonisés par toutes ces espèces de Myxosporidies, *M. camerounensis* forme des kystes dans les branchies d'*Oreochromis niloticus*.

**Tableau IX: Valeurs des corrélations entre les taux d'infestation des différentes espèces de Myxosporidies parasites d'*O. niloticus* à Fouban**

|                        | <i>M. camerounensis</i> | <i>M. agolus</i> | <i>M. israelensis</i> | <i>M. brachysporus</i> |
|------------------------|-------------------------|------------------|-----------------------|------------------------|
| <i>M. agolus</i>       | 0,085                   |                  |                       |                        |
| <i>M. israelensis</i>  | -0,123                  | 0,693**          |                       |                        |
| <i>M. brachysporus</i> | -0,218                  | 0,829**          | 0,792**               |                        |
| <i>M. heterosporus</i> | -0,225                  | 0,877*           | 0,76**                | 0,963**                |

\* : la corrélation est significative à 0,05 ; \*\* : la corrélation significative à 0,01 ; *M* : *Myxobolus*

Dans la rivière Noun, l'augmentation du pourcentage d'infestation de *M. agolus*, entraîne une hausse statistiquement significative de ce paramètre chez *M. brachysporus* (Tableau X). On a également observé une corrélation positive et significative entre les taux d'infestation de *M. heterosporus* et *M. israelensis*.

En comparant les valeurs de ces corrélations entre les deux milieux, l'on se rend compte que les phénomènes observés en milieu naturel sont seulement renforcés en milieu confiné.

**Tableau X: Valeurs des corrélations entre les Taux d'infestation des différentes espèces de Myxosporidies parasites d'*O. niloticus* à Kouoptamo**

|                        | <i>M. camerounensis</i> | <i>M. agolus</i> | <i>M. israelensis</i> | <i>M. brachysporus</i> |
|------------------------|-------------------------|------------------|-----------------------|------------------------|
| <i>M. agolus</i>       | 0,086                   |                  |                       |                        |
| <i>M. israelensis</i>  | 0,308                   | 0,34             |                       |                        |
| <i>M. brachysporus</i> | -0,122                  | 0,554**          | 0,452                 |                        |
| <i>M. heterosporus</i> | 0,168                   | 0,508            | 0,673**               | 0,417                  |

\*\* : corrélation significative à 0,01 ; *M* : *Myxobolus*

### II.1.2.12.2. Cas de *Labeo* sp.

L'augmentation du pourcentage d'infestation de *Myxobolus njoyai* entraîne significativement l'augmentation de ceux de *M. nchoutnounensis*, *M. bankouopi* et *M. kouoptamoensis* (Tableau XI). Le taux de parasitisme par *M. nchoutnounensis* augmente significativement avec ceux de *M. bankouopi* et *M. kouoptamoensis*.

**Tableau XI: Valeurs de corrélations entre les taux d'infestation des différentes espèces de Myxosporidies parasites de *Labeo* sp. à Kouoptamo**

|                           | <i>M. barbi</i> | <i>M. nchoutnounensis</i> | <i>M. njoyai</i> | <i>M. bankouopi</i> | <i>M. kouoptamoensis</i> | <i>T. assambai</i> |
|---------------------------|-----------------|---------------------------|------------------|---------------------|--------------------------|--------------------|
| <i>M. nchoutnounensis</i> | 0,109           |                           |                  |                     |                          |                    |
| <i>M. njoyai</i>          | 0,030           | 0,561**                   |                  |                     |                          |                    |
| <i>M. bankouopi</i>       | -0,044          | 0,189*                    | 0,232**          |                     |                          |                    |
| <i>M. kouoptamoensis</i>  | -0,023          | 0,242**                   | 0,277**          | 0,012               |                          |                    |
| <i>T. assambai</i>        | 0,081           | 0,134                     | -0,008           | 0,027               | -0,035                   |                    |
| <i>T. bicornei</i>        | 0,022           | 0,111                     | -0,018           | -0,14               | -0,042                   | 0,083              |

\*\* : la corrélation significative à 0,01 ; M : *Myxobolus*

### III.1.2.8. Distribution du taux d'infestation en fonction de la taille de l'hôte

#### Chez *Oreochromis niloticus*

A Fouban, la proportion des spécimens d'*Oreochromis niloticus* infestés varie de manière significative en fonction des classes de tailles ( $\chi^2 = 7,69$  ;  $P = 0,02$ ). Les spécimens d'*O. niloticus* les plus âgés sont plus parasités par *M. agolus* ( $\chi^2 = 9,51$  ;  $P = 0,009$ ), *M. brachysporus* ( $\chi^2 = 9,27$  ;  $P = 0,01$ ), et *M. heterosporus* ( $\chi^2 = 11,47$  ;  $P = 0,003$ ) (Tableau XII). Par contre, les pourcentages d'infestation par *M. israelensis* ( $\chi^2 = 12,29$  ;  $P = 0,002$ ) sont plus élevés chez les plus jeunes spécimens d'hôtes. Le taux du parasitisme par *M. camerounensis* apparemment plus élevé chez les hôtes de classe intermédiaire, n'est pas statistiquement significatif. Cependant, des corrélations positives mais non significatives ont été enregistrées entre la longueur standard et le taux du parasitisme en fonction des classes de tailles d'*O. niloticus* en milieu piscicole ( $r = 0,106$  ;  $P = 0,51$ ) (Annexe I). Les taux d'infestation ont été comparés entre les différentes classes de tailles d'*O. niloticus* prises deux à deux à Fouban (Annexe II). Les différences significatives dans le taux du parasitisme à *M. agolus* sont essentiellement observées entre les individus de la classes [20-70] et ceux appartenant à la tranche de taille 120,

**Tableau XII: Variation du pourcentage d'infestation d'*Oreochromis niloticus* par différentes espèces parasites en fonction des classes de tailles à Fouban**

| Espèces parasites       |   | Classe de taille                |                                    |                              | Total<br>N=267 |
|-------------------------|---|---------------------------------|------------------------------------|------------------------------|----------------|
|                         |   | [20-70[<br>(N <sub>1</sub> =43) | [70-120[<br>(N <sub>2</sub> = 209) | 120<br>(N <sub>3</sub> = 15) |                |
| <i>M. agolus</i>        | n | 15                              | 60                                 | 10                           | <b>85</b>      |
|                         | % | 34,8                            | 29,7                               | 66,6                         | <b>31,8</b>    |
| <i>M. brachysporus</i>  | n | 27                              | 91                                 | 11                           | <b>129</b>     |
|                         | % | 62,8                            | 43,5                               | 73,3                         | <b>48,3</b>    |
| <i>M. camerounensis</i> | n | 8                               | 43                                 | 1                            | <b>52</b>      |
|                         | % | 18,6                            | 20,6                               | 6,6                          | <b>19,5</b>    |
| <i>M. heterosporus</i>  | n | 20                              | 77                                 | 12                           | <b>109</b>     |
|                         | % | 46,5                            | 36,8                               | 80,0                         | <b>40,8</b>    |
| <i>M. israelensis</i>   | n | 26                              | 70                                 | 8                            | <b>104</b>     |
|                         | % | 60,5                            | 33,5                               | 53,3                         | <b>39,0</b>    |

N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub> et N<sub>3</sub> : nombre d'individus hôtes examinés par classe de taille ; n : nombre d'individus hôtes parasités par classe de taille ; % pourcentage d'infestation ; *M* : *Myxobolus*

alors que cette différence est enregistrée entre les classes [20-70[ et [70-120[ pour *M. israelensis* et enfin entre les classes 120 et [70-120[ pour *M. brachysporus* et *M. heterosporus*.

Dans la rivière Noun, le test de Khi deux montre que les différences apparentes observées dans la variation des pourcentages d'infestation en fonction des classes de tailles chez *O. niloticus* ne sont pas statistiquement significatives (tableau XIII). Les plus jeunes spécimens de cet hôte n'ont pas été infestés par *M. camerounensis*. Les pourcentages d'infestation par cette espèce parasite sont très faibles dans les classes de taille [70-120[ (taux= 6%). Tous les jeunes individus d'*O. niloticus* sont parasités par *M. brachysporus*. Ces taux d'infestation baissent à 49% dans la classe [70-120[ et à 41,1% dans la classe de taille 120. L'occurrence de *M. agolus* est de 50% dans la classe de taille [20-70[, elle baisse à 11,2% dans la classe intermédiaire, et augmente légèrement chez les individus de longueur standard 120 (taux = 17,6%). Les taux du parasitisme par *M. heterosporus* et *M. israelensis* sont apparemment plus élevés chez les jeunes individus d'*O. niloticus* et valent 50%. L'étude des corrélations entre la longueur standard des spécimens d'*O. niloticus* capturés dans le Noun et les pourcentages d'infestation des différentes espèces parasites ne révèle pas de différence statistiquement significative.

**Tableau XIII: Variation du Taux d'infestation d'*Oreochromis niloticus* par différentes espèces parasites à Kouoptamo en fonction des classes de tailles**

| Espèces parasites       |   | Classe de taille               |                                    |                              | Total<br>N=270 |
|-------------------------|---|--------------------------------|------------------------------------|------------------------------|----------------|
|                         |   | [20-70[<br>(N <sub>1</sub> =4) | [70-120[<br>(N <sub>2</sub> = 249) | 120<br>(N <sub>3</sub> = 17) |                |
| <i>M. agolus</i>        | n | 2                              | 28                                 | 3                            | <b>33</b>      |
|                         | % | 50,0                           | 11,2                               | 17,6                         | <b>12,2</b>    |
| <i>M. brachysporus</i>  | n | 4                              | 122                                | 7                            | <b>133</b>     |
|                         | % | 100                            | 49                                 | 41,1                         | <b>49,2</b>    |
| <i>M. camerounensis</i> | n | 0                              | 15                                 | 28                           | <b>43</b>      |
|                         | % | 0                              | 6,0                                | 10,3                         | <b>16</b>      |
| <i>M. heterosporus</i>  | n | 2                              | 36                                 | 3                            | <b>41</b>      |
|                         | % | 50                             | 14,5                               | 17,6                         | <b>15,2</b>    |
| <i>M. israelensis</i>   | n | 2                              | 37                                 | 5                            | <b>44</b>      |
|                         | % | 50                             | 14,8                               | 29,4                         | <b>16,3</b>    |

N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub> et N<sub>3</sub> : nombre d'individus examinés par classe de taille; n : nombre d'individus parasités par classe de taille; % pourcentage d'infestation ; M : *Myxobolus*

Il ressort des résultats de la comparaison des taux d'infestation entre les classes de tailles prises deux à deux à l'aide du test de chi deux à Kouoptamo, que les pourcentages d'infestation par *M. brachysporus* sont statistiquement différents entre les classes [20-70[ et 120. Nous avons également noté des différences statistiquement significatives entre les taux d'infestation par *M. agolus*, *M. heterosporus* et *M. israelensis* chez les individus d'*O. niloticus* appartenant de la classe [20-70[ et ceux de la tranche d'âge [70-120[ (annexe III).

Une comparaison des différentes classes de tailles entre les deux milieux d'étude montre que dans la classe [20-70[, les taux d'infestation sont statistiquement comparables (annexe III). Dans la classe intermédiaire, les individus de *O. niloticus* sont statistiquement plus parasités ( $P < 0,001$ ) en milieu piscicole qu'en milieu naturel par *M. agolus*, *M. camerounensis*, *M. heterosporus* et *M. israelensis*. Le constat est le même chez les spécimens de *O. niloticus* de longueur standard 120 qui sont statistiquement plus infestés en situation piscicole par *M. agolus* ( $\chi^2 = 7,93$  ;  $P = 0,06$ ) et *M. heterosporus* ( $\chi^2 = 12,44$  ;  $P = 0,01$ ).

#### **Chez *Labeo* sp.**

Dans l'ensemble, les Myxosporidies trouvées chez *Labeo* sp. présentent des pourcentages d'infestation qui ne varient pas de manière significative en fonction des classes de taille, excepté *M. bankouopi* dont les prévalences sont statistiquement ( $\chi^2 = 7,14$  ; ddl = 2 ;

P = 0,028) plus élevées chez les hôtes de classe intermédiaire (taux= 43,8%) et ceux de grande taille(taux= 36,4%) (Tableau XIV).

**Tableau XIV : Taux d'infestation par les différentes espèces parasites chez *Labeo* sp. en fonction des classes de tailles**

| Espèces parasites        |   | Classe de taille                   |                                   |                                   | Total<br>(N= 154) |
|--------------------------|---|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------|
|                          |   | ]70-100]<br>(N <sub>1</sub> = 100) | ]100-130]<br>(N <sub>2</sub> =32) | ]130-160]<br>(N <sub>3</sub> =22) |                   |
| <i>M. bankouopi</i>      | n | 21                                 | 14                                | 8                                 | <b>43</b>         |
|                          | % | 21,0                               | 43,8                              | 36,4                              | <b>27,9</b>       |
| <i>M. barbi</i>          | n | 35                                 | 11                                | 2                                 | <b>48</b>         |
|                          | % | 35,0                               | 34,4                              | 9,1                               | <b>31,2</b>       |
| <i>M. kouoptamoensis</i> | n | 17                                 | 8                                 | 6                                 | <b>31</b>         |
|                          | % | 17,0                               | 25,0                              | 27,3                              | <b>20,1</b>       |
| <i>M. njoyai</i>         | n | 53                                 | 22                                | 14                                | <b>89</b>         |
|                          | % | 53,0                               | 68,8                              | 63,6                              | <b>57,8</b>       |
| <i>M. nchoutnounensi</i> | n | 80                                 | 30                                | 15                                | <b>125</b>        |
|                          | % | 80,0                               | 93,8                              | 68,2                              | <b>81,2</b>       |
| <i>T. assambai</i>       | n | 28                                 | 7                                 | 5                                 | <b>40</b>         |
|                          | % | 28,0                               | 21,9                              | 22,7                              | <b>26,0</b>       |
| <i>T. bicornei</i>       | n | 20                                 | 8                                 | 2                                 | <b>30</b>         |
|                          | % | 20,0                               | 25,0                              | 9,1                               | <b>19,5</b>       |
| <b>Total</b>             |   | <b>254</b>                         | <b>100</b>                        | <b>52</b>                         |                   |

N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub> et N<sub>3</sub> : nombre d'individus hôtes examinés par classe de taille; n : nombre d'individus hôtes parasités ;  
% : pourcentage d'infestation M : *Myxobolus*.

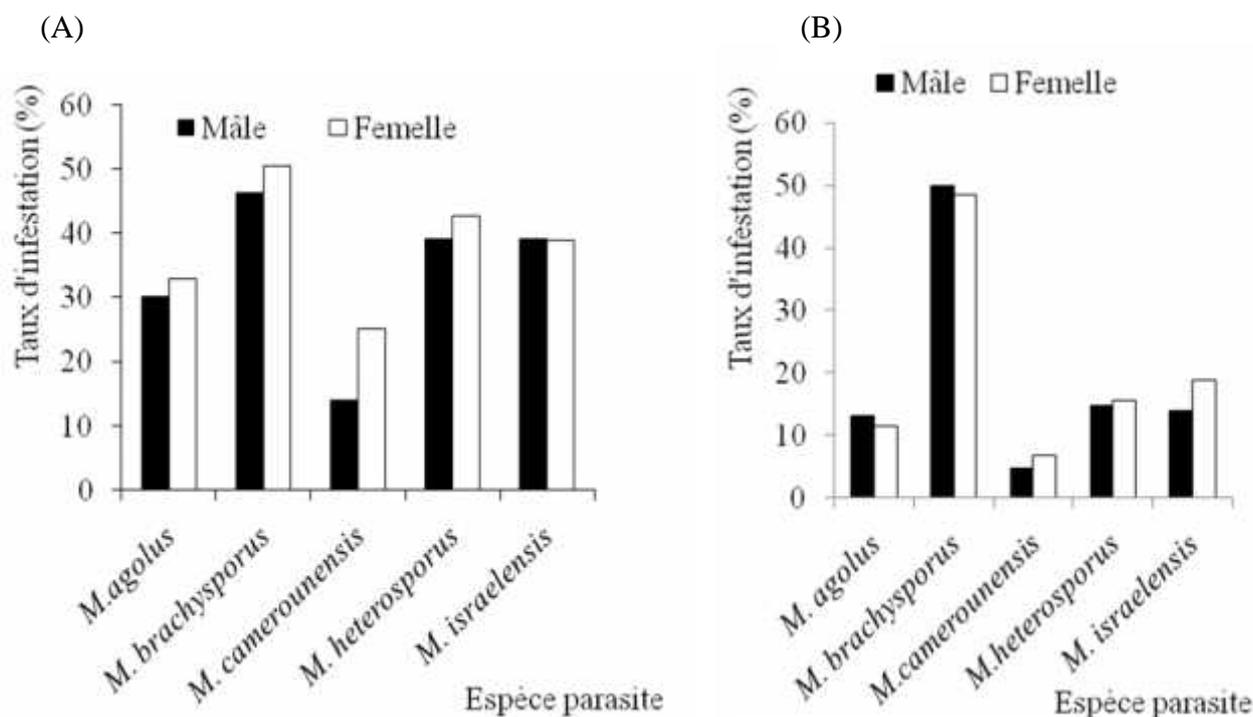
L'occurrence de *M. barbi* diminue apparemment avec la taille de l'hôte mais la différence n'est cependant pas significative. Les taux d'infestation à *M. kouoptamoensis* semblent augmenter avec la taille de *Labeo* sp. mais la différence observée n'est pas significative. En effet, ces taux varient entre 17,0% (chez les jeunes spécimens) et 27,3% chez les hôtes âgés. Les individus de *Labeo* sp. appartenant à la classe de taille ]100-130] sont apparemment plus infestés par *M. nchoutnounensis* (taux= 93,8%) et *M. njoyai* (taux = 68,8%). Une corrélation positive et significative a été trouvée entre la longueur standard de *Labeo* sp. et les pourcentages d'infestation de *M. bankouopi* ( $r = +0,191$  ;  $P = 0,018$ ) et *M. njoyai* ( $r = +0,164$  ;  $P = 0,042$ ). Cette corrélation est négative et significative entre la longueur standard et les taux d'infestation par *M. barbi* ( $r = -0,188$   $P = 0,019$ ) (Annexe IV).

Les pourcentages d'infestation des différentes espèces parasites de *Labeo* sp. ont été comparés entre les différentes classes de tailles prises deux à deux. Il ressort de cette analyse que les différences significatives entre les taux de parasitisme à *M. bankouopi* sont observées chez les individus des classes ]70-100] et ceux de la classe ]100-130]. Les taux d'infestation à *M. barbi* des individus de la classe ]70-100] sont statistiquement différentes de ceux de la classe ]130-160]. C'est le cas avec les spécimens de la classe ]100-130] dont les taux du parasitisme à *M. nchoutnounensis* sont statistiquement différents de ceux des poissons appartenant à la classe de taille ]130-160] (Annexe V).

### III.1.2.9. Variation du taux d'infestation en fonction du sexe de l'hôte

#### Chez *Oreochromis niloticus*

Exception faite de *M. camerounensis* qui est significativement plus fréquent ( $\chi^2 = 5,35$  ;  $P = 0,021$ ) chez les spécimens d'*O. niloticus* femelles (25,2 %) que chez les mâles (14,0 %), dans l'ensemble, les taux d'infestation d'*O. niloticus* des deux sexes par les Myxosporidies étudiées sont similaires à Foumban ( $P > 0,05$ ). Ces taux varient de 25,2% à 50,4% chez les spécimens de sexe femelle et entre 14% et 46,3% chez les mâles (Fig. 21A). A Kouoptamo, aucune préférence de sexe n'est notée dans le parasitisme d'*O. niloticus* par les différentes espèces de Myxosporidies ( $P > 0,05$ ). Dans ce biotope, les taux d'infestation varient entre 4,8% et 50% chez les individus de sexe mâle, et entre 6,8% à 48,6% chez les poissons de sexe femelle (Fig. 21 B).



**Figure 21: Variation du taux d'infestation parasitaire chez *O. niloticus* en fonction du sexe : (A) Fouban ; (B) Kouoptamo.**

Une comparaison des taux d'infestation en fonction du sexe de l'hôte (test de  $\chi^2$ ) entre les deux sites d'étude révèle que, excepté *M. brachysporus* dont les pourcentages d'infestation sont statistiquement comparables dans les deux milieux (Annexe VI), les hôtes des deux sexes sont statistiquement ( $P < 0,001$ ) plus parasités dans les étangs piscicoles par *M. agolus*, *M. camerounensis*, *M. heterosporus* et *M. israelensis*.

#### **Chez *Labeo* sp.**

Les taux d'infestation des Myxosporidies étudiées chez *Labeo* sp. sont statistiquement similaires entre les individus de sexes mâle et femelle ( $P > 0,05$ ), bien que ces taux aient varié entre 13,9% et 81,9% chez les poissons mâles et entre 20,7% à 80,5% chez les femelles (Tableau XV).

#### **III.1.2.9. Variation du taux d'infestation en fonction des organes cibles**

##### **Chez *Oreochromis niloticus***

Chez *O. niloticus*, les espèces de Myxosporidies étudiées ont été récoltées dans les branchies, le foie, les opercules, le tégument, la rate, les reins et les yeux.

**Tableau XV: Taux d'infestation des différentes espèces parasites en fonction du sexe chez *Labeo* sp.**

| Espèce hôte                               | Espèce parasite           | Sexe |         |    |      | Valeur de P |
|---|---------------------------|------|---------|----|------|-------------|
|   |                           | Mâle | Femelle | n  | %    |             |
| <i>Labeo</i> sp.<br>N= 154<br>= 72<br>=82 | <i>M. bankouopi</i>       | 19   | 26,4    | 24 | 29,3 | 0,691 NS    |
|   | <i>M. barbi</i>           | 18   | 25,0    | 30 | 36,6 | 0,12 NS     |
|   | <i>M. kouoptamoensis</i>  | 14   | 19,4    | 17 | 20,7 | 0,842 NS    |
|   | <i>M. nchoutnounensis</i> | 59   | 81,9    | 66 | 80,5 | 0,818 NS    |
|   | <i>M. njoyai</i>          | 43   | 59,7    | 46 | 56,1 | 0,650 NS    |
|   | <i>T. assambai</i>        | 15   | 20,8    | 25 | 30,5 | 0,173 NS    |
|   | <i>T. bicornei</i>        | 10   | 13,9    | 20 | 24,4 | 0,101 NS    |

N : nombre d'individus examinés par sexe; n : nombre d'individus parasités ; pourcentage d'infestation M : *Myxobolus* ; T : *Thelohanellus*, : nombre d'individus mâle ; : nombre d'individus femelle ; % : pourcentage d'infestation

A Fouban, la variation du taux d'infestation en fonction des organes parasités révèle une différence statistiquement significative ( $\chi^2 = 274,20$  ; ddl= 6 ; P< 0,001) (Tableau XVI). Les yeux et les branchies, avec respectivement 26,9% et 23,7% de cas, sont les organes les plus affectés par *M. camerounensis*, alors que les reins (0,9%) et la rate (0,4%) sont rarement parasités par cette Myxosporidie. L'occurrence de *M. agolus* varie significativement en fonction des organes cibles ( $\chi^2 = 132,2$  ; ddl= 3 ; P= 0,001). *M. brachysporus*, *M. heterosporus* et *M. israelensis* infestent chacune trois (3) organes (les reins, la rate et le foie). Pour chacune de ces Myxosporidies, les reins constituent l'organe le plus affecté, suivi de la rate, et du foie.

A Kouoptamo, *Myxobolus camerounensis* infeste les branchies, les reins, la rate, et les opercules (Tableau XVI). La différence observée dans l'occurrence de ce parasite en fonction des organes cibles est significative ( $\chi^2 = 78,71$ ; ddl = 3 ; P =0,002). Les branchies sont plus affectées par cette Myxosporidie.

**Tableau XVI: Taux d'infestation (%) d' *Oreochromis niloticus* par les différentes espèces de Myxosporidies des différents organes à Foumban et à Kouoptamo**

| Localités        | Espèces parasites       | Branchies | Foie | Opercule | tégument | Rate | Reins | Yeux | Valeur de P |
|------------------|-------------------------|-----------|------|----------|----------|------|-------|------|-------------|
|                  | <i>M. agolus</i>        | 1,8       | 2,7  | -        | -        | 22,2 | 34,6  | -    | 0,001       |
|                  | <i>M. brachysporus</i>  | -         | 3,1  | -        | -        | 43,8 | 51,9  | -    | 0,001       |
| <b>Foumban</b>   | <i>M. camerounensis</i> | 23,7      | -    | 1,5      | 11,1     | 0,4  | 0,9   | 26,9 | 0,001       |
|                  | <i>M. heterosporus</i>  | -         | 2,2  | -        | -        | 29,2 | 39,0  | -    | 0,001       |
|                  | <i>M. israelensis</i>   | -         | 3,6  | -        | -        | 32,9 | 39,4  | -    | 0,001       |
|                  | <i>M. agolus</i>        | -         | 2,7  | -        | -        | 8,3  | 10,8  | -    | 0,001       |
|                  | <i>M. brachysporus</i>  | -         | 2,1  | -        | -        | 40,0 | 40,9  | -    | 0,001       |
| <b>Kouoptamo</b> | <i>M. camerounensis</i> | 4,0       | -    | 3,3      | -        | 0,4  | 0,8   |      | 0,002       |
|                  | <i>M. heterosporus</i>  | -         | 1,6  | -        | -        | 12,8 | 15,4  | -    | 0,001       |
|                  | <i>M. israelensis</i>   | -         | 1,2  | -        | -        | 13,9 | 14,7  | -    | 0,001       |

- : pas de parasites ; M : *Myxobolus*

*M. brachysporus*, *M. israelensis*, *M. heterosporus* infestent le foie, les reins et la rate. Les reins et la rate sont les organes les plus couramment affectés par ces différentes espèces parasites ( $P < 0,001$ ). Dans la rate, le taux d'infestation est de 0,4% pour *M. camerounensis* et 40,0% pour *M. brachysporus*. Dans les reins, les pourcentages d'infestation sont de 0,8% et de 40,9% pour *M. camerounensis* et *M. brachysporus* respectivement (Tableau XVI).

Une comparaison des taux d'infestation des différentes espèces de Myxosporidies parasites de *O. niloticus* en fonction des organes cibles entre Fouban et Kouptamo révèle les faits suivants : Les taux d'infestation parasitaire sont statistiquement plus élevés ( $\chi^2 = 8,48$  ;  $P = 0,004$ ) dans les organes de *O. niloticus* en situation piscicole qu'en milieu naturel (Annexe VII). *M. camerounensis* ( $\chi^2 = 32,36$  ;  $P < 0,001$ ) ; *M. agolus* ( $\chi^2 = 46,7$ ,  $P < 0,001$ ) ; *M. heterosporus* ( $\chi^2 = 40,0$  ;  $P < 0,001$ ) et *M. israelensis* ( $\chi^2 = 51,4$  ;  $P < 0,001$ ) présentent des taux d'infestation plus élevés dans les reins et la rate d'*O. niloticus* en milieu piscicole qu'en milieu naturel. Les branchies d'*O. niloticus* sont statistiquement plus parasitées ( $\chi^2 = 32,36$  ;  $P < 0,001$ ) par *M. camerounensis* en milieu piscicole qu'en situation naturelle. En milieu piscicole, *M. camerounensis* infeste six (06) organes tandis que le même parasite, dans la rivière Noun affecte quatre (04) organes chez *O. niloticus*.

#### **Chez *Labeo* sp.**

Le nombre d'organes affectés par au moins une espèce parasite varie de 1 à 8 (Tableau XVII). Les espèces principales, notamment *Myxobolus njoyai* et *M. nchoutnounensis* ont été les plus couramment rencontrées avec 5 et 8 organes parasités respectivement. *Telohanellus bicornei* et *T. assambai* n'ont été trouvées que dans les branchies. La variation du taux d'infestation par *M. nchoutnounensis* en fonction des organes cibles montre une différence hautement significative ( $\chi^2 = 235,8$  ; ddl= 7 ;  $P = 0,001$ ). Le foie et l'opercule avec respectivement 2,2% et 3,1% de cas, constituent les organes les moins affectés par cette Myxosporidie. L'occurrence de *M. barbi* ( $\chi^2 = 51,2$  ;  $P = 0,001$ ), *M. njoyai* ( $\chi^2 = 94,53$  ; ddl= 4 ;  $P = 0,001$ ) et *M. bankouopi* ( $\chi^2 = 48,20$  ; ddl= 3 ;  $P = 0,001$ ) varie de manière significative en fonction des organes cibles. Le taux du parasitisme est plus élevé au niveau des branchies pour *M. barbi* et *Telohanellus assambai*. Avec un taux d'infestation de 76,4% pour *Myxobolus nchoutnounensis* et 52,2% pour *M. njoyai*, les reins constituent les organes les plus affectés par ces Myxosporidies. Dans la rate, les taux de parasitisme par *M. nchoutnounensis* et *M. njoyai* sont de 56,3% et 41,1% respectivement.

**TableauXVII : Taux d'infestation de *Labeo* sp. par différentes espèces de Myxosporidies en fonction des organes cibles**

| Espèce parasite           | Organes cibles |      |          |          |          |      |      |      | Valeur de P |
|---------------------------|----------------|------|----------|----------|----------|------|------|------|-------------|
|                           | Branchies      | Foie | Nageoire | Opercule | Tégument | Rate | Rein | Yeux |             |
| <i>M. bankouopi</i>       | 18,0           | -    | -        | -        | 1,3      | 7,3  | 14,6 | -    | 0,005       |
| <i>M. barbi</i>           | 34,5           | 10,0 | -        | -        | -        | -    | -    | -    | 0,001       |
| <i>M. Kouoptamoensis</i>  | 14,4           | -    | -        | -        | -        | -    | 12,1 | -    | 0,004       |
| <i>M. nchoutnounensis</i> | 5,0            | 2,2  | 30,2     | 3,1      | 8,2      | 56,3 | 76,4 | 9,1  | 0,001       |
| <i>M. njoyai</i>          | 12,9           | -    | 1,9      | -        | 2,0      | 41,1 | 52,2 | -    | 0,001       |
| <i>T. assambai</i>        | 27,3           | -    | -        | -        | -        | -    | -    | -    | -           |
| <i>T. bicornei</i>        | 20,1           | -    | -        | -        | -        | -    | -    | -    | -           |

- : pas de parasites ; M : *Myxobolus* ; T : *Thelohanellus*

### III.1.2.11. Variation saisonnière des taux d'infestations parasitaires

#### III.1.2.11.1. Chez *Oreochromis niloticus*

Globalement, la proportion d'individus infestés par différentes espèces de Myxosporidie varie significativement selon les saisons dans les étangs piscicoles de Foumban ( $\chi^2 = 5,84$  ;  $P = 0,016$ ). Dans ce biotope, les spécimens d'*O. niloticus* sont plus parasités en saison pluvieuse qu'en saison sèche par *M. camerounensis*, *M. israelensis* et *M. heterosporus*. La comparaison de l'occurrence de *M. camerounensis* en fonction des saisons montre une différence significative ( $\chi^2 = 6,12$  ;  $P = 0,013$ ). Le taux d'infestation de ce parasite est élevé (22,7 % pendant la saison des pluies) et faible (8,3% pendant la saison sèche). De même, le pourcentage d'infestation de *M. israelensis* est plus élevé ( $\chi^2 = 4,91$  ;  $P = 0,027$ ) en saison pluvieuse (42,5%) qu'en saison sèche (26,7 %). L'occurrence de *M. heterosporus* vaut 44,6 % pendant la saison des pluies et 30,0 % pendant la saison sèche. La comparaison des pourcentages d'infestation de ces parasites en fonction des saisons est statistiquement significative ( $P = 0,043$ ) (Tableau XVIII).

**Tableau XVIII: Taux d'infestation parasitaire en fonction des saisons chez *Oreochromis niloticus* à Foumban.**

| Espèce hôte                     | Espèce parasite         | SP<br>(N <sub>1</sub> = 207) |      | SS<br>(N <sub>2</sub> = 60) |      | Valeur de P |
|---------------------------------|-------------------------|------------------------------|------|-----------------------------|------|-------------|
|                                 |                         | n                            | %    | n                           | %    |             |
| <i>O. niloticus</i><br>(N= 267) | <i>M. agolus</i>        | 70                           | 33,8 | 15                          | 25,0 | 0,21 NS     |
|                                 | <i>M. brachysporus</i>  | 105                          | 50,7 | 24                          | 40,0 | 0,18 NS     |
|                                 | <i>M. camerounensis</i> | 47                           | 22,7 | 5                           | 8,3  | 0,013 S     |
|                                 | <i>M. heterosporus</i>  | 91                           | 44,6 | 18                          | 30,0 | 0,043 S     |
|                                 | <i>M. israelensis</i>   | 88                           | 42,5 | 16                          | 26,7 | 0,027 S     |

N : nombre d'individus examinés ; N<sub>i</sub> : nombre d'individus examinés par saison ; n : nombre d'individus parasités ; % : pourcentage d'infestation ; SP : saison des pluies ; SS : saison sèche ; S : significatif ; NS : non significatif

Dans l'ensemble, les taux d'infestation d'*O. niloticus* pendant les deux saisons par les Myxosporidies récoltées dans la rivière Noun sont similaires ( $P > 0,05$ ). Toutefois, *M. israelensis* est plus fréquent ( $P = 0,017$ ) chez les poissons échantillonnés en saison pluvieuse (Taux= 19,7%) que chez ceux récoltés en saison sèche (7,8%) (Tableau XIX).

Une comparaison de l'occurrence des Myxosporidies étudiées entre les sites d'étude montre que les taux d'infestation par *M. israelensis*, *M. heterosporus*, *M. agolus* et *M. camerounensis* sont statistiquement plus élevés ( $P < 0,001$ ) en saison pluvieuse dans les étangs piscicoles que dans la rivière Noun. Par contre, pendant la saison sèche, les poissons capturés en milieu naturel sont plus parasités par *M. heterosporus* comparés aux hôtes provenant des étangs piscicoles ( $\chi^2 = 8,43$  ;  $P = 0,004$ ) (Annexe VIII).

**Tableau XIX : Taux d'infestation parasitaire en fonction des saisons chez *Oreochromis niloticus* à Kouoptamo.**

| Espèce hôte                     | Espèce parasite         | SP<br>(N <sub>1</sub> = 193) |      | SS<br>(N <sub>2</sub> =77) |      | Valeur de P |
|---------------------------------|-------------------------|------------------------------|------|----------------------------|------|-------------|
|                                 |                         | n                            | %    | n                          | %    |             |
| <i>O. niloticus</i><br>(N= 270) | <i>M. agolus</i>        | 23                           | 11,9 | 10                         | 13,0 | 0,80 NS     |
|                                 | <i>M. brachysporus</i>  | 90                           | 46,6 | 43                         | 55,8 | 0,17 NS     |
|                                 | <i>M. camerounensis</i> | 28                           | 14,5 | 15                         | 19,5 | 0,75 NS     |
|                                 | <i>M. heterosporus</i>  | 33                           | 17,1 | 8                          | 10,4 | 0,16 NS     |
|                                 | <i>M. israelensis</i>   | 38                           | 19,7 | 6                          | 7,8  | 0,017 S     |

Ni : nombre d'individus hôte examinés par saison ; n : nombre d'individus parasités ; % : pourcentage d'infestation ; SP : saison des pluies ; SS : saison sèche ; S : significatif ; NS : non significatif.

### III.1.2.11.2. Chez *Labeo* sp.

A l'exception de *M. bankouopi* qui n'a été trouvée que pendant la saison des pluies, les différentes espèces de Myxosporidies parasites de *Labeo* sp. à Kouoptamo ont été présentes chez leur hôte pendant toutes les saisons (Tableau XX).

En fonction des saisons, les taux d'infestation sont statistiquement plus élevés pendant la saison des pluies pour *M. njoyai* ( $\chi^2 = 64,5$  ;  $P = 0,01$ ) et *T. bicornei* ( $\chi^2 = 24,3$  ;  $P = 0,023$ ). Si les poissons semblent plus parasités par *M. nchoutnounensis* (taux = 83,2 %) comparés au taux obtenu en saison sèche (76,6%), la différence observée n'est cependant pas significative ( $\chi^2 = 0,92$  ;  $P = 0,33$ ). *M. kouoptamoensis* est statistiquement ( $P = 0,048$ ) plus fréquente en saison sèche (taux = 29,8 %) qu'en saison pluvieuse (taux = 15,9 %).

**Tableau XX: Taux d'infestation des différentes espèces parasites en fonction des saisons chez *Labeo* sp.**

| Espèce hôte                  | Espèces parasites         | Saison                    |      |                         |      | Valeurs de P |
|------------------------------|---------------------------|---------------------------|------|-------------------------|------|--------------|
|                              |                           | SP (N <sub>1</sub> = 107) |      | SS (N <sub>2</sub> =47) |      |              |
|                              |                           | n                         | %    | n                       | %    |              |
| <i>Labeo</i> sp.<br>(N= 154) | <i>M. bankouopi</i>       | 43                        | 40,2 | 0                       | 0    | --           |
|                              | <i>M. barbi</i>           | 33                        | 30,8 | 15                      | 31,9 | 0,89 NS      |
|                              | <i>M. kouoptamoensis</i>  | 17                        | 15,9 | 14                      | 29,8 | 0,048 S      |
|                              | <i>M. njoyai</i>          | 69                        | 64,5 | 20                      | 42,6 | 0,013 S      |
|                              | <i>M. nchoutnounensis</i> | 89                        | 83,2 | 36                      | 76,6 | 0,33 NS      |
|                              | <i>T. assambai</i>        | 28                        | 26,2 | 12                      | 25,5 | 0,93 NS      |
|                              | <i>T. bicornei</i>        | 26                        | 24,3 | 4                       | 8,5  | 0,023 S      |

Ni : nombre d'individus hôte examinés par saison; n : nombre d'individus parasités ; % : pourcentage d'infestation ; SP : saison des pluies ; SS : saison sèche ; S : significatif ; NS : non significatif.

### III.1.2.13. Charges kystiques moyennes des différentes espèces de Myxosporidies parasites récoltées chez *Labeo* sp.

Les sept (07) espèces de Myxosporidies parasites de *Labeo* sp. prises en compte dans cette partie de l'étude forment des kystes chez leur hôte ; il s'agit de :

**Tableau XXI: Charge kystique chez *Labeo* sp. (mars 2008 à juin 2009) à Kouoptamo**

| Espèce hôte                  | Espèces parasites         | Charge kystique |           |            |     |      |
|------------------------------|---------------------------|-----------------|-----------|------------|-----|------|
|                              |                           | n               | $\bar{x}$ | Ecart type | Min | Max  |
| <i>Labeo</i> sp.<br>(N= 154) | <i>M. nchoutnounensis</i> | 36              | 5,2       | 12,22      | 1   | 73   |
|                              | <i>M. njoyai</i>          | 20              | 5,1       | 9,62       | 1   | 45   |
|                              | <i>M. bankouopi</i>       | 26              | 3,6       | 4,26       | 1   | 22   |
|                              | <i>M. kouoptamoensis</i>  | 19              | 36,3      | 63,75      | 1   | 246  |
|                              | <i>M. barbi</i>           | 49              | 90,9      | 208,1      | 1   | 1196 |
|                              | <i>T. assambai</i>        | 40              | 37,2      | 157,0      | 1   | 157  |
|                              | <i>T. bicornei</i>        | 30              | 2,9       | 1,83       | 1   | 8    |

$\bar{x}$  : Charge kystique moyenne ; N : nombre d'individus hôtes examinés; n : nombre d'individus hôtes portant au moins un kyste ; Min : valeur minimale ; Max : valeur maximale

*Myxobolus barbi*, *M. kouoptamoensis*, *M. nchoutnounensis*, *M. njoyai*, *M. bankouopi*, *Thelohanellus assambai* et *T. bicornei* (Tableau XXI). La charge kystique est en général moyenne ( $50 \leq \bar{x} \leq 100$  kystes) pour *M. barbi*, faible ( $10 \leq \bar{x} < 50$  kystes) pour *M. kouoptamoensis* et *T. assambai* et très faible ( $\bar{x} < 10$  kystes), pour *M. njoyai*, *M. bankouopi* et *T. bicornei*.

#### **III.1.2.13.1. Variation de la charge kystique moyenne en fonction de la taille chez *Labeo* sp.**

L'étude de la variation de la charge kystique moyenne en fonction de la taille chez *Labeo* sp. montre que d'une façon générale, il n'existe aucune évolution linéaire uniforme de cette variable avec la taille du poisson hôte (Tableau XXII). La corrélation entre la charge kystique moyenne de *M. barbi* et la longueur Standard de *Labeo* sp. est cependant significative ( $r = 0,775$  ;  $P < 0,001$ ) (Annexe IX). Le constat est le même entre la charge kystique de *M. kouoptamoensis* et la taille de *Labeo* sp. ( $r = 0,464$   $P = 0,045$ ) (annexe X).

Le résultat de la comparaison des charges kystiques moyennes entre les classes de taille de *Labeo* sp. prises deux à deux à l'aide du test U de Mann Whitney sont consignés dans le tableau Annexe XI. On constate que la différence est statistiquement significative entre les différentes classes de taille comparées deux à deux. Ainsi, Chez *Labeo* sp. *M. barbi* présente une charge kystique moyenne élevée (142 kystes) chez les individus de la classe ]130-160], et une charge kystique moyenne ( $50 \leq \bar{x} \leq 100$  kystes) dans les classes ]70-100] et ]100-130]. La charge kystique de *M. nchoutnounensis* est moyenne ( $\bar{x} = 65$  kystes) dans la classe de taille ]100-130] et faible ( $\bar{x} = 11,4$  kystes) dans la classe de taille ]70-100] (Tableau XXII). *M. njoyai*, *M. bankouopi*, *M. kouoptamoensis*, *T. assambai* et *T. bicornei* présentent des charges kystiques faibles ou très faibles dans les différentes classes de tailles.

#### **III.1.2.13.2. Variation de la charge kystique moyenne en fonction du sexe chez *Labeo* sp.**

Le tableau XXIII regroupe les résultats de l'évaluation de la charge kystique moyenne en fonction du sexe de *Labeo* sp. A l'exception de *M. barbi* dont la charge kystique moyenne est élevée ( $\bar{x} = 126,5$  kystes) chez les poissons femelles, toutes les autres espèces **parasites**

**Tableau XXII : Variation de la charge kystique moyenne des différentes espèces parasites de *Labeo* sp. en fonction de la taille à Kouoptamo**

| Classe de taille |           | Espèces parasites   |                 |                          |                           |                  |                    |                    |      |
|------------------|-----------|---------------------|-----------------|--------------------------|---------------------------|------------------|--------------------|--------------------|------|
|                  |           | <i>M. bankouopi</i> | <i>M. barbi</i> | <i>M. kouoptamoensis</i> | <i>M. nchoutnounensis</i> | <i>M. njoyai</i> | <i>T. assambai</i> | <i>T. bicornei</i> |      |
| ]70-100]         | n         | 11                  | 36              | 9                        | 17                        | 12               | 28                 | 20                 |      |
|                  | $\bar{x}$ | 3,64                | 96,0            | 11,44                    | 3,88                      | 6,67             | 45,25              | 2,70               |      |
|                  | N= 100    | Ecart type          | 2,70            | 234,30                   | 22,8                      | 4,99             | 12,36              | 40,75              | 1,78 |
|                  | Min-Max   | 1-9                 | 1-1196          | 1-72                     | 1_21                      | 1-45             | 3-157              | 1-8                |      |
| ]100-130]        | n         | 8                   | 10              | 7                        | 14                        | 7                | 7                  | 8                  |      |
|                  | $\bar{x}$ | 4,25                | 65,18           | 65,0                     | 2,93                      | 2,86             | 13,57              | 3,88               |      |
|                  | N= 32     | Ecart type          | 7,26            | 111,07                   | 96,74                     | 2,56             | 1,34               | 9,62               | 1,88 |
|                  | Min-Max   | 1-22                | 2-344           | 1-246                    | 1-7                       | 1-5              | 1-25               | 1-6                |      |
| ]130-160]        | n         | 7                   | 3               | 3                        | 5                         | 1                | 5                  | 2                  |      |
|                  | $\bar{x}$ | 2,86                | 142,0           | 44,0                     | 20,0                      | 3,0              | 25,40              | 1,50               |      |
|                  | N= 22     | Ecart type          | 0,69            | 142,84                   | 25,86                     | 35,35            | 0                  | 28,08              | 0,71 |
|                  | Min-Max   | 2-4                 | 41-243          | 16-67                    | 1-73                      | 3-3              | 1-72               | 1-2                |      |

$\bar{x}$  : Charge kystique moyenne ; N : nombre d'individus hôtes examinés dans chaque classe de taille ; n : nombre d'individus hôtes portant au moins un kyste ; Min : valeur minimale ; Max : valeur maximale.

ont une charge kystique moyenne très faible, faible ou moyenne chez les hôtes dans les deux sexes. La charge kystique moyenne a varié de 2,5 kystes à 51,27 kystes chez les hôtes mâles alors que chez les femelles, elle a fluctué entre 2,9 et 126,50 kystes (Tableau XXIII). Malgré ces légères fluctuations, la différence observée entre les charges parasitaires selon les sexes n'est pas significative

**Tableau XXIII : Variation de la charge kystique moyenne des Myxosporidies en fonction du sexe chez *Labeo sp.***

| Espèces hôte                                | Espèces parasites         | Sexe de l'hôte |           |            |         |           |            |             |
|---|---------------------------|----------------|-----------|------------|---------|-----------|------------|-------------|
|   |                           | Mâle           |           |            | Femelle |           |            | Valeur de P |
|   |                           | n              | $\bar{x}$ | Ecart type | n       | $\bar{x}$ | Ecart type |             |
| <i>Labeo sp.</i><br>N = 154<br>= 72<br>= 82 | <i>M. bankouopi</i>       | 11             | 3,55      | 2,464      | 15      | 3,67      | 5,300      | 0,36 (NS)   |
|   | <i>M. barbi</i>           | 19             | 34,84     | 35,96      | 30      | 126,5     | 259,81     | 0,01 (S)    |
|   | <i>M. kouoptamoensis</i>  | 11             | 51,27     | 79,57      | 8       | 15,75     | 23,87      | 0,31 (NS)   |
|   | <i>M. njoyai</i>          | 10             | 7,4       | 13,47      | 10      | 2,9       | 1,66       | 0,79 (NS)   |
|   | <i>M. nchoutnounensis</i> | 18             | 7,0       | 16,705     | 18      | 3,44      | 1,663      | 0,94 (NS)   |
|   | <i>T. assambai</i>        | 15             | 38,8      | 30,936     | 25      | 36,28     | 41,582     | 0,42 (NS)   |
|   | <i>T. bicornei</i>        | 10             | 2,5       | 1,354      | 20      | 3,15      | 2,033      | 0,58 (NS)   |

N : nombre d'individus hôtes examinés selon le sexe; n : nombre d'individus portant au moins un kyste ;  $\bar{X}$  : Charge kystique moyenne ; : nombre d'individus mâles ; : nombre d'individus femelles ; NS : nons significative.

### III.1.2.13.3. Variation de la charge kystique moyenne en fonction des organes cibles chez *Labeo sp.*

Les Myxosporidies inféodées à *Labeo sp.* forment des kystes dans les branchies, sous les opercules, sur les écailles, les nageoires et les yeux (Tableau XXIV) *Myxobolus kouoptamoensis*, *M. barbi*, *Thelhanellus bicornei* et *T. assambai* n'ont développé leurs formes végétatives que dans les branchies. Excepté *M. barbi* pour laquelle la charge kystique est moyenne (50  $\bar{x}$  100), les autres espèces parasites présentent une charge kystique moyenne faible dans les différents organes affectés. . *M. nchoutnounensis* forme des kystes sur les écailles, les nageoires, les opercules, dans les yeux et dans les branchies de *Labeo sp.* (Tableau XXIV). La comparaison de la charge kystique moyenne de ce parasite dans ces organes cibles montre une différence significative (H = 11,54 ; ddl = 4 ; P = 0,021).

La branchie constitue l'organe le plus intensément parasité. Dans cet organe, la charge kystique moyenne est faible (10,46 kystes) alors qu'elle est très faible dans les opercules (1 kyste), sur les écailles (4,80 kystes), les nageoires (1,83 kystes) et les yeux (1,40 kystes). La différence observée dans la comparaison des charges kystiques de *M. njoyai* en fonction des organes n'est pas statistiquement significative ( $H=5,26$  ;  $d=2$  ;  $P= 0,07$ ). La charge kystique moyenne de ce parasite varie entre 1,33 kystes dans les yeux et 10 kystes dans les branchies. La variation de la charge kystique moyenne de *M. bankouopi* entre les organes cibles n'est pas significative ( $P > 0,05$ ).

**Tableau XXIV: Charge kystique moyenne des différentes espèces de Myxosporidies parasites de *Labeo* sp. en fonction des organes parasités à Kouoptamo**

| Espèces parasites         | Organes cibles    |                |                |                |                |
|---------------------------|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                           | Branchies         | Opercules      | Écailles       | Nageoires      | Yeux           |
| <i>M. nchoutnounensis</i> | 10,46<br>(19,50)  | 1,0<br>(0,000) | 4,80<br>(3,63) | 1,83<br>(0,75) | 1,40<br>(0,54) |
| <i>M. njoyai</i>          | 10,0<br>(15,72)   | -              | 3,38<br>(1,06) | -              | 1,33<br>(0,57) |
| <i>M. bankouopi</i>       | 3,83<br>(4,87)    | -              | 3,14<br>(2,79) | -              | -              |
| <i>M. kouoptamoensis</i>  | 36,32<br>(63,75)  | -              | -              | -              | -              |
| <i>M. barbi</i>           | 90,90<br>(208,09) | -              | -              | -              | -              |
| <i>T. bicornei</i>        | 2,93<br>(1,83)    | -              | -              | -              | -              |
| <i>T. assambai</i>        | 37,53<br>(37,53)  | -              | -              | -              | -              |

La charge kystique moyenne  $\bar{x}$  est suivi entre parenthèse de l'écart type ; - : pas de Kyste

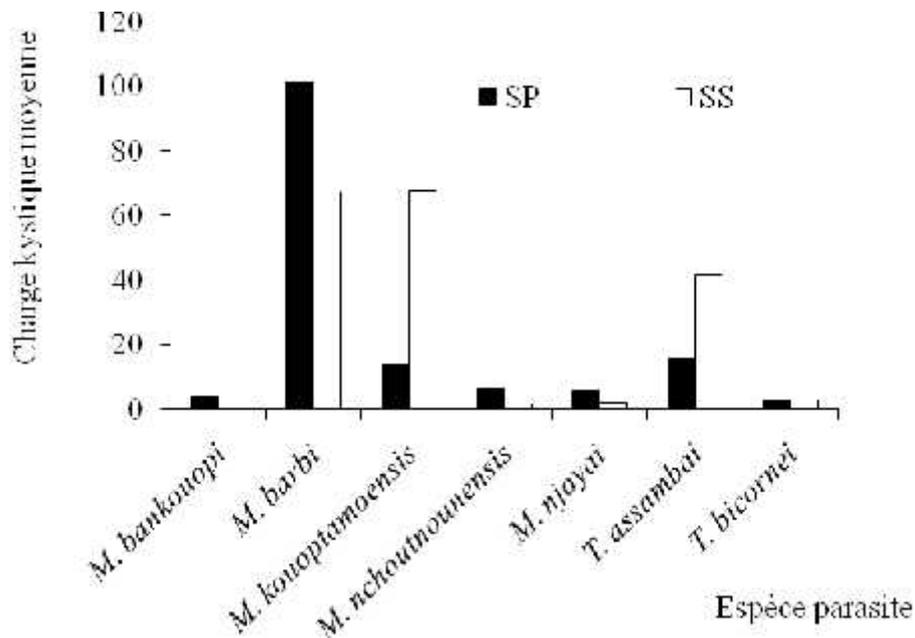
#### III.1.2.13.4. Variation saisonnière de la charge kystique moyenne chez *Labeo* sp.

Exception faite de *M. bankouopi* seulement présente en saison sèche, toutes les autres espèces parasites développent des kystes pendant toutes les saisons (Fig. 21).

En fonction des saisons, la charge kystique moyenne de *M. barbi* est significativement ( $U = 4,96$  ;  $P = 0,02$ ) plus élevée en saison pluvieuse ( $\bar{x} = 101,41$  kystes) qu'en saison sèche ( $\bar{x} = 67,27$  kystes) (Fig. 21).

Bien que la charge kystique moyenne de *M. kouoptamoensis* soit faible (13,55 kystes) en saison pluvieuse et moyenne (67,63 kystes) en saison sèche, la différence observée n'est pas statistiquement significative ( $P = 0,05$ ).

La charge kystique moyenne la plus élevée de *T. assambai* (41,58 kystes) a été enregistrée en saison sèche et la plus faible (15,36 kystes) obtenue en saison des pluies. La



**Figure 22: Charge kystique moyenne des différentes espèces de Myxosporidies parasites de *Labeo* sp. en fonction des saisons.**

## III. 2. Discussion

### III.2.1. Faunistique

La faune des Myxosporidies parasites des poissons capturés dans le bassin du Noun est abondante et diversifiée. Au total, 24 espèces ont été récoltées. Elles appartiennent aux genres *Myxobolus* Bütschli, 1882 (16 espèces), *Myxidium* Bütschli, 1882 (2), *Henneguya* Thélohan, 1892 (3) et *Thelohanellus* Kudo, 1933 (3).

Le genre *Myxidium* est typiquement coelozoïque, la plupart des espèces étant parasites de la vésicule biliaire, de la vessie urinaire, de l'urètre et des tubules urinifères (Mitchell, 1987 ; Jayasri & Hoffman, 1982 ; Fomena & Bouix, 1986 ; Lom & Dyková, 2006 ; Abakar-Ousman, 2006 ; Lekeufack Folefack, 2010). La vésicule biliaire est l'organe

préférentiel pour le développement des Myxosporidies du genre *Myxidium*. Dans cet organe, le parasite développe de trophontes généralement macroscopiques (**Mitchel**, 1967 ; **Jayasri & Hoffmann**, 1982 ; **Sakiti**, 1997 ; **Fomena et al.**, 2010). Parmi les Myxosporidies, le genre *Myxidium*, avec environ 232 espèces décrites dans le monde (**Eiras et al.**, 2011) dont 16 chez les Téléostéens d'eau douce d'Afrique (**Fomena et al.**, 2010), constitue le second grand groupe après le genre *Myxobolus*. Au Cameroun, 9 espèces sont jusqu'à présent connues : *Myxidium birgii* (parasite de *Aphyosemion bivittatum*), *M. brienomyri* (parasite de *Brienomyrus brachyistus*), *M. camerounensis* (trouvée chez *Neolebias ansorgei*), *M. nyongensis* (chez *Barbus jae* et *B. aspilus*), *M. petrocephali* (trouvée chez *petrocephalus simus*) (**Fomena & bouix**, 1986), *M. mendehei* chez *Barbus guirali* (**Fomena & Bouix**, 1994), *M. distichodi* **Kostoïngué et al.**, 1998, décrite pour la première fois chez *Distichodus engycephalus* au Tchad et retrouvée chez *Parachanna obscura* au Cameroun (**Fomena et al.**, 2008), *M. nkamensis* (parasite de *Clarias pachynema*) et *M. sangei* (parasite de *parachanna obscura*) (**Fomena et al.**, 2010). De ces espèces, *M. nyongensis*, *M. birgii*, *M. camerounensis*, *M. petrocephali*, *M. brienomyri*, *M. distichodi*, *M. petrocephali* et *M. nkamensis* développent des trophontes polysporés chez leurs hôtes. Les deux espèces de *Myxidium* recensées dans ce travail (*M. nyongensis* et *M. clariae*) forment des spores qui flottent librement dans la bile. *M. nyongensis* décrite originellement chez les Cyprinidae du genre *Barbus* (*B. jae* et *B. aspilus*) a été retrouvé chez *Labeo* sp. Dans notre travail, *Myxidium clariae*, **Landsberg** 1987 antérieurement décrite chez *Clarias lazera*, synonyme = *Clarias gariepinus*) a été retrouvé chez son hôte d'origine. La présence de *M. clariae* porte à 17 le nombre d'espèces du genre connues chez les Téléostéens des eaux continentales d'Afrique et à 10 le nombre d'espèces de *Myxidium* décrites chez les poissons d'eau douce du Cameroun.

Avec environ 792 espèces décrites (dont 7 chez les Amphibiens), le genre *Myxobolus* constitue le groupe le plus diversifié chez les Myxosporidies (**Lom & Dyková**, 2006). Il ressort de notre travail que le genre *Myxobolus* prédomine (66,6% d'espèces) dans la faune des Myxosporidies recensées; ceci corrobore les observations de : **Fomena** (1995) et **Lekeufack Folefack** (2010) sur les Myxosporidies parasites des poissons d'eaux douces du Cameroun, **Obiekezie & Okaeme** (1990) sur les parasites des poissons du Nigeria, **Sakiti** (1997) sur la faune des Myxosporidies des téléostéens d'eau douce du Bénin, **Kabré** (1997) sur les parasites des poissons du Burkina-Faso et **Abakar Ousman** (2006) sur les Myxosporidies des poissons du Tchad. En Afrique, on compte aujourd'hui environ 250 espèces de Myxosporidies décrites chez les poissons d'eaux douces (**Lekeufack Folefack**,

2010). Les *Myxobolus* ont été décrits dans les pays suivants : Bénin, Botswana, Burkina-Faso, Cameroun, Egypte, Nigeria, Sénégal, Tchad et Tunisie. Selon **Eiras** (2005) et **Boungou et al.** (2006), la faune des Myxosporidies des poissons d'Afrique est sous évaluée du fait de la variabilité des écosystèmes dans le Continent. Nous avons dans le présent travail décrit quatre nouvelles espèces de *Myxobolus*, parasites de *Labeo* sp. : *Myxobolus kouoptamoensis*, *M. nchoutnounensis*, *M. njoyai* et *M. bankouopi*. Jusqu'à présent, environ 28 espèces de Myxosporidies étaient connues chez les Cyprinidae du genre *Labeo* dans le monde (Tableau XXV). La description de quatre nouvelles espèces porte à 32 le nombre d'espèces de Myxosporidies connues dans le genre *Labeo*, et à sept (7), le nombre d'espèces décrites chez ces poissons au Cameroun.

**Lom & Dyková** (2006) présentent les sites d'infestation des différentes espèces de Myxosporidies. Chez nos hôtes, les Myxosporidies parasitent de nombreux organes (écailles, yeux, opercules, branchies, reins, rate, gonades, foie, peau, vésicule biliaire). Ceci est en accord avec les observations de **Fomena** (1985), **Kostoingué** (1997), **Lekeufack Folefack** (2010). Ces auteurs pensent que tous les organes du poisson constituent des sites potentiels d'infestation. Les branchies, les reins et la rate ont fréquemment été plus parasités par différentes espèces de Myxosporidies ; ceci en accord avec les observations de **Fomena** (1995) et **Lekeufack Folefack** (2010) sur la faune des Myxosporidies parasites des poissons d'eau douce du Cameroun, **Sabri et al.** (2010) sur *Henneguya branchialis*, parasite de *Clarias gariepinus* en Egypte.

Si les parasites ne sont pas directement létaux pour les poissons hôtes, il n'en demeure pas moins qu'en cas d'infestation sévère, les espèces de Myxosporidies identifiées dans le présent travail perturberaient le fonctionnement des organes parasités (**El Mansy**, 2002 ; **Sabri et al.**, 2010).

Chez *Labeo* sp. les reins sont fréquemment infestés par *M. nchoutnounensis* et *M. njoyai*. Selon **De Kinkelin & Gay** (2000), la quasi disparition des néphrons suite aux infections parasitaires entrave la régulation de l'équilibre hydrominéral avec pour conséquences une rétention d'eau, une hémodilution, une apparition d'ascite, une élévation de l'effort cardiaque et une répercussion sur l'ensemble des fonctions physiologiques des poissons affectés.

**Tableau XXV: Différentes espèces de Myxosporidies décrites chez les Cyprinidae du genre *Labeo***

| Espèces parasites   | Hôtes  | Organes parasités   | Pays                              | Références  |
|---|--|---|-----------------------------------|---|
| <i>Myxidium nyongensis</i> <b>Fomena et al.</b> , 1986                      | <i>Labeo</i> sp.   | Vésicule biliaire   | Tchad                             | <b>Abakar Ousman</b> , (2006)   |
| <i>Thelohanellus sanagaensis</i> <b>Fomena et al.</b> , 1994                | <i>Labeo</i> sp.<br><i>L. coubie</i><br><i>L. parvus</i> | branchies,<br>nageoires<br>nageoires<br>branchies,<br>muscles,<br>foie, reins | Cameroun<br>Burkina-Faso<br>Tchad | <b>Fomena et al.</b> (1994)<br><b>Kabré</b> (1997)<br><b>Abakar Ousman</b> (2006) |
| <i>T. assambai</i> <b>Fomena et al.</b> , 1994                              | <i>Labeo</i> sp.   | branchies,<br>nageoires   | Cameroun                          | <b>Fomena et al.</b> (1994)   |
| <i>T. bicornei</i> <b>Kabré et al.</b> , 2002                               | <i>L. coubie</i>   | branchies   | Burkina-faso                      | <b>Kabré et al.</b> (2002)  |
| <i>T. costeae</i> <b>Sakiti</b> , 1997                                      | <i>L. Senegalensis</i>                                   | branchies   | Benin                             | <b>Sakiti</b> (1997)  |
| <i>T. ndjamenaensis</i> <b>kostoïngué et al.</b> , 1999                     | <i>L. parvus</i>   | branchies   | Tchad                             | <b>Kostoïngué et al.</b> (1999)   |
| <i>T. niloticus</i> (syn. <i>Myxobolus niloticus</i> ) <b>Gurley</b> , 1893 | <i>L. niloticus</i>                                      | peau  | Egypte                            | <b>Gurley</b> (1893)  |
| <i>T. bogotti</i> <b>Qadri</b> , 1962                                       | <i>L. bogott</i>   | branchies   | Inde                              | <b>Qadri</b> (1962)   |
| <i>T. calbasui</i> <b>Tripati</b> , 1951                                    | <i>L. calbasu</i>  | écailles  | Inde                              | <b>Sarkar</b> (1985)  |
| <i>T. rohita</i> <b>Southwell &amp; Prasad</b> , 1918                       | <i>L. rohita</i>   | branchies   | Inde                              | <b>Qadri</b> , 1962   |
| <i>T. seni</i> <b>Southwell &amp; Prasad</b> , 1918                         | <i>L. rohita</i>   | nageoires   | Inde                              | <b>Qadri</b> (1962)   |
| <i>T. shortii</i> <b>Qadri</b> , 1967                                       | <i>L. fimbriatus</i>                                     | nageoires   | Inde                              | <b>Haldar et al.</b> (1983)   |
| <i>Neothelohanellus krishnagariensis</i> <b>Das &amp; Haldar</b> , 1986     | <i>L. calbasu</i>  | cerveau   | Inde                              | <b>Das &amp; Haldar</b> (1986)  |
| <i>Neothelohanellus indicus</i> <b>Gupta &amp; Khera</b> , 1988             | <i>L. calbasu</i>  | branchies   | Inde                              | <b>Lom &amp; Dykova</b> (2006)  |
| <i>Myxobolus burkinei</i> <b>Kabré et al.</b> , 1995                        | <i>L. coubie</i>   | nageoires   | Burkina-faso                      | <b>Kabré et al.</b> (1995)  |
| <i>M. bilongi</i> <b>Fomena et al.</b> , 1994                               | <i>Labeo</i> sp.   | branchies,<br>nageoires   | Cameroun                          | <b>Fomena et al.</b> (1994)   |
| <i>M. barbi</i> <b>Fomena et al.</b> , 1985                                 | <i>Labeo</i> sp.   | branchies   | Tchad                             | <b>Kostoïngué &amp; Toguebaye</b> (1994)  |
| <i>M. labeoi</i> <b>Boungou et al.</b> , 2006                               | <i>L. coubie</i><br><i>Labeo</i> sp.                     | nageoires<br>nageoires  | Burkina-Faso<br>Tchad             | <b>Boungou et al.</b> , 2006<br><b>Abakar Ousman</b> (2006)                       |
| <i>M. nokoueensis</i> <b>Sakiti et al.</b> , 1991                           | <i>L. parvus</i><br><i>L. coubie</i>                     | branchies   | Tchad                             | <b>Kostoïngué et al.</b> (1998)   |
| <i>M. rohita</i> <b>Haldar et al.</b> , 1983                                | <i>L. rohita</i><br><i>L. parvus</i>                     | écailles<br>branchies   | Inde<br>Tchad                     | <b>Haldar et al.</b> , 1983<br><b>Abakar Ousman</b> (2006)                        |
| <i>M. saranae</i> <b>Gupta &amp; Khera</b> , 1990                           | <i>L. calbasu</i>  | branchies   | Inde                              | <b>Gupta &amp; Khera</b> (1990)   |
| <i>M. bhadrensis</i> <b>Seenappa &amp;</b>                                  | <i>L. rohita</i>   | muscles   | Inde                              | <b>Seenappa &amp;</b>   |

|  |                                       |   |          |                                      |
|--|---------------------------------------|---|----------|--------------------------------------|
| <b>Manohar, 1981</b>                                   |                                       |   |          | <b>Manohar (1981)</b>                |
| <i>M. curmucae</i> <b>Seenappa &amp; Manohar, 1981</b> | <i>L. calbasu</i>                     | écailles  | Inde     | <b>Seenappa &amp; Manohar (1981)</b> |
| <i>M. calbasui</i> <b>Chakravarty, 1939</b>            | <i>L. rohita</i><br><i>L. calbasu</i> | Vésicule biliaire   | Inde     | <b>Sarkar (1985)</b>                 |
| <i>M. dermitis</i> <b>Haldar et al., 1981</b>          | <i>L. rohita</i>                      | branchies   | Inde     | <b>Sarkar (1985)</b>                 |
| <i>M. catlae</i> <b>Chakravarty, 1943</b>              | <i>L. rohita</i><br><i>L. calbasu</i> | branchies   | Inde     | <b>Haldar et al. (1983)</b>          |
| <i>M. potaili</i> <b>Lalitha-Kumari, 1969</b>          | <i>L. potail</i>                      | nageoires   | Inde     | <b>Haldar et al. (1983)</b>          |
| <i>M. batae</i> <b>karamchandani &amp; Dani, 1970</b>  | <i>L. batae</i>                       | branchies   | Inde     | <b>Haldar et al. (1983)</b>          |
| <i>M. nchoutnounensis</i> <b>n.sp.</b>                 | <i>Labeo</i> sp.                      | Branchies,<br>écaille, foie,<br>nageoire, reins<br>rate, yeux | Cameroun | Présent travail                      |
| <i>M. kouoptamoensis</i> <b>n.sp.</b>                  | <i>Labeo</i> sp.                      | Branchies, rate,<br>reins                                     | Cameroun | Présent travail                      |
| <i>M. njoyai</i> <b>n.sp.</b>                          | <i>Labeo</i> sp.                      | Branchies,<br>écaille, nageoire,<br>reins, rate               | Cameroun | Pésent travail                       |
| <i>M. bankouopi</i> <b>n.sp.</b>                       | <i>Labeo</i> sp.                      | branchies   | Cameroun | Présent travail                      |

*M. camerounensis*, *M. barbi* et *M. nchoutnounensis* qui forment des kystes au niveau des branchies de leurs hôtes gêneraient la respiration. Lorsque les yeux sont atteints par *M. camerounensis* où il forme des kystes, le poisson peut souffrir de la cécité (**Kudo, 1919**). Nous avons trouvé *M. kainjiae* parasitant exclusivement les ovaires d'*O. niloticus*. Dans cet organe, ce parasite pourrait détruire les ovocytes et entraîner la castration (**Paperna, 1973 ; Sitjà-Bobadilla, 2009**). **Obiekezie & Okaeme (1990)** montrent que *M. kainjiae* provoque la destruction de 20% des ovaires chez *Oreochromis niloticus* au Nigeria. **Fomena & Bouix (1997)** ont trouvé ce même parasite dans les ovaires de *Tilapia nyongana* au Cameroun. **Abakar Ousman (2006)** signale la présence de *M. kainjiae* parasitant 50% des femelles d'*O. niloticus* et *Sarotherodon galilaeus* au Tchad. Les Myxosporidies formant de gros kystes peuvent également être à l'origine de dommages mécaniques dans le tube digestif de leurs hôtes. Généralement, la mortalité survient lorsqu'il y a infection intense ; il en résulte un dysfonctionnement des organes. Quand l'hôte devient faible il peut succomber suite aux invasions secondaires (des bactéries ou des champignons) ou à la prédation.

Il ressort du présent travail que *M. nchoutnounensis*, *M. njoyai*, *M. kouoptamoensis*, *M. bankouopi* sont des parasites systémiques affectant de nombreux organes chez leurs hôtes. Des observations similaires avaient été faites par **Landsberg (1985)** en Israël, **Sakiti (1997)**

au Bénin, **Kabré** (1997) au Burkina-Faso, **Abakar Ousman** (2006) au Tchad et **Lekeufack Folefack** (2010) au Cameroun.

*Myxobolus agolus*, *M. sarigi*, *M. israelensis*, *M. equatorialis*, espèces décrites pour la première fois par **Landsberg** (1985) chez les hybrides *Oreochromis aureus* x *O. niloticus* en Israël ont été retrouvées chez *O. niloticus* dans le présent travail. Depuis leur description originelle, ces parasites avaient été retrouvés par **Fomena** (1995) au Cameroun, **Sakiti** (1997) au Bénin, **Abakar Ousman et al.** (2007) au Tchad. Ces espèces auraient été introduites en Afrique lors des transferts de leurs hôtes pour les besoins d'élevage (**Fall et al.**, 2000). **Arsan & Bartholomew** (2008) discutant sur les causes de l'invasion de *M. cerebralis* aux Etats Unis, soulignent le rôle de l'homme dans le transfert des hôtes. **Hoffman** (1962) pense que ce parasite serait introduit en Amérique via les poissons congelés importés. Les spores de certaines espèces de Myxosporidies telle que *M. cerebralis* peuvent survivre chez les hôtes congelés (**El Matbouli & Hoffman**, 1991). *M. heterosporus*, *M. brachysporus*, *M. kainjiae*, *M. tilapiae*, initialement décrites en Israël puis au Nigeria ont été retrouvés lors de nos travaux chez *Oreochromis niloticus*, leur hôte d'origine. Toutes les espèces de Myxosporidies récoltées chez *O. niloticus* appartiennent au genre *Myxobolus*. *Labeo* sp. présente une faune myxosporidienne variée, avec dix espèces appartenant à trois genres (*Myxobolus*, *Thelohanellus* et *Myxidium*). **Fomena** (1995) a identifié les espèces appartenant à ces différents taxons chez la même espèce hôte au Cameroun.

**Lom & Dyková** (2006) recensent environ 204 espèces de Myxosporidies du genre *Henneguya* décrites à travers le monde. Ce genre constitue le troisième grand groupe après les genres *Myxobolus* et *Myxidium* (**Lom & Dyková**, 2006). En Asie et en Afrique, plusieurs espèces d'*Henneguya* ont été décrites chez les poissons de la famille des Clariidae : *Henneguya clariae* **Abolarin**, 1971 dans les branchies de *Clarias lazera* au Nigeria, *H. laterocapsulata* **Landsberg**, 1987 et *H. suprabranchiae* **Landsberg**, 1987 respectivement sous la peau et dans l'organe arborescent du même hôte en Israël ; *H. branchialis* **Ashawy, Abu-Elwafa, Imam & EL-Otifi**, 1989 dans les branchies de *C. lazera* en Egypte, *H. fusiformis* **Kostoïngué, Fall, Faye & Toguebaye**, 1999 dans les branchies de *C. anguillararis* au Tchad. Dans le présent travail, deux (2) espèces d'*Henneguya* sur trois décrites ont été trouvées chez *C. gariepinus* : *H. suprabranchiae* dans l'organe arborescent et *H. laterocapsulata* dans les branchies. *Clarias gariepinus* figure parmi les espèces de poissons les plus largement distribuées en Afrique (**Skelton & Teugels**, 1992). L'importance socio-

économique de cette espèce a augmenté ces dernières années du fait de son utilisation en pisciculture. Toutes les espèces de Myxosporidies parasites des Clariidae sont histozoïques et peuvent en cas d'infestation massive être à l'origine de dégâts considérables en pisciculture. *Henneguya auchenoglanii*, initialement décrite chez *Auchenoglanis occidentalis* au Tchad (**Kostoïngué et al.**, 2001) a été retrouvée chez la même espèce hôte au Cameroun. **Lekeufack Folefack** (2010) récence vingt huit (28) espèces de Myxosporidies du genre *Henneguya* chez les Téléostéens d'eau douce d'Afrique. La présence de *H. auchenoglanii* au Cameroun porte à 13 le nombre d'espèces d'*Henneguya* connues chez les poissons d'eau douce du Cameroun.

Les Myxosporidies du genre *Thelohanellus* sont histozoïques chez les poissons d'eau douce et on compte environ 75 espèces appartenant à ce genre (**Lom & Dyková**, 2006). Nous avons retrouvé 3 (trois) espèces connues de *Thelohanellus* au cours de nos travaux. *T. sanagaensis* **Fomena, Marquès, Bouix & Njiné**, 1994 et *T. assambai* **Fomena, Bouix & Njiné**, 1994 ont été décrites originellement au Cameroun chez *Labeo* sp. Nous avons retrouvé ces deux espèces chez des hôtes appartenant au même genre. Dans le présent travail, les espèces *Thelohanellus costeae* **Sakiti**, 1997 et *T. bicornei* (**Kabré et al.**, 2002) ont été mises en synonymie. *Thelohanellus costeae* parasite des branchies de *Labeo senegalensis* au Bénin, porte un seul éperon sur la grande valve. **Kabré et al.** (2002) ont décrit *Thelohanellus bicornei* dans les branchies de *Labeo coubie* au Burkina-Faso. Selon ces auteurs, la valve portant l'orifice de dévagination du filament polaire est prolongée par deux appendices. Nous avons mis en évidence dans un même kyste, la présence des spores présentant une expansion de longueur variable, certaines spores portant deux éperons symétriques ou nettement dissymétriques. Ainsi, les Myxosporidies *Thelohanellus costeae* et *T. bicornei* constituent en effet une seule et même espèce. Présente chez *Labeo coubie* au Burkina-faso, chez *Labeo senegalensis* au Bénin et chez *Labeo* sp. au Cameroun, *Thelohanellus bicornei* serait largement distribué chez les Cyprinidae du genre *Labeo* en Afrique. Les Téléostéens du genre *Labeo* semblent plus favorables pour le développement des Myxosporidies du genre *Thelohanellus*. Cette observation avait déjà été faite par **Haldar & Sharma** (1983), **Fomena** (1995) et **Abakar Ousman** (2006).

L'analyse de la distribution des Myxosporidies chez les poissons échantillonnés a révélé l'existence d'une spécificité oïoxène chez certaines espèces parasites, c'est-à-dire une espèce parasite ne peut vivre que chez une seule espèce hôte (**Combes**, 1995). Elle a été trouvée chez *Myxobolus kouoptamoensis*, *M. nchoutnounensis*, *M. njoyai* et *M. bankouopi*.

Dans le présent travail, ces différentes espèces n'ont été décrites que chez *Labeo sp.*. Dans le genre *Henneguya*, *H. auchenoglanii* décrite originellement chez *Auchenoglanis occidentalis* au Tchad (**Kostoïngué et al.**, 2001), a été retrouvée chez la même espèce hôte. Décrite originellement en Israël (Asie) sur la peau de *Clarias lazera* (Syn : *C. gariepinus*), *H. laterocapsulata* a été retrouvée par **Obiekezie & Schmall** (1993) au Nigeria chez *C. gariepinus* en élevage. Nous l'avons retrouvée chez *C. gariepinus* à Foumban. Ce type de spécificité a été aussi rencontré chez *H. suprabranchiae* qui est présente chez *C. lazera* en Israël (**Landsberg**, 1987), au Botswana (**Reed et al.**, 2003) et au Cameroun (présent travail).

Des cas d'euryxénie, c'est-à-dire spécificité relative ou large, où le parasite peut se rencontrer chez différents hôtes dont la ressemblance est plus écologique que systématique (**Combes**, 1995) ont été retrouvés. C'est le cas de *M. camerounensis* qui a été retrouvé chez *O. niloticus* (Cichlidae), hôte chez lequel il avait été décrit originellement. **Lekeufack Folefack** (2010) retrouve cette Myxosporidie dans divers organes chez *Clarias pachynema* (Clariidae). Dans le présent travail, nous avons retrouvé *Myxobolus barbi* chez *Labeo sp.* et *Barbus martoreli*. Cette espèce qui avait été décrite originellement chez divers Cyprinidae au Cameroun (**Fomena**, 1985), a été retrouvée au Tchad chez *Labeo sp.* et *Alestes dentex* (**Kostoïngué et al.**, 1994) et chez *O. niloticus* et *Sarotherodon galilaeus* (**Abakar Ousman**, 2006). Dans le genre *Myxidium*, *M. nyongensis* parasite *Barbus jae*, *B. camptacanthus*, *B. guirali*, *Amphilius longirostris* (**Fomena et al.**, 1985) et *Labeo sp.* au Tchad (**Abakar Ousman**, 2006) et au Cameroun (présent travail). Ce parasite qui infeste les poissons appartenant aux familles des Cyprinidae et des Amphiliidae présenterait une spécificité large.

La mésostenoxénie, c'est-à-dire la situation où une espèce parasite est présente dans au moins deux espèces hôtes appartenant au même genre (**Caira et al.**, 2003) a été retrouvée chez *Thelohanellus bicornei* qui affecte *L. senegalensis* au Bénin (**Sakiti** 1997), *Labeo coubie* au Burkina Faso (**Kabré et al.**, 2002), *Labeo sp.* au Cameroun (présent travail). Cette spécificité est également notée chez *T. sanagaensis* et *T. assambai*, parasites de *Labeo sp.* (**Fomena et al.**, 1994) et *Labeo sp.* (présent travail) au Cameroun, si et seulement si *Labeo sp.* identifiée en 1994 et *Labeo sp.* signalée dans notre étude sont des espèces différentes.

La métasténoxénie, c'est-à-dire la situation où une espèce parasite est présente dans au moins deux espèces hôtes appartenant à deux genres différents d'une même famille (**Caira et al.**, 2003) a été trouvée dans le genre *Myxobolus*, avec *M. brachysporus*, *M. sarigi*, *M. equatorialis*, *M. heterosporus*, *M. israelensis*, *M. tilapiae*, *M. kainjiae*, parasites de

*Oreochromis niloticus*. Leurs sites d'infestation chez cet hôte sont toujours limités aux organes tels que les reins, la rate et le foie. Ces espèces qui parasitent *O. niloticus* en Israël (**Landsberg**, 1985), *Tilapia zillii* et *Sarotherodon galilaeus* au Burkina Faso (**Kabré**, 1997), *S. galilaeus* et *O. niloticus* au Tchad (**Abakar Ousman**, 2006), sont spécifiques des hôtes de la famille des Cichlidae. Ce type de spécificité est aussi rencontré chez *M. nounensis* **Fomena & Bouix**, 2000, décrit originellement chez *Sarotherodon galilaeus* et *Tilapia mariae* au Cameroun. Nous avons retrouvé ce parasite chez *Oreochromis niloticus*.

Le présent travail, conduit aussi bien en milieu naturel (rivière Noun) qu'en situation d'élevage (bassin piscicole), fait état des cas de polyparasitisme chez les poissons par les Myxosporidies. L'espèce *Myxobolus nounensis* est présente seulement dans la rivière Noun où elle a été décrite originellement par **Fomena & Bouix** (2000) alors que toutes les autres espèces que sont *M. camerounensis*, *M. agolus*, *M. brachysporus*, *M. israelensis*, *M. heterosporus*, *M. kainjiae*, *M. sarigi*, *M. equatorialis* et *M. tilapiae* sont communes aux deux biotopes. La présence de *M. nounensis* uniquement en milieu naturel s'expliquerait par le fait que cet environnement fournit des conditions éco-climatiques meilleures pour le développement de ce parasite et faciliterait le contact entre le stade infestant de cette Myxosporidie et les poissons hôtes (**El Tantawy**, 1989). Il faut également noter que l'absence du parasite dans cet environnement peut aussi être fortuite. Les différentes espèces de parasites trouvées à Foumban et à Kouoptamo ont déjà été signalées chez le même hôte, dans les mêmes organes par **Obiekezie & Okaeme** (1990) au Nigeria, **Fomena & Bouix** (1997) au Cameroun et **Abakar Ousman et al.** (2007) au Tchad. Les parasites identifiés présentent, à quelques exceptions près, le même statut dans les deux sites.

### III.2.2. Structure et dynamique des populations parasitaires

Il ressort de notre travail que chez *O. niloticus*, aucune espèce parasite n'est apparue fréquente (prévalence > 50%), alors que les études menées en Egypte (**Landsberg**, 1985), au Nigeria (**Obiekezie & Okaeme**, 1990) et au Tchad (**Abakar Ousman**, 2006) montrent que *M. agolus*, *M. brachysporus* et *M. heterosporus* sont fréquentes chez les Cichlidae *O. niloticus* et *Sarotherodon galilaeus*. Chez *Labeo* sp. *M. nchoutnounensis* et *M. njoyai* sont apparues fréquentes. *M. bankouopi*, *M. kouoptamoensis*, *M. bilongi*, *M. barbi*, *T. assambai*, *T. bicornei* sont secondaires, alors que *T. sanagaensis* et *Myxidium nyongensis* sont apparues rares. **Brummer-Korvenkontio et al.** (1991) pensent que les espèces de Myxosporidies accidentelles ou rares retrouvées chez le Gardon (*Rutilus rutilus*) en Finlande peuvent

apparaître principales chez d'autres espèces de Cyprinidae non étudiées dans cette région. Par ailleurs, **Poulin** (2006) pense que les paramètres (prévalence, intensité) traditionnellement utilisés pour qualifier les populations de parasites ou la sévérité de l'infection parasitaire sont sujets à des variations. Selon cet auteur, pour une espèce parasite donnée, la proportion des hôtes infestés n'est pas fixe à travers son aire de répartition géographique. Le statut des espèces parasites varierait ainsi en fonction des conditions environnementales (**El Tantawy**, 1989) et des espèces hôtes (**Brummer-Korvenkontio et al.** (1991).

Aussi bien en étang piscicole que dans la rivière Noun, les infestations polyspécifiques sont plus fréquentes comparées aux infestations monospécifiques. Ces observations soutiennent l'hypothèse de l'affaiblissement de la réponse immunitaire par les premières espèces à s'installer (**Koskivaara & Valtonen**, 1991 et **Tombi**, 2005). Cet affaiblissement favoriserait la colonisation par d'autres espèces parasites. **Combes** (1995) pense que l'effet pathogène est rarement causé par une seule espèce parasite. Selon **Koskivaara & Valtonen** (1991), une infection plurispécifique ne peut s'accompagner d'une compétition tant qu'il y a assez d'espace et de ressources. **Lom & Dyková** (1992) signalent la rareté de compétitions inter et intraspécifiques chez les Myxosporidies et pensent que cette absence de compétition favoriserait le polyparasitisme. Les étangs piscicoles possèdent plus de combinaisons dans différents types d'associations parasitaires comparés à la rivière Noun. Le confinement tout en modifiant l'environnement, augmenterait ainsi l'effet pathogène des espèces parasites avec pour corollaire la multiplication des types d'associations parasitaires. **Work et al.** (2008) estiment que les opportunités d'infestations par les Myxosporidies sont vraisemblablement plus élevées en milieu piscicole qu'en situation naturelle.

L'étude de la prévalence parasitaire montre que *Labeo sp.* est fortement parasité (le taux d'infestation pouvant atteindre 81,2% pour *M. nchoutnounensis*). Cette situation représenterait un danger potentiel pour l'ichtyofaune car dans le cas de changement des conditions de l'environnement, ces parasites peuvent proliférer au détriment de leur hôte, et induire une baisse de performances. De toutes les espèces de Myxosporidies récoltées chez *Labeo sp.*, *M. barbi* est la seule pour laquelle nous avons enregistré une charge kystique moyenne de 90 kystes. **Tombi & Bilong Bilong** (2004) ont trouvé un spécimen de *Barbus martorelli* hébergeant 1913 kystes de *M. barbi*. Nous pensons que ce parasite peut être à l'origine des dégâts considérables chez son hôte. Les fortes prévalences, les charges kystiques élevées et la richesse spécifique parasitaire diversifiée chez *Labeo sp.* s'expliqueraient par la

vulnérabilité de cette espèce de poisson qui la prédispose aux infections parasitaires. Le régime alimentaire peut également influencer le parasitisme par les Myxosporidies. Les poissons de genre *Labeo* sont en effet des brouteurs qui consomment la couche superficielle des sédiments sur les substrats rocheux (Levêque & Paugy, 2006). Or, ces substrats abritent des populations d'oligochètes (Özer *et al.*, 2002) qui entretiennent le cycle de développement des Myxosporidies. Selon Combes (1995), il peut exister une corrélation entre la richesse en parasites et le régime alimentaire de l'hôte.

Les taux d'infestation par *M. agolus*, *M. camerounensis*, *M. equatorialis*, *M. heterosporus* et *M. israelensis* sont plus élevés dans les étangs piscicoles que dans la rivière Noun. Nos résultats sont en accord avec ceux de Alvarez-Pellitero & Sitja-Bobadilla (1989) et Sitja-Bobadilla & Alvarez-Pellitero (1990) qui ont montré que les taux d'infestation par *Ichthophomus* sp. et *Ceratomyxa* sp. sont plus élevés en milieu d'élevage qu'en milieu naturel. Euzet & Pariselle (1996) estiment que d'une manière générale, et particulièrement chez les poissons, l'action pathogène des parasites dans les conditions naturelles est faible, conséquence de l'équilibre établi au cours de l'évolution dans le système hôte-parasite. En effet, en milieu piscicole, le confinement des hôtes, la présence des vases, la faible oxygénation du milieu qui est à l'origine d'une sensibilité accrue des poissons aux agresseurs et la faible profondeur des bassins favoriseraient la transmission des parasites (Obiekezie & Okaeme, 1990 ; Fomena, 1995 ; Barassa *et al.*, 2003, Tombi & Bilong Bilong, 2004). Il faut également noter l'action anthropique (défrichage, vidange, pêche, fertilisation) qui soulève les vases, modifie les conditions artificielles et stresse les poissons hôtes. Cette situation peut entraîner un déséquilibre rendant les hôtes plus susceptibles aux infections myxosporidiennes dans les étangs piscicoles. Par contre, Sitja-Bobadilla & Alvarez-Pellitero (1993) démontrent que le taux d'infestation par *Sphaerospora dicentrarchi* est plus élevé chez les poissons issus des milieux naturels par rapport aux hôtes d'élevage. Ces auteurs expliquent cette situation par l'âge des poissons et le fait que les stades infestants de ce parasite seraient plus viables dans l'environnement naturel qu'en milieu piscicole. Il faut cependant noter que le parasitisme n'entraîne pas toujours la mort de l'hôte mais est à l'origine du stress et de l'affaiblissement de l'hôte qui devient victime des infections secondaires bactériennes ou fongiques mortelles (Combes, 1995).

Chez *Oreochromis niloticus*, on note l'absence d'une corrélation significative entre le taux du parasitisme et la taille de l'hôte dans le milieu naturel. Ces résultats concordent avec

ceux d'**Abakar Ousman** (2006) qui trouve qu'au Tchad, les taux d'infestation pour la quasi-totalité des espèces de Myxosporidies parasites d'*O. niloticus* et *Sarotherodon galilaeus* ne varient pas statistiquement en fonction des différentes tranches d'âges des hôtes. Selon **Obiekezie & Okaeme** (1990), toutes les classes d'âges d'*O. niloticus* et de *S. galilaeus* sont susceptibles au parasitisme. En milieu piscicole par contre, les spécimens d'*O. niloticus* les plus âgés sont plus parasités par *M. agolus*, *M. barchysporus* et *M. heterosporus*. Ceci corrobore les observations de **Sitja-Bobadilla & Alvarez-Pellitero** (1993) qui notent une augmentation progressive de l'infection de *Dicentrarchus labrax* par *Sphaerospora dicentrarchi* avec l'âge de l'hôte. Ces auteurs expliquent cette situation par l'effet de cumul des parasites dans les organes avec l'âge. Nous avons également enregistré une corrélation positive et significative entre la taille de *Labeo* sp. et les pourcentages d'infestation de *M. bankouopi* et *M. njoyai*. Ce résultat est en accord avec celui de **Viozzi & Flores** (2003) en Argentine qui ont trouvé une corrélation positive et significative entre la prévalence de *Myxidium biliare* et la taille de son hôte *Galaxia maculatus*. Nos travaux révèlent que *M. israelensis* affecte beaucoup plus les jeunes hôtes. Les corrélations négatives et significatives enregistrées entre la longueur standard de *Labeo* sp. et les pourcentages d'infestation de *M. barbi* suggèrent que cette Myxosporidie infeste plus les jeunes poissons. Selon **Tombi & Bilong Bilong** (2004), la charge parasitaire est élevée chez les hôtes de petite taille comparés à ceux de grande taille. **Lom & Dyková** (1992) remarquent que les jeunes poissons sont généralement plus susceptibles aux infections myxosporidiennes. Des observations analogues ont été faites par **Obiekezie & Enyenihi** (1988) pour *Henneguya chrysichthyi*, **Brummer-Korvenkontio et al.** (1991) pour les Myxosporidies parasites de *Rutilus rutilus*, **Fomena** (1995) pour *Myxobolus camerounensis* et **Lekeufack Folefack** (2010) pour *Myxobolus pethericii*, *M. hepsetusi*, *M. garipepinus*, *M. nkamensis* et *Henneguya pethericii*. **Hossain et al.** (2008) expliquent cette situation par l'immaturation du système immunitaire chez les jeunes hôtes.

Excepté *M. camerounensis*, les différentes espèces parasites infestent indifféremment les mâles et les femelles aussi bien chez *O. niloticus* que chez *Labeo* sp. Nos résultats sont en accord avec ceux de **Fomena** (1995) qui ne note aucune influence du sexe sur le parasitisme d'*O. niloticus* par les différentes espèces de Myxosporidies dans la station piscicole de Melen à Yaoundé. **Naldoni et al.** (2011) montrent que la prévalence de *H. eirasi* n'est pas influencée par le sexe de *Pseudoplatystoma* sp. au Brésil. Allant dans le même sens, **Özer** (2003) montre que le sexe n'influence pas l'infestation de *Gasterosteus aculeatus* par *Sphaerospora elegans*

et *Myxobilatus gasterostei* en Turquie. **Viozzi & Flores** (2003) et **Milanin et al.** (2010) pensent que la prévalence des Myxosporidies est indépendante du sexe de l'hôte. Au cours de notre étude, les femelles d'*O. niloticus* sont plus infestées par *M. camerounensis* que les mâles en milieu piscicole. Nos résultats corroborent ceux de **Tombi & Bilong Bilong** (2004) qui constatent que *M. njinei*, parasite de *Barbus martorelli* (Cyprinidae) infeste préférentiellement les femelles que les mâles. Par contre, selon **Sakiti** (1997) et **Gbankoto et al.** (2003), des infections parasitaires présentent souvent des prévalences plus élevées chez les mâles que les femelles. Selon **Poulin** (1996), le niveau élevé de testostérone sécrétée par les mâles peut entraîner dans certaines conditions, une immunodépression rendant ces individus plus vulnérables au parasitisme. Une bonne connaissance de la biologie des parasites et de leurs différents hôtes, permettrait de mieux expliquer le parasitisme des Myxosporidies en fonction des sexes.

Le spectre d'organes cibles des différentes espèces de Myxosporidies étudiées varie de 1 à 6 chez *O. niloticus* et 1 à 8 organes chez *Labeo sp.* **Abakar Ousman** (2006) a montré que le spectre d'organes colonisés chez *O. niloticus* et *Sarotherodon galilaeus* au Tchad varie de 1 à 5. Dans notre étude, *Myxobolus camerounensis* affecte 6 organes en milieu piscicole et 4 en situation naturelle. *M. nchoutnounensis* se retrouve dans 8 organes et *M. njoyai* dans 5 organes chez leurs hôtes. **Abakar Ousman et al.** (2007) ont trouvé *M. camerounensis* infestant cinq organes différents chez *O. niloticus* et *Sarotherodon galilaeus* au Tchad. **Lekeufack Folefack** (2010) trouve un spectre d'organes cibles élevé pour *M. pethericii* (16 organes) et *M. gariepinus* (8 organes). Cet auteur souligne que le spectre d'organes cibles élevé pour une espèce parasite donnée serait dû à sa flexibilité pour les ressources alimentaires. **Combes** (1995) estime que l'hétérogénéité des biotopes crée une série de microenvironnements distincts qui sont autant d'options d'habitat pour les espèces parasites.

Le caractère invasif des spores des Myxosporidies a été prouvé par **Marciel et al.** (2011), qui ont identifié *Myxobolus sp.* dans le frottis sanguin de *Colossoma macroponum* au Brésil. D'après **Obiekezie & Okaeme** (1990), les Myxosporidies des Tilapias ont une distribution générale dans les tissus. **Brunner-Korvenkontio et al** (1991) pensent que les spores des différentes espèces de Myxosporidies peuvent se disperser dans les reins et d'autres organes internes via le sang, causant des infections sévères. Nos travaux révèlent que les reins et la rate sont les organes les plus fréquemment infestés. Ces résultats sont proches de ceux de **Fomena** (1995) et **Abakar Ousman et al.** (2007). Les reins et la rate seraient des

sites de prédilection pour certaines espèces de Myxosporidies. Ces organes constitueraient, selon **Fomena** (1995), les sites d'initiation du cycle de développement pour de nombreuses espèces de Myxosporidies. **Brummer-Korvenkontio et al.** (1991) pensent que la capacité des Myxosporidies à se localiser dans les tissus et cavités donnés du poisson pourrait avoir une influence sur le type de dommage que ces parasites causent chez leurs hôtes. Les branchies constituent l'un des organes de prédilection pour *M. camerounensis*, *M. kouoptamoensis*, *M. barbi*, *T. assambai* et *T. bicornei*. L'infestation massive de cet organe par ces espèces de Myxosporidies peut être à l'origine de la réduction de la capacité respiratoire de l'hôte et d'après **Gbankoto et al.** (2001) cette situation affecterait négativement son succès reproductif (fitness).

*M. nchoutnounensis* et *M. njoyai* ont été retrouvées sur la face interne des écailles de *Labeo sp.*. Lorsqu'ils sont en grand nombre, de tels parasites peuvent perforer les écailles du poisson hôte (**Molnár**, 2002). Dans les formes sévères, cela peut être accompagné par les infections fongiques secondaires pouvant entraîner la mort de l'hôte.

Le taux d'infestation pour *M. camerounensis* est plus élevé en saison des pluies en milieu piscicole alors qu'en milieu naturel, ce taux ne varie pas en fonction des saisons. Nos résultats sont proches de ceux de **Sitjà-Bobadilla & Alvarez-Pellitero** (1993) qui ont montré qu'en Espagne, le taux d'infestation de *Sphaerospora dicentrarchi* (parasite de *Dicentrarchus labrax*) varie avec les saisons dans les bassins de culture, alors qu'en milieu naturel, ces auteurs ne notent pas de différence entre les pourcentages d'infestation en fonction des saisons. **Fomena** (1995) ne note aucune variation saisonnière dans les taux d'infestation de *M. camerounensis* (parasite d'*O. niloticus*) dans la station aquacole de Melen à Yaoundé. Nous n'avons pas noté de saisonnalité pour les espèces *M. agolus*, *M. barachysporus*, *M. heterosporus* aussi bien chez les poissons des étangs piscicoles que chez ceux récoltés en milieu naturel. Cette remarque corrobore de nombreuses observations déjà faites dont celles de **Gbankoto et al.** (2001) sur *Myxobolus sp.* et *M. zillii* (parasites des branchies de *Tilapia zillii* et *Sarotherodon melanoteron melanoteron* au Bénin), **Milanin et al.** (2010) sur *M. oliveirai* parasite de *Brycon hilarii* (Characidae) au Brésil et **Naldoni et al.** (2011) sur *Henneguya eirasi* parasite de *Pseudoplatystoma sp.* au Brésil. Nos résultats sont cependant contraires à ceux de **Gbankoto et al.** (2003) qui notent une variation saisonnière de l'infestation de *Tilapia zillii* par *M. heterosporus* au Bénin. Chez *O. niloticus* (Cichlidae) l'occurrence à *M. israelensis* est plus élevée en saison des pluies et faible en saison sèche à

Foumban et à Kouoptamo. Ces résultats sont en accord avec ceux d'**Abakar-Ousman** (2006) qui a montré que l'occurrence de *M. agolus*, *M. brachysporus*, *M. charii*, *M. tilapiae*, *M. cichlidarium* et *M. heterosporus* parasites des Cichlidae, *O. niloticus* et *Sarotherodon galilaeus* dans le fleuve Chari au Tchad est plus élevée pendant la saison des pluies.

Chez *Labeo* sp. *M. kouoptamoensis* est apparue plus fréquente pendant la saison sèche, ce qui serait dû à l'évaporation de l'eau car les poissons s'infestent en absorbant des spores déposées au niveau de la vase, ou encore celles-ci dévaginent leurs filaments polaires et infestent plus facilement les poissons qui viennent s'y nourrir. **Pampoulie et al.** (2000) pensent que la saison sèche, avec le changement des paramètres, modifierait également les zones de contact entre les parasites et leurs hôtes. Selon **El Mansi et al.** (1998) et **Ozer et al.** (2002), la variation saisonnière du pourcentage d'infestation des Myxosporidies serait due au taux de libération des Actinospores par les Oligochètes, taux qui varie en fonction des saisons. **Obiekezie & Okaeme** (1990) estiment que pendant la saison sèche, la température élevée de l'eau et la présence des vases constituent les facteurs majeurs qui affectent la prévalence des Myxosporidies. Selon **Özer et al.** (2002), les substrats boueux favorisent la multiplication et le développement rapide des populations d'oligochètes ce qui pourrait augmenter considérablement les prévalences d'infestation de ces hôtes.

## **CONCLUSION GÉNÉRALE ET PERSPECTIVES**

La parasitofaune des Myxosporidies des poissons récoltés dans le bassin du Noun est riche et diversifiée. L'examen de 1135 poissons appartenant aux familles des Mormyridae (1 espèce), Cichlidae (2), Cyprinidae (3), Channidae (1), Mochokidae (2) et Bagridae (3) a révélé la présence de 24 espèces de Myxosporidies. Ces parasites appartiennent aux genres *Myxidium* (2 espèces), *Myxobolus* (16), *Thelohanellus* (3) et *Henneguya* (3).

Quatre espèces nouvelles ont été décrites : *Myxobolus kouoptamoensis* n.sp. *M. nchoutnounensis* n.sp. , *M. njoyai* n.sp. et *M. bankouopi* n.sp. toutes parasites de *Labeo* sp..

*Thelohanellus bicornei* **Kabré et al.**, 2002 a été redécrite et sa diagnose complétée. Cette espèce est en réalité *T. costae* décrite par **Sakiti** en 1997.

La présence de certaines espèces de Myxosporidies antérieurement décrites au Cameroun a été confirmée chez leurs hôtes d'origine, il s'agit de *Myxobolus bilongi*, *Thelohanellus sanagaensis*, *T. assambai*, toutes parasites de *Labeo* sp.

La description de *Myxidium clariae* Landsberg, 1985 porte à dix (10) le nombre d'espèces de *Myxidium* connues chez les poissons d'eau douce du Cameroun.

*Henneguya auchenoglanii* **Kostoïngué et al.**, 2001 a été retrouvée chez son hôte d'origine. Treize (13) espèces d'*Henneguya* sont ainsi connues chez les poissons d'eau douce du Cameroun.

Les espèces du genre *Myxobolus* prédominent dans la faune des Myxosporidies des poissons examinés. Pratiquement tous les organes de l'hôte (branchies, reins, rate, écailles, nageoires, yeux, opercules, vésicule biliaire, foie) sont des sites potentiels d'infestation.

*O. niloticus* n'est infesté que par les Myxosporidies de genre *Myxobolus* et *Clarias gariepinus* par les espèces de genre *Henneguya*, alors que *Labeo* sp. est infesté par les espèces appartenant aux genres *Myxobolus*, *Thelohanellus* et *Myxidium*.

Quatre types de spécificités parasitaires ont été révélés: l'oïoxénie (observée chez *Myxobolus nchoutnounensis*, *M. njoyai*, *M. kouoptamoensis*, *M. bankouopi*, *Henneguya suprabranchiae*, *H. laterocapsulata*), l'euryxénie (observée chez *M. camerounensis*, *M. barbi*, *Myxidium nyongensis*), la mesosténoxénie (chez *T. bicornei*, *T. assambai*, *T. sanagaensis*) et la métasténoxénie (*M. brachysporus*, *M. agolus*, *M. heterosporus*, *M. israelensis*, *M. nounensis*, *M. tilapiae*, *M. kainjiae*).

Les infracommunautés de deux populations d'hôtes (capturées dans la rivière Noun et dans les étangs piscicoles) ont été examinées. Exception faite pour *M. nounensis* qui n'a été trouvée que dans la rivière Noun, neuf espèces de Myxosporidies sont communes aux deux biotopes avec des statuts différents. *M. kainjiae* et *M. sarigi* sont apparus rares ou satellites (p

< 10%) dans les deux milieux. *M. tilapiae* et *M. equatorialis* sont rares à Fouban et à Kouoptamo respectivement. *Myxobolus agolus*, *M. brachysporus*, *M. camerounensis*, *M. equatorialis*, *M. heterosporus* et *M. israelensis* étaient secondaires (10% p 50%) dans les deux sites, alors que *M. tilapiae* est apparu secondaire dans la rivière Noun uniquement. *Myxobolus equatorialis* est apparu secondaire en bassin piscicole.

Aucune espèce de Myxosporidie n'est apparue fréquente chez les spécimens d'*O. reochromis niloticus* capturés tant en milieu naturel qu'en situation d'élevage.

Chez *Labeo* sp. *M. nchoutnounensis* et *M. njoyai* sont fréquentes (Prévalence > 50%). *Myxobolus bankouopi*, *M. kouoptamoensis*, *M. bilongi*, *M. barbi*, *T. assambai*, *T. bicornei* sont secondaires, alors que *T. sanagaensis* et *Myxidium nyongensis* sont rares. Les infestations polyspécifiques sont les plus fréquentes comparées aux infestations monospécifiques.

Dans les étangs piscicoles, *M. israelensis*, *M. agolus* et *M. heterosporus* n'infesteraient que les hôtes hébergeant déjà d'autres espèces parasites. En milieu naturel, *M. njoyai* ne semble se trouver chez son hôte que lorsque *M. nchoutnounensis* et *M. bankouopi* y sont déjà installés.

En milieu naturel, on ne note aucune corrélation significative entre les taux d'infestation parasitaire et la taille d'*O. niloticus*. En milieu piscicole par contre, les hôtes de grande taille (les plus âgés) sont plus infestés par *M. agolus*, *M. brachysporus* et *M. heterosporus* alors que *M. israelensis* parasite plus les jeunes spécimens d'*O. niloticus*. On note une corrélation positive et significative entre la taille de *Labeo* sp. et les charges kystiques moyennes de *M. barbi* et *M. kouoptamoensis*.

En milieux naturel et artificiel, le sexe des hôtes (*O. niloticus* et *Labeo* sp.) n'a pas d'influence sur le parasitisme par les Myxosporidies étudiées.

Globalement, les taux de parasitisme varient significativement en fonction des organes cibles. Les pourcentages d'infestation par *M. barbi*, *M. bankouopi*, *M. kouoptamoensis*, *T. assambai* et *T. bicornei* sont fréquemment plus élevés dans les branchies. Chez *Labeo* sp., les reins constituent l'organe le plus affecté par *M. nchoutnounensis* et *M. njoyai*.

Chez *Labeo* sp., la quasi-totalité des espèces parasites forment des kystes polysporés. Les charges kystiques moyennes sont généralement faibles ou très faibles, exception faite de *M. barbi* qui présente une charge kystique moyenne élevée ( $\bar{x} = 90$  kystes).

Dans la station piscicole, les taux d'infestation d'*O. niloticus* par *M. camerounensis* et *M. israelensis* sont significativement plus élevés pendant la saison pluvieuse.

Les spécimens de *Labeo* sp. sont statistiquement plus parasités par *M. njoyai* et *T. bicornei* pendant la saison des pluies, tandis que *M. kouoptamoensis* présente un taux d'infestation plus élevé pendant la saison sèche.

## **PERSPECTIVES**

Afin de trouver une solution à un certain nombre de questions qui restent encore posées concernant les Myxosporidies parasites des poissons, nous envisageons dans nos travaux futurs:

- étendre l'inventaire des Myxosporidies parasites des poissons dans les écosystèmes marins afin de préciser quels sont les espèces de poissons à risque car de nombreuses affections parasitaires réduisant la valeur marchande des poissons d'importance économique sont connues dans ces environnements ;
- réaliser les infestations expérimentales sur des poissons en laboratoire afin de mieux appréhender le cycle de développement des Myxosporidies ;
- réaliser des coupes histologiques dans les branchies et les reins parasités en vue d'une étude histopathologique afin de mettre en évidence la nature et l'impact des dégâts causés par les Myxosporidies dans ces organes ;
- utiliser la biologie moléculaire pour compléter l'identification spécifique des Myxosporidies qui est toujours basée sur la morphologie et les mensurations des spores parfois très proches les unes des autres.

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- Abakar Ousman (2006). Les Myxospories (Myxozoa : Myxosporea) parasites des poissons d'eau douce du Tchad : faunistique et biologie des espèces inféodées à *Oreochromis niloticus* (Linné, 1758) et *Sarotherodon galilaeus* (Linné, 1758) Cichlidae. *Thèse de Doctorat/Ph.D, Université de Yaoundé I*, 163 p.
- Abakar Ousman, Bilong Bilong C.F., Njiné T. & Fomena A. (2007). Structure and dynamics of myxosporean parasites component communities in two fresh water Cichlids in the Chari River (Republic of Chad). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, **10**: 692-700.
- Abakar Ousman, Fomena A., Ngassam P. & Bouix G. (2006). Myxosporidies (Myxozoa) parasites des Téléostéens d'eau douce du Tchad : Espèces nouvelles ou peu connues. *Annales de l'Université de N'Djaména, Serie C 1* : 111-131.
- Abdel-Ghaffar F., El-Toukhy A., Al-Quraishy S., Al-Rasheid K., Abdelbaki A. S., Hegazy A. & Bashtar A.R. (2008). Five new myxosporean species (Myxozoa: Myxosporea) infecting the Nile tilapia *Oreochromis niloticus* in Bahr Shebin, Nile Tributary, Nile Delta, Egypt. 2008. *Parasitology Research*, **10**. 1007/s 00436-00861116-z.
- Abdel-Ghaffar F., Morsy K., Bashtar A.R., El-Gamainy S., Gamal S. (2013). *Thelohanellus niloticus* (Myxozoa: Myxosporea) a parasite of the Nile Carp *Labeo niloticus* from the River Nile Egypt. *Parasitology Research* **112**: 379-383.
- Abolarin M.O. (1971). A new species of *Henneguya* (Myxosporidia, Protozoa) from West Africa catfish, *Clarias lazera* val., with a review of the genus *Henneguya* Thélohan, 1892. *African journal of tropical Hydrobiology and Fisheries*, **1**: 93-105.
- Abolarin M.O. (1974). *Myxobolus tilapiae* sp. nov. (Protozoa: Myxosporida) from three species of freshwater Tilapia in Nigeria. *Journal of the West African Science Association*, **19**: 109-114.
- Abumhara A.A., Yadem S.M., Sovjak R. (2011). Epizootiology the control of gill parasite infestations in Egyptian fish hatcheries. *International Journal of Agricultural Science*, Vol. **1(3)**: 164-169.
- Adriano E.A., Arana S, Ceccareli P.S. & Cordeiro N.S. (2002). Light and scanning electron microscope of *Myxobolus porofilus* sp. n. (Myxosporea: Myxobolidea) infecting the visceral cavity of *Prochilodus lineatus* (Pisces: Characiforme; Prochilodontidea) cultivated in Brazil. *Folia Parasitologica*, **49**: 25-262.

- Al-Bassel & Hussein (2012). A survey on parasites infecting mullets from Egypt and Libya. *Egyptian Academy Journal of Biological Science*, **4(1)**: 9 -19.
- Ali M.A. (1999). *Henneguya ghaffari* sp n. (Myxozoa: Myxosporea) infecting the Nile perch *Lates niloticus* (Teleostei: Centropomidae). *Diseases of Aquatic Organism*, 38: 225-230.
- Ali M. A., Abdel Baki A.S., Sakran Th., Entzeroth R. & Abdel-Ghaffar F. (2002). *Myxobolus lubati* n. sp. (Myxosporea: Myxobolidae), a new parasite of haffarasea bream, *Rhabdosargus haffara* (Forsskal, 1775), Red Sea, Egypt: a light and transmission electron microscopy. *Parasitology Research*, **100**: 819-827.
- Alvarez-Pellitero & Sitja-Bobadilla (1989). On the influence of culture and stress condition on *Ceratomyxa* spp. (Myxozoa) infections in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) from the Spanish Mediterranean area. Proceedings of the IV<sup>th</sup> EAFP Conference on Fish and Shellfish Diseases, Santiago de Compostela, Spain, 27 p.
- Andree K.B., El-Matbouli M., Hoffmann R.W. & Hedrick R.P. (1997). Comparison of 18S and ITS-1 rDNA sequences of selected geographic isolates of *Myxobolus cerebralis*. *International journal of Parasitology*, **29**: 771-775.
- Andree K.B., Hedrick R.P., Mac Connell E. (2002). A review of the approaches to detect *Myxobolus cerebralis*, the cause of salmonid whirling disease. *American Fisheries Society, Symposium*, **29**:197-211.
- Arsan E.L. & Bartholomew J.L. (2008). Potential for Dissemination of the Nonnative Salmonid Parasite *Myxobolus cerebralis* in Alaska. *Journal of Aquatic Animal Health*, **20**:136–149.
- Ashmawy K.I., Abu-Ebu-Elwafa, Imam E. & El-Otifi Y. Z. (1989). Description of newly recorded Myxosporidia Protozoa of freshwater fishes in Behera Province. *Journal of Egyptian Veterinary Medicine Association*, **49**: 43-53.
- Athanassopoulou F., Karagouni E., Dotsika E., Ragias V., Tavla J., Christofilloyanis P., Vatsos I. (2004). Efficacy and toxicity of orally administrated anti-coccidial drugs for innovative treatments of *Myxobolus* sp. infection in *Puntazzo puntazzo*. *Diseases of Aquatic Organisms*, **62**: 217–226.
- Athanassopoulou F., Pappas I.S. and Bitchava K. (2009). An overview of the treatments for parasitic disease in Mediterranean aquaculture. *Options Méditerranéennes*, **86**: 63-83.
- Baker J.R. (1963). Three new species of *Myxosoma* (Protozoa: Myxosporidae) from East African freshwater fish. *Parasitology*, **53**: 285-292.

- Barassa B., Adriano E.A., Arana S. & Cordeiro, N.S. (2003). *Henneguya curvata* sp. n. (Myxosporea; Myxobolidae) parasitizing the gills of *Serrasalmus spilopleura* (Characidae: Serrasalminidae), a South American fresh water fish. *Folia Parasitologica*, **50**: 151-153.
- Basu S. & Haldar D.P (2003). Three new species of *Myxobolus* Bütschli, 1882 from different food fishes of west Bengal, India. *Acta protozoologica*, **42**: 245-251.
- Benajiba M.H. & Marques A. (1993). The alternation of actinomyxidian and Myxosporidian sporal forms in the development of *Myxidium giardi* (Parasite of *Anguilla anguilla*) through Oligochaetes. *Bulletin of the European Association of fish pathologists*, **13** (1): 100-103.
- Bilong Bilong C.F. & Njiné T. (1998). Dynamique des populations de trois monogènes parasites d'*Hemichromis fasciatus* Peters, 1858 dans le lac municipal de Yaoundé, et intérêt possible en pisciculture intensive. *Annales de la Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I, Série Sciences Naturelles et de la vie*, **34** (2): 295-303.
- Boreham R.E., Hendrick S., O'Donoghue P.J. & Stenzel D.J. (1998). Incidental finding of *Myxobolus* spores (Protozoa: Myxozoa) in stool samples from patients with gastrointestinal symptoms. *Journal of Clinical Microbiology*, **36** : 3728 – 3730.
- Boungou M., Kabré G. B., Sakiti N.G., Marquès A. & Sawadogo L. (2006). Description of four new Myxosporean species (Myxozoa: Myxosporea) from genus *Myxobolus*, fish parasites of Burkina-Faso, West Africa. *Journal of Biological Sciences*, **6** (5): 861-867.
- Brummer-Korvenkontio H., Tellervo Valtomen & Pugachev O.N. (1991). Myxosporea parasites in roach, *Rutilus rutilus* (Linnaeus) from four lakes in Central Finland. *Journal of fish Biology*, **38** : 573-586.
- Caira J.N., Jensen K. & Holsinger K.E. (2003). On a new index of host specificity in : Taxonomie, écologie et évolution des métazoaires parasites. "Taxonomy, ecology and evolution of metazoan parasites. (Livre hommage à Louis Euzet). Tome I. Combes C. and Jourdan J. (eds). PUP, Perpignan France, 161-201.
- Canning EU., & Okamura B. (2004). Biodiversity and evolution of the Myxozoa. *Advances in Parasitology*, **56** : 44-131.
- Combes C. (1995). Interactions durables. Ecologie et évolution du parasitisme. Paris, France, Masson, 524p.

- Das M.K. & Haldar D.P. (1986). Studies on Protozoan parasites from fishes: two new species of the genus *Neothelohanellus* n. gen. (Myxosporidia). *Archiv Für Protistenkunde*, **132**: 125-130.
- De Kinkelin P. & Gay M. (2000). La Tetracapsulose à *Tetracapsula Bryosalmonae*: une bonne cible pour des études épidémiologiques en ichtyopathologie. *Epidémiologie et Santé Animale*, **38** : 7-18.
- De Kinkelin P., Michel C. & Ghithino P. (1985). Précis de pathologie des poissons. *Institut National de la Recherche Agronomique (I.R.N.A)*, Paris, 339p.
- Diamant A., Ucko M., Paperna I., Colorni A. & Lipshitz A. (2005). *Kudoa iwata* (Myxosporidia: Multivalvulida) in wild and cultured fish in the reed sea : description and molecular phylogeny. *European Journal of Parasitology*, **91**(5): 1175-1189.
- Doflein F. (1901). Die Protozoen als Parasiten und Krankheit-serreger, nach biologischen Gesichtspunkten dargestellt G. Fischer Jena Edition 274p.
- Eiras J.C. (2005). An overview on the myxosporean parasites in amphians and reptile. *Acta Parasitologica*, **50** (4): 267-275.
- Eiras J.C., Malta J.C.O., Varella A.M.B. & Pavanelli G. C. (2005). *Myxobolus insignis* sp. n. (Myxozoa, Myxosporidia, Myxobolidae), a parasite of the Amazonian teleost fish *Semaprochilodus insignis* (Osteichthyes, Prochilodontidae). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz Rio De Janeiro*, **100** (3): 245-247.
- Eiras J.C., Molnár K. & Lu Y.S. (2005). Synopsis of the species of *Myxobolus* Bütschli, 1882 (Myxozoa, Myxosporidia: Myxobolidae). *Systematic Parasitology*, **52**: 43-54.
- Eiras J.C., Saraiva A., Cruz C. F., Santos M.J., and Fiala I. (2010) : Synopsis of the species of *Myxidium* Bütschli, 1882 (Myxozoa: Myxosporidia: Bivalvulida). *Systematic Parasitology*, **80**: 81–116.
- Eissa E., Abu Mourad I.M.K. & Borhan T. (2006). A contribution on *Myxosoma* infection in cultured *Oreochromis niloticus* in lower Egypt. *Nature and Science*, **4**(4): 40-46.
- El Mansy A. (2002). Immature stages and re-description of *Henneguya suprabranchiae* (Myxosporidia: Myxobolidae), an intestinal parasite of the Catfish *Clarias gariepinus* in the River Nile, Egypt. *Diseases of Aquatic Organism*, **51**: 179-186.
- El Mansy A., Szekely C. & Molnár K. (1998). Studies on the occurrence of actinosporidian stages of fish Myxosporidia in a fish form of Hungary, with the description of

- Triactinomyxon*, *Raabeia*, *Aurantiactinomyxon* and *Neo-actinomyxon* type. *Acta Veterinaria Hungarica*, **46**: 259-284.
- El- Matbouli M. & Hoffmann R.W. (1989). Experimental transmission of two *Myxobolus* spp. developing bisporogeny via tubificid worms. *Parasitology Research*, **75**: 461-464.
- El- Matbouli M. & Hoffmann R.W. (1993). *Myxobolus carassii* Klokaceva, 1914 also requires an aquatic oligochaete *Tubifex-tubifex* as an intermediate host in its life cycle. *Bulletin of European Association of Fish Pathology*, **13**: 189-192.
- El-Matbouli M. & Hoffmann R.W. (1995). Effects of freezing, aging, and passage through the alimentary canal of predatory animals on the viability of *Myxobolus cerebralis* spores. *Journal of Aquatic Animal Health*, **3**:260–262.
- El-Matbouli M. & Hoffmann R.W. (1998). Light and electron microscopic study on the chronological development of *Myxobolus cerebralis* to the actinosporean stage in *Tubifex tubifex*. *International journal of Parasitology*, **28**: 195-217.
- El- Matbouli M., Hoffmann R. & Mandock C. (1995). Light and electron microscopic observations on the route of the *Triactinomyxon* sporoplasm of *Myxobolus cerebralis* from epidermis into rainbow trout cartilage. *Journal of Fish Biology*, **46**: 919-935.
- El-Matbouli M., Hoffman R..W., Schoel H., McDowell T.S., Hedrick R.P. (1999). Whirling disease: host specificity and interaction between the actinosporean stage of *Myxobolus cerebralis* and rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Diseases of Aquatic Organism*, **35**: 1-12.
- El-Tantawi S.A.M. (1989a). Myxosporidian parasites of fishes in lakes Dgal Wielki and Warniak (Mazurian Lakeland, Poland). I. Survey of parasites. *Acta parasitologica Polonica*, **34** (3): 203-219.
- El-Tantawi S.A.M. (1989b). Myxosporidian parasites of fishes in lakes Dgal Wielki and Warniak (Mazurian Lakeland, Poland). II. Infection of fishes. *Acta parasitologica Polonica*, **34** (3) : 221-233.
- Euzet L & Combes C. (1980). Les problèmes de l'espèce chez les animaux parasites. *Mémoire de la Société de Zoologie de France*, **40** : 239-285.
- Euzet L. & Pariselle A. (1996). Le parasitisme des poissons Siluroidei: un danger pour l'aquaculture? *Aquatic Living Resources*, **9**: 145-151.

- Faisal M. & Shalaby S.I. (1987). *Myxosoma Tilapiae* as a new species (*Myxosoma: Myxosporea*) in wild *Oreochromis niloticus* in Lower Egypt. *Egyptian Journal of Veterinary Sciences*, **24** (1): 73-86.
- Fahmy M., Mandour A. & El-Naffar M. (1971). *Myxobolus niloticus* in the fish *Labeo niloticus* from the River Nile of Assiut. *Journal of Egyptian Society of Parasitology*, **1**: 39-46.
- Fall M., Fomena A., Kostoingué B., Diebakaté C., Faye N. & Toguebaye B.S. (2000). Myxosporidies (Myxozoa, Myxosporea) parasites des poissons Cichlidae du Cameroun, du Sénégal et du Tchad, avec la description de deux nouvelles espèces. *Annales des Sciences Naturelles*, **21**: 81-92.
- Fantham H.B. (1930). Some parasitic Protozoa found in South-Africa. III. *South Africa Journal of Science*, **27**: 376-390.
- FAO (2008). Comité des pêches continentales et d'aquaculture pour l'Afrique (C.P.C.A.A.) Renforcer le C.P.C.A.A. dans le cadre des initiatives de coopération régionale. *Quinzième session, Lusaka Zambie*, 9-11 décembre 2008.
- Folack (1998). Impact of Human Activities on River Resources in Cameroon. African Inland Fisheries. Aquaculture and the Environment, *FAO Fishing News Books. Ed. K. Remane*, 15-25.
- Fomena A. (1995). Les Myxosporidioses et Microsporidioses des poissons d'eau douce du Sud-Cameroun: Etude faunistique, Ultrastructure et Biologie. *Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Yaoundé I*, 397 p.
- Fomena A. & Bouix G. (1986). Contribution à l'étude des Myxosporidies des poissons d'eau douce du Cameroun. I : espèces nouvelles du genre *Myxidium* Bütschli, 1882. *Acta Tropica*, **43** : 319-333.
- Fomena A. & Bouix G. (1987). Contribution à l'étude des Myxosporidies des poissons d'eau douce du Cameroun. III : Espèces nouvelles des genres *Henneguya* Thélohan, 1892 et *Thelohannellus* Kudo, 1893. *Revue de Zoologie Africaine*, **101**: 43-53.
- Fomena A. & Bouix G. (1994). New Myxosporidea species (Myxozoa) of freshwater teleosts in Southern Cameroon (Central Africa). *Journal of African Zoology*, **108**: 481- 491.
- Fomena A. & Bouix G. (1996). New species of *Henneguya* Thélohan, 1892 (*Myxozoa : Myxosporea*) parasites of freshwater fishes in Cameroon. *Journal of African Zoology*, **110**: 413-423.

- Fomena A. & Bouix G. (1997a). Myxosporea (Protozoa: Myxozoa) of freshwater fishes in Africa : Keys to genera and species. *Systematic parasitology*, **37**: 161-178.
- Fomena A. & Bouix G. (1997b). Myxosporidies (Myxozoa) du Sud-Cameroun. Espèces nouvelles ou peu connues, parasites de téléostéens d'eau douce. *Bulletin de l'Institut Fondamental d'Afrique Noire*, **49** : 117-132.
- Fomena A & Bouix G. (2000). *Henneguya mbakaouensis* sp. nov. *Myxobolus nounensis* sp. nov. and *M. hydrocyni* Kostoingué & Toguebaye, 1994, Myxosporea (Myxozoa) parasites of Centropomidae, Cichlidae and Characidae (Teleosts) of the Sanaga basin in Cameroon (Central Africa). *Parasite*, **7**: 209-214.
- Fomena A., Bouix G. & Birgi E. (1985). Contribution à l'étude des Myxosporidies des poissons d'eau douce du Cameroun II : Espèces nouvelles du genre *Myxobolus* Bütschli, 1882. *Bulletin de l'Institut Fondamental d'Afrique Noire, Série A*, **46** : 167-192.
- Fomena A., Farikou-Oumarou & Tang II C. (2007). *Thelohanellus njinei* n. sp. et *T. lagdoensis* n. sp., Myxosporidies (Myxozoa : Myxosporea) parasites des Schilbeidae et Citharinidae, poissons téléostéens au Cameroun (Afrique Centrale). *Parasite*, **14**: 113-119.
- Fomena A., Lekeufack Folefack G.B., & Bouix G. (2008). Three new species of *Henneguya* (Myxozoa: Myxosporea), parasites of fresh water fishes in Cameroon (Central Africa). *Journal of Afrotropical Zoology*, **4**: 93-103.
- Fomena A., Lekeufack Folefack & Tan II C. (2007). New species of *Myxobolus* (Myxosporea: Myxobolidae) parasites of fresh water Fishes in Cameroon (Central Africa). *Journal of Biological Sciences*, **7**(7): 117-118.
- Fomena A., Marquès A. & Bouix G. (1993). Myxosporidea (Myxozoa) of *Oreochromis niloticus* (Lineaus, 1757) (Teleost : Cichlidae) in fish farming pools at Melen (Yaounde, Cameroon, Central Africa). *Journal of African Zoology*, **107**: 54-56.
- Fomena A., Lekeufack Folefack G. B., & Bouix G. (2010). Deux espèces nouvelles de *Myxidium* (myxosporea: Myxidiidae) parasites de poissons d'eau douce du Cameroun. *Parasite*, **17**: 9-16.
- Fomena A, Abakar-Ousman, Ngassam P. & Bouix G. (2004). Description de trois nouvelles espèces de Myxosporidies (Myxozoa: Myxosporea) parasites de *Citharinus citharus* (Geoffroy Saint-Hillaire, 1809) (Citharinidae) au Tchad (Afrique Centrale). *Parasite*, **11** : 83-88.

- Friedrich C., Ingolic E., Freitag B., Kastberger G., Hohnmann V., Skofitsch G., Neumaister U. & Kepka, O. (2000). A myxozoan-like parasite causing xenomas in the brain of the mole *Tolpa europaea* L., 1758. *Parasitology*, **121**: 438-492
- Frontier S., Davoult D., Gentilhomme V. & Lagadeuc Y. (2001). Statistiques pour les Sciences de la vie et de l'environnement. *Dunod, Paris* 377p.
- Gbankoto A., Pampoulie C., Marquès A. & Sakiti G. N. (2001). Occurrence of Myxosporean parasites in the gills of tilapia species from Lake Nokoue (Benin, West Africa): effect of host size and sex, and seasonal patterns of infection. *Diseases of Aquatic Organisms*, **44**: 217-222.
- Gbankoto A. Pampoulie C., Marquès A., Sakiti G.N. & Dramane K.L. (2003). Infection patterns of *Myxobolus heterospora* in two tilapia species (Teleostei : Cichlidae) and its potential effects. *Diseases of Aquatic Organisms*, **55**: 125-131.
- Gbankoto A. Sakiti G.N. & Marquès A. (1999). Occurrence of a pathology linked to *Myxobolus dahomeyensis* (Siau, 1971), a Myxosporean parasite of wild and cultured *Tilapia ovaries* in Benin. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, **46**: 14A.
- Gilbert M.A., Granath W.O. (2003). Whirling disease of Salmonid fish: life cycle, biology and disease. *Journal of Parasitology*, **45** : 658-667.
- Grassé P.P. (1960). Les Myxosporidies sont des organismes pluricellulaires. *CR Académie des Sciences, (Paris)* **251**: 2638-2640.
- Grassé P.P. (1970). Embranchement des Myxozoaires in : P.P. Grasse, R.A. Poisson & O. Tuzet (Eds), Précis de Zoologie 1, Invertébrés. *Seconde Edition. Masson et Cie* (ed) Paris, pp. 107-112.
- Grassé P.P. & Lavette A. (1978). La Myxosporidie *Sphaerospora sabrazesi* et le nouvel embranchement des Myxozoaires (Myxozoa). Recherche sur l'état pluricellulaire primitif et considération phylogénétique. *Annales des Sciences Naturelles. Zoologie (Paris)*, 193-285.
- Guilford H.G. (1965). New species of Myxosporidia found in Percid Fishes from Green Bay (Lake Michigan). *Journal of parasitology*, **49**: 474-478.
- Gupta S., Khera S. (1990). On three species of genus *Myxobolus* Bütschli 1882 from freshwater fishes of Northern Indian. *Journal of Parasitology*, **14**: 1-8.
- Haldar D.P., Das K.M., Sharma K. B. (1983). Studies on Protozoan parasites from fish. Four new species of the genera *Henneguya* Thelohan, 1892, *Thelohanellus* Kudo, 1933 and *Myxobolus* Bütschli, 1892. *Archiv Für Protistenkunde*, **12**: 283-296.

- Halliday, M.M. (1976). The biology of *Myxosoma cerebralis*: The causative organism of whirling disease of Salmonids. *Journal of fish Biology*, **9**: 339-357.
- Harpreet K. & Ranjeet S. (2010). Two new species of *Myxobolus* (Myxosporea, Bivalvulida) from the major carp *Labeo rohita* (India). *Journal of Parasitology*, **6** (4): 264-270.
- Hartigan A., Fiala I., Dyková I., Rose K., Phalen D.N., Šlapeta J. (2012). New species of Myxosporea from frogs of the genus *Cystodiscus* Lutz, 1889. Four species with myxospores in gallbladders of amphibians. *Parasitology*, **139**: 478-496.
- Hedrick R.P. (1998). Relationship of the host pathogen and environment: implication for diseases of cultured and wild fish populations. *Journal of aquatic Animal Health*, **10**: 107-111.
- Hedrick R.P., Groff J.M., Foley P. & Mc Dowell T. (1988). Oral administration of fumagillin DCH protects Chinook salmon *Onchorhynchus tshawytscha* from experimentally-induced proliferative kidney diseases. *Diseases of Aquatic Organism*, **4**: 165-168.
- Helke K.L. & Poynton S.L. (2005). *Myxidium mackiei* (Myxosporea) in Indo-Gangetic flash-shelled turtles *Lissemys punctata andersonii*: parasite-host interaction and ultrastructure. *Diseases of Aquatic Organisms*, **63**: 215-230.
- Hemanand Th., Meitei M.N., Bandyopadhyay P.K., Mitra, A.K. (2009). A new species of *Henneguya*, a gill parasite of a freshwater fish *Anabas testudineus* (Bloch) affected with ulcerative disease syndrom from Manipur, India. *Turkiye Parazitoloji Dergisi*, **32** (1): 82-85.
- Hessen E.M. & Zamzame M.L. (2004). *Myxobolus* sp: a possible new opportunistic parasite in immunocompromized patients in Ismailia, *Journal of Egypt Society of Parasitology*, **34** (3): 925 – 930.
- Hoffmann G.C. (1999). Parasites on North American freshwaterfishes. Second edition. *Comstock publishing associates, Cornell University Press, Ithaca*, 539p.
- Hoffman G.L. (1962). Whirling disease of trout. U.S. *Fish and Wildlife Service Fishery Leaflet*, 508 p.
- Hossain M.D., Hossain M.K., Rahman M.H., Akter A. & Khanon D.A. (2008). Prevalence of ectoparasites of carp fingerlings at Santaher, Bogra. *Rajshahi University Zoological Society*, **27**: 17-19.
- Jayasri M. & Hoffmann G.L. (1982). Review of *Myxidium* (Protozoa: Myxozoa: Myxosporea). *Protozoological abstracts*, **6** (4): 61-91.

- Kabré G.B. (1997). Parasites des poissons du Burkina-Faso : Faunistique, Ultrastructure, Biologie. *Thèse de Doctorat ès Sciences Naturelles, Université de Ouagadougou*, 268 p.
- Kabré G.B.S., Sakiti G.N., Marquès, A. & Sawadogo, L. (1995). *Myxobolus comei* n.sp. et *Myxobolus burkinei* n.sp. nouvelles Myxosporidies histozoïques chez *Clarias anguillaris* et *Labeo coubie* capturés dans les pêcheries du Burkina-Faso (Afrique de l'Ouest). *Bulletin de l'Institut fondamental d'Afrique noire*, **48**: 49-55.
- Kabré G.B., Sakiti G.N., Marquès A., & Sawadogo L. (1997). Presence of Myxosporeans (Myxosporea: Bivalvulida) of the genus *Henneguya* (Thelohan, 1882), parasites of fishes caught in fisheries of Burkina-Faso. *Bulletin of European Association of Fish Pathology*, **17**: 43-46.
- Kabré G.B., Sakiti G.N., Marquès A., & Sawadogo I. (2002). *Thelohanellus bicornei* Myxosporidie (Myxosporea, Bivalvulida) parasite des branchies de *Labeo coubie* Ruppel, 1832 (Osteichthyens, Cyprinidae) au Burkina-Faso, Afrique de l'Ouest. *Parasite*, **9**: 219-223.
- Kent M.L., Andrew K.B., Bartholomew J.L., El Matbouli M., Desser S.S., Devlin R.H., Feist S.W., Hedrick R.P., Hoffmann R.W., Khattra J., Hallett S.L., Lester R.J. G., Longshaw M., Palenzuela O., Sidd All M. E. & Xiao, C. X. (2001). Recent advances in our knowledge of the Myxozoa. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, **48**: 395-413.
- Kent M.L., Margolis D.J., Whitaker D.J., Hoskins G.E. & Mc Donald T.E. (1994). Review of Myxosporea of importance in Salmonid fisheries and aquaculture in British Columbia. *Folia parasitologica*, **41**: 27-37.
- Koskivaara M. & Valtomen, E.T. (1992). Dactylogyrus (Monogenea) communities on the gills of roach in three lakes in central Finland. *Parasitology*, **104**: 263-272.
- Kostoïngué B. & Toguebaye B.S. (1994). Le genre *Myxobolus* (Myxozoa : Myxosporea) chez les poissons d'eau douce du Tchad avec la description de trois espèces nouvelles. *Bulletin de l'Institut Fondamental d'Afrique Noire Cheikh Anta Diop, Dakar, Ser A*. **47** : 63-71.
- Kostoïngué B., Diebakaté C., Faye N., & Toguebaye B.S. (2001). Presence of Myxosporidea (Myxosporea) of the genus *Henneguya* Thelohan, 1892 in fresh water fishes from Chad (Central Africa). *Acta protozoologica*, **40**: 117-123.
- Kostoïngué B., Fall M., Faye N. & Toguebaye B.S. (1999). Three new species of Myxosporidian (Myxozoa: Myxosporea) parasites of fresh water fishes from Chad (Central Africa). *Acta Protozoologica*, **38**: 323-326.

- Kostoïngué B., Fall M., Diebakaté C., Faye N. & Toguebaye B.S. (2003). Light and electronic observations on *Henneguya ghaffari* (Myxosporea, Bivalvulida) infecting the gills and intestine of Nile Perch *Lates niloticus* (Pisces: Teleostei) from Chad and Senegal. *Diseases of aquatic Organisms*, Vol **54**: 79-83.
- Kostoïngué B., Faye N. & Toguebaye B.S. (1999). Nouvelles espèces de Myxosporidies des genres *Myxidium* Bütschli, 1882 et *Myxobolus* Bütschli, 1882 (Myxozoa, Myxosporea) chez les poissons d'eau douce du Tchad (Afrique Centrale). *Journal of African Zoology*, 112 : 249-259.
- Kudo R.R. (1919). Studies on Myxosporidia: A synopsis of genera and species of Myxosporidia, *Illinois Biological Monographs*, **5** (3-4): 1-265.
- Kudo R.R. (1933). A taxonomic consideration of Myxosporidia. *Transaction of the American Microscopical Society* **52**: 195-216.
- Lafferty K.D. (1997). Environmental parasitology: What can parasites tell us about human impacts on the environment? *Parasitology Today*, **13** (1): 251-255.
- Lafferty K.D. & Holt R.D. (2003). How should environmental stress affect the population dynamics of diseases? *Ecology letters*, **6**: 24-664.
- Landsberg J.H. (1985). Myxosporean infections in cultured Tilapias in Israël. *Journal of Protozoology*, **32**: 194-2001.
- Landsberg J.H. (1987). Myxosporean parasites of the Catfish, *Clarias lazera* (Valenciennes). *Systematic parasitology*, **9**: 73-81.
- Landsberg J.H. & Lom J. (1991). Taxonomy of the genera of the *Myxobolus/Myxosoma* group (Myxobolidae: Myxosporea), current listing of species and revision of synonyms. *Systematic parasitology*, **18**: 165-186.
- Lekeufack Folefack G.B. (2010). Faunistique et biologie des Myxosporidies (Myxozoa: Myxosporea) parasites de quelques Téléostéens dans la rivière Sangé (sous affluent du Wouri). *Thèse de Doctorat/Ph.D. Université de Yaoundé I*, 183 p.
- Lévêque C.D. & Paugy D. (2006). Les poissons des eaux continentales africaines: diversité, écologie, utilisation par l'homme. *Institut de Recherche pour le Développement (IRD) (éd) Paris*, 573 p.
- Lévêque C.D., Paugy D. & Teugels G.G. (1990). The fresh and brackish water fishes of West Africa. *Tome 1. ORSTOM (éd), Paris*, 384 p.
- Lévêque C.D., Paugy D. & Teugels G.G. (1992). The fresh and brackish water fishes of West Africa. *Tome 2. ORSTOM (éd) Paris*, 389-902.

- Lévine N.D., Corliss J.O., Cox F.E., Deroux G., Grain J., Honigberg B., Leedale G.F., Loeblich A.R., Lom J., Lynn D., Merinfeld E.G., Page F.C., Polyansky G., Sprague V., Vávra J., Wallace F.G. (1980). A newly revised classification of the Protozoa. *Journal of Protozoology*, **27** (1): 194-201.
- Liyanage Y., Yokoyama H. & Wakabayashi H. (2003). Evaluation of a vector-control strategy of haemorrhagic thelohanellosis in carp, caused by *Thelohanellus hovorkai* (Myxozoa). *Diseases of Aquatic Organisms*, **55**: 31-35.
- Lom J. (1969). On a new taxonomic character in Myxosporidia as demonstrated in description of two new species of *Myxobolus*. *Folia Parasitologica*, **16**: 97-103.
- Lom J. & Arthur J.R. (1989). A guideline for the preparation of species descriptions in Myxosporidia. *Journal of Fish Diseases*, **12**: 151-156.
- Lom J. & De Puytorac (1965). Studies on the Myxosporidian : ultrastructure and polar capsule development. *Parasitologica*, **1**: 53-66.
- Lom J. & Dyková I. (1992). Protozoan parasites of fishes. *Developments in Aquaculture and Fisheries Science*, **26**: 1-315.
- Lom J. & Dyková I. (2006). Myxozoan genera: definition and notes on taxonomy, life-cycle terminology and pathogenic species. *Folia Parasitologica*, **53**: 1-36.
- Lom J. & Noble E. R. (1984). Revised classification of the class Myxosporidia Bütschli, 1881. *Folia parasitologica (Praha)*, **31**: 139-205.
- Lom J. & Vavrá J. (1961). Mucous envelope as a taxonomic character in cnidosporidian spores. *Journal of Protozoology*, **8**: 18A
- Longshaw M., Frear P.A. & Feist S.W. (2003). *Myxobolus buckei* sp. n. (Myxozoa), a new pathogenic parasite from the spinal column of three Cyprinid fishes from the United Kingdom. *Folia Parasitologica*, **50**: 251-262.
- Longshaw M., Frear P.A. & Feist S.W. (2005). Description, development and pathogenicity of Myxozoan (Myxozoa: Myxosporidia) parasites of juvenile cyprinids (Pisces: Cyprinidae). *Journal of Fish Diseases*, **28**: 489-508.
- Longshaw M., Frear P.A., Nunn A.D., Cowx I.G. & Feist S.W. (2010). The influence of parasitism on fish population success. *Fisheries Management and Ecology*, **17**: 426-434.
- Loucif Nabil, Meddour Abderrafik, & Samraoui Boudjema. (2009). Biodiversité des parasites chez *Aguilla anguilla* Linnaeus, 1758 dans le Parc national d'El Kala-Algérie. *European Journal of Scientific Research*, **25** (2): 300-309.

- Lowenstine L.J., Rideout B.A., Gardner M., Busch M., Mace M., Bartholomew J., Gardiner C.H. (2002). Myxozoanosis in waterfowl: a new host record? *Proceeding of the American Society of Zoo veterinarians*, 86-87.
- Maciel P.O., Affonso E.G., Boijink Cde L., Tavares-Dias M., Inoue L.A. (2011). *Myxobolus* sp. (Myxozoa) in the circulating blood of *Colossoma macropomum* (Osteichthyes, Characidae). *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinaria*, **20** (1):82-4.
- Mandour A.M., Galal A.A. & Abed G.H. (1993). *Myxobolus clarii* n.sp. in the testis of the fish *Clarias lazera* from the river Nile of Assiut. *Assiut Veterinary and Medical Journal*, **29**: 109-115.
- Martins M.L., Souza V.N. De Moraes J.R. & Moraes F.R.D. (1999). Gill infection of *Leporinus macrocephalus* by *Henneguya leporinicola* n. sp. (Myxozoa: Myxobolidae). Description, histopathology and treatment. *Revista Brasileira Biologica*, **59**: 263-269.
- Margolis L., Esh G.W., Holmes J.C., Kuris A.M. & Schad G.A. (1982). The use of ecological terms in parasitology (Report of ad hoc committee of American Society of Parasitologists). *Journal of Parasitology*, **68** (1): 131-133.
- Markiw M.E., Wolf K. (1983). *Myxosoma cerebralis* (Myxozoa, Myxosporea) etiologic agent of Salmonids whirling disease require Tubificid worm (Annelida, Oligochaeta) in its life cycle. *Journal of Protozoology*, **30** (3): 561-564.
- Michael A.G. & Willard O.G.I. (2003). Whirling diseases of Salmonid fish: Life cycle, biology and disease. *Journal of Parasitology*, 658-667.
- Milanin T., Eiras J.C., Arana S., Maia A.A.M., Alves A.L., Silva M.R.M., Carriero M.M., Ceccarelli, P.S., Adriano E. (2010). Phylogeny, ultrastructure, histopathology and parasite of *Brycon hilarii* (Characidae) in the Pantanal Wetland, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro*, **105** (6): 762-769.
- MINEPIA (2008). Rapport d'activité 2008. Direction des pêches, Cameroun 51 pages.
- Mitchell L.G. (1967). *Myxidium macrocheili* n.sp. (Cnidospora: Myxidiidae) from Largescale sucker *catostomus macrocheilus* Girard, and a synopsis of the *Myxidium* of North American fresh water vertebrates. *Journal of Parasitology*, **68** (1): 131-133.
- Molnár K. (1993). Recent achievements in the chemotherapy of Myxosporean infections of fish. *Acta Veterinaria Hungarica*, **41**: 51-58.
- Molnár K. (2002a). Site preference of Myxosporeans in the gill. *Diseases of aquatic organisms*, **48**: 123-128

- Molnár K. (2002b). Site preference of Myxosporean spp. On the fins of some Hungarian fish species. *Diseases of aquatic organisms*, **52**: 197-207
- Molnár K., Baska F. & Székely C. (1987). Fumagillinn an efficacious drug against renal Sphaerosporosis of the common carp *Cyprinus carpio*. *Diseases of Aquatic Organisms*, **2**:187-190.
- Molnár K. & Kovacs-Gayer E. (1986). Biology and histopathology of *Thelohanellus hovorkai* Akhmerov, 1960 (Myxosporea, Myxozoa), a protozoan parasite of the common carp (*Cyprinus carpio*) by transmission of SB- protozoan. *Journal of Applied Ichthyology*, **2**: 42-46
- Molnár K. & Szekely C.S. (1999). *Myxobolus* infection of the gills of common bream (*Abramis brama* L.) in lake Balaton and in the kis-Balaton reservoir, Hungary. *Acta Veterinaria Hungarica*, **47**: 419-432.
- Moncada L.I., López M.C., Murcia M.I., Nicholls S., León f., Guío O.L., Corredor A. (2001). *Myxobolus* sp., another opportunistic parasite in immunosuppressed patients. *Journal of Clinical Microbiology*, **39**: 1938 – 1940.
- Mutschmann F. (1999). A new myxozoan, *Chloromyxum careni* sp.n. (Myxosporea: *Chloromyxidae*) from the kidney of *Megophrys nasuta* Schlegel, 1858 (Anura: *Pelobatidae*) from Indonesia. *Acta Protozoologica*, **38**: 83.86.
- Mutschmann F. (2004). Pathological changes in African hyperliid frogs due to a myxosporidian infection with a new species of *Hoferellus* (Myxozoa). *Diseases of Aquatic Organisms*, **60**: 215 – 222.
- Naldoni J., Arana S., Maia A.A.M., Silva M.R.M., Carriero M.M., Ceccarelli P.S., Tavares L.E.R. and Adriano E.A. (2011). Host-parasite-environment relationship, morphology and molecular analyses of *Henneguya eirasi* n. sp. parasite of two wild *Pseudoplatystoma* spp. in Pantanal Wetland, Brazil. *Veterinary Parasitology*, **177** (4): 247-255).
- Obiekezie A.I. & Okaeme A.N. (1987). *Myxobilatus accessobrachialis* n.sp. (Protozoa: Myxozoa) from the accessory breathing organ of cultured *Heterobranchus bidorsalis* Saint-Hilaire, 1809, *Archiv Für Protistenkunde*, **134**: 409-414.
- Obienkezie A.I. & Okaeme A.N. (1990). Myxosporea (Protozoa) infections of cultured Tilapias in Nigeria. *Journal of African Zoology*, **104**: 77-91.

- Obiekezie A.I. & Schmahl G. (1993). *Henneguya laterocapsulata* Landsberg, 1987 (Myxosporidia, Myxozoa) in cultured hybrid African Catfish: Ultrastructure of the parasite host interface. *European Journal of fish Biology*, **32**: 479-481.
- Obiekezie A.I. & Taeye M. (1991). Mortality in hatchery reared fry of the African Catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell) caused by *Gyrodactylus graschafti* Ergens, 1873. *Bulletin of European Association for Fish Pathology*, **11** (2): 82-85.
- Okaeme A.N., Obiekezie A.I., Lehman J., Antai E.E. & Madu C.T. (1988). Parasites and diseases of cultured fish of lake Kainji area Nigeria. *Journal of Fish Biology*, **32**: 479-481.
- Olivry J.C. (1986). Fleuves et rivières du Cameroun. *O.R.S.T.O.M. (éd.)*, 733p.
- Özer, A. (2003). *Sphaerospora elegans* Thelohan, 1892 and *Myxobilatus gasterostei* Davis, 1944 (Phylum: Myxozoa) infection in the three-spined Stickleback, *Gasterosteus aculeatus* L., 1758 in Turkey. *Turkean Journal of Zoology*, **27**: 163-169.
- Özer A., Wootten R. & Shinn A.P. (2002). Infection, prevalence, seasonality and host specificity of actinosporean types (Myxozoa) in a Atlantic Salmon fish from located in Northern Scotland, *Folia Parasitologica*, **49**: 263-268.
- Pampoulie C., Bouchereau J.L., Rosecchi E., Poizat G. & Crivelli A.J. (2000). Annual variation in the reproductive traits of *Pomatoschistus mocrops* in a mediterranean lagoon undergoing environmental changes: evidence of phenotypic plasticity: *Journal of fish Biology*, **57**: 1441-1452.
- Paperna (1968). Ectoparasites infections of fish in Volta Lake, Ghana. *Bulletin of wild life Diseases Association*, **4**: 135-137.
- Paperna I. (1973). Occurrence of Cnidospora infections in freshwater fishes in Africa. *Bulletin de l'Institut Fondamental d'Afrique Noire, série A*, **33**. 509-527.
- Peters H.M. (1971). Sporozoon cysts. The basis of purported Mouth-brooding in the African Labyrinthine fish *Ctenopoma multispinis* (pisces: Anabantidae). *Copeia*, **1**: 185.
- Poulin R. (1996). Sexual inequalities in Helminth infections: a cost of being a male? *American Naturalist*, **147**: 287-295.
- Poulin R. (2006). Variation in infection parameters among population within parasite species: Intrinsic properties versus local factors. *International Journal of Parasitology*, **36**: 877-885.
- Qadri S.S. (1962). On a new myxosporidian *Thelohanellus boggoti* n. sp. from an Indian freshwater fish *Labeo boggot*. *Archiv Für Protistenkunde*, **106**: 218-222.

- Reed C.C., Basson, L. & Van As, I. I. (2002). *Myxobolus* species (Myxozoa) parasites of fishes in the Okovango River and Delta, Botswana, including descriptions of two new species. *Folia parasitologica*, **49**: 81-88.
- Reed C.C., Basson L. & Van As L.L. (2003). Myxozoans infecting the sharptooth Catfish *Clarias gariepinus* in the Okovango River and Delta, Botswana, including descriptions of two new species, *Henneguya samochimensis* sp. n. and *Myxobolus gariepinus* n.sp. *Folia Parasitologica* **50**: 183-189.
- Rioul O. (2008). Théorie des probabilités. Lavoisier, Paris (éd) : 364 p.
- Sabri D.M., Eissa I.A.M., Danasoury M.A. & Khouraiha H.M. (2010). Prevalence of *Henneguya branchialis* in Catfish (*Clarias gariepinus*) in Ismailia, Egypt. *International Journal of Agriculture and Biology*, **12**: 897-900.
- Sakiti G.N. (1997). Myxosporidies et Microsporidies des poissons du Sud Bénin: Faunistique, Ultrastructure, Biologie. *Thèse de Doctorat D'Etat. Université du Benin*, 296 p.
- Sakiti, G.N., Blanc, E., Marquès, A. & Bouix, G. (1991). Myxosporidies (Myxozoa, Myxosporea) du genre *Myxobolus* Bütschli, 1882 parasites de poissons Cichlidae du lac Nokoué au Bénin (Afrique de l'Ouest). *Journal of African Zoology*, **105** : 173-186.
- Sarkar N.K. (1985). Myxosporidian *Henneguya mystusia* sp.n.(Myxozoa: Myxosporea) from the gills of a fresh water teleost fish *Mystus* sp. *Acta Protozoologica*, **24**: 55-58.
- Sarkar N.K. & Ghosh S. (1990). Two new Myxozoan parasite of the genus *Thelohanellus* Kudo 1933 (Myxosporea: Myxobolidae) from fresh water fishes of west Bengal, *India new Agriculturist*, **1** (1): 35-38.
- Schmall G., Sénaud J. & Mehlhorn H. (1991). Treatment of fish parasites. 8. Effect of syn triazinone (Toltrazuril) on developmental stages of *Henneguya* sp. (Myxosporea: Myxozoa): A light and electromicroscopic study, *Arch. Protistenkd*, **140**: 83-94
- Schulman S.S. (1966). Myxosporidies d'URSS. *Academiya Naukova*, 508 PP.
- Schulman S.S. (1984). Key to parasites of fresh water fish. I: Parasitic protozoa (en Russe) *USSR. Akademiya Zoology Institue*, **140**: 1-431.
- Schwartz D. (1989). Méthodes statistiques à l'usage des Médecins et des Biologistes. *3<sup>e</sup> Edition Flammarion médecine-Sciences, Paris*: 306 p.
- Seenappa D. & Manohar L, (1981). Five new species of *Myxobolus* (Myxosporea: Protozoa), Shulman S.S. (1966). Myxosporidies d'URSS. *Academia Nouk. USSR*, 508p.

- Seenappa D. & Manohar L, (1981). Five new species of *Myxobolus* (Myxosporea: Protozoa) parasitic in *Cirrhina mrigala* (Hamilton) and *Labeo rohita* (Hamilton), with a note on a new recorded for *M. curmucae* (Seenappa andmanohar, 1980). *Journal of Protozoology*, **28**: 358-360.
- Siau Y. (1971). Myxosporidies de *Synodontis ansorgii* Bouleng & Mag, 1911 et de *Eleotris* (Kribia) *kribiensis* Boulenger, 1964, poissons des eaux saumâtres de la lagune de Porto-Novo (Dahomey). *Bulletin de la Société Zoologique de France*, **96** :563- 570.
- Siau Y. (1978). Contribution à la connaissance des Myxosporidies. Etude de *Myxobolus exiguus* Thélohan, 1895. *Thèse de doctorat d'Etat U.S.T.L. Montpellier*, 200p.
- Siau Y., Gasc C. & Maillard C. (1987). Premières observaions ultrastructurales d'une Myxosporidie appartenant au genre *Fabespora*, parasite de Trématode. *Folia Parasitologica*, **17**: 131-137.
- Sidall M.E., Marti D. S., Bridge D., Desse S.S., Cone D.K. (1995). The demise of a phylum of Protists: Phylogeny of the Myxozoa and other parasitic Cnidaria. *Journal of Parasitology*, **81**: 961-967.
- Sitjà-Bobadilla (2009). Can Myxosporean parasites compromise fish and amphibian reproduction? *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, **276** (1669): 2861-2870
- Sitjà-Bobadilla A. & Alvarez-Pellitero P. (1992). Effect of Fumagillin treatments on sea bass *Dicentrarchus labrax* parasitized by *Sphaerospora testicularis* (Myxosporea : Bivalvulida). *Diseases of aquatic Organisms*, **14** : 171-178.
- Sitjà-Bobadilla A. & Alvarez-Pellitero P. (1993). Populations dynamics of *Sphaerospora dicentrarchi* Sitja-Bobadilla & Alvarez-Pelletero, 1992 and *S. testicularis* Sitja-Bobadilla & Alvarez-Pellitero, 1990 (Myxosporea : Bivalvulida) infections in wild and cultured Mediterranean sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Parasitology*, **106** : 39-45.
- Skelton P. & Teugels G.G. (1992). Neotype description for the African Catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1882) (Pisces: Siluridei: Clariidae). *Ichthyology Bulletin* 56: 1-7.
- Smothers J.F., Smith J.L., Spall R.D. (1994). Molecular evidence that the Myxozoa protists are Metazoans. *Sciences*, **265**: 1719-1721.
- Stiassny M.I.G., Teugels G.G. & Hopkins, C.D. (2007). Poissons d'eaux douces et saumâtres de la basse Guinée, Ouest de l'Afrique Centrale. *Collection faune et flore tropicales, IRD (éd.), Paris volume I*, 797p.

- Sushma G. & Khera S. (1990) On three species of genus *Myxobolus* Bütschli 1882 from freshwater fishes of northern India. *Indian journal of parasitology*, **14** (1): 1-8.
- Suchel J.B. (1988). Les climats du Cameroun. Thèse Doctorat d'état, Université de Bordeaux III. 1186 p.
- Székely C., Molnár K. & Baska F. (1998). Efficacy of fumagillin against *Myxidium giardi* Cépède, 1906, infection of the European eel (*Anguilla anguilla*): new observation on Myxidiosis of imported glass eels. *Acta veterinaria Hungarica*, **36**: 239-246
- Tombi, J. (2005). Monogènes et Myxosporidies ectoparasites de *Barbus martorelli* (Pisces: Cyprinidae): Structure temporelle des infra communautés en milieu forestier secondaire et impact potentiel sur la santé des hôtes. *Thèse de Doctorat/PhD. Université de Yaoundé 1*, 135p.
- Tombi J. & Bilong Bilong C.F. (2004). Distribution of gill parasites of the freshwater fish *Barbus martorelli* Roman, 1971 (Teleostei: Cyprinidae) and tendency to inverse intensity evolution between Myxosporidia and Monogenea as a function of the host age. *Revue d'élevage et de Médecine Vétérinaire des pays tropicaux*, **57** (1-2): 71-76.
- Tombi J., Nack J. & Bilong Bilong C.F. (2010). Spatial distribution of monogenean and Myxosporidian gill parasites of *Barbus martorelli* Roman, 1971 (Teleostei: Cyprinid): The role of intrinsic factors. *African Journal of Agricultural Research*, **5** (13): 1661-1669.
- Uspenkaya A.V. (1984). (Cytology of Myxosporea.) Nauka Publication House, 112 pp.
- Uspenkaya (1995). Alternation of actinosporean and Myxosporean phases in the life cycle of *Zchokkella nova* (Myxozoa). *Journal of Eukaryotic Microbiology* **42**: 665-668.
- Valtomen E.T., Holmes J.C. & Koskivaara M. (1997). Eutrophication, pollution and fragmentation: effects on parasite communities in roach (*Rutilus rutilus*) and perch (*Perca fluviatilis*) in four lakes in Central Finland. *Canadian Journal of Fish Aquatic Sciences*, **54**: 572-585.
- Viozzi G.P. & Flores V.R. (2003). *Myxidium biliare* sp. n. (Myxozoa) from gall bladder of *Galaxias maculatus* (Osmeriformes: Galaxiidae) in Patagonia (Argentina). *Folia Parasitologica*, **50**: 190-194.
- Vivien J. (1991). Faune du Cameroun: guide des mammifères et poissons. *Gicam*, (éd) 98-227.

- Wolf K. & Markiw M. E. (1984). Biology contravenes taxonomy in the Myxozoa : new discoveries show alternation of invertebrate and vertebrate hosts. *Sciences*, **255**: 1449-1452.
- Wolf K., Markiw M.E. & Hiltunen J.K. (1986). Salmonid whirling disease: *Tubifex tubifex* (Müller) identified as the essential Oligochaete in the Protozoan life cycle. *Journal of Fish Diseases*, **9**: 83-85.
- Yemmen C, Ktari M. H. & Bahri S. (2012). Parasitofauna of some mugilid and soleid fish species from Tunisian lagoons. *Acta Adriat*, **52(1)**: 173-182
- Yokoyama, H. Liyanage, Y.S., Sugai, A. & Wakabayashi H. (1998). Hemorrhagic theloannellosis of color carp caused by *Thelohanellus hovorkai* (Myxozoa: Myxosporea). *Fish pathology*, **33**: 85-89.
- Yokoyama H., Ogawa K., Wakabayashi H. (1993). Involvement of *Branchiura sowerbyi* (Oligochaeta: Annelida) in the transmission of *Hoffereilus carassii* (Myxosporea: Myxozoa), causative agent of kidney enlargement disease (KED) of goldfish *Carassius auratus*. *Fish Pathology*, **28**: 135-139.

## **. ANNEXES**

**A<sub>1</sub>: Valeur de la corrélation taux d'infestation/ Longueur Standard (LS) d' *Oreochromis niloticus***

| Espèce parasite         | Localité             |                       |
|-------------------------|----------------------|-----------------------|
|                         | Foumban              | Kouoptamo             |
| <i>M. agolus</i>        | r= 0,034 ; P= 0,06   | r= -0,03 ; P= 0,685   |
| <i>M. brachysporus</i>  | r= -0,116 ; P= 0,185 | r= 0,007 ; P= 0,937   |
| <i>M. camerounensis</i> | r=-0,088 ; P= 0,315  | r= -0,142 ; P= -0,086 |
| <i>M. heterosporus</i>  | r=0,150 ; P=0,086    | r= - 0,054 ; P= 0,514 |
| <i>M. israelensis</i>   | r=-0,116 ; P=0,187   | r= -0,157 ; P= 0,056  |

p : probabilité ; r : valeur de la corrélation ; \* : test statistique significatif à 0,05

**A<sub>2</sub>: Résultat du test de  $\chi^2$  issue des comparaisons des classes de taille chez *Oreochromis niloticus* prises deux à deux en fonction des taux du parasitisme.**

|                        | Foumban  |  | Kouoptamo                                 |          |   |                                       |
|------------------------|----------|--|---|----------|---|---------------------------------------|
| <i>M. agolus</i>       | ≥ 120    | [20-70[<br>$\chi^2=4,58^*$<br>P= 0,034 | [70-120[<br>$\chi^2=9,38^{**}$<br>P=0,002 | 120      | [20-70[<br>$\chi^2=1,86$<br>P=0,18      | [70-120[<br>$\chi^2=0,63$<br>P=0,42   |
|                        | [70-120[ | $\chi^2=0,65$<br>P=0,42                |   | [70-120[ | $\chi^2=5,65$<br>p= 0,018*              |                                       |
| <i>M. brachysporus</i> | ≥ 120    | [20-70[<br>$\chi^2=0,54$<br>P= 0,46    | [70-120[<br>$\chi^2=5,00^*$<br>P=0,026    | 120      | [20-70[<br>$\chi^2= 4,49^*$<br>P= 0,039 | [70-120[<br>$\chi^2= 0,39$<br>p= 0,53 |
|                        | [70-120[ | $\chi^2=5,30^*$<br>P= 0,021            |   | [70-120[ | $\chi^2=4,09^*$<br>P=0,043              |                                       |

|                         |               |               |
|-------------------------|---------------|---------------|
|                         | [20-70[       | [70-120[      |
| ≥ 120                   | $\chi^2=1,20$ | $\chi^2=1,71$ |
|                         | P=0,27        | P= 0,19       |
| [70-120[                | $\chi^2=0,86$ |               |
|                         | P= 0,77       |               |
| <i>M. camerounensis</i> |               |               |

|                         |                |                 |
|-------------------------|----------------|-----------------|
|                         | [20-70[        | [70-120[        |
| 120                     | $\chi^2= 0,24$ | $\chi^2= 0,001$ |
|                         | P= 0,62        | p= 0,98         |
| [70-120[                | $\chi^2= 0,25$ |                 |
|                         | P= 0,61        |                 |
| <i>M. camerounensis</i> |                |                 |

|                        |                 |                     |
|------------------------|-----------------|---------------------|
|                        | [20-70[         | [70-120[            |
| ≥ 120                  | $\chi^2=5,04^*$ | $\chi^2=10,88^{**}$ |
|                        | P= 0,026        | P=0,001             |
| [70-120[               | $\chi^2=1,40$   |                     |
|                        | P= 0,23         |                     |
| <i>M. heterosporus</i> |                 |                     |

|                        |                 |               |
|------------------------|-----------------|---------------|
|                        | [20-70[         | [70-120[      |
| 120                    | $\chi^2=1,86$   | $\chi^2=0,24$ |
|                        | P=0,18          | P= 0,72       |
| [70-120[               | $\chi^2=3,89^*$ |               |
|                        | P=0,049         |               |
| <i>M. heterosporus</i> |                 |               |

|                       |                    |               |
|-----------------------|--------------------|---------------|
|                       | [20-70[            | [70-120[      |
| ≥ 120                 | $\chi^2=0,23$      | $\chi^2=2,42$ |
|                       | P=0,63             | P=0,120       |
| [70-120[              | $\chi^2=11,0^{**}$ |               |
|                       | P= 0,001           |               |
| <i>M. israelensis</i> |                    |               |

|                       |                |               |
|-----------------------|----------------|---------------|
|                       | [20-70[        | [70-120[      |
| 120                   | $\chi^2= 0,62$ | $\chi^2=2,53$ |
|                       | P= 0,44        | P= 0,11       |
| [70-120[              | $\chi^2=3,72$  |               |
|                       | P= 0,054       |               |
| <i>M. israelensis</i> |                |               |

\* : test statistiquement significatif à 0,05 ; \*\* : test statistiquement significatif à 0,001 ; p : probabilité ;  $\chi^2$  : valeur de la statistique de chi carré.

**Tableau A<sub>3</sub>: Comparaison des taux d'infestation dans différentes classes de taille chez *Oreochromis niloticus* entre Foumban et Kouoptamo**

| Classe de taille | Espèces parasites       | Localité |           |         |           | Valeur de P |
|------------------|-------------------------|----------|-----------|---------|-----------|-------------|
|                  |                         | Foumban  | Kouoptamo | Foumban | Kouoptamo |             |
|                  |                         | n        | %         | N       | %         |             |
| [20-70[          | <i>M. agolus</i>        | 15       | 34,8      | 2       | 50,0      | 0,55 NS     |
|                  | <i>M. brachysporus</i>  | 27       | 62,8      | 4       | 100       | 0,13 NS     |
|                  | <i>M. camerounensis</i> | 8        | 18,6      | 0       | 0         | 0,34 NS     |
|                  | <i>M. heterosporus</i>  | 20       | 40,5      | 2       | 50        | 0,89 NS     |
|                  | <i>M. israelensis</i>   | 26       | 60,5      | 2       | 50        | 0,68 NS     |
| [70- 120[        | <i>M. agolus</i>        | 60       | 29,7      | 28      | 11,2      | 0,001 S     |
|                  | <i>M. brachysporus</i>  | 91       | 43,5      | 122     | 49        | 0,24 NS     |
|                  | <i>M. camerounensis</i> | 43       | 20,6      | 15      | 6,0       | 0,001 S     |
|                  | <i>M. heterosporus</i>  | 77       | 36,8      | 36      | 14,5      | 0,001 S     |
|                  | <i>M. israelensis</i>   | 70       | 33,5      | 37      | 14,8      | 0,001 S     |
| >120             | <i>M. agolus</i>        | 10       | 66,6      | 3       | 17,6      | 0,006 S     |
|                  | <i>M. brachysporus</i>  | 11       | 73,3      | 7       | 41,1      | 0,07 NS     |
|                  | <i>M. camerounensis</i> | 1        | 6,6       | 1       | 5,9       | 0,92 NS     |
|                  | <i>M. heterosporus</i>  | 12       | 80,0      | 3       | 17,6      | 0,001 S     |
|                  | <i>M. israelensis</i>   | 8        | 53,3      | 5       | 29,4      | 0,16 NS     |

n : nombre de poissons parasités ; % : pourcentage d'infestation ; S : significatif ; NS : non significatif

**A<sub>4</sub>: Valeur de la Corrélation entre les pourcentages d'infestation et la Longueur standard (LS) de *Labeo sp.***

| Espèces parasites | <i>M. bankouopi</i> | <i>M. barbi</i> | <i>M. kouptamoensis</i> | <i>M. njoyai</i> | <i>M. nchoutnounensis</i> | <i>T. assambai</i> | <i>T. bicornei</i> |
|-------------------|---------------------|-----------------|-------------------------|------------------|---------------------------|--------------------|--------------------|
| r                 | 0,191*              | -0,188*         | 0,124                   | 0,164*           | 0,059                     | -0,62              | 0,038              |
| p                 | 0,018               | 0,019           | 0,124                   | 0,042            | 0,468                     | 0,444              | 0,638              |

\* : test statistique significatif à 0,05 ;; p : probabilité ; r : valeur de la corréla

**A<sub>5</sub> : Résultat du test de  $\chi^2$  issue des comparaisons des classes de taille de *Labeo sp.* prises deux à deux en fonction des taux du parasitisme.**

|                           |            | ]70-100]          | ]100-130]        |
|---------------------------|------------|-------------------|------------------|
| <i>M. bankouopi</i>       | ] 100-130] | $\chi^2 = 6,43^*$ |                  |
|                           |            | P= 0,01           |                  |
|                           | ] 130-160] | $\chi^2 = 2,34$   | $\chi^2 = 0,29$  |
|                           |            | P= 0,12           | P= 0,59          |
| <i>M. barbi</i>           | ] 100-130] | $\chi^2 = 0,004$  |                  |
|                           |            | P= 0,94           |                  |
|                           | ] 130-160] | $\chi^2 = 5,72^*$ | $\chi^2 = 0,035$ |
|                           |            | P= 0,017          | P= 0,80          |
| <i>M. kouptamoensis</i>   | ] 100-130] | $\chi^2 = 1,01$   |                  |
|                           |            | P= 0,31           |                  |
|                           | ] 130-160] | $\chi^2 = 1,24$   | $\chi^2 = 0,035$ |
|                           |            | P= 0,26           | P= 0,8           |
| <i>M. njoyai</i>          | ] 100-130] | $\chi^2 = 2,45$   |                  |
|                           |            | P= 0,11           |                  |
|                           | ] 130-160] | $\chi^2 = 0,82$   | $\chi^2 = 0,15$  |
|                           |            | P= 0,3            | P= 0,69          |
| <i>M. nchoutnounensis</i> | ] 100-130] | $\chi^2 = 3,30$   |                  |
|                           |            | P= 0,07           |                  |

|                           |                   |                 |                   |
|---------------------------|-------------------|-----------------|-------------------|
|                           | <b>] 130-160]</b> | $\chi^2 = 1,46$ | $\chi^2 = 6,13^*$ |
|                           |                   | P= 0,22         | P= 0,014          |
| <b><i>T. assambai</i></b> | <b>] 100-130]</b> | $\chi^2 = 0,46$ |                   |
|                           |                   | P= 0,49         |                   |
|                           | <b>] 130-160]</b> | $\chi^2 = 0,25$ | $\chi^2 = 0,005$  |
|                           |                   | P= 0,61         | P= 0,94           |
| <b><i>T. bicornei</i></b> | <b>] 100-130]</b> | $\chi^2 = 0,36$ |                   |
|                           |                   | P= 0,54         |                   |
|                           | <b>] 130-160]</b> | $\chi^2 = 1,45$ | $\chi^2 = 2,18$   |
|                           |                   | P= 0,23         | P= 0,14           |

\* : test statistiquement significatif à 0,05 ; p : probabilité ;  $\chi^2$  : valeur de la statistique de chi carré.

#### **A<sub>6</sub> : comparaison du parasitisme entre Fouban et Kouoptamo en fonction du sexe d'*Oreochromis niloticus***

| Espèces parasites       |         | Fouban |      | Kouoptamo |      | Valeurs de P |
|-------------------------|---------|--------|------|-----------|------|--------------|
|                         |         | n      | %    | n         | %    |              |
| <i>M. agolus</i>        | Femelle | 43     | 32,8 | 17        | 11,5 | P= 0,001 S   |
|                         | Mâle    | 42     | 30,9 | 10        | 13,1 | P= 0,014 S   |
| <i>M. brachysporus</i>  | Femelle | 66     | 50,4 | 72        | 48,6 | 0,77 NS      |
|                         | Mâle    | 63     | 46,3 | 61        | 50,0 | 0,55 NS      |
| <i>M. camerounensis</i> | Femelle | 33     | 25,2 | 10        | 6,8  | P= 0,001 S   |
|                         | Mâle    | 19     | 14,0 | 6         | 4,9  | P= 0,001 S   |
| <i>M. heterosporus</i>  | Femelle | 56     | 42,7 | 23        | 15,5 | P= 0,001 S   |
|                         | Mâle    | 53     | 39,0 | 18        | 14,8 | P= 0,001 S   |
| <i>M. israelensis</i>   | Femelle | 43     | 32,8 | 17        | 11,5 | P= 0,001 S   |
|                         | Mâle    | 42     | 30,9 | 10        | 13,1 | P= 0,001 S   |

n : nombre de poissons parasités ; % : pourcentage d'infestation ; *M. Myxobolus* ; S : significatif ; NS : non significatif

#### **A<sub>7</sub> : Résultat du test de $\chi^2$ issue des comparaisons des taux du parasitisme dans les organes par chaque espèce parasite d'*Oreochromis niloticus* ente Fouban et Kouoptamo**

|                         | <i>M. agolus</i> | <i>M. brachysporus</i> | <i>M. camerounensis</i> | <i>M. heterosporus</i> | <i>M. israelensis</i> |
|-------------------------|------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|
| <i>M. agolus</i>        | 0,001**          |                        |                         |                        |                       |
| <i>M. brachysporus</i>  |                  | 0,12                   |                         |                        |                       |
| <i>M. camerounensis</i> |                  |                        | 0,001**                 |                        |                       |
| <i>M. heterosporus</i>  |                  |                        |                         | 0,001**                |                       |
| <i>M. israelensis</i>   |                  |                        |                         |                        | 0,001**               |

\*\* : test statistiquement significatif à 0,001 ; p : probabilité ;  $\chi^2$  : valeur de la statistique de chi

**A<sub>8</sub>: Comparaison des taux d'infestation entre saison à Foumban et à Kouoptamo**

| Espèces parasites       | Localité |      |           |      |                | Localité |      |           |      |                |
|-------------------------|----------|------|-----------|------|----------------|----------|------|-----------|------|----------------|
|                         | Foumban  |      | Kouoptamo |      | Valeur de P    | Foumban  |      | Kouoptamo |      | Valeur de P    |
|                         | SP<br>n  | %    | SP<br>n   | %    |                | SS<br>n  | %    | SS<br>n   | %    |                |
| <i>M. agolus</i>        | 70       | 33,8 | 23        | 11,9 | <b>0,001 S</b> | 15       | 25,0 | 10        | 13,0 | <b>0,07 NS</b> |
| <i>M. brachysporus</i>  | 105      | 50,7 | 90        | 46,6 | <b>0,40 NS</b> | 24       | 40,0 | 43        | 55,8 | <b>0,06 NS</b> |
| <i>M. camerounensis</i> | 47       | 22,7 | 28        | 14,5 | <b>0,001 S</b> | 15       | 8,3  | 4         | 5,2  | <b>0,5 NS</b>  |
| <i>M. heterosporus</i>  | 91       | 44,0 | 33        | 17,1 | <b>0,001 S</b> | 18       | 30,0 | 8         | 10,4 | <b>0,004 S</b> |
| <i>M. israelensis</i>   | 88       | 42,5 | 38        | 19,7 | <b>0,001 S</b> | 16       | 26,7 | 6         | 7,8  | <b>0,003 S</b> |

n : nombre de poissons parasités ; % : pourcentage d'infestation ; SP : saison des pluies ; SS : saison sèche ; S : significatif ; NS : non significatif

**A<sub>9</sub>: Valeur de la Corrélacion entre la charge kystique et la Longueur standard (LS) de *Labeo sp.***

| Espèces parasites | <i>M. bankouopi</i> | <i>M. barbi</i> | <i>M. kauptamoensis</i> | <i>M. njoyai</i> | <i>M. nchoutounensis</i> | <i>T. assambai</i> | <i>T. bicornei</i> |
|-------------------|---------------------|-----------------|-------------------------|------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|
| r                 | -0,200              | 0,775**         | 0,439                   | 0,025            | 0,091                    | -0,263             | 0,12               |
| p                 | 0,328               | 0,001           | 0,060                   | 0,918            | 0,59                     | 0,106              | 0,590              |

\*\* test statistiquement significatif à 0,01 ; p : probabilité ; r : valeur de la corrélation.

**A<sub>10</sub>: Valeurs de la Corrélacion entre la Charge kystique et les classe de taille chez *Labeo parvus***

| Espèces parasites | <i>M. bankouopi</i> | <i>M. barbi</i> | <i>M. kauptamoensis</i> | <i>M. njoyai</i> | <i>M. nchoutounensis</i> | <i>T. assambai</i> | <i>T. bicornei</i> |
|-------------------|---------------------|-----------------|-------------------------|------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|
| r                 | -0,024              | 0,071           | 0,464*                  | 0,016            | 0,070                    | -0,367*            | 0,148              |
| p                 | 0,909               | 0,627           | 0,045                   | 0,948            | 0,684                    | 0,021              | 0,40               |

\* : test statistique significatif à 0,05 ; p : probabilité ; r : valeur de la corrélation

**A<sub>11</sub> : Valeur de la statistique U de Mann Whitney issue des comparaisons des classes de taille de *Labeo sp.* prises deux à deux en fonction de la charge parasitaire**

|                  | <b>]70-100]</b> | <b>]100-130]</b> |
|------------------|-----------------|------------------|
| <b>]100-130]</b> | U= 661,500*     |                  |
|                  | P= 0,041        |                  |
| <b>]130-160]</b> | U= 294,500*     | U= 59,0*         |
|                  | P=0,003         | P= 0,002         |

\* : test statistiquement significatif à 0,05 ; p : probabilité ; U : valeur de la statistique de Mann Whitney.

## Liste des publications tirées de la thèse

1)- **NCHOUTPOUEN ELYSEE & FOMENA ABRAHAM** (2011). Description de trois espèces nouvelles de *Myxobolus* (Myxosporea: Myxobolidae) parasites de *Labeo sp.* (Cyprinidae) au Cameroun. *Journal of Applied Biosciences*, **38**: 2508 – 2517.

2)- **ELYSÉE NCHOUTPOUEN, GUY BENOÎT LEKEUFACK FOLEFACK & ABRAHAM FOMENA** (2011). Structure and population dynamics of *myxobolus* infections in wild and cultured *Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758 in the Noun division (West-Cameroon). *Journal of Cell and Animal Biology*, **5** (12): 254-264.



## Description de trois espèces nouvelles de *Myxobolus* (Myxosporea : Myxobolidae) parasites de *Labeo parvus* Boulenger, 1902 (Cyprinidae) au Cameroun

NCHOUTPOUEN Elysée\* et FOMENA Abraham\*

\* Laboratoire de Biologie Générale, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I, BP 812 Yaoundé, Cameroun.

Corresponding author email: [abfomena@yahoo.fr](mailto:abfomena@yahoo.fr)

Original submitted in 26<sup>th</sup> October 2010. Published online at [www.biosciences.elewa.org](http://www.biosciences.elewa.org) on February 7, 2011.

### RESUME :

**Objectif :** Dans l'optique de connaître la biodiversité des Myxosporidies des poissons d'eau douce du Cameroun et à terme en élaborer des méthodes de lutte, 222 spécimens de *Labeo parvus* Boulenger, 1902 (Téléostéen, Cyprinidae), poisson très consommé au Cameroun, ont été capturés dans la rivière Noun (bassin de la Sanaga) et examinés.

**Méthodologie et résultats :** Les méthodes utilisées concernant la pêche, l'autopsie des poissons, la recherche, le montage et l'étude au microscope optique des parasites sont classiques. La détermination au niveau spécifique des Myxosporidies a surtout été basée sur les caractères morphométriques des spores. Trois espèces nouvelles du genre *Myxobolus* Bütschli, 1882 ont été récoltées et décrites ; il s'agit de: *Myxobolus kouoptamoensis* n.sp. trouvée dans les branchies, la rate et les reins ; *Myxobolus nchoutnounensis* n.sp., parasite systémique, et *Myxobolus njoyai* n.sp. qui affecte de nombreux organes. Les spores de *M. kouoptamoensis* n.sp. sont subsphériques avec les deux pôles légèrement rétrécis, mesurent 9,3 x 9,0 µm en moyenne ; ses capsules polaires sont égales et le sporoplasme grossièrement losangique. *M. nchoutnounensis* n.sp. forme des spores ovoïdes et qui mesurent 11,8 x 9,2 µm en moyenne, avec des capsules polaires inégales et qui font 4 x 1,5 µm et 2,9 x 1,6 µm respectivement pour la grande et la petite. Un appendice en forme de triangle sépare les deux capsules polaires. Les spores de *M. njoyai* n.sp. sont subsphériques et de taille réduite (9,7 x 8,5 µm en moyenne) ; les capsules polaires sont symétriques ; un triangle intercapsulaire est présent. *Thelohanellus bicornei* Kabré, Sakiti, Marquès & Sawadogo, 2002 a été retrouvée et sa diagnose complétée.

**Conclusion et application :** Cette description des trois nouveaux taxa porte à 31 le nombre d'espèces de Myxosporidies connues chez les Cyprinidés du genre *Labeo* et confirme la prédominance des espèces du genre *Myxobolus*. Ces données sont importantes dans la mise sur pied à long terme d'une stratégie de protection des poissons contre ces pathogènes.

**Mots clés:** Myxosporidies, *Myxobolus kouoptamoensis* n.sp., *Myxobolus nchoutnounensis* n.sp., *Myxobolus njoyai* n.sp., poisson, Cyprinidae, parasite, eau douce, Cameroun, Afrique.

### The study of three new species of *Myxobolus* (Myxosporea: Myxobolidae) parasites of *Labeo parvus* Boulenger, 1902, Cyprinid fish in Cameroon

**Objective:** In order to know the biodiversity of Myxosporidian fish parasites in Cameroon so as to elaborate control strategies against these organisms, a total of 222 *Labeo parvus* Boulenger, 1902 (Teleost,

Cyprinidae), a highly consumed fish in the country were captured in the river Noun (Sanaga basin) and examined.

**Methodology and results:** Classical methods of fishing, dissection of fish, the search and study of parasites with an optical microscope were used. Identification of Myxosporidian species was mostly based on morphometric characteristics of spores. Three new species of the genus *Myxobolus* Bütschli, 1882 were identified and described. These species were *Myxobolus kouoptamoensis* sp.nov found in the gills, kidney and spleen; *Myxobolus nchoutnounensis* sp.nov., a systemic parasite and *Myxobolus njoyai* sp.nov., found in numerous organs in the host fish. Spores of *M. kouoptamoensis* were subspherical with narrower ends; measuring 9.3 x 9.0 µm in diameter; its polar capsules were equal, with a diamond-shaped sporoplasm. Spores of *M. nchoutnounensis* were ovoid measuring 11.8 x 9.2 µm, with unequal polar capsules that measure 4 x 1.5 µm for the larger and 2.9 x 1.6 µm for the smaller. Spores of *M. njoyai* were subspherical and reduced (9.7 x 8.5 µm), with polar capsules equal; an intercapsular appendix was present. *Thelohanellus bicornei* Kabre, Sakiti, Marques & Sawadogo, 2002 was also found and its diagnosis completed with new characteristics.

**Conclusion and Application:** This description of three new species of *Myxobolus* give a total of 31 Myxosporidian species known to infest Cyprinid fishes of the genus *Labeo* and confirms the predominance of *Myxobolus* species among Myxosporidia. These data are important and will be used in a long term to elaborate protection strategies to control fish pathogens.

**Key words:** Myxosporidia, *Myxobolus kouoptamoensis* sp.nov., *Myxobolus nchoutnounensis* sp.nov., *Myxobolus njoyai* sp.nov., fish, Cyprinidae, parasite, fresh water, Cameroon, Africa.

## INTRODUCTION

Le poisson est une source importante de protéines animales à travers le monde. Malgré son importance économique et alimentaire, il constitue un biotope très favorable au développement d'un grand nombre de parasites au rang desquels les Myxosporidies (Lom & Dyková, 1992 et 2006; Kent *et al.*, 2001). Très pathogènes, certaines espèces de Myxosporidies sont à l'origine de graves épizooties susceptibles d'affaiblir ou de tuer le poisson hôte, entraînant ainsi de pertes économiques importantes (Ching & Munday, 1984; Sinderman, 1986; Okaeme *et al.*, 1988; Lom & Dyková, 2006). Les effets sublétaux de ces pathogènes potentiels sont nombreux : ralentissement de la croissance, déformations squelettiques, détérioration de la vue, diminution de la fécondité des hôtes, etc. (Lom & Dyková, 2006). Pour mener à bien une pisciculture, il faut maîtriser non seulement les problèmes techniques qui en découlent, mais également ceux d'ordre pathologique. Bilong Bilong *et al.* (1998) soulignent la nécessité d'étudier la biodiversité parasitaire d'un peuplement avant toute opération de conservation, pour à terme élaborer des méthodes de lutte.

La diversité des Myxosporidies décrites à l'échelle mondiale était récemment estimée à 2180 espèces appartenant à 62 genres dont *Myxobolus* Bütschli, 1882 qui constitue le groupe numériquement le plus important avec 792 espèces (Lom & Dyková, 2006). La plupart des espèces de Myxosporidies présentent une spécificité stricte (oïoxène) vis-à-vis de leurs hôtes (Molnár *et al.*, 1998).

En Afrique, on connaît environ 240 espèces de Myxosporidies décrites chez les poissons (Lekeufack Folefack, 2010). Ces parasites appartiennent aux genres : *Myxidium* Bütschli, 1882; *Myxobolus* Bütschli, 1882; *Sphaerospora* Thélohan, 1882; *Chloromyxum* Mingazzini, 1890; *Henneguya* Thélohan, 1892; *Hoferellus* Berg, 1898; *Zchokkella* Auerbach, 1910; *Sinusolinea* Davis, 1917; *Thelohanellus* Kudo, 1933; *Myxobilatus* Davis, 1944; *Kudoa* Meglitsch, 1947; *Ortholinea* Shulman, 1962; *Triangula* Chen & Hsieh, 1984 et *Parahenneguya* Sakiti, 1997.

La faune des Myxosporidies des poissons d'eau douce du Cameroun est représentée par 73 espèces appartenant aux genres *Myxobolus*, *Henneguya*, *Myxidium*, *Thelohanellus*,

*Sphaerospora*, *Chloromyxum* et *Hoferellus* (Lekeufack Folefack (2010).

Chez les Cyprinidae du genre *Labeo*, on connaît une trentaine d'espèces de Myxosporidies des genres *Myxidium*, *Myxobolus* et *Thelohanellus* confondus (Lekeufack Folefack, 2010).

## MATERIEL ET METHODES

Les poissons examinés (222 individus) ont été récoltés de mars 2006 à juin 2009, dans la rivière Noun (sous-affluent de la Sanaga) à Kouoptamo (5°39' 17" N, 10° 37' 1" E) dans le département du Noun (Région administrative de l'Ouest Cameroun). Selon Olivry (1986), l'Ouest appartient au domaine de la forêt submontagnarde, souvent dégradée par les plantations de caféiers et d'autres cultures. Dans la région règne un climat tropical de montagne avec deux saisons : une courte saison sèche (de novembre à février) et une longue saison des pluies (de mars à octobre) ; les températures moyennes annuelles oscillent entre 19,8°C et 22°C ; la pluviométrie moyenne annuelle varie entre 1313,7 et 1988,6 mm. Les captures ont été faites à l'aide d'un filet épervier et parfois d'une canne à pêche. Sur le terrain, une fois les poissons capturés, une boutonnière a été réalisée sur la face ventrale de chaque individu hôte. Ces derniers ont immédiatement été plongés dans une solution de formol à 10% contenue dans un bidon en matière plastique, avant d'être ramenés au laboratoire. L'examen de ce matériel fixé peut attendre plusieurs jours ou semaines. L'identification du poisson hôte (*Labeo parvus*

## RESULTATS ET DISCUSSION

**Forme végétative** : entre les lamelles branchiales secondaires de l'hôte, cette Myxosporidie forme des kystes blanchâtres et ovoïdes, qui mesurent 140 à 200 µm de long x 85 à 135 µm de large. Par individu hôte parasité, on peut compter de 1 à 30 kystes. Les trophozoïtes n'ont pas été vus dans les reins et la rate mais les spores y ont été trouvées isolées ou groupées. **Spores** : de taille réduite (9,3 x 9 µm en moyenne), les spores mûres sont subsphériques, avec les deux pôles légèrement rétrécis (Fig.1). Le plus grand diamètre s'observe à la base des capsules polaires (Figs.1 & 11). Les valves sont lisses ; les capsules polaires sont ovoïdes, symétriques et très développées (elles occupent la moitié du volume de la cavité sporale) (Figs.1, 10-11). Dans chacune d'elles, le

L'objectif de ce travail est d'étudier la faune des Myxosporidies parasites de *Labeo parvus* (Cyprinidae) en milieu naturel, ceci dans la perspective de contribuer à la mise sur pied d'une stratégie de protection des poissons contre ces pathogènes potentiels.

Boulenger, 1902) a été faite en utilisant la clé donnée par Lévêque (1990).

Au laboratoire, les poissons ont d'abord été examinés à l'œil nu, puis à la loupe binoculaire Olympus BO61. Après ouverture de la cavité branchiale, les branchies ont délicatement été détachées, placées individuellement dans des boîtes de Pétri contenant de l'eau distillée et examinées à la loupe. Après dissection des hôtes, tous les organes internes (reins, rate, foie, vésicule biliaire, gonades, cœur) ont été prélevés et examinés. Les frottis des spores contenues dans les kystes ont été confectionnés et examinés à l'objectif 100 X du microscope. Les frottis des reins et de la rate ont été confectionnés, à raison de 3 par organe (région antérieure, moyenne et postérieure) ; et examinés à l'objectif 40x du microscope. Concernant ces deux organes, le comptage des spores a été fait dans 40 champs et par frottis. Les dessins des spores ont été réalisés au microscope Wild M-20, muni d'un tube à dessin. Les mensurations ont été effectuées sur au moins 40 spores, à l'aide d'un micromètre oculaire, les variables retenues sont celles proposées par Lom & Arthur (1989). Les photographies des spores ont été prises à l'aide d'un microscope Olympus CH-2.

filament polaire s'enroule sur 5 à 6 tours de spire (Fig.10). Le sporoplasme est grossièrement losangique et réduit (Figs.1, 10-11).

**Mensurations** : longueur (L) : 9,3 (8-10) µm ; largeur (l) : 9,0 (8-10) µm ; rapport (L/l) : 1,03 ; longueur de la capsule polaire (L') : 4,7 (4-5,5) µm ; largeur de la capsule polaire (l') : 3,5 (3-4) µm ; rapports (L'/l') : 1,34 ; (L'/L) : 0,50.

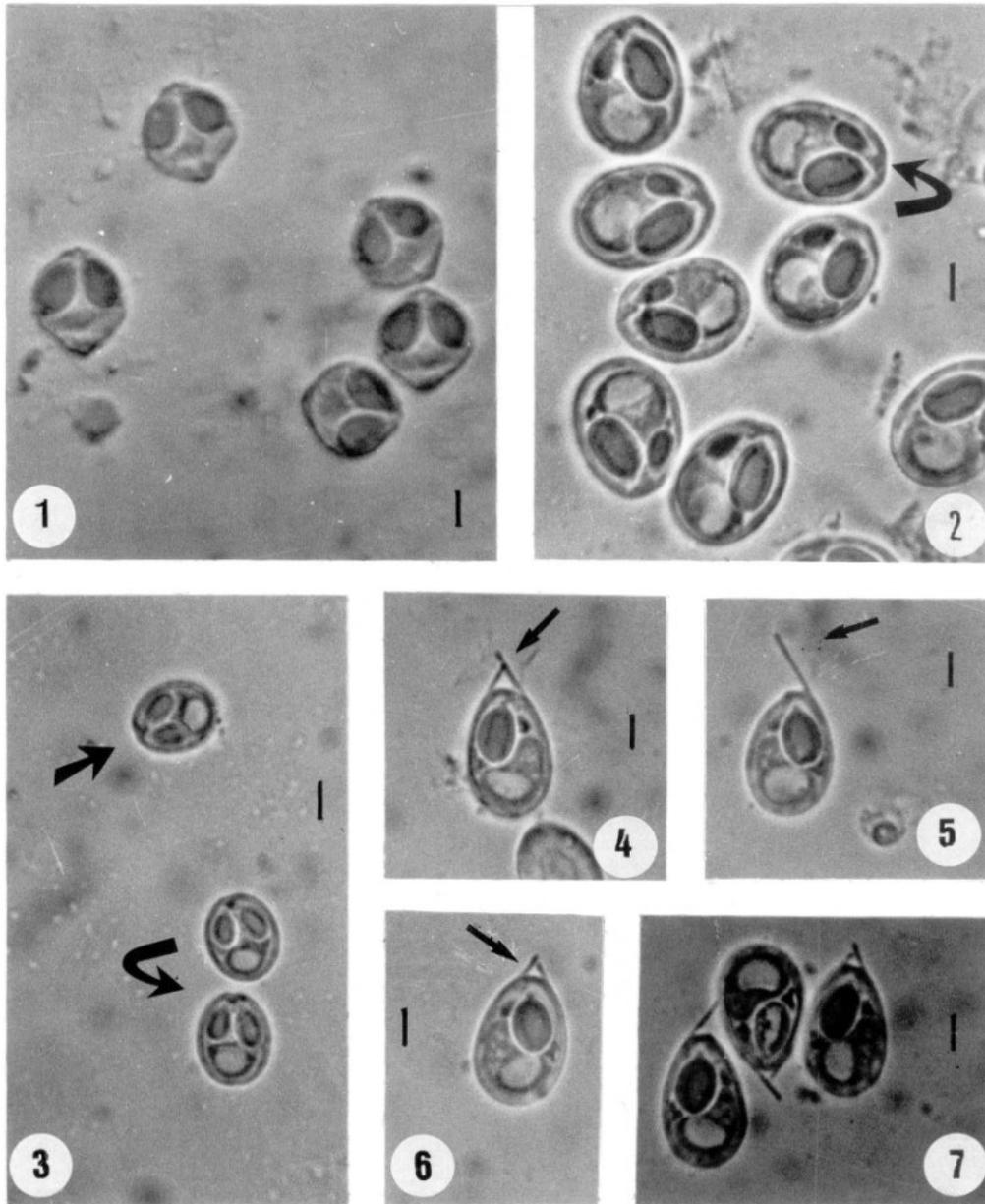
**Hôte type** : *Labeo parvus* Boulenger, 1902 (Cyprinidae).

**Localité** : Kouoptamo (5° 39' 17" N, 10° 37' 1" E) dans la rivière Noun (Région de l'Ouest Cameroun).

**Organes parasités** : branchies, rate, reins.

**Prévalence** : 34,2 ± 6,4% (76 poissons parasités sur 222 examinés).

*Myxobolus kouoptamoensis* n.sp. (Figures 1, 10-11).



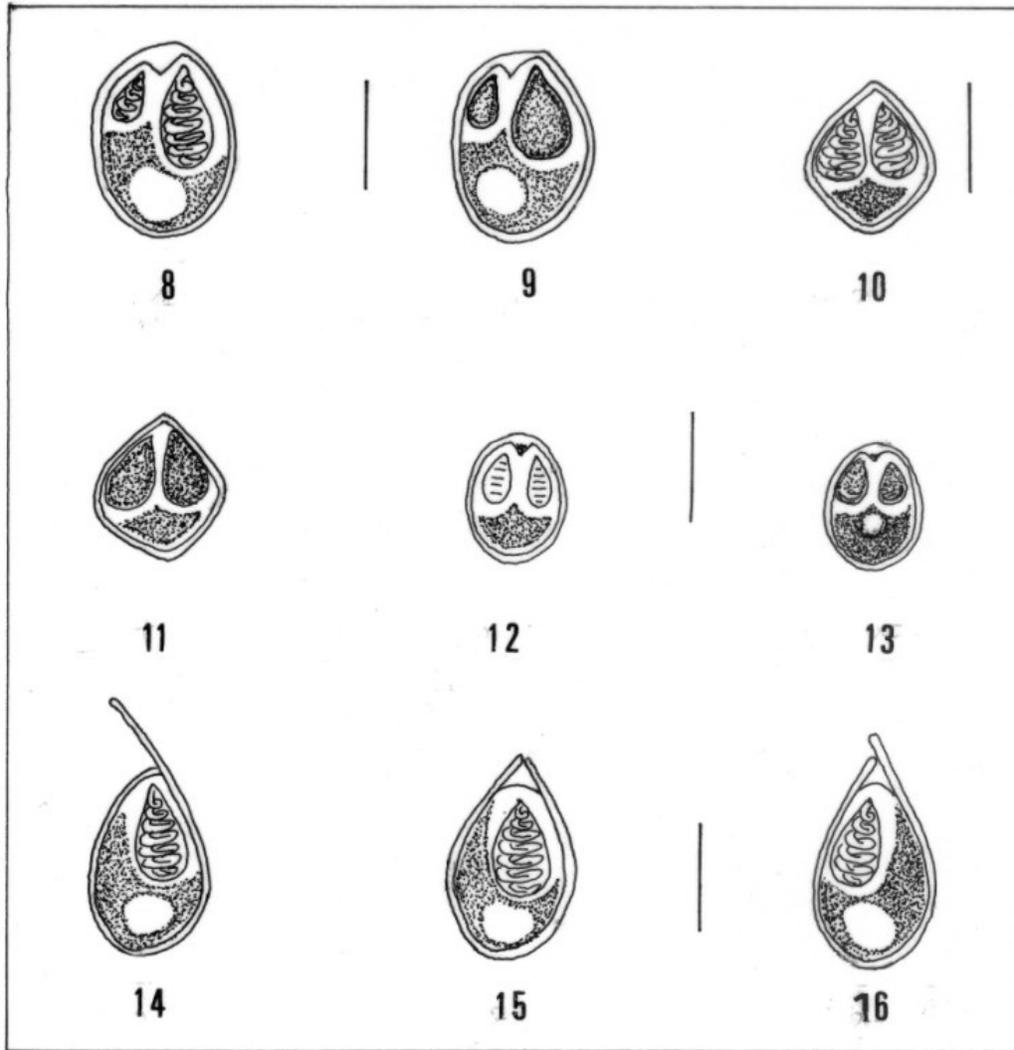
**Figures 1-7 :** Microphotographies des spores des différentes espèces de *Myxobolus* étudiées.

**1 :** *Myxobolus kouoptamoensis* n.sp. Trait d'échelle : 3 $\mu$ m

**2 :** *Myxobolus nchoutnounsensis* n.sp. Observer la présence d'un appendice intercapsulaire en forme de triangle. Les capsules polaires sont ovoïdes et nettement dissymétriques. Trait d'échelle : 3 $\mu$ m.

**3 :** *Myxobolus njoyai* n.sp., noter la présence d'un triangle intercapsulaire réduit. Les capsules polaires sont ovoïdes et symétriques. Trait d'échelle : 3,7 $\mu$ m.

**Figures 4-7 :** *Thelohanellus bicornei*. Observer la présence d'un éperon (5-7), de deux éperons symétriques (6 - 7) ou de 2 éperons nettement dissymétriques (4 et 7). Traits d'échelle : 3,5  $\mu$ m.



**Figures 8-16 :** Dessins des spores des différentes espèces de *Myxobolus* étudiées.

**8-9 :** *Myxobolus nchoutnounsensis* n.sp. Trait d'échelle : 6  $\mu$ m.

**10-11 :** *Myxobolus kouoptamoensis* n.sp. Trait d'échelle : 7  $\mu$ m.

**12-13 :** *Myxobolus njoyai* n.sp. trait d'échelle : 7,5  $\mu$ m.

**14-16 :** *Thelohanellus bicornei*. Présence d'un éperon (14), de 2 éperons égaux (15), de 2 éperons inégaux (16). Trait d'échelle : 5,5  $\mu$ m.

*Myxobolus rohita* Haldar, Das & Sharma, 1983 forme des kystes sur les écailles de *Labeo rohita* en Inde. Bien que de dimensions comparables (10,6 x 9  $\mu$ m), les spores de cette espèce sont plutôt ovoïdes avec les deux extrémités arrondies. On y note la présence d'un triangle intercapsulaire. Ses capsules polaires sont plus longues (6,6  $\mu$ m en moyenne), comparées à celles de l'espèce en cours de description. *Myxobolus calcariferum* Basu & Haldar, 2003, parasite les branchies de *Lates calcarifer* en Inde, forme des spores subsphériques, mais moins développées (6,6 x 6,2  $\mu$ m

en moyenne). En Egypte, *Myxosoma (Myxobolus) tilapia* Faisal & Shalaby, 1987, parasite la peau, les branchies, les yeux, la rate et les reins chez *Oreochromis niloticus* (Cichlidae). Ses capsules polaires sont très développées et contiennent 5 à 6 tours de spire du filament, mais les spores sont ovoïdes et plus longues (12  $\mu$ m en moyenne) avec un pôle antérieur plus large. La spire du filament polaire est disposée en oblique (caractère constant). Malgré les dimensions comparables (10,6 x 8,7  $\mu$ m en moyenne), les spores de *Myxobolus clarii* Mandour, Galal & Abed,

1993, parasite de *Clarias lazera* en Egypte, sont plutôt ovoïdes avec un pôle antérieur rétréci ; de même, les capsules polaires sont moins larges (2,4 µm en moyenne). *Myxobolus nkolyaensis* Fomena & Bouix, 1994, affecte les muscles de *Barbus jae* (Cyprinidae) au Cameroun. De dimensions comparables (9,0 x 8,3 µm en moyenne), ses spores sont subsphériques avec les extrémités plutôt arrondies. Aucune indication n'a été donnée sur le nombre de tours de spire du filament au sein des capsules polaires de ce protiste. Au Burkina-faso, Bounou et al. (2006) ont décrit *Myxobolus heterotisi* dans les branchies de *Heterotis niloticus* (Osteoglossidae). Les spores de ce parasite sont subsphériques mais nettement plus longues (12,1 µm en moyenne) ; ses capsules polaires sont plus longues (6,4 µm) et contiennent environ 10 tours de spire du filament. Toutes ces différences amènent à penser que le parasite de *Labeo parvus* est nouveau. Nous proposons de le nommer *Myxobolus kouoptamoensis* n.sp., du nom de l'arrondissement de Kouoptamo où les poissons hôtes ont été capturés.

***Myxobolus nchoutnounsensis* n.sp.** (Figures.2, 8-9).

**Forme végétative :** des kystes ovoïdes ou subsphériques, polysporés, ont été trouvés dans les branchies, les nageoires, sur les écailles et au niveau de la cornée oculaire. De taille variable, ils mesurent de 150 à 300 µm de long x 170 à 270 µm de large. Les trophozoïtes n'ont pas été vus dans le foie, les reins et la rate mais les spores y ont été trouvées isolées ou parfois groupées.

**Spores :** elles sont régulièrement piriformes, avec des valves lisses. Au pôle antérieur, on note la présence d'un appendice intercapsulaire en forme de triangle (Figs.2,8). Les capsules polaires sont ovoïdes et nettement dissymétriques (Fig.2). La plus grande occupe la moitié de la cavité sporale, son filament s'enroule sur 6 à 9 tours de spire, alors que le filament polaire de la plus petite capsule s'enroule sur 3 à 4 tours de spire (Fig.8). Le sporoplasme occupe l'espace extracapsulaire ; il contient souvent une vacuole iodophile de forme et de dimensions variables (Figs.2, 8-9).

**Mensurations :** longueur (L) : 11,8 (11-13) µm ; largeur (l) : 9,2 (8,5-10) µm ; rapport (L/l) : 1,28 ; longueur de la grande capsule polaire (L') : 6,0 (5-7) µm ; largeur de la grande capsule polaire (l') : 4,0 (3,5-4) µm ; rapports (L'/l') : 1,5 ; (L'/L) : 0,50 ; longueur de la petite capsule polaire (L'') : 2,9 (2,2-3,5) µm ; largeur de la petite capsule polaire (l'') : 1,6 (1,2-2) ; rapports (L''/l'') : 1,8 ; (L''/L) : 0,24

**Hôte type :** *Labeo parvus* Boulenger, 1902 (Cyprinidae)

**Localité :** Kouoptamo (5° 39' 17" N, 10° 37' 1" E) dans la rivière Noun (Région de l'Ouest Cameroun).

**Organes parasités :** branchies, écailles, foie, nageoires, rate, reins et yeux.

**Prévalence :** 75,7 ± 5,8 % (168 poissons parasités sur 222 examinés).

De nombreuses espèces de Myxosporidies présentant des capsules polaires inégales ont été décrites en Afrique et dans le monde. Fomena & Bouix (1994) ont trouvé *Myxobolus oloi* chez plusieurs Cyprinidae du genre *Barbus* (*Barbus aspilus*, *B. camptacanthus*, *B. guirali* et *B. martorelli*) au Cameroun. Bien qu'ayant des capsules polaires inégales, les spores de cette espèce sont moins développées (9,3 x 7,2 µm en moyenne) ; de même, on note l'absence du prolongement intercapsulaire. Sakiti et al. (1991) ont décrit *Myxobolus dossoui* dans les branchies des Cichlidae (*Tilapia zillii*, *Hemichromis fasciatus* et *Tilapia* hybride) au Bénin. Les spores de ce protiste présentent des capsules polaires inégales et un appendice intercapsulaire, mais sont moins longues (9,9 µm en moyenne) ; leur petite capsule polaire est plus développée (4,3 x 3,1 µm en moyenne) et contient 5 à 6 tours de spire du filament. *Myxobolus bhadrensis* Seenappa & Manohar, 1981, parasite les muscles de *Labeo rohita* en Inde. La morphologie générale des spores en cours de description rappelle celle de cette espèce ; cependant, les spores de *M. bhadrensis* sont moins développées (9,5 x 7,4 µm en moyenne). Si les dimensions de la petite capsule polaire sont comparables aux nôtres (2,5 x 1,75 µm), la grande capsule polaire est moins développée (3,5 x 2,2 µm en moyenne). Chez *M. bhadrensis*, il n'existe pas de triangle intercapsulaire (caractère constant). Le grand développement des spores (15,3 x 12,2 µm en moyenne), la présence d'un triangle intercapsulaire très développé et d'une troncation au pôle antérieur de la spore, le grand développement de la petite capsule polaire (5,3 x 3,5 µm) et le nombre plus élevé de tours de spire de son filament au sein de la petite capsule polaire (6 à 7), éloignent *Myxobolus bilongi* Fomena, Marquès, Bouix & Njiné, 1994 (parasite de *Labeo* sp au Cameroun) de la présente espèce. Au Burkina-Faso, *Myxobolus labeoi* parasite les nageoires de *Labeo coubie* (Bounou et al., 2006). De morphologie générale comparable (spores et capsules polaires), les spores de *M. labeoi* sont cependant plus longues (16-17 µm) ; la grande capsule polaire est plus développée

(8,37 x 6,53  $\mu\text{m}$  en moyenne); de plus, la spore manque de triangle intercapsulaire.

Le parasite de *Labeo parvus*, qui se distingue des espèces connues par de nombreux aspects, est probablement nouveau. Il sera nommé *Myxobolus nchoutnounensis* n.sp., nom qui fait référence au quartier Nchoutnoun (5° 44' 36" N, 10° 53' 46" E) où les hôtes ont été récoltés.

***Myxobolus njoyai* n.sp.** (Figures.3, 12-13).

**Forme végétative** : dans les branchies, les kystes sont ovoïdes, allongés, implantés le long des lamelles branchiales primaires; ils mesurent 200 à 520  $\mu\text{m}$  de long x 100 à 260  $\mu\text{m}$  de large. Sur la face interne des écailles et entre les rayons des nageoires, des kystes subsphériques mesurant 190 à 300  $\mu\text{m}$  de diamètre ont été trouvés. Les trophozoïtes n'ont pas été observés dans les reins et la rate.

**Spores** : de taille réduite (9,7 x 8,5  $\mu\text{m}$  en moyenne), la spore est subsphérique (Fig.3) avec des valves peu épaisses et lisses. On note la présence d'un triangle intercapsulaire réduit (Figs.3, 12-13). Les capsules polaires sont ovoïdes, symétriques et s'ouvrent au pôle antérieur de la spore (Figs.3, 12-13). Dans le même kyste, quelques spores tératologiques présentant des capsules polaires légèrement dissymétriques ont été observées. Dans chaque capsule polaire, le filament s'enroule sur 6 à 8 tours de spire (Fig.12). Le sporoplasme est granuleux et contient souvent une vacuole iodophile (Figs.3 & 13).

**Mensurations** : longueur (L) : 9,7 (9-10,5)  $\mu\text{m}$ ; largeur (l) : 8,5 (7,8-9)  $\mu\text{m}$ ; rapport (L/l) : 1,14; longueur de la capsule polaire (L') : 5,2 (4,5-5,8)  $\mu\text{m}$ ; largeur de la capsule polaire (l') : 3,0 (2,8-3,5)  $\mu\text{m}$ ; rapports (L'/l') : 1,73; (L'/L) : 0,53.

**Hôte type** : *Labeo parvus* Boulenger, 1902 (Cyprinidae).

**Localité** : Kouoptamo (5° 39' 17" N, 10° 37' 1" E) dans la rivière Noun (Région de l'Ouest Cameroun).

**Organes parasités** : branchies, écailles, nageoires, rate, reins.

**Prévalence** : 42,3  $\pm$  6,6% (94 poissons parasités sur 222 examinés).

Fomena *et al.* (1985) ont décrit *Myxobolus njinei* sur l'arc branchial osseux chez de nombreux Cyprinidae du genre *Barbus* au Cameroun. Malgré la présence d'un appendice intercapsulaire et des capsules polaires égales, les spores de cette Myxosporidie sont nettement plus grandes (16,17 x 13,46  $\mu\text{m}$  en moyenne) comparées à celles de l'espèce trouvée chez *Labeo parvus*; ses capsules polaires sont également

plus développées (7,8 x 4,6  $\mu\text{m}$ ). *Myxobolus dossoui* Sakiti, Blanc, Marquès & Bouix, 1991 (parasite des Cichlidae au Bénin) diffère de l'espèce en cours de description par ses capsules polaires inégales. Malgré la présence d'un appendice intercapsulaire réduit et des capsules polaires égales, *Myxobolus charii* Fomena, Abakar-Ousman, Ngassam & Bouix, 2004, parasite de *Citharinus citharus* (Citharinidae) au Tchad, s'éloigne de la présente espèce par ses spores plus grandes (13-15,5 x 10,5-12  $\mu\text{m}$ ), ses capsules polaires plus développées (6,4-8,5 x 3,2-4,2  $\mu\text{m}$ ). *Myxobolus tingrelaensis* parasite les nageoires de *Sarotherodon galilaeus* (Cichlidae) au Burkina-Faso (Boungou *et al.*, 2006). Les spores de ce protiste sont ovoïdes avec des capsules polaires égales, séparées par un appendice. Celles-ci sont plus longues comparées aux nôtres (11,6 (11-13)  $\mu\text{m}$ ); leur filament s'enroule sur 4 à 5 tours de spire. La morphologie générale de nos spores, la présence des capsules polaires égales ainsi que d'un triangle intercapsulaire, rappellent les données sur *Myxobolus utlonensis* Hemananda, Mohial, Bandyopadhyay & Mitra, 2009, parasite de *Clarias batrachus* en Inde. La Myxosporidie de *C. batrachus* s'éloigne cependant du *Myxobolus* de *L. parvus* par ses spores plus longues (12,3  $\mu\text{m}$  en moyenne), ses capsules polaires sphériques qui mesurent 2,3  $\mu\text{m}$  de diamètre.

Tenant compte de ces différences, le parasite de *Labeo parvus* qui est nouveau a été dédié au Sultan Njoya du peuple Bamoun au Cameroun.

***Thelohanellus bicornei* Kabré, Sakiti, Marquès & Sawadogo**, 2002 (Figures.4-7, 14-16).

**Forme végétative** : implantés dans les muscles adducteurs de la base des lamelles branchiales primaires et sur l'arc branchial osseux, les kystes sont blanchâtres et sphériques. Ils mesurent 100 à 200  $\mu\text{m}$  de diamètre. Par arc branchial parasité, on compte de 1 à 4 kystes.

**Spores** : elles sont régulièrement ovoïdes avec le pôle antérieur rétréci, l'extrémité postérieure large et arrondie (Figs.5, 7, 14). Les valves sont lisses; celle qui porte l'orifice de dévagination du filament polaire est prolongée par un appendice de longueur variable (2 à 3,5  $\mu\text{m}$ ) (Figs.5, 7, 14). Certaines spores portent deux éperons symétriques (Figs.6, 7, 15) ou nettement dissymétriques (Figs.4, 7, 16). L'unique capsule polaire est ovoïde; son filament polaire s'enroule sur 8 à 9 tours de spire (Figs.14-16). Le sporoplasme est granuleux et contient souvent une vacuole iodophile (Figs.4-7, 14-16).

**Mensurations** : longueur (L) : 12,8 (11,2-15)  $\mu\text{m}$  ; largeur (l) : 8,4 (7-10)  $\mu\text{m}$  ; rapport (L/l) : 1,52 ; longueur de la capsule polaire (L') : 6,4 (5,2-7,5)  $\mu\text{m}$  ; largeur de la capsule polaire (l') : 3,7 (3-4,2)  $\mu\text{m}$  ; rapports (L'/l') : 1,7 ; (L'/L) : 0,5 ; longueur des éperons : 2,6 (2-3,5)  $\mu\text{m}$ .

**Hôte** : *Labeo parvus* Boulenger, 1902 (Cyprinidae).

**Localité** : Kouoptamo (5° 39' 17" N, 10° 37' 1" E) dans la rivière Noun (Région de l'Ouest Cameroun).

**Organes parasités** : branchies.

**Prévalence** : 19,4  $\pm$  5,4% (43 poissons parasités sur 222 examinés).

La morphologie générale de nos spores rappelle celle de *Thelohanellus sanagaensis* Fomena, Marquès, Bouix & Njiné, 1994, parasite des branchies et des nageoires de *Labeo* sp. au Cameroun. *T. sanagaensis* diffère de la présente espèce par les caractéristiques suivantes : absence d'éperons sur les valves (caractère constant), spores moins longues (11  $\mu\text{m}$  en moyenne). Sakiti (1997) a trouvé un *Thelohanellus* sp. dans les branchies de *Labeo senegalensis* au Bénin. Les spores de cette Myxosporidie sont moins développées (9,4 x 5,6  $\mu\text{m}$  en moyenne) ; l'auteur signale la présence d'un seul éperon sur la valve portant l'orifice de dévagination du filament qui s'enroule sur 11 tours de spire dans la capsule polaire. Kabré *et al.* (2002) ont décrit *Thelohanellus bicornei* dans les branchies de *Labeo coubie* au Burkina-Faso. Selon ces auteurs, la grande valve porte deux expansions (éperons) caractéristiques. Les dimensions des spores de cette espèce sont comparables aux nôtres (13,5 x 8,4  $\mu\text{m}$  en moyenne), de même que celles de la capsule polaires (7,24 x 3,75  $\mu\text{m}$ ).

Le présent travail a permis de mettre en évidence dans un même kyste, la présence des spores présentant une ou deux expansions sur la grande valve. Ainsi, les Myxosporidies *Thelohanellus* sp. et *T. bicornei*

constituent en effet une seule et même espèce. *Thelohanellus* sp. doit être mise en synonymie avec *T. bicornei*. Présente chez *Labeo coubie* au Burkina-faso, chez *Labeo senegalensis* au Bénin et chez *Labeo parvus* au Cameroun, *Thelohanellus bicornei* serait largement distribuée chez les Cyprinidae du genre *Labeo* en Afrique, hôtes chez lesquels elle affecte exclusivement les branchies.

Du fait de la complexité de leur cycle de développement (phase myxosporidienne chez le Vertébré (poisson) et phase actinomycidienne chez l'Oligochète, la spécificité parasitaire chez les Myxosporidies a été très peu abordée. Des travaux disponibles, il ressort que la plupart des espèces connues présentent une spécificité stricte vis-à-vis de leurs hôtes (Molnár *et al.*, 1998 ; Adriano *et al.*, 2002 ; Lekeufack Folefack, 2010). Les Myxosporidies jusqu'à présent recensées chez les Cyprinidae du genre *Labeo* (38 espèces au total) affectent les organes variés chez l'hôte (branchies, cerveau, écailles, foie, nageoires, rate, reins, vésicule biliaire, cornée oculaire) ; avec 66,66% des cas, la branchie apparaît comme l'organe préférentiel pour le développement des Myxosporidies. L'analyse de la distribution des Myxosporidies parasites des Cyprinidae du genre *Labeo* révèle deux types de spécificité : (1) la spécificité stricte **oïoxène**, c'est-à-dire que une espèce parasite est présente chez une seule espèce hôte ; elle a été retrouvée dans 80% d'espèces parmi lesquelles *Myxobolus kouoptamoensis*, *M. nchoutnounensis* et *M. njoyai*, (2) la **mésosténoxénie** c'est-à-dire une espèce parasite est présente dans au moins 2 espèces hôtes appartenant au même genre ; elle est retrouvée dans 20% d'espèces parmi lesquelles *Thelohanellus bicornei* qui affecte *Labeo senegalensis* au Bénin (Sakiti, 1997), *Labeo coubié* au Burkina-Faso (Kabré *et al.*, 2002 ; *Labeo parvus* au Cameroun (présent travail).

## REFERENCES

- Abakar-ousman, 2006. Les Myxosporidies (Myxozoa : Myxosporea) parasites des poissons d'eau douce du Tchad : faunistique et biologie des espèces inféodées à *Oreochromis niloticus* (Linné, 1758) et *Sarotherodon galilaeus* (Linné, 1758) Cichlidae). Thèse de Doctorat /Ph.D, Université de Yaoundé I 163 pp.
- Adriano E A, Arana S, Ceccarelli P S, Cordeiro N S. Light and scanning electron microscopy of *Myxobolus porofilus* sp.n. (Myxosporea : Myxobolidae) infecting the visceral cavity of *Prochilodus lineatus* (Pisces : Characiformes ; Prochilodontidae) cultivated in Brazil. Folia parasitologica 49 : 259-262.
- Basu S. and Haldar DP, 2003. Three new species of *Myxobolus* Bütschli, 1882 from different food fishes of west Bengal, India. Acta protozoologica 42: 245-251.
- Bilong Bilong CF, Nack J, Fomena A, 1998. Les parasites peuvent-ils être une cause de réduction de la biodiversité des poissons ? Biosciences proceedings 5 : 113-119.
- Boungou M, Kabré GB, Sakiti NG, Marquès A, Sawadogo L, 2006. Description of four new

- myxosporean species (Myxozoa: Myxosporea) from Genus *Myxobolus*, fish parasites of Burkina Faso. *Journal of Biological Sciences* **6** (5): 861 – 867.
- Ching HL. and Munday DR, 1984. Geographic and seasonal distribution of the infection stage of *Ceratomyxa shasta* Noble, 1950, a myxozoan salmonid pathogen in the Fraser River System. *Canadian Journal of Zoology* **62**: 1075 – 1080.
- Faisal M. & Shalaby SL, 1987. *Myxosoma tilapiae* as a new species (Myxosoma: Myxosporea) in wild *Oreochromis niloticus* in lower Egypt. *Egyptian Journal of Veterinary Science* **24** (1): 73 – 86.
- Fomena A, 1995. Myxosporidioses et Microsporidioses des poissons d'eau douce du Sud-Cameroun : Etude faunistique, Ultrastructure et Biologie. Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Yaoundé I 397 pp.
- Fomena A. and Bouix G, 1994. New Myxosporidea species (Myxozoa) from freshwater teleosts in southern Cameroon (central Africa). *Journal of African Zoology* **108**: 481 – 491.
- Fomena A, Bouix G, Birgi E, 1985. Contribution to the study of Myxosporidian of fresh water fishes in Cameroon. II. New species of *Myxobolus* BÜTSCHLI, 1882. *Bulletin de l'Institut Fondamental d'Afrique Noire* **46**: 167 – 192.
- Fomena A, Abakar-ousman, Ngassam P, Bouix G, 2004. Description de trois espèces nouvelles de Myxosporidies (Myxozoa: Myxosporea) parasites de *Citharinus citharus* (Geoffroy-saint-Hilaire, 1809) (Citharinidae) au Tchad (Afrique Centrale). *Parasite* **11** : 83-88.
- Fomena A, Marquès A, Bouix G, Njine T, 1994. *Myxobolus bilongi* sp. n., *Thelohanellus assambai* sp. n. et *Thelohanellus sanagaensis* sp. n., Myxosporidies parasites de *Labeo* sp. (Teleostei: Cyprinidae) dans le bassin de la Sanaga au Cameroun (Afrique centrale). *Annales de la Faculté des Sciences de l'Université de Yaoundé I* **3**: 131 – 142.
- Haldar DP, Das KM, Sharma KB, 1983. Studies on Protozoan parasites from fish. Four new species of the genera *Henneguya Thelohan* 1892, *Thelohanellus* Kudo, 1033 and *Myxobolus Bütschli*, 1892. *Archiv Protistenkunde* **127**: 283-296.
- Hemananda T, Mohilal N, Bandyopadhyay PK, Mitra AK, 2009. Two new Myxosporidia (Myxozoa: Myxosporea) of the genus *Myxobolus* Bütschli, 1882 from cornea of *Clarias batrachus* (Linnaeus, 1758) caught from fish farm in India. *North-Western Journal of Zoology* **5** (1): 165-169.
- Kabré GB, Marquès A, Sawadogo L, 2002. *Thelohanellus bicornei* n.sp. Myxosporidia (Myxosporea : Bivalvulida) a gill parasite of *Labeo coubie* Ruppel, 1832 (Osteichthyen, Cyprinidae) from Burkina-Faso, West Africa. *Parasite* **9** : 219-223.
- Kent ML, Andree KB, Bartholomew JL, El-Matbouli M, Desser SS, Delvin RH, Feist SW, Hedrick RP, Hoffmann RW, Khattra J, Hallet SL, Lester RJG, Longshaw M, Palenzeula O, Siddal ME, Xiao C, 2001. Recent Advances in our knowledge of Myxozoa. *Journal of Eukaryotic Microbiology* **48**: 395-413.
- Kostoingué B, Diebakate C, Faye N, Toguebaye BS, 2001. Presence of Myxosporidea (Myxosporea) of the Genus *Henneguya* Thelohan, 1892 in freshwater fishes from Chad (Central Africa). *Acta Protozoologica* **40**: 117 – 123.
- Lekeufack Folefack GB, 2010. Faunistique et biologie des Myxosporidies (Myxozoa : Myxosporea) parasites de quelques poissons Téléostéens dans le rivièrè Sangé (sous affluent du Wouri). Thèse de Doctorat/Ph.D, Université de Yaoundé I 181 pp.
- Lévêque C, 1990. Cyprinidae pp 269-361 In Lévêque C, Paugy D, Teugels GG . Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest. Tome 1. O.R.S.T.O.M. (éd). Paris.
- Lom J. and Arthur JR, 1989. A guideline for the preparation of species descriptions in Myxosporea. *Journal of Fish Diseases* **12**: 151 – 156.
- Lom J. and Dyková I, 1992. Protozoan parasites of fish , Elsevier, Amsterdam – London – New York – Tokyo (Ed) 315 pp.
- Lom J. and Dyková I, 2006. Myxozoan genera: definition and notes on taxonomy, life-cycle terminology and pathogenic species. *Folia Parasitologica* **53**: 1 – 36.
- Mandour AM, Galal AA, Abed GH, 1993. *Myxobolus clarii* n. sp. in the testis of the fish *Clarias lazera* from the river Nile of Assiut. *Assiut Veterinary and Medical Journal* **29**: 109 – 115.
- Molnár K, Ranzani-Paiva M J, Eiras J C & Rodrigues E L, 1998. *Myxobolus macrocapsularis* n.sp. (Myxozoa : Myxosporea), a parasite of the

- abdominal cavity of the Characid teleost, *Salmius maxillosus* in Brazil. Acta Protozoologica **37**: 241-245.
- Okaeme AN, Obiekezie AI, Lehman J, Antai EE, Madu CT, 1988. Parasites and diseases of cultured fish of lake Kainji area Nigeria. Journal of Fish Biology **32**: 479 – 481.
- Olivry JC, 1986. Fleuves et rivières du Cameroun. O.R.S.T.O.M. (éd) : 733 pp.
- Sakiti GN, 1997. Myxosporidies et Microsporidies de Poissons du Sud Bénin : Faunistique, Ultrastructure, Biologie. *Thèse de Doctorat d'Etat*, Université du Bénin 296 pp.
- Sakiti GN, Blanc E, Marquès A, Bouix G, 1991. Myxosporidies (Myxozoa, Myxosporea du genre *Myxobolus* BÜTSCHLI, 1882, parasites de Poissons Cichlidae du Lac Nokoué au Bénin (Afrique de l'Ouest). Journal of African Zoology **105**: 173 – 186.
- Seenappa D. and Manohar L, 1981. Five new species of *Myxobolus* (Myxosporea: Protozoa), parasitic in *Cirrhina mrigala* (Hamilton) and *Labeo rohita* (Hamilton), with a note on a new recorded for *M. curmucae* (Seenappa and manohar, 1980. Journal of Protozoology **28**: 358-360.
- Sinderman CJ, 1986. Effects of parasites on fish populations: practical considerations. Parasitology **3**: 371 – 382.

Full Length Research Paper

# Structure and population dynamics of myxobolus infections in wild and cultured *Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758 in the Noun division (West-Cameroon)

Elysée NCHOUTPOUEN\*, Guy Benoît LEKEUFACK FOLEFACK and Abraham FOMENA

Laboratory of General Biology, Department of Animal Biology and Physiology, Faculty of Science, University of Yaounde I, P. O. Box 812, Yaounde, Cameroon.

Accepted 5 October, 2011

Myxosporidian parasites of *Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758 from the Noun River at Kouoptamo and the Foumban fish ponds in west Cameroon, were investigated from May 2008 to June 2009. Out of 537 Tilapia (267 cultivated and 270 wild) examined, 64.8% (n=173) specimens from the fish farming and 61.1% (n=165) from the Noun River harbored Myxosporean parasites. A total of ten parasite species were found. *Myxobolus kainjiae*, *Myxobolus sarigi* were scarce in both study sites; *Myxobolus Tilapiae*, *Myxobolus equatorialis* scarce in Foumban and Kouoptamo, respectively. *M. agolus*, *M. brachysporus*, *M. camerounensis*, *M. equatorialis*, *Myxobolus Heterosporus*, *Myxobolus israelensis* were secondary in the two sites. *M. Tilapiae*, *M. equatorialis* appeared secondary in the Noun River and the fish ponds respectively. Myxosporean spores were most encountered in the kidney (61.3 and 49.0%, respectively in cultured and wild fish) and the spleen (50.5% in Foumban and 47.5% in Kouoptamo) but no host sex preference was found. In the Foumban fish farm site, high significant infection rate was observed for *M. tilapiae*, *M. camerounensis* and *M. israelensis* during the rainy season, while in the Noun River, no significant seasonal effect was found. Older hosts were significantly most infected at the fish ponds while young Tilapia were most commonly infected in the River.

**Key words:** Myxosporean, *Oreochromis niloticus*, prevalence, fish-farm, Noun River, Cameroon.

## INTRODUCTION

Myxosporean (Myxozoa: Myxosporidia) are primarily fish parasite (Fomena et al., 2010; Eiras et al., 2010). With their pathogenic potentials, they can affect growth (Longshaw et al., 2010), reproduction (Obiekezie and Okaeme, 1990) and involve epizootics being able to cause the death of the host (Gbankoto et al., 2001; Feist and Longshaw, 2005). Economic losses caused by these parasites in aquaculture have been well documented (Barassa et al., 2003; Lom and Dyková, 2006). According to FAO (2008), fish represents nearly 50% of animal proteins intake of many countries in Africa. In addition, the economic interest of *Oreochromis niloticus*

and its generalized use in the development of fish farming projects in Africa, make this species one of most important. In natural environment, parasitism is frequent and the parasitic diseases are expressed only when the conditions of the environment allow the proliferation of the parasites (Odewage and Van As, 1987; Martins et al., 1999). In fish farming medium on the other hand, hosts containment increase the parasitic load, but also maintain the development of parasite life cycle (Hedrick, 1998; Abakar et al., 2007; Milanin et al., 2010). Under natural environment or during farming (Feist and Longshaw, 2006; Eiras et al., 2008), the Genus *Myxobolus* Bütschli, 1882 is the largest group among Myxosporean with approximately 790 valid species (Eiras et al., 2005; Lom and Dyková, 2006; Umur et al., 2010). Many of these species are potential pathogens of fish. Fomena and

\*Corresponding author. E-mail: [enchoutpouen2002@yahoo.fr](mailto:enchoutpouen2002@yahoo.fr).

Bouix (1997) counted ten species of Myxosporean of the genus *Myxobolus* infesting various organs of *Oreochromis niloticus* and Abakar et al. (2007) identified 11 species of the same genus on *Oreochromis niloticus* and *Sarotherodon galilaeus* in Chad. These findings corroborate the idea of Combes (1995) who revealed that pathogenic effect is scarcely due to only one parasitic species.

In Cameroon, studies on Myxosporean fishes parasites are essentially descriptive (Fomena et al., 2008, 2010). Data provided by few authors such as Fomena (1995) in fish ponds, Tombi and Bilong Bilong (2004) and Lekeufack Folefack (2010) in natural environment; highlight aspect of the structure and the population dynamics of this group of parasites.

In this work, we study the structure and population dynamics of Myxosporean that infest *O. niloticus* Linnaeus, 1758 under breeding situations (Fish ponds at Fouban) and in nature (River Noun at Kouoptamo) in the western region of Cameroon. The objective of this study is to determine the occurrence of Myxosporean parasites of *O. niloticus* in the two different biotopes. We also investigated the factors (seasonal variation, size and sex of the host) which can influence the parasitic prevalence.

## MATERIALS AND METHODS

From May, 2008 to June, 2009, 537 fishes among which 267 taken in the fish ponds of the Zootechnical and Veterinary Training centre of Fouban and 270 captured in the river Noun (tributary of Mbam river) at Kouoptamo were examined. The head quarter of the survey region Fouban (5°43' 54.5"N; 10°54' 09.8"E) and the sampled locality Kouoptamo (5°39' 17" N, 10°37' 1" E) belong administratively to the west region of Cameroon (Figure 1). Its climate belongs to the tropical mountain subset characterized by two seasons: a short dry season from November to February and a long rainy season from March to October. The temperatures in this region is definitely lower than in other parts of the country with an annual average varying between 19.8 and 22°C. We can note an oceanic influence resulting in important precipitations in the locality. The mean annual rainfall varies between 1313.7 and 1988.6 mm. The sub highland forest is often degraded by coffee plantations and other food crops (Olivry, 1986). Monthly, Fish were captured during the day and night, using a fish net or fishing canes. Immediately after harvesting, the captured fish were stored in a formalin solution (10%) until further examination. These fishes were identified according to Stiasny et al. (2007). At the laboratory, each fish was measured to the closest millimeter using a slide caliper of the brand Stainless Hardened. The sex was determined after dissection and examination of the gonads based on the work of Obiekezie and Okaeme (1990)

The external (eyes, skin, operculum, fins, scales) and internal organs (gills, liver, intestine, stomach, kidneys, spleen, gall bladder, urinary bladder, ovaries) were first examined macroscopically with the naked eye and then with a Olympus Bo 61 stereoscopic microscope to search for cysts. The smears of the kidneys, spleen, liver and gonad were mounted and examined with objective 100X of the light microscope to search for spores. Cysts found were crushed between slide and cover glass and their content identified with the objective 100X of the microscope Wild M-20.

The various parasitic species were identified according to Lom and Arthur (1989). The sample of studied hosts was grouped by classes of size based on the modified formula of Yule (Mouchiroud, 2002). Prevalence (P) is calculated as being the number of individuals of a host species infested by a parasite species divided by the number of hosts examined for that parasite species: it is often expresses as a percentage (Margolis et al., 1982). Analysis of the status of each parasitic species was made according to Valtomen et al. (1997). Thus, the species are qualified as frequent (or common or principal) if  $P > 50\%$ . Less frequent (or secondary or intermediate) if  $10\% \leq P \leq 50\%$ , and scarce (or satellite) if  $P < 10\%$ . Comparison of parasitic prevalence of the various parasite species was made using the  $\chi^2$  test. The security level retained in our analysis is 95%, that is, error probability  $< 0.05$ .

## RESULTS

### Population structure of *Oreochromis niloticus*

The size (LS) of *O. niloticus* ( $n_1=270$  and  $n_2=267$ ) sampled respectively in Kouoptamo and Fouban varied from 20 to 226 mm in the natural environment, and from 35 to 175 mm in fish pond medium. These fishes were grouped in 3 classes based on size of amplitude 50 mm (Figure 2). The modal class is (70-120) in the two study sites (Fouban and Kouoptamo). Approximately 92.2% ( $n=249$ ) and 64.8% ( $n=173$ ) individuals examined respectively in natural environment and in breeding situation belonged to class (70, 120). The sex ratio is skewed toward females (1.03) in fish pond and toward males (0.82) in river Noun.

### Species richness and status of parasitic species

Except *Myxobolus nounensis*, which was collected only among hosts captured in the Noun River, the fauna of Myxosporeans collected is identical in fish ponds and in Noun river (Table 1). Therefore, ten species of Myxosporeans have been identified in natural environment while nine species were recorded in breeding fish ponds (Figure 3).

In the two biotopes, the number of parasitic species carried by each individual host varied from 1 to 6 (Figure 4). 37% (that is, 99/267 individuals hosts) at Fouban carried 4 to 6 species of parasites, whereas 49% (that is, 132/270 individuals) of the population of hosts examined in the natural environment were infested by 1 to 3 species of parasites. 38.8 (105/270) and 35.2% (94/267) individuals hosts examined respectively in Kouoptamo and Fouban were free of Myxosporidian.

In the two biotopes, *Myxobolus camerounensis*, *Myxobolus agolus*, *Myxobolus brachysporus*, *Myxobolus israelensis* and *Myxobolus heterosporus* are secondary ( $10 \leq P \leq 50\%$ ). However, *Myxobolus Tilapiae* is scarce ( $P < 10\%$ ) in Fouban and secondary in Kouoptamo, whereas *Myxobolus equatorialis* is secondary in Fouban and rare in Kouoptamo. *M. sarigi* and *M. kainjiae* are rare in the two study sites. On the other hand,

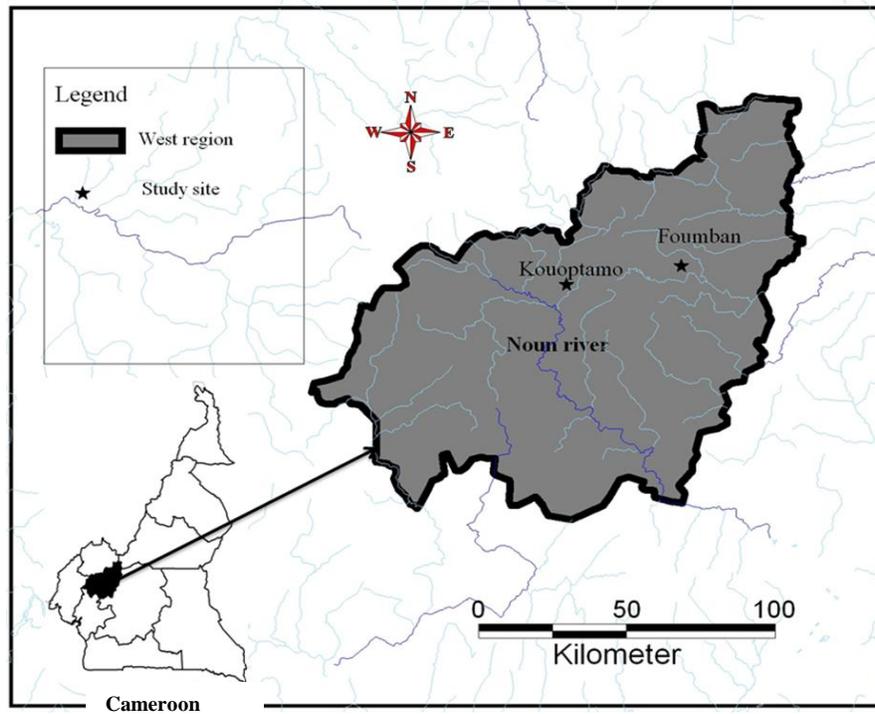


Figure 1. Cameroon map showing the study area.

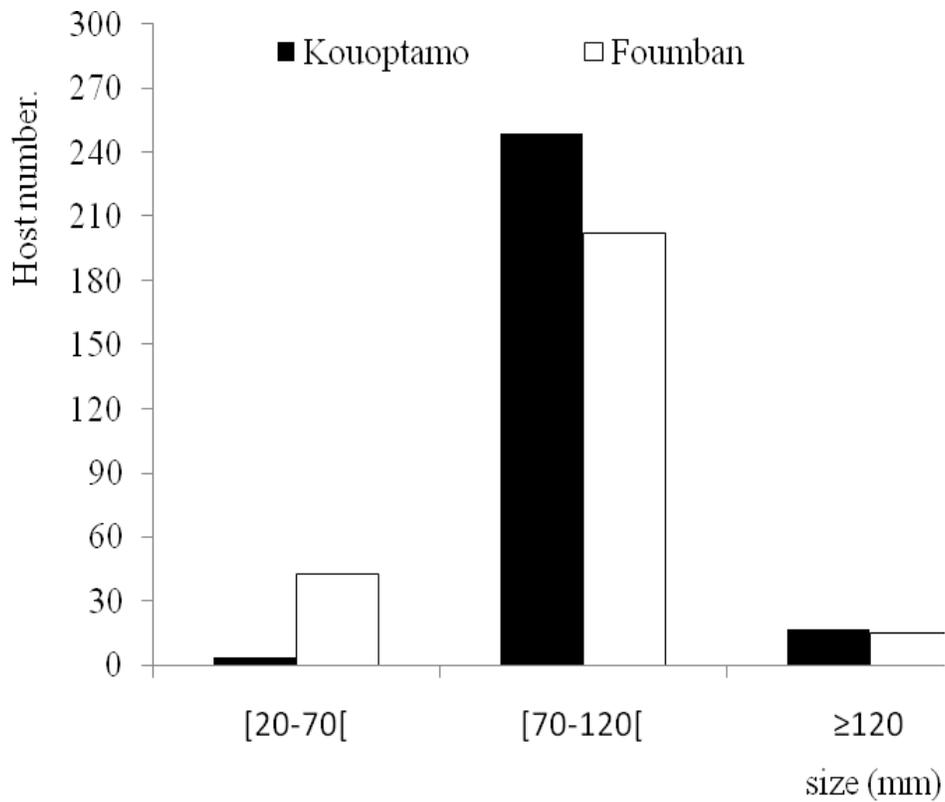
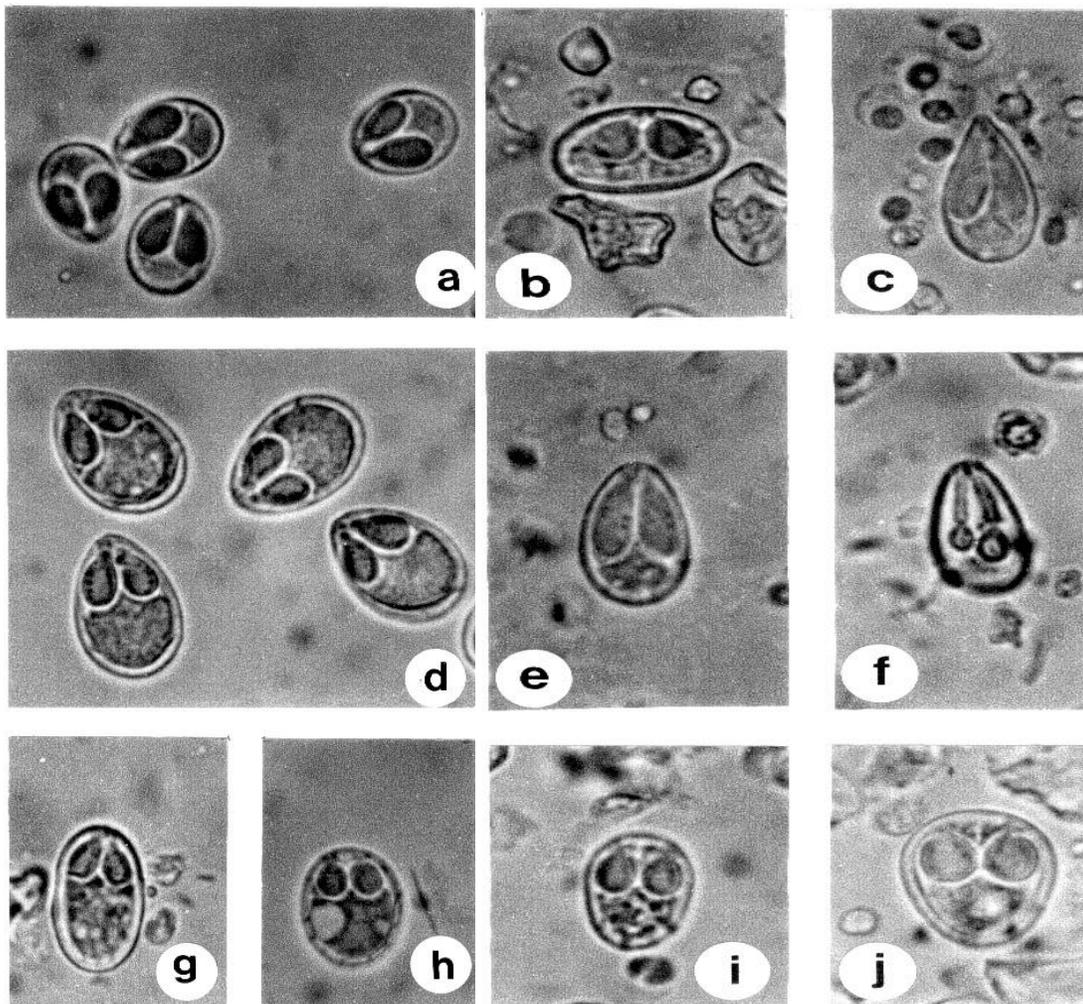


Figure 2. Host distribution (*O. niloticus*) as a function of the host size class at Kouoptamo and Fouban.

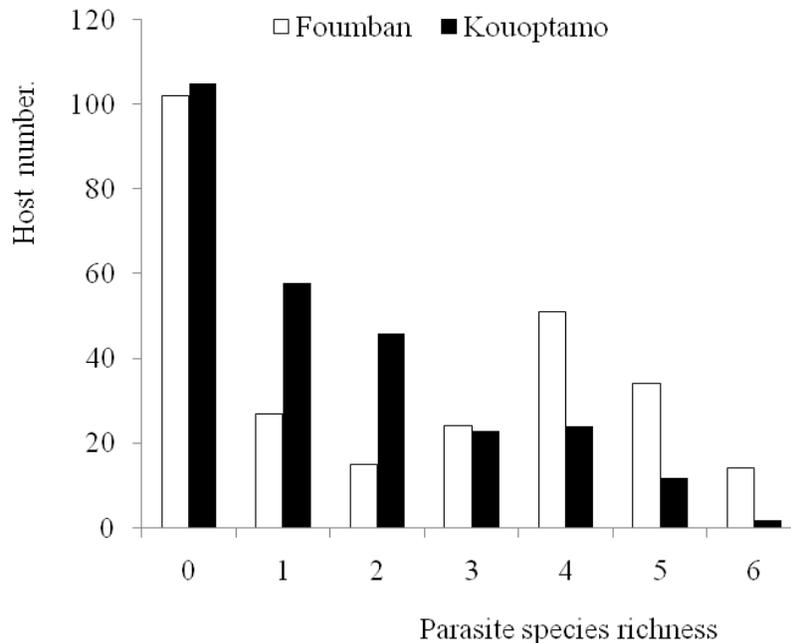
**Table 1.** Comparison of the Myxosporean infection rate (%) in *O. niloticus* at Fouban and Kouoptamo.

| Parasite species        | Locality     |              | $\chi^2$ | P     |
|-------------------------|--------------|--------------|----------|-------|
|                         | Fouban       | Kouoptamo    |          |       |
| <i>M. agolus</i>        | 31.8 (85) ** | 12.2(33) **  | 30.1     | 0.001 |
| <i>M. brachysporus</i>  | 48.3(129) ** | 49.3(133) ** | 0.105    | 0.827 |
| <i>M. camerounensis</i> | 19.5(52) **  | 16.0(16) **  | 22.8     | 0.001 |
| <i>M. heterosporus</i>  | 40.8(109) ** | 15.2(41) **  | 43.83    | 0.001 |
| <i>M. israelensis</i>   | 39.0(104) ** | 16.3(44) **  | 34.15    | 0.001 |
| <i>M. equatorialis</i>  | 15.0(40) **  | 4.4(12) *    | 17.04    | 0.001 |
| <i>M. tilapiae</i>      | 8.6(23) *    | 16.7(45) **  | 7.87     | 0.005 |
| <i>M. kainjiae</i>      | 1.9(5) *     | 1.5(4) *     | 1.25     | 0.724 |
| <i>M. sarigi</i>        | 2.3(6) *     | 3.4(9) *     | 0.58     | 0.445 |
| <i>M. nounensis</i>     | 0            | 14.4(39) **  | -        | -     |

The rate infections are followed in brackets by the number of hosts species harboring at least one parasitic species of the population examined. \*\*, secondary species; \*, scarce species. statistical analyses is not doing concerning *M. nounensis*.



**Figure 3.** Spores of different species of Myxobolus studied. a: *Myxobolus agolus* (X 1500); b: *M. brachysporus* (X 1500); c: *M. heterosporus* (X 1500); d: *M. camerounensis* (X1500); e: *M. israelensis* (X 1500); f: *M. equatorialis* (X 1500); g: *M. tilapiae* (X 1500); h: *M. kainjiae* (X 1500); i: *M. sarigi* (X 1500); j: *M. nounensis* (X 1500).



**Figure 4.** Host distribution (*O. niloticus*) as a function of the Myxosporean species richness.

**Table 2.** Percentage of parasitize organs by Myxosporean in wild and cultured *O. niloticus* at Fouban/kouoptamo; *M. Myxobolus*.

| Parasite species        | Parasitize organs |         |         |           |        |           |           |        |  | $\chi^2$ Value | P Value  |
|-------------------------|-------------------|---------|---------|-----------|--------|-----------|-----------|--------|--|----------------|----------|
|                         | Gill              | Liver   | Gonad   | Operculum | Skin   | Spleen    | Kidney    | eyes   |  |                |          |
| <i>M. agolus</i>        | 1.8/0             | 2.7/2.7 | 0/0     | 0/11      | 0/0    | 22.2/8.3  | 34.6/10.8 | 0/0    |  | $\chi^2=46.7$  | P< 0.001 |
| <i>M. brachysporus</i>  | 0/0               | 3.1/2.7 | 0/0     | 0/0       | 0/0    | 43.8/40.0 | 51.9/40.9 | 0/0    |  | $\chi^2=2.38$  | P= 0.12  |
| <i>M. camerounensis</i> | 23.7/4.0          | 0/0     | 0/0     | 1.5/3.3   | 11.1/0 | 0.4/0.4   | 0.9/0.8   | 26,9/0 |  | $\chi^2=32.36$ | P< 0.001 |
| <i>M. equatorialis</i>  | 0/0               | 0/0     | 0/0     | 0/0       | 0/0    | 5,8/4.2   | 10.0/3.1  | 0/0    |  | $\chi^2=7.49$  | P=0.06   |
| <i>M. heterosprus</i>   | 0/0               | 2.2/1.6 | 0/0     | 0/0       | 0/0    | 29.2/12.8 | 39.0/15.4 | 0/0    |  | $\chi^2=40.0$  | P< 0.001 |
| <i>M. israelensis</i>   | 0/0               | 3.6/1.2 | 0/0     | 0/0       | 0/0    | 32.9/13.9 | 39.4/14.7 | 0/0    |  | $\chi^2=51.4$  | P< 0.001 |
| <i>M. kainjiae</i>      | 0/0               | 0/0     | 2.5/1.3 | 0/0       | 0/0    | 0/0       | 0/0       | 0/0    |  | $\chi^2=1.22$  | P= 0.26  |
| <i>M. sarigi</i>        | 0/0               | 0/0     | 0/0     | 0/0       | 0/0    | 0.8/1.9   | 1.7/1.9   | 0/0    |  | $\chi^2=1.7$   | P= 0.18  |
| <i>M. tilapiae</i>      | 0/0               | 0/0     | 0/0     | 0/0       | 0/0    | 2.1/9.4   | 4.8/11.6  | 0/0    |  | $\chi^2=21.0$  | P< 0.001 |

*M. nounensis* is secondary and is present only in the River Noun.

#### Comparison of infestations rates of *Oreochromis niloticus* in the two study sites.

Difference between the prevalence of *M. brachysporus* ( $\chi^2=0.105$ ; P=0.82), *M. sarigi* ( $\chi^2=0.58$ ; P=0.44) and *M. kainjiae* ( $\chi^2=1.25$ ; P=0.72) in the natural environments and the fish ponds are statistically not significant. *M. agolus*, *M. camerounensis*, *M. equatorialis*, *M. heterosporus*, *M. tilapiae*, and *M. israelensis* have

statistically different rates of infestation (P < 0.001) between the two study sites. *M. nounensis* was not found in Fouban (Table 1).

#### Parasitism according to the infected organs

The various species of Myxosporean infest the same organs in the two biotopes except *M. camerounensis* (collected on the skin and eyes) and *M. agolus* found in the gills of *O. niloticus* in fish ponds (Table 2). The highest prevalence was observed in the kidneys (61.3 and 49.0%, respectively in fish ponds and natural

**Table 3.** Infection rate (%) of Myxosporean parasite in *O. niloticus* as a function of the size class at Foumban and Kouoptamo.

| Parasites species       | Localities | Size class |          |            | $\chi^2$ | P     |
|-------------------------|------------|------------|----------|------------|----------|-------|
|                         |            | (20-70)    | (70-120) | $\geq 120$ |          |       |
| <i>M. agolus</i>        | Foumban    | 30.6       | 25.0     | 71.4       | 29.53    | 0.001 |
|                         | Kouoptamo  | 50.0       | 11.2     | 13.3       | 5.6      | 0.061 |
| <i>M. brachysporus</i>  | Foumban    | 66.7       | 40.8     | 71.4       | 16.75    | 0.001 |
|                         | Kouoptamo  | 100        | 51.0     | 40.0       | 6.4      | 0.04  |
| <i>M. camerounensis</i> | Foumban    | 22.2       | 17.3     | 28.6       | 19.33    | 0.001 |
|                         | Kouoptamo  | 0.0        | 7.3      | 1.7        | 2.88     | 0.24  |
| <i>M. equatorialis</i>  | Foumban    | 11.1       | 14.3     | 22.0       | 2.2      | 0.33  |
|                         | Kouoptamo  | 0.0        | 2.9      | 10.0       | 5.6      | 0.56  |
| <i>M. heterosporus</i>  | Foumban    | 2.8        | 0.5      | 11.4       | 16.11    | 0.001 |
|                         | Kouoptamo  | 50.0       | 16.0     | 15.0       | 3.4      | 0.18  |
| <i>M. israelensis</i>   | Foumban    | 69.9       | 31.1     | 57.1       | 19.33    | 0.001 |
|                         | Kouoptamo  | 50.0       | 16.0     | 15.0       | 3.4      | 0.18  |
| <i>M. kainjiae</i>      | Foumban    | 0.0        | 2.6      | 0.0        | 1.84     | 0.34  |
|                         | Kouoptamo  | 25.0       | 3.9      | 0.0        | 8.09     | 0.18  |
| <i>M. sarigi</i>        | Foumban    | 2.8        | 0.5      | 11.4       | 16.16    | 0.001 |
|                         | Kouoptamo  | 25.0       | 3.9      | 0.0        | 8.09     | 0.18  |
| <i>M. tilapiae</i>      | Foumban    | 2.8        | 9.7      | 8.6        | 1.85     | 0.4   |
|                         | Kouoptamo  | 100        | 13.6     | 21.7       | 22.5     | 0.001 |

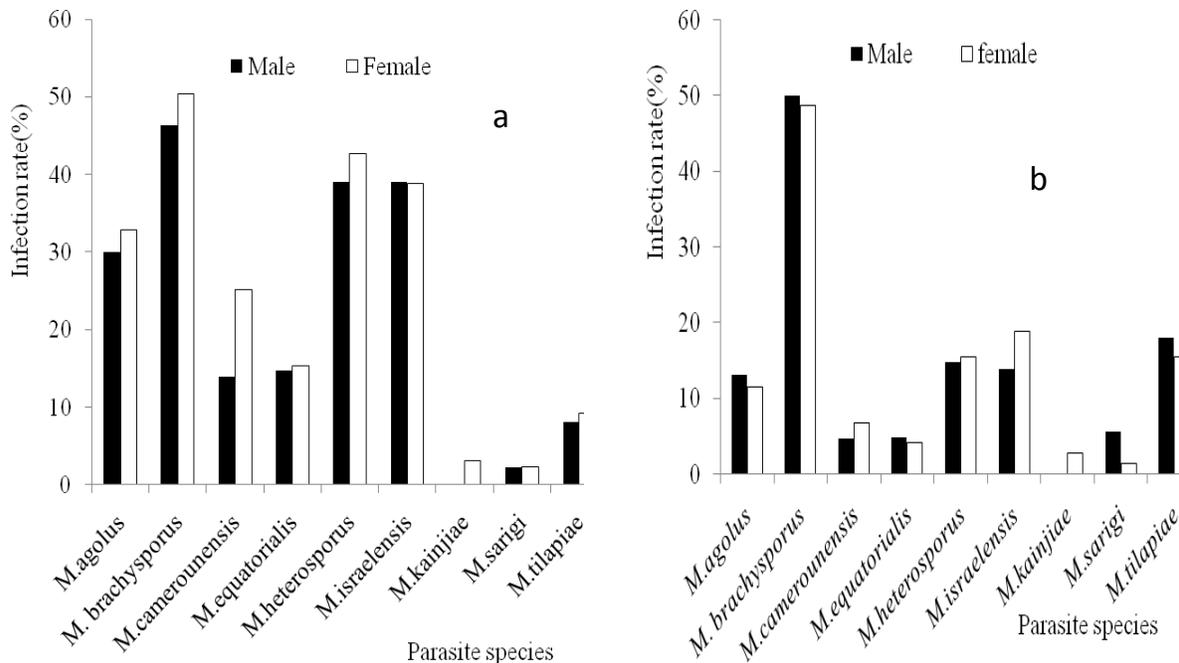
M, Myxobolus; ddl= 2.

environment) and in the spleen (50.5% in Foumban and 47.5% in Kouoptamo). Variation of the rates of infestation according to the infested organs (gills, skin, spleen, gonad, operculum, kidney, eyes and liver) shows a statistically significant difference in Foumban ( $\chi^2=274.20$ ;  $P<0.01$ ) and in Kouoptamo ( $\chi^2=427.4$ ;  $P<0.001$ ). *M. camerounensis* with 4 organs (gills, operculum, kidneys and spleen) parasitized in natural environment and 6 organs (gills, operculum, kidneys, spleen, skin and eyes) infested in fish ponds is the species which presents the largest spectrum of target organs in the two biotopes. The parasitic rates of infestation are statistically higher ( $\chi^2=8.48$ ;  $P=0.04$ ) in the organs of *O. niloticus* in fish ponds than in the natural milieu. *M. agolus* ( $\chi^2=46.7$ ;  $P<0.001$ ); *M. heterosporus* ( $\chi^2=40.0$ ;  $P<0.001$ ) and *M. israelensis* ( $\chi^2=51.4$ ;  $P<0.001$ ) presents the highest prevalence in the kidneys and spleen of *O. niloticus* in fish pond than in natural environment. On the other hand, *M. tilapiae* show a higher percentage of infestation ( $\chi^2=21.0$ ;  $P<0.01$ ) in natural environment than in fish pond in

these same organs. The gills of *O. niloticus* are parasitized by *M. camerounensis* in Foumban ( $\chi^2=28.4$ ;  $P<0.01$ ) than in Kouoptamo. In the two situations, the rare species *M. kainjiae*, infests only the gonads whereas the majority of species following the example of *M. brachysporus*, *M. israelensis*, *M. heterosporus*, *M. tilapiae*, *M. sarigi* and *M. equatorialis* infect two organs (kidneys and spleen).

#### Parasitism according to the size of the host

The parasitic infection rates are statistically not significant ( $\chi^2=3.38$ ;  $ddl=2$ ;  $P=0.18$ ) in the various size of classes in natural environment (Table 3). In breeding situation on the other hand, the bigger fish ( $LS \geq 120\text{mm}$ ) are generally infested ( $\chi^2=5.84$   $ddl=2$ ;  $P=0.054$ ) than small hosts and those of intermediate size. The comparison of the various sets of class between the two sites shows that the parasitic rates of infection are significantly higher



**Figure 5.** Parasitism (%) as a function of the sex of *O. niloticus* at Fouban (a) and Kouoptamo (b).

( $P < 0.001$ ) among the bigger fish in fish pond than in the natural environment. *M. agolus* ( $\chi^2 = 32.9$ ;  $P < 0.001$ ); *M. brachysporus* ( $\chi^2 = 8.7$ ;  $P = 0.003$ ); *M. heterosporus* ( $\chi^2 = 27.9$ ;  $P < 0.001$ ); *M. israelensis* ( $\chi^2 = 18.5$ ;  $P < 0.01$ ) and *M. sarigi* ( $\chi^2 = 7.15$ ;  $P = 0.007$ ) infest mostly the bigger fish in fish ponds than in the natural environment. *M. agolus* ( $\chi^2 = 5.6$ ;  $P = 0.06$ ); *M. brachysporus* ( $\chi^2 = 6.4$ ;  $P = 0.04$ ), *M. israelensis* ( $\chi^2 = 16.06$ ;  $P < 0.001$ ) and *M. sarigi* ( $\chi^2 = 22.5$ ;  $P < 0.001$ ) infest preferentially young fishes in the River noun than in fish ponds.

#### Parasitism according to the sex of the host

The various species of Myxosporean collected parasitize indifferently the males and females in fish pond ( $\chi^2 = 2.461$ ;  $P = 0.117$ ) than in natural situation ( $\chi^2 = 0.508$ ;  $P = 0.476$ ) (Figure 5). The hosts of the two sexes are statistically ( $P < 0.001$ ) more parasitized in the fish ponds than in River Noun by *M. camerounensis*, *M. israelensis*, *M. brachysporus*, *M. agolus* and *M. equatorialis*. In addition, *M. brachysporus*, *M. sarigi* and *M. kainjiae* have statistically comparable rates of infestation between the males and the females of *O. niloticus* in the two study sites.

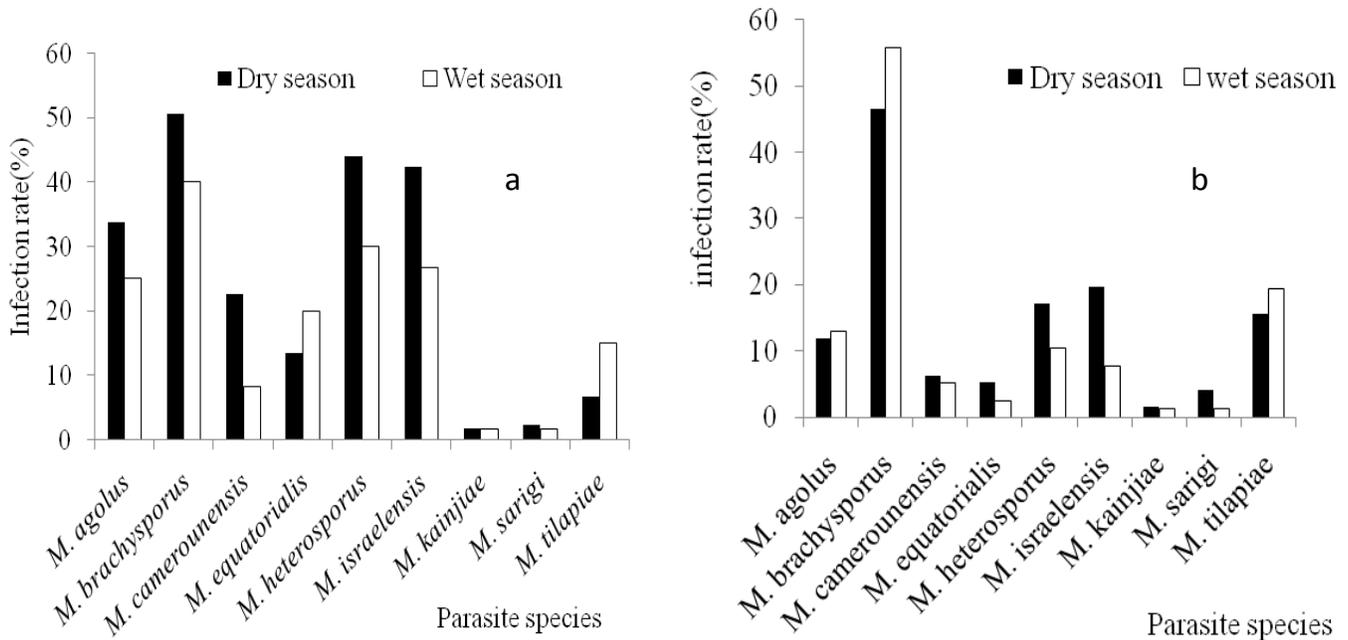
#### Parasitism according to seasons

In the fish ponds basins of Fouban, the rates of infestation of the various parasitic species are generally

higher ( $\chi^2 = 5.84$ ;  $P = 0.16$ ) in the rainy season than in the dry season (Figure 6). In natural environment (in Kouoptamo), the influence of the season on parasitism is not significant ( $\chi^2 = 0.27$ ;  $P = 0.604$ ). In Fouban, *M. tilapiae* presents a higher percentage of infestation ( $\chi^2 = 4.0$ ;  $P = 0.27$ ) during the dry season, whereas the rates of infestation of *M. camerounensis* ( $\chi^2 = 6.12$ ;  $P = 0.013$ ) and *M. israelensis* ( $\chi^2 = 4.91$ ;  $P = 0.27$ ) are higher in the rainy season. The following species, *M. agolus*, *M. heterosporus*, *M. brachysporus*, *M. sarigi*, *M. kainjiae* and *M. equatorialis* present statistically identical prevalence in both seasons. In Kouoptamo, the parasitic prevalence is statistically comparable in the two seasons, except for *M. israelensis* ( $\chi^2 = 5.71$ ;  $P = 0.017$ ) whose rates of infestation are high during the rainy season. A comparison between the study sites shows that the rate of infestation of *M. equatorialis* is higher in the fish pond basin than in River Noun during the rainy season ( $\chi^2 = 8.09$ ;  $P = 0.004$ ) as well as in the dry season ( $\chi^2 = 11.13$ ;  $P < 0.01$ ). On the contrary, *M. tilapiae* in the natural milieu parasitizes more fish than in breeding situation during the rainy season ( $\chi^2 = 7.86$ ;  $P = 0.005$ ) as well as in the dry season ( $\chi^2 = 4.69$ ;  $P = 0.49$ ).

#### DISCUSSION

This work carried out in a natural environment (River Noun) and in breeding situation (Fish pond basin), show in both cases a polyparasitism of fish by Myxosporean. The parasite species *M. nounensis* is present only in River Noun where it was originally described



**Figure 6.** Parasitism (%) as a function of the season in *O. niloticus* at Foumban (a) and Kouoptamo (b).

(Fomena and Bouix, 2000). All other parasite species: *M. cameronensis*, *M. agolus*, *M. brachysporus*, *M. israelensis*, *M. heterosporus*, *M. kainjiae*, *M. sarigi*, *M. equatorialis* and *M. tilapiae* are common in both biotopes. The presence of *M. nounensis* only in River Noun could be explained by the fact that this medium may provide better eco-climatic conditions for the development of this parasite and could facilitate the contact between the infesting stages of this Myxosporidian and the host fish (El-Tantawi, 1989). The various species of parasites recorded in Foumban and Kouoptamo were already documented in the same host, in the same organs by Obiekezie and Okaeme (1990) in Nigeria, Fomena and Bouix (1997) in Cameroon and Abakar et al. (2007) in Chad. The identified parasites present to a certain degree the same status in the two sites.

It results from our work that no parasitic species appeared frequent (Prevalence > 50%), whereas studies undertaken in Israel (Landsberg, 1985), in Nigeria (Obiekezie and Okaeme, 1990) and in Chad (Abakar, 2006) show that *M. agolus*, *M. brachysporus* and *M. heterosporus* are frequent in the Cichlidae *O. niloticus* and *S. galilaeus*. Poulin (2006) thinks that parameters (prevalence, intensity, abundance) traditionally used to qualify populations of parasites or the severity of the parasitic infection is prone to variations. For a given species of parasite, the proportion of the infested hosts is not fixed through its geographical distribution range. The status of parasitic species varies according to environmental conditions (El-Tantawi, 1989) and hosts species (Brummer-Korvenkontio et al., 1991).

The rates of infection of some collected species of Myxosporidian are higher in the fish ponds than in the River Noun. Our results corroborate those of Alvarez Pellitero and Sitjà Bobadilla (1989) and Sitjà Bobadilla and Alvarez Pellitero (1990) who in their work, showed that the rate of infestation of *Ichthophomus* sp and *Ceratomyxa* sp are higher in a breeding medium than in a natural environment. On the other hand, Sitjà Bobadilla and Alvarez Pellitero (1993) show that the rate of infestation of *Sphaerospora dicentrarchi* is higher in fish resulting from the natural environment as compared to the hosts from fish pond. These authors explain this situation by the age of fishes (They worked on old hosts) and the fact that the infesting stages of this parasite would be more viable in natural environment than in fish pond medium. Euzet and Pariselle (1996) think that, the pathogenic effect of the parasites under natural conditions is reduced, consequence of the balance established during the evolution in the host-parasite system. Indeed in the fish pond medium, the confinement of hosts, the presence of the muddy vase, the weak oxygenation which is at the origin of an increased sensitivity to the parasites attacker and the low depth of the basins would favor the transmission of the parasites (Obiekezie and Okaeme 1990; Fomena, 1995; Barassa et al., 2003; Tombi and Bilong Bilong, 2004).

In natural environment as in breeding situation, the various parasitic species infest indifferently the males and females. Our results agree with those of Fomena (1995) which did not note any influence of sex on the parasitism of *O. niloticus* in the various species of Myxosporidian in

fish ponds station of Melen in Yaoundé. Based on the same predictions, Özer (2003) reveals that there is no difference of infestation with respect to the sex in *Gasterosteus aculeatus* by *Sphaerospora elegans* and *Myxobilatus gasterostei* in Turkey. However, authors such as Viozzi and Flores (2003); Milanin et al. (2010) think that concerning Myxosporidiosis, the prevalence is independent of the sex of the host. On the other hand, Tombi and Bilong Bilong (2004) revealed that *M. njinei* parasite of *Barbus martorelli* (Cyprinidae) infests preferentially females than males. According to Sakiti (1997) and Gbankoto et al. (2003), parasitic infections often present higher prevalence in males than in females. According to Poulin (1996), the elevated level of testosterone secreted by the males can involve under certain conditions an immune depression making these individuals more vulnerable to parasitism. A good knowledge of the biology of parasites and their various hosts would make it possible to better explain the parasitism of Myxosporean with respect to sex.

In nearly all cases, parasitic species found in *O. niloticus* (Cichlidae) in natural environment and in breeding are present in their hosts during all the study period. At Foumban, the rates of parasitic infestation are higher in the rainy season and generally low in the dry season. On the other hand, no statistically appreciable fluctuation of parasitism is observed for the wild populations of hosts. Our results are close to those of Sitjà Bobadilla and Alvarez Pellitero (1993) who showed that in Spain, the rate of infestation of *S. dicentrarchi*, parasite of *Dicentrarchus labrax* varies with seasons in the fish pond basins, whereas in natural environment these authors do not note a difference between the percentages of infestation according to seasons. In this work, seasons do not seem to have an influence on Myxosporean in the natural environment. This remark corroborates many observations already made by authors such as Fomena (1995) on *M. camerounensis*, parasite of *O. niloticus*, in Cameroon; Gbankoto et al. (2001) on *Myxobolus* sp and *M. zillii*, gills parasites of *Tilapia zillii* and *Sarotherodon melanotheron* in Benin and Milanin et al. (2010) on *M. oliveirai*, parasite of *Brycon hilarii* (Characidae) in Brazil. However, our results are contrary with those of Gbankoto et al. (2003) who note a seasonal difference of the infestation of *Tilapia zillii* by *M. heterosporus* in Benin.

During wet season, the higher water temperature and the presence of muddy vase are the major factors affecting the prevalence of both myxosporean and their definitive host (*Tubifex tubifex*). According to Özer et al. (2002), mud substratum allow rapid growth and multiplication of Oligochaete. Therefore, during wet season, annelids Oligochaete are very abundant and their infecting stages (actinospores) multiply rapidly, a situation which is favorable to fish infection (Abakar et al., 2007).

The spectrum of target organs of the various studied species of Myxosporean varies from 1 to 6 in *O. niloticus* in the two mediums. Abakar (2006) showed that the spectrum of organs colonized by *O. niloticus* and *S. galilaeus* in Chad varies from 1 to 5. *M. camerounensis* appeared as the species having a broad spectrum of organs colonized in this work. We found *M. camerounensis* spores or cyst in six organs in fish pond medium and in four organs in the natural environment. Abakar et al. (2007) found this species infesting six different organs in *O. niloticus* and *S. galilaeus*. According to Obiekiezie and Okaeme (1990), Myxosporean of *Tilapia* have a general distribution in tissues. In addition, Alvarez Pellitero and Sitjà Bobadilla (1989) think that spores of the various species of Myxosporean can disperse in the kidneys and other internal organs via blood, causing severe infections. The kidneys and the spleen are organs that are most frequently infested. These results are close to those of Fomena (1995) and Abakar et al. (2007). The kidneys and the spleen may be the site of predilection for certain species of Myxosporean. These organs according to Fomena (1995) constitute the sites of initiation of the developmental cycle for many species of Myxosporean. In addition, Alvarez Pellitero and Sitjà Bobadilla (1989) think that the capacity of Myxosporean to locate itself in a given tissue or cavities of fish could have an influence on the type of damage which these parasites cause to their hosts. The gills constitute one of the organs of predilection in Myxosporean (Lekeufack Folefack, 2010) meanwhile, the massive infestation of this organ by *M. camerounensis* in the fish pond basin in Foumban, could be at the origin of the reduction in the respiratory capacity of the host. In the same regard, Gbankoto et al. (2001) reveal that this situation would affect its reproductive success negatively.

The rate of infestation of almost all disease-causing agents does not vary statistically between the various sets of classes. The percentage of infestation of the various parasites species is higher in breeding condition than in natural environment in old fish. In natural environment on the other hand, younger hosts are more threatened by certain parasitic species. According to Tombi and Bilong Bilong (2004), the parasitic load is high among hosts of small size host compared to those of big size. On the other hand, Sitjà Bobadilla and Alvarez Pellitero (1993) revealed a progressive increase in the infection of *D. labrax* by *S. dicentrarchi* with the age of the host in agreement with a weak pathogenicity of the parasite. These authors explain this situation by the effect of parasites accumulation in organs with age. In the fish ponds at Foumban, the young hosts would succumb more quickly to the infections because of confinement. According to Lom and Dyková (1992), young fish are more susceptible to Myxosporean and certain infections decrease with host age.

This study had showed a polyparasitism of *O. niloticus* both in the Noun River and the fish ponds ecosystem in Cameroon. In general, fishes are more infected by Myxosporean when cultured than in Wild environment. This study raised the necessity to pay more attention concerning Myxosporean parasite of fish in a fish farm station because of the hosts confinement. In addition, further investigation for these Myxosporean species is necessary to determine the real effect of these parasites on the health of the hosts.

## ACKNOWLEDGEMENTS

We appreciate the technicians of the Fouban farm station for their help during the sampling data. Special thank to Dr. Kekeunou and Dr. Ndassa for their useful comments.

## REFERENCES

- Abakar O (2006). Les Myxospories (Myxozoa : Myxosporea) parasites des poissons d'eau douce du Tchad : faunistique et biologie des espèces inféodées à *Oreochromis niloticus* (Linné, 1758) et *Sarotherodon galilaeus* (Linné, 1758) Cichlidae. Thèse de Doctorat/PhD, Université de Yaoundé I, 2006, p. 163.
- Abakar O, Bilong CF, Njine T, Fomena A (2007). Structure and dynamics of myxosporean parasites component communities in two fresh water Cichlids in the Chari River (Republic of Chad). Pak. J. Biol. Sci., 10: 692-700.
- Alvarez P, Bobadilla SA (1989). On the influence of culture and stress condition on *Ceratomyxa* spp. (Myxozoa) infections in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) from the Spanish Mediterranean area. Proceedings of the IVt1 EAFP Conference on Fish and Shellfish Diseases, Santiago de Compostela, Spain, p. 27.
- Barassa B, Adriano EA, Arana S, Cordeiro NS (2003). *Henneguya curvata* sp. n. (Myxosporea; Myxobolidae) parasitizing the gills of *Serrasalmus spilopleura* (Characidae: Serrasalminae), South American fresh water fish. Folia Parasitologica, 50: 151-153.
- Brummer-Korvenkontio H, Valtanen T, Pugachev ON (1991). Myxosporea parasites in roach, *Rutilus rutilus* (Linnaeus) from four lakes in Central Finland. J. Fish Biol., 38: 573-586.
- Combes C (1995). Interactions durables. Ecologie et évolution du parasitisme. Paris, France, Masson (Collection écologie, 26: 524.
- Eiras JC, Molnár K, Lu YS (2005). Synopsis of the species of *Myxobolus* Bütschli, 1882 (Myxozoa, Myxosporea : Myxobolidae). System. Parasitol., 52: 43-54.
- Eiras JC, Monteiro CM, Brasil-Sato MC (2010). *Myxobolus franciscoi* sp. Nov. (Myxozoa: Myxosporea), a parasite of *Prochilodus argenteus* (Actinopterygii: Prochilodontidae) from the Upper Sao Francisco River, Brazil, with a revision of *Myxobolus* spp. from South America. Zoologia, 27(1): 131-137.
- Eiras JC, Takemoto RM, Pavanelli GC (2008). *Henneguya caudicula* n. sp. (Myxozoa, Myxobolidae) a parasite of *Leporinus lacustris* (Osteichthyes, Anostomidae) from the high Paraná River, Brazil, with a revision of *Henneguya* spp infecting South American fish. Acta Protozool., 47: 149-154.
- El-Tantawi SAM (1989). Myxosporidian parasites of fishes in lakes Dgal Wielki and Warniak (Mazurian Lakeland, Poland). I. Survey of parasites. Acta Parasitol. Polonica, 34(3): 203-219.
- El-Tantawi SAM (1989). Myxosporidian parasites of fishes in lakes Dgal Wielki and Warniak (Mazurian Lakeland, Poland). II. Infection of fishes. Acta parasitol. Polonica, 34(3): 221-233.
- Euzet L, Pariselle A (1996). Le parasitisme des poissons Siluroidei: un danger pour l'aquaculture? Aquatic Living Resour., 9: 145-151.
- FAO (2008) Comité des pêches continentales et d'aquaculture pour l'Afrique (CPCAA). Renforcer le CPCAA dans le cadre des initiatives de coopération régionale. Quinzième session, Lusaka Zambie, 9-11 décembre 2008.
- Feist SW, Longshaw M (2006). Phylum Myxozoa. 230-297. In Pik Woo (Ed), fish diseases and disorders, protozoan and metazoan infection 2<sup>nd</sup> Ed., CABI publishing, UK.
- Feist SW, Longshaw M (2005). Myxozoan diseases of fish and effects on host population Acta Zool. Sin., 51(4): 758-760.
- Fomena A (1995). Les Myxosporidioses et Microsporidioses des poissons d'eau douce du Sud-Cameroun: Etude faunistique, Ultra structure et Biologie. Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Yaoundé I, p. 397.
- Fomena A, Bouix G (2000) *Henneguya mbakaouensis* sp. nov. *Myxobolus nounensis* sp. nov. And *M. hydrocyni* Kostoingué & Toguebaye, 1994, Myxosporea (Myxozoa) parasites of Centropomidae, Cichlidae and Characidae (Teleosts) of the Sanaga basin in Cameroon (Central Africa). Parasite, 7: 209-214.
- Fomena A, Bouix G (1997). Myxosporea (Protozoa : Myxozoa) of freshwaterfishes in Africa : Keys to genera and species. System. Parasitol., 37: 161-178.
- Fomena A, Lekeufack Folefack GB, Bouix G (2008). Three new species of *Henneguya* (Myxozoa: Myxosporea), parasites of fresh water fishes in Cameroon (Central Africa). J. Afrotrop. Zool., 4: 93-103.
- Fomena A, Lekeufack Folefack GB, Bouix G (2010). Deux espèces nouvelles de Myxidium (myxosporea: Myxidiidae) parasites de poissons d'eau douce du Cameroun. Parasite, 17: 9-16.
- Gbankoto A, Pampoulie C, Marques A, Sakiti GN (2001). Occurrence of Myxosporean parasites in the gills of tilapia species from Lake Nokoue (Benin, West Africa): effect of host size and sex, and seasonal patterns of infection. Dis. Aqua. Organ., 44: 217-222.
- Gbankoto A, Pampoulie C, Marques A, Sakiti GN, Dramane KL (2003). Infection patterns of *Myxobolus heterospora* in two tilapia species (Teleostei: Cichlidae) and its potential effects Dis. Aquat. Organ, 55: 125-131.
- Hedrick RP (1998). Relationship of the host pathogen, and environment: implication for diseases of cultured and wild fish populations. J. Aqua. Anim. Health, 10: 107-111.
- Landsberg JH (1985). Myxosporean infections in cultured Tilapias in Israel. J. Protozool., 32: 194-201.
- Lekeufack Folefack GB (2010). Faunistique et biologie des Myxosporidies (Myxozoa: Myxosporea) parasites de quelques Téléostéens dans la rivière Sangé (sous affluent du Wouri) au Cameroun. Thèse de Doctorat PhD. Université de Yaoundé I, p. 181.
- Lom J, Arthur JR (1989). A guideline for the preparation of species descriptions in Myxosporea, J. Fish Dis., 12: 151-156.
- Lom J, Dykova I (1992). Protozoan parasites of fishes. Dev. Aquacult. Fish. Sci., 26: 1-315.
- Lom J, Dyková I (2006). Myxozoan genera: definition and notes on taxonomy, life-cycle terminology and pathogenic species. Folia Parasitol., 53: 1-36.
- Longshaw M, Freak PA, Nunn AD, Cowx IG, Feist SW (2010). The influence of parasitism on fish population success. Fish. Manage. Ecol., 17: 246-434.
- Margolis L, Esh GW, Holmes JC, Kuris AM, Schad GA (1982). The use of ecological terms in parasitology (Report of an hoc committee of American Society of Parasitologists). J. Parasitol., 68(1): 131-133.
- Martins ML, Souza VN De, Moraes JR, Moraes FR De (1999). Gill infection of *Leporinus macrocephalus* by *Henneguya leporinicola* n. sp. (Myxozoa: Myxobolidae). Description, histopathology and treatment Rev. Bras. Biol., 59(3).
- Milanin T, Eiras JC, Arana S, Maia AAM, Alves AL, Silva MRM, Carriero MM, Ceccarelli, PS, Adriano E (2010). Phylogeny, ultrastructure, histopathology and parasite of *Brycon hilarii* (Characidae) in the Pantanal Wetland, Brazil. Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 105(6): 762-769.
- Mouchiroud D (2002). Chapitre 5: Statistique descriptive Mathématique: Outil pour la biologie. DEUG sv1. UCBL. Mathsv.univ-lyon1.fr/cours/pdf/stat/chapitre5.pdf., p. 19.
- Obiekezie AI, Okaeme AN (1990). Myxosporea (Protozoa) infections of

- cultured Tilapias in Nigeria. *J. Afr. Zool.*, 104: 77-91.
- Oldewage WH, Van As JG (1987). Parasites and winter mortalities of *Oreochromis mossambicus*. *S. Afr. J. Wildl. Res.*, 17(1).
- Olivry JC (1986). Fleuves et rivières du Cameroun. O.R.S.T.O.M. (éd), p. 733.
- Özer A (2003) *Sphaerospora elegans* Thelohan, 1892 and *Myxobilatus gasterostei* Davis, 1944 (Phylum: Myxozoa) infection in the Three-Spined Stickleback, *Gasterosteus aculeatus* L., 1758 in Turkey. *Turk. J. Zool.*, 27: 163-169.
- Özer A, Wootten R, Shinn AP (2002). Infection prevalence, seasonality and host specificity of actinosporidian types (Myxozoa) in an Atlantic salmon fish farm located in Northern Scotland, *Folia Parasitol.*, 49: 263-268.
- Poulin R (1996). Sexual inequalities in Helminth infections: a cost of being a male? *Am. Naturalist*, 147: 287-295.
- Poulin R (2006). Variation in infection parameters among population within parasite species: Intrinsic properties versus local factors. *Int. J. Parasitol.*, 36: 877-885.
- Sakiti GN (1997). Myxosporidies et Microsporidies de poissons du Sud Benin: Faunistique, Ultrastructure, Biologie. Thèse de Doctorat D'Etat. Université du Benin, p. 296.
- Sitja-Bobadilla A, Alvarez-Pellitero P (1993). Populations dynamics of *Sphaerospora dicentrarchi* Sitja-Bobadilla et Alvarez-Pellitero, 1992 and *S. testicularis* Sitja-Bobadilla et Alvarez-Pellitero, 1990 (Myxosporea: Bivalvulida) infections in wild and cultured Mediterranean sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) *Parasitology*, 106: 39-45.
- Sitja-Bobadilla, Alvarez-Pellitero P (1990). *Sphaerospora testicularis* sp. Nov. (Myxosporea : sphaerosporidae) in wild and cultured sea bass, *Dicentrarchus labrax* (L.), from the Spanish Mediterranean area. *J. Fish Dis.*, 13: 193-203.
- Stiassny MIG, Teugels GG, Hopkins CD (2007). Poissons d'eaux douces et saumâtres de la basse Guinée, Ouest de l'Afrique Centrale. Collection faune et flore tropicales, IRD (éd.), Paris I: 797.
- Tombi J, Bilong Bilong CF (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(1-2): 71-76.
- Umur S, pekmezci GZ, Beyhan YEB, Gurler AT, Acici M (2010). First record of *Myxobolus muelleri* (Myxosporea: Myxobolidae) in flathead grew mullet *Mugil cephalus* (Teleostei, Mugilidae) from Turkey Ankara univ Vet Fak Derg, 57: 205-207.
- Valtomen ET, Holmes JC, Koskivaara M (1997). Eutrophication, pollution and fragmentation: effects on parasite communities in roach (*Rutilus rutilus*) and perch (*Perca fluviatilis*) in four lakes in Central Finland. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, (54): 572-585.
- Viozzi GP, Flores VR (2003). *Myxidium biliare* sp. n. (Myxozoa) from gall bladder of *Galaxias maculatus* (Osmeriformes: Galaxiidae) in Patagonia (Argentina). *Folia Parasitolol.*, 50: 190-194.