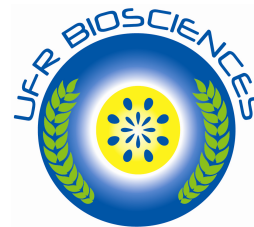


RÉPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE
Union-Discipline-Travail

Ministère de l'Enseignement supérieur
et de la Recherche Scientifique



UNIVERSITÉ DE COCODY-ABIDJAN



UFR BIOSCIENCES

22 BP : 582 Abidjan 22

Tél. /Fax : 22 44 44 73

Courriel : biosciences@univ-cocody.ci
ufrbiosciences@yahoo.fr

N° 588/2009

LABORATOIRE D'HYDROBIOLOGIE

THÈSE

Présentée à l'UFR Biosciences pour obtenir le titre de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE COCODY-ABIDJAN

Spécialité: Hydrobiologie

Par

BERTÉ Siaka

THÈME

**BIOLOGIE ET ÉCOLOGIE DE *DISTICHODUS ROSTRATUS*
GÜNTHER, 1864 DANS UN HYDROSYSTÈME PARTICULIER EN
CÔTE D'IVOIRE**

Soutenue publiquement, le **14 février 2009** devant le jury composé de

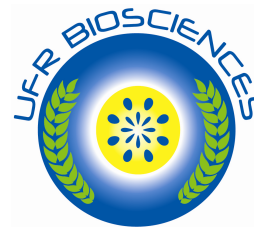
M. SERI Bialli,	<i>Professeur, Université Cocody,</i>	Président
M. KOUASSI N'Guessan Joël,	<i>Professeur, Université Cocody,</i>	Directeur de Thèse
M. N'DA Konan,	<i>Maître de conférences, Université Abobo-Adjamé,</i>	Rapporteur
M. N'DOUBA Valentin,	<i>Professeur, Université Cocody,</i>	Examineur
M. KOUAMELAN Essetchi Paul,	<i>Maître de conférences, Université Cocody,</i>	Examineur
M. KONE Tidiani,	<i>Maître de conférences, Université Cocody,</i>	Examineur

RÉPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE
Union-Discipline-Travail

Ministère de l'Enseignement supérieur
et de la Recherche Scientifique



UNIVERSITÉ DE COCODY-ABIDJAN



UFR BIOSCIENCES

22 BP : 582 Abidjan 22

Tél. /Fax : 22 44 44 73

Courriel : biosciences@univ-cocody.ci
ufrbiosciences@yahoo.fr

N° 588/2009

LABORATOIRE D'HYDROBIOLOGIE

THÈSE

Présentée à l'UFR Biosciences pour obtenir le titre de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE COCODY-ABIDJAN

Spécialité: Hydrobiologie

Par

BERTÉ Siaka

THÈME

**BIOLOGIE ET ÉCOLOGIE DE *DISTICHODUS ROSTRATUS*
GÜNTHER, 1864 DANS UN HYDROSYSTÈME PARTICULIER EN
CÔTE D'IVOIRE**

Soutenue publiquement, le **14 février 2009** devant le jury composé de

M. SERI Bialli,	<i>Professeur, Université Cocody,</i>	Président
M. KOUASSI N'Guessan Joël,	<i>Professeur, Université Cocody,</i>	Directeur de Thèse
M. N'DA Konan,	<i>Maître de conférences, Université Abobo-Adjamé,</i>	Rapporteur
M. N'DOUBA Valentin,	<i>Professeur, Université Cocody,</i>	Examineur
M. KOUAMELAN Essetchi Paul,	<i>Maître de conférences, Université Cocody,</i>	Examineur
M. KONE Tidiani,	<i>Maître de conférences, Université Cocody,</i>	Examineur

DÉDIDACES

Nous dédions ce mémoire

Au Miséricordieux **Allah**, notre Père à tous, pour nous avoir assisté tout au long de cette vie scolaire et universitaire.

A Notre Père biologique, **Feu Salikou BERTÉ**, pour l'amitié et l'éducation reçue. Que la terre te soit légère et le repos de ton âme paisible.

A Notre Père intellectuel, Prof. **KOUASSI N'Guessan Joël**, pour nous avoir donné l'affection paternel qui nous manquait ! Que le Tout Puissant vous le rende au centuple !

AVANT-PROPOS

*Ce mémoire réalisé dans le cadre du Projet d'Appui à la Recherche Agronomique (PARA) intitulé «Intégrer un poisson herbivore à la pisciculture extensive: potentialité de *Distichodus rostratus* Günther, 1864, production d'alevins de Carpes chinoises et impact écologique» a bénéficié du financement de la Coopération Française. Il a été mené par le Laboratoire d'Hydrobiologie de l'Université de Cocody en partenariat avec l'Association Pisciculture et Développement Rural en Afrique tropicale humide-Côte d'Ivoire (APDRA-CI) et l'Institut National Agronomique (INRA)-Centre de Rennes.*

C'est avec un réel plaisir que nous remercions toutes les personnes qui nous ont encouragé et aidé durant la période de réalisation des travaux, ainsi qu'au cours de la rédaction de la présente thèse.

Professeur Kouassi N'Guessan Joël, Professeur titulaire à l'Université de Cocody, Directeur du Laboratoire d'Hydrobiologie de l'UFR Biosciences, recevez toute l'expression de notre reconnaissance pour avoir dirigé cette thèse. Nous sommes honoré d'avoir fait notre initiation dans la recherche à vos côtés et vous sommes redevable de tout ce que nous avons appris pendant ces années de thèse.

Professeur N'Douba Valentin, Professeur titulaire à l'Université de Cocody, Directeur Adjoint du Laboratoire d'Hydrobiologie et Vice-Président de l'Université de Cocody, nous tenons à vous témoigner toute notre gratitude à travers cette thèse. Malgré vos nombreux engagements, vous vous êtes totalement investi afin de conduire à son terme les présents travaux.

Professeur Séri Bialli, Professeur titulaire à l'Université de Cocody, nous exprimons notre vive reconnaissance pour avoir accepté de présider le jury de cette thèse.

L'occasion nous est donnée ici d'exprimer toute notre reconnaissance à Monsieur Kouamélan Essetchi Paul, Maître de Conférences à l'Université de Cocody, pour l'intérêt qu'il a accordé à ces travaux. Monsieur le Professeur, vous avez apporté une contribution appréciable au déroulement de ces travaux.

Nous remercions Monsieur Koné Tidiani, Maître de Conférences à l'Université de Cocody, pour son soutien et sa contribution à la publication de nos résultats. La pertinence de vos critiques nous a aidé dans l'amélioration du manuscrit.

A Monsieur N'Da Konan, Maître de Conférences à l'Université d'Abobo-Adjamé, nous sommes redevable pour sa disponibilité et pour avoir accepté de juger ce travail.

Au Docteur Gooré Bi Gouli, Maître Assistant à l'Université de Cocody, nous disons merci pour la diligence avec laquelle vous avez lu notre manuscrit et l'intérêt porté à nos travaux. Docteur Gooré Bi Gouli, vos conseils nous ont permis d'avoir le moral pour terminer ce troisième cycle.

Nous sommes reconnaissant au Docteur Ouattara Nahoua Issa, Maître Assistant à l'Université de Cocody, qui a accepté de lire notre manuscrit. Docteur Ouattara Nahoua Issa, merci pour votre convivialité et le temps que vous nous avez consacré lors de la rédaction de ce manuscrit.

Aux Maîtres de Conférences Ouattara Allassane et Kouamé Koffi et aux Docteurs Sissouma Drissa et Ouattara Djakalia, nous tenons à vous témoigner toute notre gratitude pour votre sympathie et votre disponibilité.

Nous témoignons toute notre amitié aux Docteurs, Assistants à l'Université de Cocody, Céline Sidonie Koco Nobah, Yao Stanislas Silvain, N'Zi Konan Gervais, Yao Kouassi Patrick, Brou André Konan, Bouafou Kouamé Guy M. et Néné Bi Semi Anthelme. Nous les remercions pour leurs encouragements, leurs critiques et conseils.

Nous tenons à souligner que la réalisation de ce manuscrit a été facilitée par le concours:

- du Professeur Aké Assi Laurent, qui a identifié les échantillons de Macrophytes.*
- de l'équipe du Laboratoire d'Anatomie et de Pathologie (ANAPATH) de la Faculté de Médecine d'Abidjan pour la réalisation des coupes histologiques. Nous exprimons particulièrement notre gratitude au Professeur Diomandé Isidore Mohenou sans oublier le*

Docteur Doukouré Brahim et les Techniciens Aka Tanoh François, Cissé Bakaramoko et Coulibaly Gnegnery Jean-Claude.

- du Docteur Kouamé N'Guessan François pour avoir permis de faire les photos numériques des coupes histologiques.*
- de Monsieur Sanogo Souleymane Pachard pour le dessin du tube digestif.*

Nous remercions également le personnel de la SODECI de Yamoussoukro, en particulier Messieurs Kouamé Hervé (Ex-Agent Technique) et Assoua Koffi Christophe (Chimiste) pour la mise à notre disposition des résultats des analyses chimiques des eaux du fleuve Bandama.

Nous voudrions souligner que la rédaction de cette thèse a pu être possible grâce à la contribution de tous les pêcheurs de Zambakro; particulièrement Messieurs Dembélé Issouf, Oulalé Bakary et Minta Kassoum. Nous leur exprimons toute notre gratitude pour leur sollicitude à notre égard. Nous exprimons également notre reconnaissance à Monsieur Yao Kouadio Georges ainsi qu'à Madame Konan Amenan, à ses filles et à son petit fils Patrick. Tous nos remerciements pour nous avoir accueilli et nous avoir offert d'excellentes conditions de travail.

Que les Doctorants ci-dessous mentionnés trouvent ici l'expression de notre gratitude. Nous leur souhaitons également un heureux et excellent aboutissement de leurs travaux. Ce sont: Tah Léonard, Coulibaly André, Kouadio N'Guessan Firmin, Bamba Mamadou, Bédia Aké Théophile, Blahoua Kassi Georges, Coulibaly Abdoulaye, Soro Yaya, Kouamé Kouakou Augustin, N'Doua Etilé Raphael, N'Guessan K. Richard, Aboua Bénie Rose Danielle, N'Da Amalan Sylvie, Ouattara Karim, Ouattara Mamadou, Fofana Diakaridia, Tra Bi Craulaud Silvain, Die Agathe, Komoé Koffi, Tian Bi, Diakité Nana Rose, Meïté Allassane, Méa Arsène, Camara Brahim et Kouadio Koffi Roger.

Au chauffeur Koffi Jean-Baptiste et aux informaticiens Adé Michel, Honfo Esmel Cyrille et Kouadio Yao Yves, nous exprimons notre reconnaissance pour leur contribution au bon déroulement de ce travail.

*Nous avons l'immense privilège d'avoir eu des amis fidèles qui ont cru à la valeur des présents travaux et qui nous ont soutenu. A ces derniers, nous disons **Merci**. Ce sont : Hien Philippe, Sylla Ben Ibrahim Kalil, Bamba Habib Ibrahim, Samassi Daouda, Aman Kadio Georges, Soro Mamadou, Koné Mamadou, Konaté Balamine, Aboubakar Touré, Ouattara Bassory, Koné Yacouba, Kouakou Yao Paul, Légre Gazoua Mathias, Traoré Issa, Yé Sata et tous ceux que nous aurons oubliés.*

Nous exprimons nos pieuses pensées à nos chers disparus Berté Salikou, Berté Fatoumata, Berté Bintou, Traoré Adama, N'Kou Marius Pâcome, Kaboré Denis Kisito et Séka Aboua Octave. Que la terre vous soit légère.

Nous tenons à exprimer notre gratitude et notre reconnaissance à nos oncles et frères pour leurs soutiens moral, matériel et financier. En effet, durant notre cycle universitaire nous avons bénéficié du soutien sans faille de nos oncles Coulibaly Abdoulaye, Tuo Bè Djakaridja, Berté Mamadou et Kra Emile et de nos frères Traoré Lamine, Traoré Siaka, Koné Yaya, Berté Mamadou, Berté Awa et Berté Yaya.

Nous terminons nos remerciements par la famille Berté. Que mesdames Berté, acceptent tous mes sincères remerciements pour leur patience, leur soutien et leur affection qu'elles ne cessent de nous témoigner.

TABLE DES MATIÈRES

DÉDIDACES-----	I
AVANT-PROPOS-----	II
TABLE DES MATIÈRES-----	VI
LISTE DES ABRÉVIATIONS-----	XII
LISTE DES FIGURES-----	XVI
LISTE DES TABLEAUX -----	XX
LISTE DES ANNEXES-----	XXII
 INTRODUCTION -----	 1
 CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉS -----	 5
 1. LES GÉNÉRALITÉS SUR LE MILIEU D'ÉTUDE -----	 6
1.1. LA PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE-----	6
1.1.1. La situation géographique-----	6
1.1.2. Les données climatiques -----	6
1.1.3. Le régime hydrologique-----	6
 1.2. LA PRÉSENTATION DU BASSIN DU FLEUVE BANDAMA -----	 11
1.2.1. Le réseau hydrographique -----	11
1.2.2. La géologie et la géomorphologie -----	12
1.2.3. Le climat-----	13
1.2.4. Le régime hydrologique-----	14
1.2.5. Les données biologiques-----	15
1.2.5.1. Le phytoplancton -----	15
1.2.5.2. Le zooplancton -----	16
1.2.5.3. Les macrophytes -----	16
1.2.5.4. La macrofaune benthique-----	16
1.2.5.5. Les crustacés-----	16
1.2.5.6. La faune ichtyologique-----	21

2. LA PRÉSENTATION DE <i>DISTICHODUS ROSTRATUS</i> GÜNTHER, 1864	25
2.1. L'ORDRE DES CHARACIFORMES	25
2.2. LA FAMILLE DES DISTICHODONTIDAE	25
2.3. LE GENRE <i>Distichodus</i> Müller & Troschel, 1845	26
2.4. L'ESPÈCE <i>Distichodus rostratus</i> Günther, 1864	28
2.4.1. La morphométrie	29
2.4.2. La coloration	29
2.5. LA DISTRIBUTION	31
2.6. LA BIOLOGIE ET L'ÉCOLOGIE	31
2.6.1. Les habitudes alimentaires	31
2.6.2. La biologie de la reproduction	33
2.6.3. La tolérance à l'hypoxie	33
2.6.4. Les habitats	34
3. LES GÉNÉRALITÉS SUR LA MÉTHODE D'ÉTUDE DU RÉGIME ALIMENTAIRE ET DE LA REPRODUCTION	34
3.1. LE RÉGIME ALIMENTAIRE	34
3.1.1. L'échantillonnage, la dissection et l'identification des proies	35
3.1.2. L'expression et l'interprétation des résultats	35
3.1.2.1. Les méthodes	35
3.1.2.2. Les indices alimentaires	37
3.2. LA REPRODUCTION	38
3.2.1. Le rapport gonado-somatique (RGS)	39
3.2.2. Le rapport hépato-somatique (RHS)	39
3.2.3. Le facteur de condition (K_c)	40
3.2.4. La détermination des stades de maturité sexuelle	42
3.2.5. Le diamètre ovocytaire	42
3.2.6. La taille de première maturité sexuelle	42
3.2.7. La fécondité	43

CHAPITRE II : MATÉRIEL ET MÉTHODES	44
1. L'ÉTUDE DES CARACTÉRISTIQUES ABIOTIQUES	45
1.1. LA MESURE DES VARIABLES PHYSICO-CHIMIQUES	45
1.2. LE DOSAGE DES COMPOSÉS IONIQUES	47
2. L'ÉTUDE DES CARACTÉRISTIQUES BIOTIQUES	47
2.1. LE PLANCTON	47
2.1.1. Le prélèvement du plancton	47
2.1.2. L'observation, l'identification et le comptage des organismes	48
2.1.2.1. Le zooplancton	48
2.1.2.2. Le phytoplancton	48
2.1.3. L'expression des résultats	49
2.2. LA MACROFAUNE BENTHIQUE	50
2.2.1. Le prélèvement du benthos	50
2.2.2. Le tri, l'identification, le comptage et la pesée des organismes	51
2.2.3. L'expression des résultats	51
3. L'ÉCHANTILLONNAGE DE <i>DISTICHODUS ROSTRATUS</i> GÜNTHER, 1864	53
3.1. LA DESCRIPTION DES ENGINS DE PÊCHE	53
3.1.1. Les filets maillants	53
3.1.2. Les éperviers	53
3.1.3. Les nasses	54
3.2. LA MÉTHODE D'ÉCHANTILLONNAGE	54
3.3. L'IDENTIFICATION, LA MENSURATION ET LA PESÉE DES POISSONS	54
4. L'ÉTUDE DU RÉGIME ALIMENTAIRE	56
4.1. LA DISSECTION ET L'ANALYSE DES CONTENUS STOMACAUX	56
4.2. LES COUPES HISTOLOGIQUES DE L'ESTOMAC	56

4.3. LE CALCUL DU COEFFICIENT INTESTINAL MOYEN -----	58
4.4. L'EXPRESSION QUANTITATIVE DU RÉGIME ALIMENTAIRE-----	62
5. L'ÉTUDE DE LA REPRODUCTION-----	64
5.1. LA DISSECTION ET LE PRÉLÈVEMENT DES GONADES ET DU FOIE -----	64
5.2. LA DÉTERMINATION DES STADES DE MATURITE SEXUELLE -----	64
5.3. LE COMPTAGE ET LA MESURE DU DIAMÈTRE DES OVOCYTES -----	66
5.4. LES COUPES HISTOLOGIQUES DES OVAIRES -----	66
5.5. L'EXPRESSION DES RÉSULTATS-----	69
5.5.1. Le sex-ratio -----	69
5.5.2. Le rapport gonado-somatique -----	72
5.5.3. Le rapport hépato-somatique-----	72
5.5.4. Le rapport nucléo-plasmique -----	73
5.5.5. Le facteur de condition-----	73
5.5.6. Le diamètre ovocytaire-----	73
5.5.7. La taille de première maturité sexuelle-----	74
5.5.8. La période de reproduction -----	75
5.5.9. La fécondité-----	75
6. LES TRAITEMENTS STATISTIQUES -----	76
6.1. LE COEFFICIENT DE VARIATION-----	76
6.2. LA CORRÉLATION ET LA RÉGRESSION-----	77
6.3. L'ANALYSE DE VARIANCE -----	77
CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS -----	78
1. LES CARACTÉRISTIQUES ABIOTIQUES ET BIOTIQUES DE LA ZONE D'ÉTUDE-----	79
1.1. LES RÉSULTATS -----	79
1.1.1. Les caractéristiques abiotiques-----	79

1.1.1.1. Les variables physico-chimiques -----	79
1.1.1.1.1. La température -----	79
1.1.1.1.2. La côte -----	79
1.1.1.1.3. La transparence-----	82
1.1.1.1.4. Le potentiel d'Hydrogène-----	82
1.1.1.1.5. La conductivité-----	83
1.1.1.1.6. Le taux de solides dissous-----	83
1.1.1.1.7. La turbidité -----	83
1.1.1.1.8. La dureté totale -----	84
1.1.1.2. Les compositions ioniques -----	84
1.1.1.2.1. Les anions -----	84
1.1.1.2.2. Les cations -----	87
1.1.2. Les caractéristiques biotiques-----	90
1.1.2.1. Le phytoplancton -----	90
1.1.2.1.1. L'analyse qualitative -----	90
1.1.2.1.2. L'analyse quantitative-----	94
1.1.2.2. Le zooplancton -----	95
1.1.2.2.1. L'analyse qualitative -----	95
1.1.2.2.2. L'analyse quantitative-----	98
1.1.2.3. La macrofaune benthique -----	98
1.1.2.3.1. L'analyse qualitative -----	98
1.1.2.3.2. L'analyse quantitative-----	101
1.2. LA DISCUSSION -----	104
2. LE RÉGIME ALIMENTAIRE -----	112
2.1. LES RÉSULTATS -----	112
2.1.1. L'anatomie du tube digestif de <i>Distichodus rostratus</i> -----	112
2.1.1.1. L'anatomie descriptive du tube digestif -----	112
2.1.1.2. L'histologie de l'estomac-----	114
2.1.1.3. La relation "longueur intestin/longueur standard"-----	114
2.1.2. L'aspect qualitatif et quantitatif du régime alimentaire-----	118

2.1.2.1. Le profil général du régime alimentaire -----	118
2.1.2.2. La variation du régime alimentaire en fonction de la taille des individus -----	120
2.1.2.2.1. L'aspect qualitatif -----	122
2.1.2.2.2. L'aspect quantitatif -----	122
2.1.2.3. Le régime alimentaire en fonction des saisons -----	125
2.1.2.3.1. L'aspect qualitatif -----	125
2.1.2.3.2. L'aspect quantitatif -----	125
2.2. LA DISCUSSION -----	127
3. LE MODE DE REPRODUCTION -----	133
3.1. LES RÉSULTATS -----	133
3.1.1. Le sex-ratio -----	133
3.1.2. Les stades sexuels -----	133
3.1.3. Le rapport gonado-somatique et la période de reproduction -----	133
3.1.4. Le rapport hépato-somatique -----	138
3.1.5. Le facteur de condition -----	138
3.1.6. La variation des rapports gonado-somatique, hépato-somatique et du facteur de condition en fonction du stade de maturité -----	142
3.1.7. La taille de première maturité sexuelle -----	146
3.1.8. La fécondité et diamètre ovocytaire -----	146
3.1.9. L'histologie et la structure des gonades -----	146
3.2. LA DISCUSSION -----	155
CONCLUSION GÉNÉRALE -----	159
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES -----	163
ANNEXES -----	180

LISTE DES ABRÉVIATIONS

AISA	: Association ivoirienne des sciences agronomiques
Ad	: Nageoire adipeuse
APDRA	: Association Pisciculture et Développement Rural en Afrique tropicale humide
An	: Nageoire anale
Ar	: Armature
Ara	: Arachnides
B	: Biomasse
Bc	: Bac
bc	: Branche cardiaque
Be	: Benne
Bo	: Bouche
bp	: Branche pylorique
C	: Coupe
Ca	: Capot
Cad	: Cellules adipeuses
Cas	: Cassette
Cd	: Nageoire caudale
cd	: Cadrant
Cep	: Cellules épithéliales
CI	: Coefficient intestinal
CIM	: Coefficient intestinal moyen
Cis	: Ciseau
CND	: Conductivité
cp	: Caecum pylorique
Cru	: Crustacés
Ct	: Couteau en acier
Cym	: <i>Cymodocea sp.</i>
Cyto	: Cytoplasme
Deb	: Débris végétaux
D	: Densité
De	: Débris végétaux

Do	: Nageoire dorsale
Ec	: écran d’affichage
Eca	: Écailles
En	: Entrée
est	: Estomac
E.D.T.A	: Ethylène diamine-tétra acétique
F	: Fréquence ou occurrence
fa	: Follicule atrésique
Fc	: Pourcentage d’occurrence corrigé
Fig	: Figure
Fi	: Filet monofilament
Fm	: Follicule mature
Fru	: Fruits
FIT	: Front Intertropical
G	: Grossissement
GG	: Glande gastrique
Gra	: Graine
GSP	: Grande saison des pluies
GSS	: Grande saison sèche
Gv	: Grain de vitellus
h	: Heure
Ins	: Insectes
int	: Intestin
ind	: Individus
Ins	: Insectes
Ip	: Indice de prépondérance
JICA	: Agence Japonaise de Coopération Internationale
Kc	: Facteur de condition
LDB	: Laboratoire Danois pour la Bilharziose
Li	: Longueur de l’intestin
Lp	: lame porte objet
Ls	: Longueur standard
Lu	: Lumière

M	: 6-7H
max	: Maximale
MC	: Muscle circulaire
MEF	: Ministère de l'Environnement et de la Forêt
mini	: Minimale
mn	: Minute
Mol	: Mollusques
moy	: Moyenne
Muq	: Muqueuse
Mu	: Musculeuse
MP	: Membrane plasmique
n	: Effectif
NTU	: Nephelometric turbidity unit
Phy	: Phytoplanctons
p.c.	: Pourcentage
N	: Pourcentage numérique
Np	: Nucléoplasme
Nu	: Nucléole
Ny	: Noyau
O	: Oeil
oa	: Orifice anal
oe	: Oesophage
Op	: Opercule
P	: Pourcentage pondéral
<i>p</i>	: <i>p-value</i>
PB	: Porte bloc
Pc	: Nageoire pectorale
Pe	: Nageoire pelvienne
Phy	: Phytoplanctons
Po	: Pot de conservation
Pois	: Poisson
PP	: Période de ponte
ppM	: Plus petit individu mature

PR	: Période de reproduction
PSP	: Petite saison des pluies
PSS	: Petite saison sèche
r	: Coefficient de corrélation
Re	: Réglage d'épaisseur des coupes
RGS	: Rapport gonado-somatique
RHS	: Rapport hépato-somatique
RNP	: Rapport nucléo-plasmique
S	: 17-18H
Se	: Séreuse
Sm	: Sous-muqueuse
SODECI	: Société de Distribution d'eau de la Côte d'Ivoire
SP	: Saison pluvieuse
S.R.	: Sex-ratio
SS	: Saison sèche
St 1	: Ovocyte au stade 1
St 2	: Ovocytes au stade 2
ST	: Stade de maturité
T	: Tamis
TDS	: <i>Total dissolved solids</i> (Taux de solides dissous)
Temp	: Température
TPMS	: Taille de première maturité sexuelle
Transp	: Transparence
Tri	: <i>Tristicha trifaria</i>
V	: Pourcentage de vacuité
α	: Indice de Schoener

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Localisation de la zone d'échantillonnage sur le fleuve Bandama (Côte d'Ivoire)-----	7
Figure 2: Vue partielle du fleuve Bandama à la station de Zambakro -----	8
Figure 3: Variations des valeurs moyennes mensuelles de la pluviométrie de juillet 2004 à juin 2005 dans la région de Yamoussoukro (Côte d'Ivoire)-----	9
Figure 4: Variations des débits moyens mensuels enregistrées entre 1990 et 2000 à la station de Kimoukro; (Source: Base de données de la Sous Direction de l'Hydrologie, Côte d'Ivoire) -----	10
Figure 5: Distribution géographique des Distichodontidae dans le monde (Berra, 1981)-----	27
Figure 6: <i>Distichodus rostratus</i> Günther, 1864-----	30
Figure 7: Distribution géographique de l'espèce <i>Distichodus rostratus</i> Günther, 1864 en Afrique occidentale (Gosse & Coenen, 1990) -----	32
Figure 8: Jauge de lecture de la côte graduée en décimètre-----	46
Figure 9: Lavage de benthos -----	52
Figure 10: Prise à la nasse -----	55
Figure 11: Dissection d'un spécimen de <i>Distichodus rostratus</i> -----	57
Figure 12: Histokinette SAKURA modèle RH-12 EP série 94010726 -----	59
Figure 13: Blocs histologiques des différentes branches stomacales incluses dans la paraffine -----	60
Figure 14: Microtome mécanique MICRON HM 310 -----	61
Figure 15: Prélèvement des gonades d'un spécimen -----	65
Figure 16: Dispositif ayant servi au rangement des différents fragments d'ovaire -----	68
Figure 17: Prélèvement d'une coupe sur une lame porte objet dans un bain marie -----	70
Figure 18: Variation moyenne mensuelle des caractéristiques physico-chimiques des eaux de la station d'étude du fleuve Bandama de juillet 2004 à juin 2005-----	80
Figure 19: Variation moyenne mensuelle de la turbidité des eaux de la station d'étude du fleuve Bandama de août 2004 à mai 2005 -----	85
Figure 20: Variation moyenne mensuelle de la dureté totale des eaux de la station d'étude du fleuve Bandama de août 2004 à mai 2005-----	85
Figure 21: Variation moyenne mensuelle de la concentration des anions des eaux de la station d'étude du fleuve Bandama entre juillet 2004 et juin 2005-----	86

Figure 22: Variation moyenne mensuelle de la concentration des cations des eaux de la station d'étude du fleuve Bandama entre juillet 2004 et juin 2005-----	89
Figure 23: Variation moyenne mensuelle de la densité des grands groupes phytoplanctoniques des eaux de la station d'étude du fleuve Bandama entre août 2004 et juin 2005 -----	96
Figure 24: Variations moyennes mensuelles des densités de Mollusques et des Insectes des eaux de la station d'étude du fleuve Bandama de juillet 2004 à juin 2005-----	102
Figure 25: Variations moyennes mensuelles des densités des Oligochètes et des Hydres des eaux de la station d'étude du fleuve Bandama de juillet 2004 à juin 2005; (Cf Oligochètes sur figure)-----	102
Figure 26: Variation moyenne mensuelle de la biomasse des Mollusques des eaux de la station d'étude du fleuve Bandama de juillet 2004 à juin 2005-----	103
Figure 27: Variation moyenne mensuelle de la biomasse des Hydres, Oligochètes et Insectes des eaux de la station d'étude du fleuve Bandama de juillet 2004 à juin 2005 -----	103
Figure 28: Représentation schématique du tube digestif de <i>Distichodus rostratus</i> -----	113
Figure 29 : Coupe transversale de la branche cardiaque de l'estomac de <i>Distichodus rostratus</i> -----	115
Figure 30: Coupe transversale de la branche pylorique de l'estomac de <i>Distichodus rostratus</i> ---	116
Figure 31: Relation entre la longueur de l'intestin et la longueur standard chez <i>Distichodus rostratus</i> -----	117
Figure 32: Variation mensuelle du pourcentage de vacuité chez <i>Distichodus rostratus</i> provenant entre les barrages de Kossou et Taabo (fleuve Bandama) -----	119
Figure 33: Pourcentage d'occurrence et indice de prépondérance des catégories d'items proies dans les contenus stomacaux de <i>Distichodus rostratus</i> provenant entre les barrages de Kossou et Taabo (fleuve Bandama) de juillet 2004 à juin 2005-----	121
Figure 34: Pourcentage d'occurrence et indice de prépondérance des catégories d'items proies dans les contenus stomacaux des juvéniles de <i>Distichodus rostratus</i> provenant entre les barrages de Kossou et Taabo (fleuve Bandama) de juillet 2004 à juin 2005 -----	123
Figure 35: Pourcentage d'occurrence et indice de prépondérance des catégories d'items proies dans les contenus stomacaux des adultes de <i>Distichodus rostratus</i> provenant entre les barrages de Kossou et Taabo (fleuve Bandama) de juillet 2004 à juin 2005-----	125

Figure 36: Pourcentage d'occurrence (Fc) et indice de prépondérance (Ip) des catégories d'items proies dans les contenus stomacaux de <i>Distichodus rostratus</i> provenant entre les barrages de Kossou et Taabo (fleuve Bandama) durant les saisons sèches --	126
Figure 37: Pourcentage d'occurrence (Fc) et indice de prépondérance (Ip) des catégories d'items proies dans les contenus stomacaux de <i>Distichodus rostratus</i> provenant entre les barrages de Kossou et Taabo (fleuve Bandama) durant les saisons pluvieuses -----	128
Figure 38: Variation mensuelle de la proportion des sexes chez <i>Distichodus rostratus</i> capturé entre les barrages de Kossou et Taabo dans le fleuve Bandama -----	134
Figure 39: Variation mensuelle des fréquences d'apparition des différents stades de maturité sexuelle des femelles de <i>Distichodus rostratus</i> capturé entre les barrages de Kossou et Taabo dans le fleuve Bandama-----	135
Figure 40: Morphologie des ovaires aux stades de maturité sexuelle 3 (a) et 4 (b) chez la femelle de <i>Distichodus rostratus</i> -----	136
Figure 41: Variation mensuelle du rapport gonado-somatique (RGS) moyen des femelles matures ($L_s \geq 324$ mm) de <i>Distichodus rostratus</i> capturé entre les barrages de Kossou et Taabo dans le fleuve Bandama-----	137
Figure 42: Variation mensuelle des rapports gonado-somatiques (RGS) moyens des individus femelles de <i>Distichodus rostratus</i> capturé entre les barrages de Kossou et Taabo dans le fleuve Bandama -----	139
Figure 43: Variation mensuelle du rapport hépato-somatique (RHS) moyen des femelles matures ($L_s \geq 324$ mm) de <i>Distichodus rostratus</i> capturé entre les barrages de Kossou et Taabo dans le fleuve Bandama-----	140
Figure 44: Variation mensuelle du facteur de condition (Kc) moyen des femelles ($L_s \geq 324$ mm) matures de <i>Distichodus rostratus</i> capturé entre les barrages de Kossou et Taabo dans le fleuve Bandama -----	141
Figure 45: Variation du rapport gonado-somatique (RGS) moyen en fonction des stades de maturité des individus femelles ($L_s \geq 324$ mm) et mâles ($L_s \geq 334$ mm) matures de <i>Distichodus rostratus</i> capturé entre les barrages de Kossou et Taabo dans le fleuve Bandama.-----	143

Figure 46: Variation du rapport hépato-somatique (RHS) moyen en fonction des stades de maturité des individus femelles ($L_s \geq 324$ mm) et mâles ($L_s \geq 334$ mm) matures de <i>Distichodus rostratus</i> capturé entre les barrages de Kossou et Taabo dans le fleuve Bandama -----	144
Figure 47: Variation du facteur de condition (Kc) moyen en fonction des stades de maturité des individus femelles ($L_s \geq 324$ mm) et mâles ($L_s \geq 334$ mm) matures de <i>Distichodus rostratus</i> capturé entre les barrages de Kossou et Taabo dans le fleuve Bandama -----	145
Figure 48: Evolution de la proportion d'individu mature en fonction de la longueur standard chez les femelles et mâles de <i>Distichodus rostratus</i> capturé entre les barrages de Kossou et Taabo dans le fleuve Bandama-----	149
Figure 49: Vue d'ensemble d'une coupe transversale d'ovaire de <i>Distichodus rostratus</i> mettant en évidence des ovocytes prévitellogéniques -----	151
Figure 50: Portion d'une coupe transversale d'ovaire de <i>Distichodus rostratus</i> mettant en évidence un ovocyte au stade de maturité sexuelle 3-----	152
Figure 51: Vue d'ensemble d'une coupe transversale d'ovaire de <i>Distichodus rostratus</i> mettant en évidence des follicules au stade de maturité sexuelle 4 et des ovocytes prévitellogéniques -----	153
Figure 52: Coupe histologique dans la gonade d'une femelle de <i>Distichodus rostratus</i> montrant un follicule au stade 5 -----	154

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I. Liste des espèces de zooplancton répertoriées dans le lac de barrage de Kossou (Lamoot, 1976)-----	17
Tableau II. Liste des espèces benthiques recensées dans le bassin du fleuve Bandama (Côte d'Ivoire). -----	18
Tableau III. Faune ichtyologique du bassin du fleuve Bandama (Côte d'Ivoire)-----	22
Tableau IV. Aspect macroscopique d'identification des différents stades de maturation des ovaires chez la femelle de <i>Distichodus rostratus</i> .-----	67
Tableau V. Aspect macroscopique d'identification des différents stades de maturation des testicules chez le mâle de <i>Distichodus rostratus</i> . -----	67
Tableau VI. Aspect microscopique d'identification des différents stades de maturité sexuelle des ovocytes chez la femelle de <i>Distichodus rostratus</i> -----	71
Tableau VII. Valeurs moyennes des périodes et des saisons des caractéristiques physico-chimiques des eaux de la station d'étude du fleuve Bandama enregistrées entre juillet 2004 et juin 2005-----	81
Tableau VIII. Valeurs moyennes saisonnières des concentrations d'anions des eaux de la station d'étude du fleuve Bandama enregistrées entre juillet 2004 et juin 2005-----	88
Tableau IX. Valeurs moyennes saisonnières des concentrations des cations des eaux de la station d'étude du fleuve Bandama enregistrées entre juillet 2004 et juin 2005-----	91
Tableau X. Fréquence, pourcentage numérique et densité des espèces phytoplanctoniques recensées dans les eaux de la station d'étude du fleuve Bandama entre juillet 2004 et juin 2005 -----	92
Tableau XI. Abondance relative, fréquence, pourcentage numérique et densité des espèces zooplanctoniques recensées dans les eaux de la station d'étude du fleuve Bandama entre juillet 2004 à juin 2005-----	97
Tableau XII. Fréquence, pourcentage numérique et densité des espèces benthiques recensées dans les eaux de la station d'étude du fleuve Bandama entre juillet 2004 à juin 2005-----	99
Tableau XIII. Résultats des analyses de variance (Anova) comparant les rapports gonado-somatique, hepato-somatique et facteur de condition de <i>Distichodus rostratus</i> femelles matures entre les stades sexuels 1, 2, 3 et 4-----	147

Tableau XIV. Comparaison multiple de moyenne (Test de Scheffé) basée sur le RGS de <i>Distichodus rostratus</i> femelles matures aux stades sexuels 1, 2, 3 et 4-----	147
Tableau XV. Résultats des analyses de variance (Anova) comparant les rapports gonado-somatique, hepato-somatique et facteur de condition de <i>Distichodus rostratus</i> mâles matures entre les stades sexuels 1, 2 et 3 -----	148
Tableau XVI. Comparaison multiple de moyenne (Test de Scheffé) basée sur le RGS de <i>Distichodus rostratus</i> mâles matures aux stades sexuels 1, 2 et 3-----	148

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1. Comparaison (Anova 2) des caractéristiques physico-chimiques enregistrées dans le fleuve Bandama

Annexe 2. Composition du régime alimentaire général de *Distichodus rostratus* du fleuve Bandama (Côte d’Ivoire) de juillet 2004 à juin 2005

Annexe 3. Composition du régime alimentaire des individus juvéniles ($L_s \leq 334$ mm; $n = 66$) de *Distichodus rostratus* du fleuve Bandama (Côte d’Ivoire) de juillet 2004 à juin 2005

Annexe 4. Composition du régime alimentaire des adultes ($L_s \geq 335$ mm ; $n = 87$) de *Distichodus rostratus* du fleuve Bandama (Côte d’Ivoire) de juillet 2004 à juin 2005

Annexe 5. Composition du régime alimentaire de *Distichodus rostratus* ($n = 68$) en saison sèche dans le fleuve Bandama (Côte d’Ivoire)

Annexe 6. Composition du régime alimentaire de *Distichodus rostratus* ($n = 85$) en saison pluvieuse dans le fleuve Bandama (Côte d’Ivoire)

INTRODUCTION

De nos jours, l'importance du poisson dans l'alimentation des populations n'est plus à démontrer. Le volume des échanges de cette denrée sur les marchés internationaux suit une évolution croissante. Il en résulte de grandes inquiétudes quant aux approvisionnements futurs des populations. Le poisson est une source appréciable de protéine dont le coût est relativement peu élevé sous les tropiques et à la portée des bourses des populations démunies. De ce fait, la plupart des pays en développement portent une attention particulière sur le développement et l'exploitation de leurs ressources halieutiques (Moses, 1983; Moss, 1988; Ahmed, 1997).

En Côte d'Ivoire, la consommation individuelle en poisson est évaluée à 12 kg/an en 2005. De ce fait, la demande intérieure en ressource halieutique correspond à 238000 tonnes par an. Cependant, la production halieutique nationale en 2005 n'est que de 43532 tonnes pour une valeur de 19,156 milliards de francs CFA (DPH, 2005; FAO, 2008). Cette production locale ne couvre que partiellement les besoins en consommation nationale. De plus, ce secteur se porte mal en dépit du fait que le poisson demeure la première source de protéine animale des ivoiriens. Ces différents problèmes provoquent la diminution du stock naturel qui a pour corollaire la raréfaction du poisson sur les marchés. Par conséquent, le gouvernement a recours à une importation estimée à 268333 tonnes chiffrée à 107,247 milliards de francs CFA (DPH, 2005; FAO, 2008). Au plan international, la récente fixation des quotas de pêche ne permet plus de combler le déficit comme par le passé. Aussi, le développement d'une aquaculture s'avère être une alternative adéquate afin de répondre aux besoins de sa population en augmentant de cette façon ses ressources protéiniques naturelles qui s'amenuisent avec le temps.

Dans l'optique d'enrichir la diversité biologique et couvrir les besoins croissants de la population en matière de poisson, de nombreuses espèces exogènes telles que *Clarias gariepinus*, *Astatorhéochromis alluaudi*, *Cyprinus carpio*, *Heterotis niloticus*, *Cambusia affinis*, *Oreochromis urolepis hornorum*, *Oreochromis macrochir*, *Oreochromis mossambicus*, *Oreochromis niloticus* et *Tilapia rendalli* ont été introduites dans le réseau hydrographique ivoirien (Moreau *et al.*, 1994; Lévêque *et al.*, 1992). Si l'introduction de ces espèces exogènes répond à de nombreuses préoccupations alimentaires et environnementales, leur impact sur la diversité biologique est difficile à prévoir. On peut noter le bouleversement radical de la composition aquatique en faune et en flore (Lévêque & Quensièrè, 1994;

Moreau *et al.*, 1994; Ogutu-Ohwage & Hecky, 1990). En effet, en août 1994 le Ministère de la production animale et des ressources halieutiques avait autorisé l'introduction de *Ctenopharyngodon idella* Steindachner, 1866 connu sous le nom de Carpe Chinoise ou Carpe d'Amour de par son origine (APDRA-CI, 2000). Afin de trouver une solution, un séminaire intitulé "l'enjeu économique et écologique de la biodiversité et l'introduction de poissons en Côte d'Ivoire" organisé par l'AISA s'est tenu pour attirer l'attention sur la menace qui pèse sur les poissons autochtones. De ce fait, la complexité actuelle du problème d'introduction d'espèce nouvelle suscite un intérêt et nécessite le financement de projet de recherche sur la biologie et l'écologie des poissons autochtones.

L'extension des méthodes d'élevage à certaines espèces autochtones ferait accroître le champ d'exploitation de la pisciculture qui n'utilise que des espèces carnivores et planctonophages. A l'instar des systèmes de polyculture asiatique où les espèces herbivores favorisent l'enrichissement de l'écosystème en engrais organique par leur excrément très riche en matière organique, la pisciculture artisanale ivoirienne songe à associer une espèce herbivore pour accroître la productivité et combler ce vide écologique. Une telle espèce sera utile pour lutter contre la prolifération des macrophytes dans les systèmes d'élevage extensifs car ces plantes aquatiques constituent une gêne pour eux. C'est ainsi que l'élevage des espèces locales comme *Labeo coubie* Rüppell, 1832 a été expérimenté dans des conditions de pisciculture (Amatcha, 2002). Malheureusement, leurs performances n'ont pas été satisfaisantes.

En Côte d'Ivoire, le potentiel des espèces locales n'est pas totalement exploité. L'espèce *Distichodus rostratus* Günther, 1864 présente en Côte d'Ivoire est considérée comme macrophytophage (Hickley & Bailey, 1987; Paugy, 1994). En milieu naturel, *D. rostratus* peut atteindre 64 cm de longueur standard avec 6,9 kg de poids corporel. D'autres investigations indiquent que les *Distichodus* effectuent des migrations longitudinales de grandes amplitudes en relation avec la reproduction ou les crues saisonnières (Daget *et al.*, 1994). Comparé au milieu de vie naturel de cette espèce, l'écosystème situé entre les barrages hydroélectriques de Kossou et de Taabo présente peu de similitudes. Cet écosystème est caractérisé par des variations artificielles du niveau des eaux. Cette variation est liée à l'ouverture et la fermeture des vannes des deux barrages. Ce phénomène semble favoriser la prolifération de *D. rostratus* puisque les captures commerciales au débarcadère de Zambakro

sont importantes et appréciables. Pourtant, il est connu que la construction de barrage sur un cours d'eau provoque de profonds bouleversements de l'écosystème aquatique. En effet, Moyle & Leidy (1992) classent cet aménagement parmi les principales causes de perte de la biodiversité des écosystèmes aquatiques. Dans le cas présent, la construction de ces infrastructures est bénéfique puisque l'exploitation de *D. rostratus* est significative et économiquement très intéressante. Malgré cet intérêt économique non négligeable, il existe néanmoins au plan scientifique très peu de données biologiques et écologiques sur ce poisson pouvant permettre de considérer cette espèce apte à un élevage. Afin d'évaluer la possibilité de réussite de tout élevage, les paramètres à prendre en compte sont le régime alimentaire et la stratégie de reproduction. Il s'avère par conséquent nécessaire d'initier des investigations et de connaître les différents facteurs qui contrôlent la prolifération de cette espèce dans ce nouveau biotope qu'elle a colonisé.

Le présent travail vise à étudier les habitudes alimentaires, la reproduction et l'écologie de *D. rostratus* dans cet hydrosystème particulier. Il permettra d'une part d'examiner son environnement abiotique et biotique, d'autre part d'obtenir des données de base biologique et écologique de *D. rostratus* pour l'introduire avec succès dans les étangs piscicoles. Ce travail a été subdivisé en quatre chapitres:

- Le premier chapitre présente les généralités sur le milieu d'étude, l'espèce étudiée, les approches d'étude du régime alimentaire et de la reproduction ;
- Le deuxième chapitre décrit le matériel utilisé et les méthodes appliquées ;
- Le troisième chapitre présente les résultats qui seront discutés ;
- Le quatrième chapitre est consacré à la conclusion.

CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉS

1. LES GÉNÉRALITÉS SUR LE MILIEU D'ÉTUDE

1.1. LA PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

1.1.1. La situation géographique

Situé dans le cours moyen du fleuve Bandama (Mérona, 1981), la zone d'étude est longue de 150 km. Elle s'étend de l'aval du confluent du Bandama blanc et de la Marahoué au barrage hydroélectrique de Taabo. Cette partie du fleuve, où a été réalisé l'échantillonnage, est située entre 6°20' et 6°54' latitude nord et entre 5°32' et 5°14' longitude ouest. La figure 1 a été réalisée avec le logiciel Map Info.

Le débarcadère exploité pour mener la présente étude est situé à Zambakro. Cette localité est à 25 km au sud-ouest de Yamoussoukro sur l'axe routier Yamoussoukro-Sinfra. Ce site est sur la rive gauche du fleuve Bandama. Les coordonnées géographiques du débarcadère sont 6°44' latitude nord et 5°25' longitude ouest et 152,10 m d'altitude. La figure 2 présente une vue du fleuve Bandama au niveau de la station de Zambakro.

1.1.2. Les données climatiques

Les données de la pluviométrie (Fig. 3) montrent que la région de Yamoussoukro est caractérisée par l'alternance de quatre saisons annuelles : une petite saison sèche de juillet à août, une petite saison pluvieuse de septembre à novembre, une grande saison sèche de décembre à mars et une grande saison pluvieuse d'avril à juin.

1.1.3. Le régime hydrologique

La zone d'échantillonnage est située entre le barrage de Kossou et celui de Taabo. Son régime hydrologique est sous l'influence des opérations irrégulières d'ouverture et de fermeture des vannes. Les périodes des moyennes et hautes eaux s'étendent sur presque toute l'année.

Le mouvement des eaux entre les barrages de Kossou et Taabo est mesuré à la station hydrologique de Kimoukro à Toumodi. La variation du débit moyen mensuel entre 1991 et 2000 est présentée par la figure 4. Le débit moyen mensuel le plus bas est enregistré en juillet

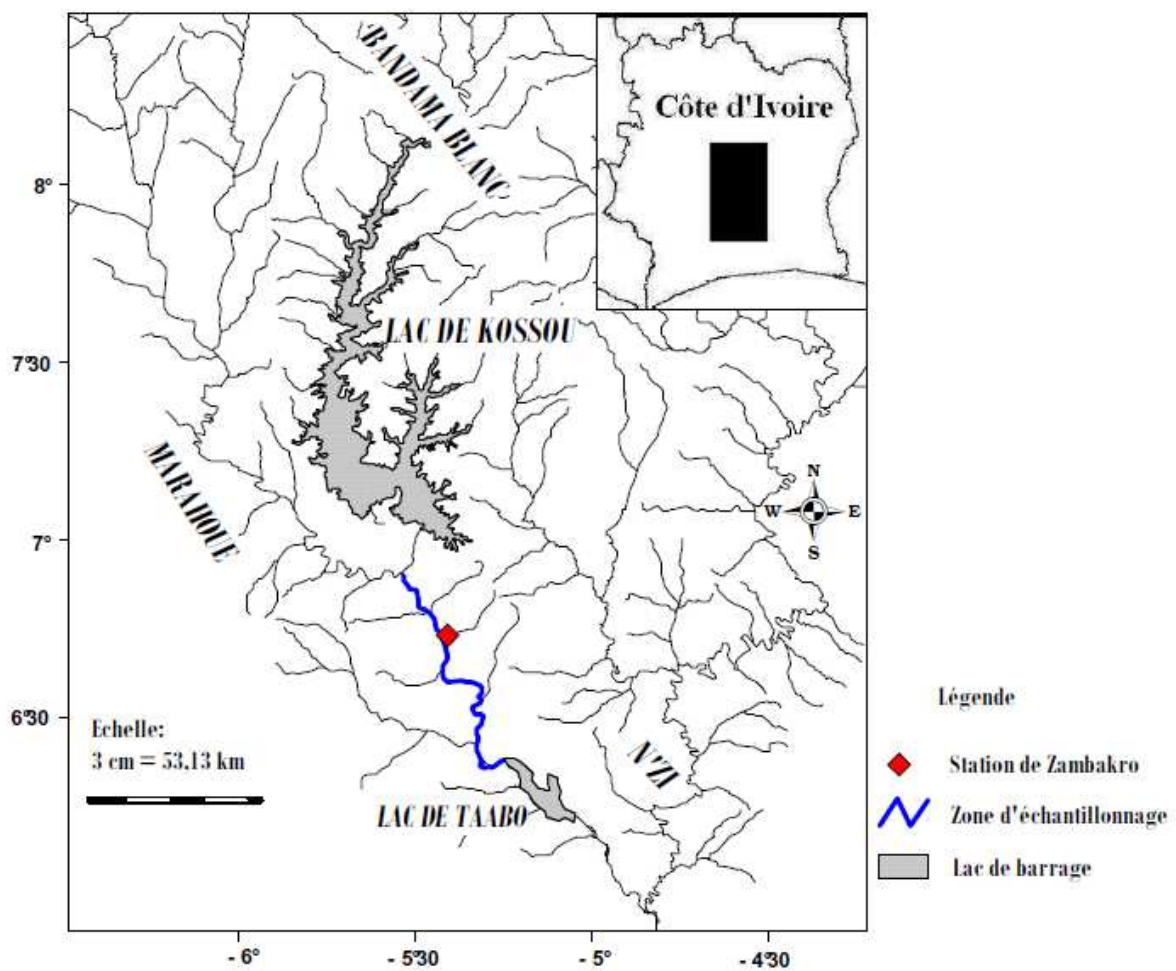


Figure 1: Localisation de la zone d'échantillonnage sur le fleuve Bandama (Côte d'Ivoire)



Figure 2: Vue partielle du fleuve Bandama à la station de Zambakro

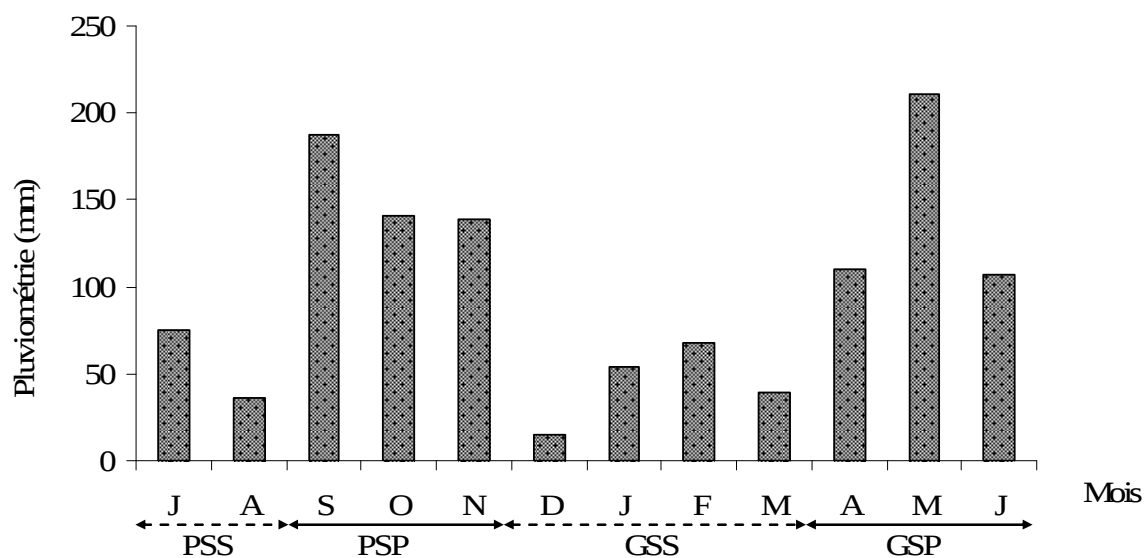


Figure 3: Variations des valeurs moyennes mensuelles de la pluviométrie de juillet 2004 à juin 2005 dans la région de Yamoussoukro (Côte d'Ivoire) ; PSP = petite saison des pluies ; PSS = petite saison sèche ; GSP = grande saison des pluies ; GSS = grande saison sèche (Source: Base de données de la Station de Géophysique de Lamto, Côte d'Ivoire).

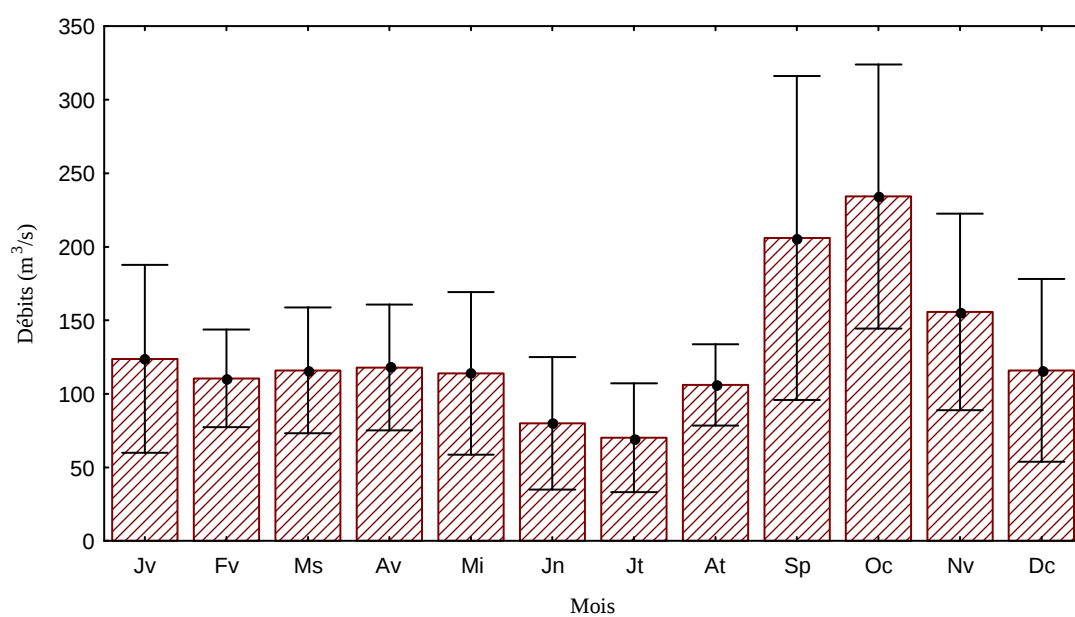


Figure 4: Variations des débits moyens mensuels enregistrées entre 1990 et 2000 à la station de Kimoukro; (Source: Base de données de la Sous Direction de l'Hydrologie, Côte d'Ivoire).

et est de 70,11 m³/s. Par contre, la valeur moyenne mensuelle la plus élevée est obtenue en octobre et est estimée à 234,20 m³/s. La moyenne des débits est de 129,16 m³/s. Le débit dépasse la moyenne pendant les mois de septembre, octobre et novembre.

Ce site se trouve dans le bassin du fleuve Bandama qui est le plus important de la Côte d'Ivoire.

1.2. LA PRÉSENTATION DU BASSIN DU FLEUVE BANDAMA

1.2.1. Le réseau hydrographique

Le bassin versant du fleuve Bandama est situé en territoire ivoirien entre 5° et 10°20' de latitude nord et entre 3°50' et 7° de longitude ouest. Il a une superficie qui est de 97000 km² pour une longueur de 1050 km. Sa largeur moyenne est de 100 m avec une pente moyenne de 0,46 m/km. En raison de son orientation nord-sud, il couvre des zones différentes sur le plan climatique et bio-géographique (Iltis & Lévêque, 1982; Teugels *et al.*, 1988). Le coefficient d'écoulement des précipitations dans le fleuve Bandama est de 0,05. Son débit et son taux d'écoulement moyens sont respectivement de 171 m³/s et de 0,17 m³/s sur 100 km² à l'embouchure (JICA, 2001).

Le fleuve Bandama est constitué de l'union de sa branche maîtresse, le Bandama blanc et de ses deux principaux affluents que sont la Marahoué ou le Bandama rouge et le N'Zi.

Le Bandama blanc prend sa source au nord de Sirasso ou Solokaha dans le département de Boundiali à 480 m d'altitude, sous le nom de Lougomo (Lévêque *et al.*, 1983; Borremans, 1986). Il reçoit d'abord la rivière Badenou (2400 km²) et la rivière Lokpôlô sur la rive gauche. Sur la rive droite, on observe les rivières Solomogou (1600 km²) et Bou (5100 km²) dans la partie nord (Mérona, 1981; JICA, 2001). Le cours principal, long de 950 km, transite par la zone de savane puis de forêt, avant de se jeter dans l'extrémité orientale de la lagune Tagba appartenant au complexe lagunaire de Grand-Lahou (Girard *et al.*, 1971; MEF, 1999; Kouassi, 2005; FAO, 2008). Le débit moyen est de 90,8 m³/s et le taux d'écoulement moyen est de 0,28 m³/s sur 100 km² après le barrage hydro-électrique de Kossou (JICA, 2001).

La Marahoué ou le Bandama rouge est le principal affluent reçu sur la rive droite du cours principal. Elle s'étend sur 550 km. La superficie du bassin versant est de 21600 km²

avec une pente de 0,65 m/km (Iltis & Lévêque, 1982; JICA, 2001). Cet affluent naît un peu plus au sud-ouest dans la zone de savane boisée à galerie. Il est alimenté principalement par le Yani (200 km) (Daget & Iltis, 1965). Le débit et le taux d'écoulement moyens sont respectivement de 47,4 m³/s et de 0,25 m³/s sur 100 km² au confluent (JICA, 2001).

Le N'Zi, seul affluent important sur la rive gauche, a une longueur estimée à 725 km et une superficie de 35000 km². Sa pente est de 0,53 m/km. Il prend sa source au sud-est de Ferkessedougou à 400 m d'altitude dans une savane boisée à galerie (Daget & Iltis, 1965; Girard *et al.*, 1971; Iltis & Lévêque, 1982; JICA, 2001). Le débit et le taux d'écoulement moyens sont respectivement de 48,1 m³/s et de 0,14 m³/s sur 100 km² (JICA, 2001).

1.2.2. La géologie et la géomorphologie

La Côte d'Ivoire, à l'instar des autres pays de l'Afrique de l'Ouest, résulte de l'orogénèse éburnéenne qui est à l'origine d'un socle vieux du précambrien. Ce craton précambrien occupe 97,50 p.c. de la superficie du pays. Agé de 1,8 à 3 milliards d'années, il est stable depuis 1,55 millions d'années (JICA, 2001). Sa structure géologique est caractérisée par des granites, des roches volcano-sédimentaires, des clastiques de comblement. Son orientation est de direction sud-ouest, nord-est. Sa topographie présente très peu de contraste (Avenard, 1971; Lévêque *et al.*, 1983).

Le bassin du fleuve Bandama est composé d'un socle qui descend en pente douce vers le sud. Il est situé entre 0 m et 500 m d'altitude. La zone nord, s'étendant entre une altitude de 200 m et 500 m, est divisée en plusieurs plateaux séparés par une pente allant de 10 à 30 m. Cette monotonie est interrompue par des unités de reliefs isolés. Le sud, allant de 0 à 200 m d'altitude, est presque recouvert de forêt. Le contraste topographique est par conséquent plus faible (Lévêque *et al.*, 1983; JICA, 2001).

La structure géologique du bassin du fleuve Bandama est caractérisée par des bandes de granites et de roches méta-sédimentaires. De larges blocs de granite, de gneiss, de migmatite, de minces bandes de phylliteuse et de schiste sont observés. Le lit de l'amont du fleuve Bandama recouvre des bandes de roches schisteuses. Cependant, on rencontre au niveau de l'aval, des sols hydromorphes (Avenard, 1971; Lévêque *et al.*, 1983; JICA, 2001).

Cette répartition pétrographique et lithologique a une répercussion sur le profil du lit, la pente et le paysage le long du bassin. Pour Iltis & Lévêque (1982), la pente moyenne est de 0,46 m/km. L'homogénéité des types de milieu dépend de la régularité de la pente sur tout le long du cours. Seule la portion proche de la source présente une dénivellation de 1 à 2 m/km. Le lit du fleuve comporte de grandes étendues d'eaux calmes et relativement profondes ou vasques, séparées par des radiers qui sont des seuils rocheux. La profondeur des vasques varie avec les saisons, en général, elle est supérieure à un mètre. Le fond est vaseux, parsemé de rochers et rarement sableux. Les radiers comprennent des chenaux à courant d'eau plus ou moins violents, des zones de tourbillons et des plages d'eau calmes peu profondes (Mérona, 1981).

1.2.3. Le climat

La Côte d'Ivoire se trouve dans la zone intertropicale où les climats sont déterminés par les mouvements du front intertropical (FIT). Ce front est la zone de contact entre l'air tropical sec venant du continent et l'air humide d'origine océanique. De façon globale, le pays se subdivise en trois principales zones climatiques. Le climat Soudanais est situé au nord, le climat Guinéen au centre et au sud et le climat de Montagne à l'ouest. Le bassin du Bandama traverse du nord au sud les domaines Soudanais et Guinéen.

Le domaine Soudanais est situé au nord du 8^{ème} parallèle. Il comporte deux saisons : la saison sèche essentiellement concentrée entre novembre et avril et la saison pluvieuse qui s'étend de mai à octobre. Les précipitations moyennes annuelles oscillent entre 166 et 962 mm respectivement pendant la saison sèche et la saison pluvieuse. La durée annuelle de l'insolation varie entre 2200 et 2900 h avec une température moyenne qui oscille entre 26 et 27°C. Ce domaine se subdivise en deux secteurs : le secteur soudanais et le secteur sub-soudanais (Eldin, 1971; Lévêque *et al.*, 1983; Paugy *et al.*, 1994).

Le secteur soudanais concerne l'extrême nord du pays. Il est soumis au climat tropical semi-aride. Le secteur sub-soudanais est couvert par un climat tropical sub-humide (Lévêque *et al.*, 1983; Monnier, 1983).

Le domaine Guinéen comporte deux climats à savoir le climat Baouléen et le climat Attiéen. Le climat Baouléen couvre le centre de la Côte d'Ivoire, zone de transition à pluviométrie moyenne. Il jouit de quatre saisons (Iltis & Lévêque, 1982):

- une grande saison des pluies qui s'étend de mars à juin;
- une petite saison sèche qui se situe en juillet;
- une petite saison des pluies concentrée entre août et octobre;
- une grande saison sèche qui va de novembre à février.

La pluviométrie moyenne annuelle est de 789 et de 308 mm respectivement pour la saison des pluies et la saison sèche. L'insolation annuelle se situe entre 1800 et 2300 h avec une température moyenne annuelle qui se situe entre 25 et 28°C (Eldin, 1971; JICA, 2001).

La partie méridionale du pays est sous l'influence du climat Attiéen. On distingue une grande saison des pluies d'avril à juillet et une petite saison sèche de juillet à septembre. La petite saison des pluies couvre la période de septembre à novembre et la grande saison sèche de décembre à mars (Iltis & Lévêque, 1982; JICA, 2001). La hauteur des précipitations annuelles varie entre 1000 et 1200 mm. La moyenne annuelle des précipitations est de 1060 mm pour la saison des pluies et 461 mm pour la saison sèche. Le déficit hydrique varie de 150 à 400 mm. La durée de l'insolation oscille entre 1800 et 2300 h avec la température moyenne annuelle qui se situe entre 25 et 28°C (Eldin, 1971; JICA, 2001).

1.2.4. Le régime hydrologique

Le fleuve Bandama a un régime hydrologique mixte à l'instar de tous les grands fleuves ivoiriens qui prennent leur source dans le domaine Soudanais et traversent les régions de forêt du nord au sud. Ainsi, ce fleuve connaît trois régimes hydrologiques en relation avec les différents régimes climatiques auxquels il est soumis (Iltis & Lévêque, 1982; Le Lœuff & Marchal, 1993; Paugy *et al.*, 1994; Brou, 2005):

- le régime tropical de transition

Il concerne le cours supérieur du Bandama blanc, de la Marahoué et du N'Zi. Ce régime comporte une crue unique qui a lieu d'août à octobre. Elle est suivie d'un tarissement rapide en novembre et décembre, puis d'une longue période de basses eaux de janvier à mai.

- le régime équatorial de transition atténué

Les cours moyens du Bandama blanc et du N'Zi subissent ce régime. La saison des moyennes et des hautes eaux s'étale de mai à novembre. Le dédoublement de la crue n'est plus toujours nettement marqué. Les deux saisons des pluies entraînent deux crues. L'une entre juin et juillet, l'autre de septembre à octobre.

- le régime équatorial de transition

Il concerne les parties aval du bassin. Les deux saisons des pluies entraînent deux périodes de hautes eaux. La crue la plus importante intervient en juin et la seconde en septembre. Une période de basses eaux s'observe d'août à septembre et une autre plus marquée s'étend de décembre à mars.

La période allant de septembre à octobre est particulièrement marquée par des débits de crue de 400 m³/s. Le débit de pointe du mois de septembre correspond à celui du Bandama blanc et de la Marahoué. Par contre, la pointe d'octobre est attribuée à la rivière N'Zi (Le Lœuff & Marchal, 1993; JICA, 2001). La période de décembre à avril marque les basses eaux avec un débit de 100 m³/s. De février à mars, on observe un étiage sévère avec une profondeur moyenne ne dépassant pas 2 m (Mérona, 1981; Le Lœuff & Marchal, 1993; JICA, 2001). De par son écoulement annuel qui est inférieur à 89 mm, le fleuve Bandama est en troisième position après celui du Cavally et du Sassandra.

1.2.5. Les données biologiques

1.2.5.1. Le phytoplancton

La faune algale du bassin du Bandama a été inventoriée par Iltis (1982a et c). Les observations de cet auteur sur le phytoplancton ont permis de dénombrer 232, 163 et 118 taxons respectivement dans le Bandama blanc, le N'Zi et la Marahoué. La proportion des Chlorophyceae varie entre 44 et 66 p.c. des taxons, celle des Cyanophyceae 16 à 18 p.c. et les Euglénophyceae 13 à 31 p.c. Les Pyrrophyceae, Chrysophyceae et Xanthophyceae constituent 5 à 7 p.c. (Iltis, 1982a). En ce qui concerne le périphyton, Iltis (1982c) a recensé dans le Bandama blanc et la Marahoué 48 taxons dont 15 Cyanophyceae soit 31,2 p.c., 14 Diatomophyceae soit 29,2 p.c., 11 Chlorophyceae soit 22,9 p.c., 5 Euglénophyceae soit 10,4 p.c., 2 Pyrrophyceae soit 4,2 p.c. et 1 Rhodophyceae soit 2,1 p.c.

1.2.5.2. Le zooplancton

Les seules données de zooplancton du fleuve Bandama proviennent du lac de Kossou. Dans ce milieu, selon les travaux de Lamoot (1976), sont recensées 25 espèces de zooplancton appartenant à 13 familles réparties entre trois groupes dont les Copépodes comprenant 3 familles, les Cladocères avec 8 familles et les Rotifères avec 14 familles (Tableau I).

1.2.5.3. Les macrophytes

L'inventaire des macrophytes du bassin provient des travaux de Lévêque *et al.* (1983). Ces auteurs ont signalé les espèces *Tristicha trifaria* (Podostemaceae), *Pistia stratiotes* (Araceae), *Ceratophyllum demersum* (Ceratophyllaceae), *Vallisneria sp.* (Hydrocharitaceae), *Potamogeton sp.* (Potamogetonaceae), *Nymphaea micrantha* (Nymphaeaceae), *Ipomoea aquatica* (Convolvulaceae) et *Eichhornia crassipes* (Pontederiaceae) ainsi que les familles Lemnaceae et Alismataceae.

1.2.5.4. La macrofaune benthique

Les données sur la macrofaune benthique du Bandama proviennent de plusieurs travaux (Binder, 1957; Brown, 1979; Sellin *et al.*, 1980; Lévêque *et al.*, 1983). Au total, 85 taxons ont été recensés à ce jour. Ceux-ci sont repartis entre 40 familles appartenant à 14 ordres. La liste détaillée des quatre groupes taxonomiques que sont les Vers, les Arachnides, les Mollusques et les Insectes est présentée dans le tableau II.

1.2.5.5. Les crustacés

Dans leurs travaux sur le bassin du Bandama, Lévêque *et al.* (1983) et N'Zi (2007) ont inventorié 2 familles de crevettes. Il s'agit des Atyidae et des Palaemonidae. Les Atyidae sont représentées par 2 genres qui sont *Atya* et *Caridina* comprenant 3 espèces à savoir *Atya africana*, *A. gabonensis* et *Caridina africana*. La famille des Palaemonidae compte le seul genre *Macrobrachium* comportant 4 espèces dont *Macrobrachium chevalieri*, *M. vollenhovenii*, *M. felicinum* et *M. raridens*.

Tableau I. Liste des espèces de zooplancton répertoriées dans le lac de barrage de Kossou
(Lamoot, 1976)

Groupe taxonomique	Familles	Espèces
COPÉPODES	Cyclopidae	<i>Mesocyclops leuckarti</i> <i>Thermocyclops emini</i> <i>Thermocyclops neglectus</i>
CLADOCÈRES	Sididae Daphnidae	<i>Diaphanosoma excisum</i> <i>Simocephalus latirostris</i> <i>Ceriodaphnia cornuta</i> <i>Ceriodaphnia cfr quadrangula</i>
	Bosminidae Ilyocryptidae Macrothricidae Monidae	<i>Bosminopsis dietersi</i> <i>Ilyocryptus spinifer</i> <i>Macrothrix triserialis</i> <i>Moina micrura</i>
ROTIFÈRES	Testudinellidae Asplanchnidae Brachionidae	<i>Filinia opoliensis</i> <i>Hexarthra intermedia</i> <i>Asplanchna brightwelli</i> <i>Brachionus angularis</i> <i>Brachionus calyciflorus</i> <i>Brachionus caudatus</i> <i>Brachionus falcatus</i> <i>Keratella tropica</i> <i>Platylabus patulus</i> <i>Platylabus quadricornis</i> <i>Anuraeopsis fisa</i>
	Synchaetidae Trichocercidae Calanidae	<i>Polyarthra vulgaris</i> <i>Trichocerca chattoni</i> <i>Calanoides sp.</i>
Total	13	25

Tableau II. Liste des espèces benthiques recensées dans le bassin du fleuve Bandama (Côte d'Ivoire).

Groupes taxonomiques	Espèces	Sellin <i>et al.</i> (1980)	Lévêque <i>et al.</i> (1983)	Sankaré (1991)
OLIGOCHETES				
Lumbricidé	Indéterminée		+	
Nematodes	Indéterminée		+	
ARACHNIDES				
Acariens	Indéterminée		+	
MOLLUSQUES				
Mesogastropodes				
Pilidae	<i>Pila africana</i>			+
	<i>Lanistes guinaicus</i>			+
Viviparidae	<i>Bellamya sp.</i>			+
Thiaridae	<i>Melania tuberculata</i>			+
	<i>Potadoma vogelii</i>			
Basommatophores				
Ancylidae	<i>Ferrissia eburnensis</i>			+
Planorbidae	<i>Biomphalaria pfeifferi</i>	+	+	+
	<i>Planorbis costulatus</i>			+
	<i>Planorbis gibbonsi</i>			+
	<i>Segmentorbis kanisaensis</i>			+
	<i>Gyraulus sp.</i>		+	
Bulinidae	<i>Bulinus globosus</i>	+		+
	<i>Bulinus truncatus</i>	+		+
	<i>Bulinus forskalii</i>	+		+
	<i>Bulinus sp.</i>		+	
Lymnaeidae	<i>Lymnae natalensis</i>			+
Eulamellibranches				
Unionidae	<i>Caelatura sp.</i>		+	
Sphaeridae	<i>Byssanodonta sp.</i>		+	
INSECTES				
Éphéméroptères				
Euthyplociidae	<i>Exeuthyplocia sp.</i>		+	
Baetidae	<i>Baetis sp.</i>		+	
	<i>Centroptilum sp.</i>		+	
	<i>Centroptiloides sp.</i>		+	
	<i>Pseudocloëon sp.</i>		+	
	<i>Pseudocloëon bertrandi</i>		+	
	<i>Cloeon sp.</i>		+	
Leptophlebiidae	<i>Adenophlebiodes sp.</i>		+	
	<i>Thraulius sp.</i>		+	
	<i>Choroerpes sp.</i>		+	

Tableau II. Suite

Groupes taxonomiques	Espèces	Sellin <i>et al.</i> (1980)	Lévêque <i>et al.</i> (1983)	Sankaré (1991)
Polymitarcyidae	<i>Povilla sp.</i>		+	
Heptageniidae	<i>Notonurus sp.</i>		+	
Caenidae	<i>Caenomedae sp.</i>		+	
Oligoneuriidae	<i>Elassoneuria sp.</i>		+	
Tricorythidae	<i>Diceromyzon sp.</i>		+	
Odonates				
Libellulidae	<i>Pantala flavescens</i>		+	
Gomphidae	<i>Paragomphus hargeni</i>		+	
	<i>Paragomphus sp.</i>		+	
Coenariidae	<i>Pseudagrion wellani</i>		+	
Hemiptères				
Belostomidae	<i>Limnogeton fieberi</i>		+	
	<i>Diplonychus sp.</i>		+	
Veliidae	<i>Rhagovelia reitteri</i>		+	
Corixidae	<i>Micronecta scutellaris</i>		+	
Gerridae	<i>Limnogonus chopardi</i>		+	
Naucoridae	<i>Macrocoris flavicolis</i>		+	
Plécoptères				
Perlidae	<i>Neoperla spio</i>		+	
Coléoptères				
Elmidae	<i>Potamodytes marshalli</i>		+	
	<i>Potamodytes sp.</i>		+	
	<i>Amphios sp.</i>		+	
	<i>Hydrobiinae</i>		+	
Gyrinidae	Indéterminée		+	
Diptères				
Simuliidae	<i>Simulium damnosus</i>		+	
	<i>Simulium adersi</i>		+	
	<i>Simulium hargreavesi</i>		+	
	<i>Simulium schoutedeni</i>		+	
Chironomidae	<i>Ablabesmyia pictipes</i>		+	
	<i>Ablabesmyia dusoleili</i>		+	
	<i>Ablabesmyia sp.</i>		+	
	<i>Cricotopus quadrifasciatus</i>		+	
	<i>Cricotopus sp.</i>		+	
	<i>Cryptochironomus sp.</i>		+	
	<i>Orthocladius sp.</i>		+	
	<i>Polypedium deletum</i>		+	
	<i>Polypedium fuscipenne</i>		+	
	<i>Polypedium sp.</i>		+	

Tableau II. Suite et fin

Groupes taxonomiques	Espèces	Sellin <i>et al.</i> (1980)	Lévêque <i>et al.</i> (1983)	Sankaré (1991)
Chironomidae	<i>Tanytarsus angustus</i>		+	
	<i>Tanytarsus sp.</i>		+	
	<i>Tanypus lacustris</i>		+	
Ceratopogonidae	Indéterminée		+	
Rhagionidae	Indéterminée		+	
Tipulidae	Indéterminée		+	
Trichoptères				
Hydropsychidae	<i>Cheumatopsyche falcifera</i>		+	
	<i>Cheumatopsyche digitata</i>		+	
	<i>Cheumatopsyche sp.</i>		+	
Hydroptilidae	<i>Orthotrichia strueleni</i>		+	
	<i>Orthotrichia sp.</i>		+	
Leptoceridae	<i>Ceraclea sp.</i>		+	
	<i>Leptocerus sp.</i>		+	
	<i>Parasetodes sp.</i>		+	
	<i>Stactobia sp.</i>		+	
	<i>Oecetis sp.</i>		+	
Philopotamidae	<i>Chimarra petri</i>		+	
Polycentropodidae	<i>Dipseudopsis capensis</i>		+	
Lépidoptères				
Pyralidae	Indéterminée		+	
Total	85	4	73	13

1.2.5.6. La faune ichthyologique

La faune des poissons du Bandama est transitoire entre la faune soudanienne et guinéenne (Lévêque *et al.*, 1983). Daget & Itis (1965) ont mentionné la présence de 69 espèces dans le bassin du Bandama. Selon Lévêque *et al.* (1983), plus de 80 espèces ont été récoltées dans ce fleuve. Teugels *et al.* (1988) ont dénombré 98 espèces. Par ailleurs, les résultats de Daget *et al.* (1973), Planquette & Lemasson (1975) et Mérona (1981) sur le peuplement des poissons du Bandama ont révélé en plus la présence de *Chrysichthys spp.*, *Tilapia spp.*, *Barbus sp.*, *Synodontis sp.*, *Gerres sp.*, *Tilapia dageti*, *Elops lacerta* et *Nannocharax occidentalis*. La capacité théorique de l'ensemble du bassin estimée à 88 espèces par Daget & Itis (1965) est par conséquent dépassée. La synthèse des travaux susmentionnés permet de dénombrer 107 espèces réparties entre 29 familles dans le bassin du Bandama (Tableau III). Il s'agit de 2 espèces introduites, 7 espèces estuariennes et 98 espèces dulçaquicoles. Dix familles représentent plus de 75 p.c. du nombre d'espèces à savoir les Cyprinidae (19 espèces), Cichlidae (13 espèces), Mormyridae (10 espèces), Alestidae (9 espèces), Clariidae (6 espèces), Aplocheilidae, Claroteidae, Distichodontidae, Mochokidae et Poeciliidae (5 espèces chacune).

Tableau III. Faune ichthyologique du bassin du fleuve Bandama (Côte d'Ivoire); 1 = Espèce estuarienne ou marine, 2 = Espèce introduite.

Familles	Espèces	Daget & Ittis (1965)	Daget <i>et al.</i> (1973)	Planquette & Lemasson (1975)	Mérona (1981)	Teugels <i>et al.</i> (1988)
Protopteridae	<i>Protopterus annectens</i>	+		+		+
Polypteridae	<i>Polypterus endlicheri</i>	+	+	+		+
Elopidae	<i>Elops lacerta</i> ¹				+	
Clupeidae	<i>Laeviscutella dekimpei</i>					+
	<i>Pellonula leonensis</i> ¹			+	+	+
Osteoglossidae	<i>Heterotis niloticus</i> ²					+
Notopteridae	<i>Papyrocranus afer</i>	+	+	+		+
Mormyridae	<i>Mormyrus rume</i>	+	+	+		+
	<i>Marcusenius furcidens</i>		+	+	+	+
	<i>Marcusenius senegalensis</i>				+	+
	<i>Marcusenius ussheri</i>	+	+	+	+	+
	<i>Mormyrops anguilloides</i>	+	+	+		+
	<i>Mormyrops breviceps</i>	+	+	+		+
	<i>Mormyrus hasselquistii</i>					+
	<i>Brienomyrus brachyistius</i>					+
	<i>Petrocephalus bovei</i>	+	+	+	+	+
	<i>Pollimyrus isidori</i>	+	+	+		+
Hepsetidae	<i>Hepsetus odoe</i>	+	+	+	+	+
Alestidae	<i>Hydrocynus forskahlii</i>	+	+	+	+	+
	<i>Alestes baremoze</i>	+	+	+	+	+
	<i>Brycinus longipinnis</i>	+		+	+	+
	<i>Brycinus nurse</i>	+	+	+	+	+
	<i>Brycinus imberi</i>	+	+	+	+	+
	<i>Brycinus macrolepidotus</i>	+	+	+	+	+
	<i>Micralestes occidentalis</i>	+		+	+	+
	<i>Micralestes eburneensis</i>					+
	<i>Rhabdalestes septentrionalis</i>	+		+	+	+
Distichodontidae	<i>Distichodus rostratus</i>	+	+	+	+	+
	<i>Nannocharax ansorgii</i>		+	+		+
	<i>Nannocharax fasciatus</i>	+		+		+
	<i>Nannocharax occidentalis</i>				+	
	<i>Neolebias unifasciatus</i>	+		+	+	+
Citharinidae	<i>Citharinus eburneensis</i>	+	+	+		+
Cyprinidae	<i>Raiamas nigeriensis</i>					+
	<i>Raiamas senegalensis</i>	+	+	+	+	+
	<i>Labeo coubie</i>	+	+	+		+
	<i>Labeo parvus</i>	+	+	+	+	+
	<i>Labeo senegalensis</i>	+	+	+	+	+
Cyprinidae	<i>Barbus ablabes</i>	+			+	+
	<i>Barbus baudoni</i>					+
	<i>Barbus hypsolepis</i>			+	+	+
	<i>Barbus leonensis</i>					+
	<i>Barbus macinensis</i>				+	+
	<i>Barbus macrops</i>			+	+	+
	<i>Barbus pobeguini</i>					+
	<i>Barbus punctitaeniatus</i>	+		+	+	+
	<i>Barbus stigmatopygus</i>			+		+
	<i>Barbus sublineatus</i>	+		+	+	+

Tableau III. Suite

Familles	Espèces	Daget & Iltis (1965)	Daget <i>et al.</i> (1973)	Planquette & Lemasson (1975)	Mérona (1981)	Teugels <i>et al.</i> (1988)
Cyprinidae	<i>Barbus trispilos</i>	+		+	+	+
	<i>Barbus bynni waldroni</i>	+	+	+	+	+
	<i>Barbus wurtzi</i>		+	+	+	+
	<i>Barbus sp.</i>			+		
Claroteidae	<i>Chrysichthys maurus</i>	+		+	+	+
	<i>Chrysichthys nigrodigitatus</i>	+		+		+
	<i>Chrysichthys spp.</i>		+			
	<i>Auchenoglanis biscutatus</i>	+				
Schilbeidae	<i>Auchenoglanis occidentalis</i>	+	+	+		+
	<i>Parailia pellucida</i>	+				+
	<i>Schilbe mandibularis</i>	+	+	+	+	+
	<i>Schilbe mystus</i>	+		+	+	+
Amphiliidae	<i>Amphilius atesuensis</i>	+				+
Clariidae	<i>Heterobranchus longifilis</i>	+	+	+		+
	<i>Heterobranchus isopterus</i>	+	+	+	+	+
	<i>Clarias anguillaris</i>	+	+	+	+	+
	<i>Clarias gariepinus</i>	+		+		+
	<i>Clarias buettikoferi</i>					+
	<i>Clarias ebriensis</i>		+			+
Malapteruridae	<i>Malapterurus electricus</i>	+	+	+		+
Mochokidae	<i>Synodontis bastiani</i>	+	+	+	+	+
	<i>Synodontis velifer</i>	+	+	+		
	<i>Synodontis punctifer</i>					+
	<i>Synodontis schall</i>	+	+	+	+	+
	<i>Synodontis sp.</i>			+		
Syngnathidae	<i>Enneacampus kaupi</i>					+
	<i>Microphis brachyurus</i>					+
Poeciliidae	<i>Aplocheilichthys spilauchen</i>			+		+
	<i>Poropanchax normani</i>	+			+	+
	<i>Poropanchax rancurelli</i>					+
	<i>Rhexipanchax schioetzi</i>			+		+
	<i>Micropanchax pfaffi</i>	+		+		+
Aplocheilidae	<i>Fundulopanchax walkeri</i>	+		+		+
	<i>Epiplatys bifasciatus</i>					+
	<i>Epiplatys chaperi</i>	+		+	+	+
	<i>Epiplatys olbrechtsi</i>					+
	<i>Epiplatys spilargyreus</i>					+
Channidae	<i>Parachanna obscura</i>	+	+	+		+
Centropomidae	<i>Lates niloticus</i>	+	+	+	+	+
Gerreidae	<i>Gerres sp.</i>				+	
Cichlidae	<i>Thysochromis ansorgii</i>	+	+			
	<i>Chromidotilapia guntheri</i>	+	+	+	+	+
	<i>Hemichromis bimaculatus</i>	+	+	+	+	+
	<i>Hemichromis fasciatus</i>	+	+	+	+	+
	<i>Oreochromis niloticus</i> ²					+
	<i>Sarotherodon galilaeus</i>	+	+	+		+
	<i>Sarotherodon melanothron</i> ¹					+
	<i>Tilapia spp.</i>				+	
	<i>Tilapia guineensis</i> ¹					+

Tableau III. Suite et fin

Familles	Espèces	Daget & Iltis (1965)	Daget et al. (1973)	Planquette & Lemasson (1975)	Mérona (1981)	Teugels et al. (1988)
	<i>Tilapia dageti</i>		+	+		
Cichlidae	<i>Tilapia mariae</i>					+
	<i>Tilapia zillii</i>	+	+	+	+	+
	<i>Tylochromis jentinki</i> ¹					+
Gobiidae	<i>Awaous lateristriga</i> ¹	+	+	+	+	+
	<i>Nematogobius maindroni</i>	+		+	+	+
	<i>Parasicydium bandamae</i>					+
Eleotridae	<i>Kribia nana</i>	+	+	+	+	+
Anabantidae	<i>Ctenopoma petherici</i>	+	+	+		+
Mastacembelidae	<i>Mastacembelus nigromarginatus</i>	+	+	+	+	+
Total	107	64	48	70	50	96

2. LA PRÉSENTATION DE *DISTICHODUS ROSTRATUS* GÜNTHER, 1864

2.1. L'ORDRE DES CHARACIFORMES

Les Characiformes appartiennent au super ordre des Ostariophysi caractérisés par la présence de l'organe de Weber. Les Ostariophysi libèrent des phéromones en cas de blessure. Ces phéromones informent les autres spécimens sur la présence d'un danger (Nelson, 1994; Skelton, 2001).

Les Characiformes sont des poissons dont le corps allongé présente une ligne latérale généralement droite, souvent incomplète. Leur corps est pratiquement recouvert d'écailles, certaines familles ont des écailles de type cténoïde. Sur le corps, une nageoire adipeuse est généralement présente. La nageoire anale est courte ou moyennement allongée et composée de moins de 45 rayons. La nageoire caudale comprend 19 rayons principaux. La nageoire pelvienne est composée de 5 à 12 rayons. Les barbillons sont absents au niveau de la région buccale. Les branchies présentes portent 3 à 5 rayons. La mâchoire supérieure n'est pas toujours protractile. Ces mâchoires portent des dents généralement très développées. Les dents pharyngiennes généralement présentes constituent les caractéristiques des Characiformes (Nelson, 1994).

Les formes africaines des Characiformes sont réparties entre les familles suivantes: Hepsetidae, Alestidae, Citharinidae et Distichodontidae (Daget, 2003; Paugy, 2003).

2.2. LA FAMILLE DES DISTICHODONTIDAE

Les Distichodontidae dont fait partie *Distichodus rostratus* se distinguent par un corps plus ou moins allongé (plus haut chez *Distichodus*) et couvert entièrement d'écailles cténoïdes. Les nageoires dorsale, caudale et anale sont bien écartées, non surplombantes et à rayons mous. La nageoire dorsale rayonnée subégale plus courte et parfois plus longue que l'anale est suivie d'une adipeuse souvent petite, au-dessus ou plus reculée que l'anale. La caudale est échancrée et présente des lobes parfois arrondis. Les nageoires pelviennes et anales composées de rayons et en forme d'éventail sont très écartées. Les pelviennes sont situées sous la dorsale rayonnée et les anales en arrière de celles-ci. La ligne latérale est

médiane. La tête osseuse est nue; le museau est généralement court et plus ou moins large sauf chez les *Ichthyoborinae*. Les dents, en une ou deux séries fixées sur les mâchoires, sont encochées, bicuspidées ou coniques. La dentition est variable avec des dents bien développées parfois même des canines chez le genre *Ichthyoborinae*, présentes ou absentes au bord des maxillaires. Ces poissons possèdent une vessie natatoire otophysaire (Poll & Gosse, 1995; Gosse *et al.*, 2003).

La famille des Distichodontidae est endémique à l'Afrique (Fig. 5). Elle compte un total de 91 espèces réparties en 17 genres dont 15 en Afrique tropicale (Daget *et al.*, 1984, Skelton, 1994; Poll & Gosse, 1995). Cependant, on ne rencontre que 7 genres en Afrique occidentale (Gosse *et al.*, 2003). Ce sont les genres *Phago* Günther, 1865, *Ichthyoborus* Günther, 1864, *Paradistichodus* Pellegrin, 1922, *Nannocharax* Günther, 1867, *Nannaethiops* Günther, 1871, *Neolebias* Steindachner, 1895 et *Distichodus* Müller & Troschel, 1845.

2.3. LE GENRE *Distichodus* Müller & Troschel, 1845

Le genre *Distichodus* qui comprend entre autres espèces *D. rostratus* est caractérisé par une bouche faiblement fendue, infère ou subinfère et un museau non pointu (Blache, 1964; Gosse *et al.*, 2003). Le prémaxillaire est court et immobile ou très près peu mobile vers le haut. Le maxillaire est édenté mais l'angulaire et le dentaire s'articulent par chevauchement latéral. Chaque mâchoire comporte deux rangées de fortes dents bicuspidées. Les membranes branchiostèges sont soudées à l'isthme et comportent quatre rayons branchiostèges. Les branchiospines sont peu nombreuses. Le corps est comprimé latéralement et plus ou moins haut. La hauteur est comprise entre 2 à 3,6 fois dans la longueur standard. La nageoire dorsale est située à la verticale des ventrales. La dorsale comporte 16 à 27 rayons dont les 4, 5 ou parfois les 6 premiers sont simples. La nageoire adipeuse est bien développée et en partie recouverte de petites écailles comme la caudale et parfois l'anale. Un appendice écailleux est à la base des nageoires ventrales. Les écailles sont cténoïdes (Blache, 1964; Daget & Iltis, 1965). La ligne latérale à mi-hauteur des flancs est complète, droite et perce 37 à 110 écailles. Au niveau du tube digestif, les sacs pharyngiens ont une structure simple avec l'intestin moyennement allongé. Au niveau du squelette, la colonne vertébrale compte entre 41 et 51 vertèbres (Daget & Iltis, 1965; Gosse *et al.*, 2003).

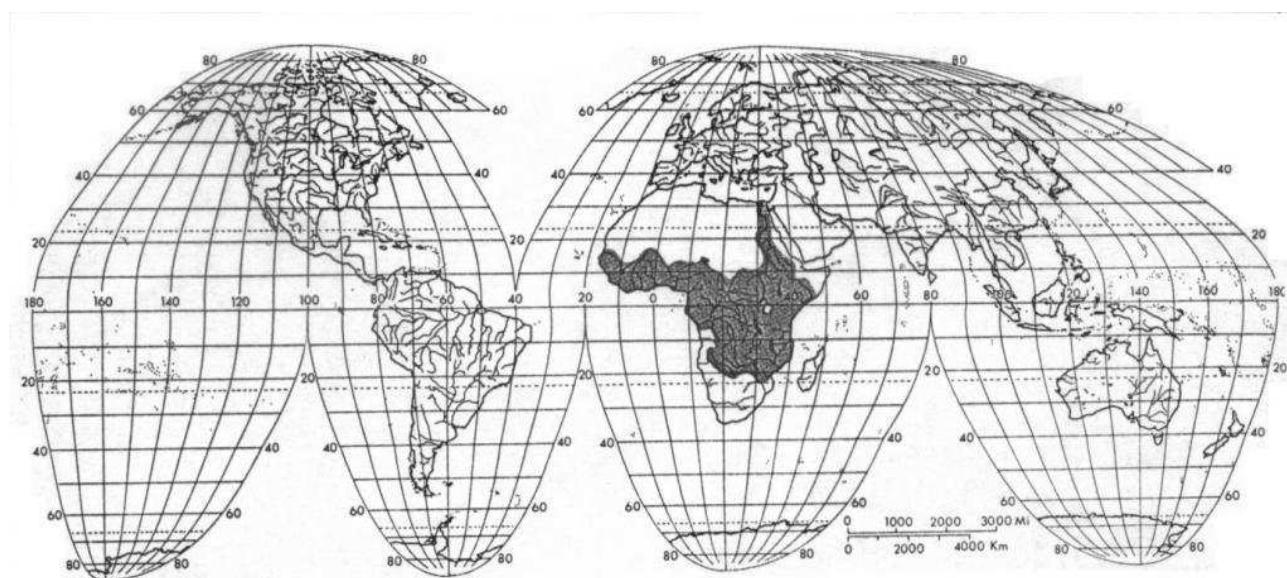


Figure 5: Distribution géographique des Distichodontidae dans le monde (Berra, 1981).

Daget *et al.* (1984) notent l'existence de *Distichodura* (Fowler, 1936) et de *Distichodomicro* (Fowler, 1936) qui sont considérés comme étant des sous-genres. Quant au genre *Distichodus*, il est représenté par 35 espèces. Trois espèces sont communes à l'Afrique de l'ouest à savoir *Distichodus engycephalus*, *D. brevipinnis* et *D. rostratus*. Toutefois, *D. rostratus* est la seule présente en Côte d'Ivoire.

2.4. L'ESPÈCE *Distichodus rostratus* Günther, 1864

La position systématique de *Distichodus rostratus* selon Nelson (1994) et Gosse *et al.* (2003) dans la classification ichthyologique est résumée comme suit :

Phylum: Chordata

Sous-phylum: Vertebrata

Super-classe: Gnathostomata

Grade: Teleostomi

Classe: Actinopterygii

Sous-classe: Neopterygii

Division : Teleostei

Sous-division : Euteleostei

Super-ordre: Ostariophysi

Ordre: Characiformes

Famille: Distichodontidae

Genre: *Distichodus*

Espèce: *Distichodus rostratus*

L'espèce a été identifiée par erreurs sous différents noms à savoir *Salmo niloticus* (Linnaeus, 1762), *Salmo aegyptius* (Gmelin, 1788), *Characinus nefasch* (Lacépède, 1803), *Citharinus nefasch* (Rüppell, 1829), *Distichodus nefasch* (Valenciennes, 1850) et *Distichodus engycephalus* (Günther, 1864) avant d'être appelée *Distichodus rostratus* Günther, 1864. Cependant, *Distichodus martini* Steindachner, 1870 est considéré comme le synonyme junior (Daget *et al.*, 1984).

2.4.1. La morphométrie

Chez *Distichodus rostratus*, le grand axe céphalo-caudal qui correspond à la longueur standard représente 2,7 à 3,6 fois l'axe dorso-ventral au niveau de la région médiane du corps. Ensuite, ce même axe céphalo-caudal correspond à 3,3-5,5 fois la longueur de la partie céphalique. Le pédoncule caudal est aussi long que haut dans une proportion de 0,7 à 1,1 fois. *D. rostratus* a un museau arrondi et la bouche subterminale. Deux séries de dents sont fixées à chaque mâchoire. Sur la partie inférieure du premier arc branchial, on distingue 12 à 15 branchiospines. Le volume et le diamètre des yeux ont été évalués par rapport à la longueur de la tête aussi bien chez les juvéniles que les adultes. Chez les juvéniles, la longueur de tête correspond à 3,3 à 7 fois au diamètre de yeux. La nageoire caudale est écailleuse avec une échancrure à lobe arrondie (Gosse *et al.*, 2003).

La formule scalaire est de 15,5-17,5 / 83-94 / 17,5-19,5 / 12-15. La dorsale: XXI – XXVI ; l'anale: XIII-XVI. On compte 47 à 50 vertèbres au niveau du squelette axial (Gosse *et al.*, 2003).

Selon l'étude de Daget & Ittis (1965), les spécimens identifiés en Côte d'Ivoire présente quelques différences caractéristiques par rapport à l'espèce identifiée en zone soudanaise. La taille maximale de l'espèce observée est de 62,5 cm longueur standard, pour un poids de 6,25 kg. Les écailles sont un peu plus grandes que chez l'espèce type. On dénombre 76 à 86 écailles au niveau de la ligne latérale et 12 à 14 écailles entre celle ci et la ventrale. L'espèce de la zone d'inondation du Moyen Niger en porte respectivement 83 à 91 et 13 à 15 (Blache, 1964).

2.4.2. La coloration

Les jeunes ont les flancs marqués de barres transversales noires de longueurs inégales se terminant en pointe vers le bas; une tache claviforme noire sur l'extrémité du pédoncule caudal et une petite tache arrondie sus-humérale, précédée parfois d'une tache orange. La coloration de l'adulte est grise ou olivâtre, plus foncée sur le dos et blanchâtre sur le ventre; la membrane interradielle de la dorsale porte de petites taches noires formant des bandes parallèles au bord externe de la nageoire. La partie supérieure de l'œil est rougeâtre (Fig. 6) (Blache, 1964; Daget & Ittis, 1965).

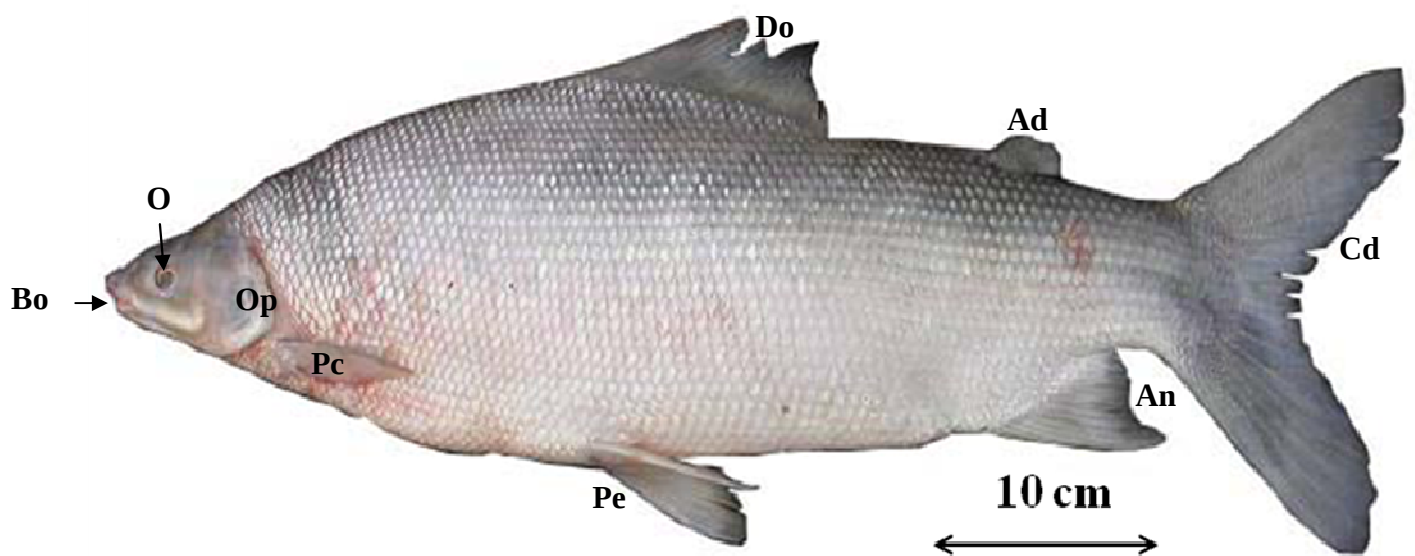


Figure 6: *Distichodus rostratus* Günther, 1864 [spécimen provenant du fleuve Bandama] ;
Ad : nageoire adipeuse ; An : nageoire anale ; Bo : bouche ; Cd : nageoire caudale ;
Do : nageoire dorsale ; O : œil ; Op : opercule ; Pc : nageoire pectorale ; Pe :
nageoire pelvienne.

2.5. LA DISTRIBUTION

La limite la plus méridionale de la famille des Distichodontidae est le fleuve Save dans l'est et le fleuve Kunene dans l'ouest du Mozambique. Du côté septentrional, le fleuve Sénégal et le Nil constituent la limite (Skelton, 1994). Cependant, le genre *Distichodus* se trouve dans de nombreux grands lacs tel que les lacs Turkana, Albert, Tanganyika, Tchad, Kariba et Moero (Daget *et al.*, 1984). Les trois espèces d'Afrique occidentale du genre *Distichodus* sont absentes des bassins côtiers compris entre le sud de la Gambie et le bassin du Sassandra (Paugy *et al.*, 1994; Gosse *et al.*, 2003). Par ailleurs, *Distichodus engycephalus* et *D. brevipinnis* se rencontrent dans les fleuves suivants le Sénégal, le Niger, la Volta, le Bénoué et le Nil ainsi que dans le bassin Tchadien. *Distichodus brevipinnis* existe également dans le bassin de la Gambie et *D. engycephalus* dans les rivières Cross et Ogun.

Distichodus rostratus est typiquement nilo-soudanienne. Son aire de répartition couvre les grands bassins de la province Nilo-Soudanaise qui s'étend de la côte atlantique jusqu'à celle de l'océan indien (Gourène *et al.*, 1999). Il est reparti dans toute l'Afrique Occidentale depuis le Sénégal jusqu'au bassin Tchadien et le Nil (Fig. 7) (Gosse *et al.*, 2003). Il est absent du bassin de la province de la Haute-Guinée comprenant les bassins côtiers de la Guinée, la Sierra Leone, le Liberia et les bassins allant de la Bia jusqu'à la Pra au Ghana (Gourène *et al.*, 1999).

Dans les bassins ivoiriens, l'espèce se rencontre dans le Comoé, le Bandama, le Boubo, le Sassandra. Cependant, elle semble avoir disparu dans le cours de la Bia (Daget & Iltis, 1965 ; Paugy *et al.*, 1994 ; Gourène *et al.*, 1999).

2.6. LA BIOLOGIE ET L'ÉCOLOGIE

2.6.1. Les habitudes alimentaires

L'évolution des poissons a été rendue possible grâce à leur aptitude à consommer différents types d'aliments disponibles dans leur environnement et à survivre dans un grand nombre de niches écologiques. Les espèces vivant dans un milieu donné exploitent pratiquement toutes les sources de nourriture disponibles (Wootton, 1990; Paugy & Lévêque, 2006).

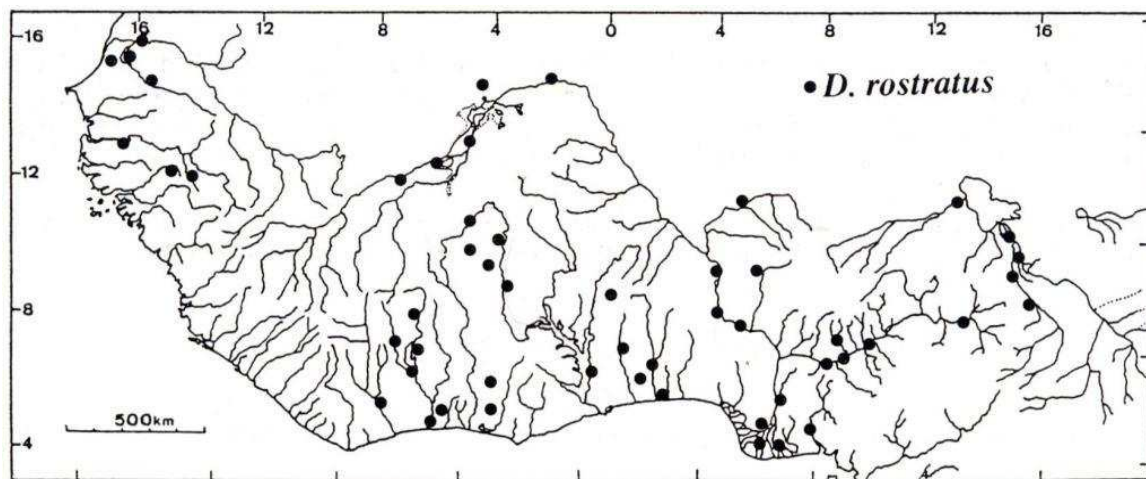


Figure 7: Distribution géographique de l'espèce *Distichodus rostratus* Günther, 1864 en Afrique occidentale (Gosse & Coenen, 1990)

Selon Bowen (1994), 160 des 2500 espèces de poissons d'eau douce se nourrissent de plante et de détritus. La plupart appartiennent aux 5 genres suivants : *Labeo*, *Tilapia*, *Sarotherodon*, *Citharinus* et *Distichodus*. Lauzanne (1994) décrit le genre *Distichodus* comme étant un brouteur de feuilles, de tiges et de graines de *Ceratophyllum*, de *Potamogeton*, de *Najas* qui sont des plantes aquatiques. Il devient détritivore en se nourrissant des détritus végétaux composés d'algues, de débris sédimentés qu'il glane sur le fond quand les plantes supérieures font défaut.

Distichodus rostratus a une alimentation phytophage essentiellement composée de petits Cyperaceae, Liliaceae, racines d'*Eichhornia* et de périphytons. Pendant l'étiage, il élargit son alimentation en devenant planctonophage (Daget & Iltis, 1965; Planquette & Lemasson, 1975; Reizer, 1995).

2.6.2. La biologie de la reproduction

La majorité des espèces tropicales se reproduisent en début de crue et les alevins pénètrent dans les zones d'inondation pour s'y réfugier (Dadebo *et al.*, 2003). Reizer (1995) indique que dans les eaux du lac Guiers au Sénégal, *Distichodus rostratus* se reproduit en début de saison chaude et pluvieuse. Il a une fréquence de ponte unique dans l'année. Des individus matures sont pêchés de juin à septembre dans le Bandama (Planquette & Lemasson, 1975). Dans ce cours d'eau, le plus petit sujet sexuellement mature chez le mâle a une taille de 244 mm et un poids corporel de 320 g alors que chez la femelle, la taille est de 238 mm et le poids de 300 g.

2.6.3. La tolérance à l'hypoxie

Le genre *Distichodus* a un degré de tolérance élevé au milieu confiné. Il colonise les zones d'inondation avant de nombreux genres et les quitte tard (Welcomme & Mérona, 1994). Lévêque & Quensièrre (1994) ont indiqué que *Distichodus rostratus* appartient à la catégorie des espèces rustiques. La résistance à l'hypoxie en milieu aquatique et clos de 16 espèces a été étudiée par Bénech & Lek (1981). Ces auteurs ont indiqué que la consommation de routine de l'espèce est de 42,7 mg O₂/100g.h. Par contre, la consommation minimale permettant la survie est de 9 mg O₂/100g.h et la concentration seuil pour assurer les besoins

métaboliques basaux est de 0,27 mg O₂/l. En dessous de cette concentration se trouve la concentration létale estimée à 0,16 mg O₂/l où l'espèce meurt (Bénech & Lek, 1981).

2.6.4. Les habitats

Daget *et al.* (1973) ont capturé *Distichodus rostratus* uniquement sur les fonds rocheux, sableux ou vaseux ne dépassant pas une profondeur de 1,5 m. Le renouvellement de l'eau est peut-être assuré grâce au courant. Cependant, les adultes sont strictement localisés le jour dans les biefs profonds (Planquette & Lemasson, 1975). Selon Mérona (1981), elle appartient à la classe des espèces des eaux profondes du Bandama.

Cette espèce ubiquiste effectue des migrations longitudinales et latérales de plusieurs kilomètres pour des besoins de nutrition et de reproduction. Chez *D. rostratus*, l'importance et la durée de la crue influencent le peuplement, la croissance et la survie (Lévêque & Quensièrè, 1994). Toutefois, selon Gourène *et al.* (1999), *D. rostratus* semble se développer dans les barrages de retenue de la Côte d'Ivoire surtout le lac de Kossou où elle constitue une part appréciable de la production de poisson débarquée.

3. LES GÉNÉRALITÉS SUR LA MÉTHODE D'ÉTUDE DU RÉGIME ALIMENTAIRE ET DE LA REPRODUCTION

3.1. LE RÉGIME ALIMENTAIRE

L'étude du régime alimentaire des poissons en milieu naturel consiste à analyser les contenus stomacaux ou le contenu de tout le tube digestif chez certaines espèces ayant un estomac rudimentaire. Les problèmes liés à l'étude des contenus stomacaux sont nombreux. Les différentes étapes de cette étude peuvent être résumées en 2 points essentiels à savoir : (1) l'échantillonnage des poissons suivi de la dissection des estomacs et l'examen des contenus stomacaux, (2) l'expression des résultats et la classification des proies.

3.1.1. L'échantillonnage, la dissection et l'identification des proies

L'échantillonnage est l'étape la plus importante dans la mesure où le matériel récolté, à savoir le poisson, est différent du matériel étudié qui est la nourriture.

L'estomac des spécimens capturés est prélevé et ouvert afin d'identifier et de quantifier les différentes proies qui s'y trouvent. Cependant, les proies sont généralement prédigérées ou morcelées; ce qui rend l'identification très difficile parfois. Ainsi, certains auteurs se limitent aux grands groupes taxinomiques (Kouamélan, 1999).

3.1.2. L'expression et l'interprétation des résultats

Plusieurs méthodes et indices alimentaires sont utilisés pour quantifier les proies et évaluer leur importance relative dans le régime alimentaire des poissons.

3.1.2.1. Les méthodes

Les méthodes sont basées sur les proportions relatives des proies en terme de nombre, de poids, de volume ou de fréquences d'apparition dans les estomacs. Plusieurs méthodes sont définies et critiquées par de nombreux auteurs.

(1) Méthode de fréquence (occurrence)

Cette méthode consiste à énumérer le nombre d'estomacs examinés contenant un item i donné et à exprimer ce nombre en pourcentage par rapport au nombre total d'estomacs (Frost, 1954) ou au nombre d'estomacs pleins examinés (Dineen, 1951; Kennedy & Fitzmaurice, 1972). Elle donne des informations sur la préférence alimentaire mais n'apporte pas d'indication sur l'importance quantitative des proies ingérées. L'indice de fréquence ou pourcentage d'occurrence (F) est défini comme suit:

$$F = \frac{n_e}{n_t} \times 100$$

Avec: F = Fréquence ou occurrence,

n_e = Nombre d'estomacs contenant une proie i (ou une catégorie de proie),

n_t = Nombre d'estomacs pleins examinés.

(2) Méthode numérique

La méthode numérique consiste à déterminer le nombre d'individus d'une catégorie de proie i pour un échantillon puis d'exprimer ce nombre en pourcentage par rapport au nombre total des proies. Cette méthode sous-estime l'importance des proies peu nombreuses mais de poids élevé (Lauzanne, 1975). Le résultat est traduit par le pourcentage numérique (N) (Hureau, 1970):

$$N = \frac{n_i}{n_T} \times 100$$

Avec: N = Pourcentage numérique,

n_i = Nombre total des individus d'une même proie i (ou une catégorie de proie),

n_T = Nombre total des proies inventoriées.

(3) Méthode pondérale (ou volumétrique)

C'est une méthode qui consiste à déterminer le poids (ou volume) de chaque catégorie de proies et à exprimer ce nombre en pourcentage par rapport au poids (ou volume) total des proies. Elle n'apporte aucune information sur la fréquence des proies et surestime les grosses proies accidentelles par rapport aux petites proies fréquentes. Cependant, elle donne une idée de l'importance relative de chaque proie (Hyslop, 1980). Les pourcentages pondéral (P) et volumétrique (V) sont définis comme suit :

$$P = \frac{p_i}{p_T} \times 100 \quad \text{ou} \quad V = \frac{v_i}{v_T} \times 100$$

Avec: P (ou V) = Pourcentage pondéral (ou volumétrique),

p_i (ou v_i) = Poids (ou volume) total d'une proie i (ou d'une catégorie de proie i),

p_T (ou v_T) = Poids (ou volume) total des proies inventoriées dans les estomacs.

(4) Méthode des dominances

Elle consiste à compter le nombre d'estomacs dans lesquels une proie apparaît comme dominante et à exprimer ce nombre en pourcentage par rapport au nombre total d'estomacs. Cette méthode a l'inconvénient d'être très subjective (Hyslop, 1980).

(5) Méthode des "points"

La méthode des points consiste à attribuer à chaque proie (ou catégorie de proie) un nombre de points d'autant plus grand que cette proie est jugée plus abondante dans le régime alimentaire. Selon Hynes (1950), cette méthode permet une meilleure estimation de l'importance relative des différentes proies. Toutefois, elle revêt un caractère trop subjectif car le nombre de points attribués dépend en grande partie de l'auteur. Ceci rend difficile voire impossible la comparaison des résultats de différentes publications (Geistdoerfer, 1975).

3.1.2.2. Les indices alimentaires

Les précédentes méthodes ont donné naissance à des indices alimentaires dont le rôle est de minimiser les biais occasionnés par ces méthodes et de mettre en valeur les proies qui contribuent le plus à l'alimentation des poissons. Des indices mixtes intégrant au moins deux méthodes ont été mis au point (Windell, 1971). Les principaux indices mixtes définis sont les suivants:

(1) Indice de prépondérance (Ip) de Natarajan & Jhingran (1961)

$$I_p = \frac{F \times P}{\sum(F \times P)}$$

(2) Coefficient alimentaire (Q) de Hureau (1970)

$$Q = N \times P$$

(3) Indice d'importance relative (IRI) de Pinkas *et al.* (1971)

$$IRI = (N + P) \times F$$

(4) Indice alimentaire (IA) de Lauzanne (1975)

$$IA = \frac{F \times V}{100}$$

(5) *Main food item* (MFI) de Zander (1982)

$$MFI = \sqrt{\frac{(N + F) \times W}{2}}$$

Avec: W = pourcentage pondéral ou volumétrique.

Les indices ont aussi fait l'objet de critiques (Klaberg & Benson, 1975; Hyslop, 1980; Rosecchi & Nouaze, 1987; Mohan & Sankara, 1988; Castello, 1990; Marshall & Elliot, 1997). On se rend compte qu'il n'existe pas d'indice mixte standard pour l'évaluation quantitative du régime alimentaire des populations naturelles de poissons. Ils ne s'appliquent qu'à un type de régime alimentaire bien précis. Ainsi, Klaberg & Benson (1975) ont indiqué que dans un régime alimentaire dominé par les plantes, les indices incluant la méthode numérique ne sont pas adaptés. En définitive, le meilleur indice ou la meilleure méthode est celui ou celle qui exprime de façon réelle le régime alimentaire de l'espèce donnée.

3.2. LA REPRODUCTION

Le cycle de reproduction implique la gametogenèse et la ponte. La gametogenèse est le développement des gonades qui conduit à la formation des gamètes (Lévêque *et al.*, 2006). Les différentes phases évolutives des gonades sont essentiellement caractérisées par des critères d'ordre macroscopique (forme, couleur, vascularisation et transparence) et pondéral (Lévêque *et al.*, 2006).

3.2.1. Le rapport gonado-somatique (RGS)

L'accroissement pondéral des gonades durant le cycle de maturation se traduit par l'accumulation de vitellus (Lévêque *et al.*, 2006). La variation peut être estimée par rapport au poids total du corps ou la longueur du corps (Koné, 2000).

Le RGS ou "indice gonadique" est défini, soit comme le pourcentage du poids des gonades par rapport au poids total du corps, soit par rapport au poids du poisson éviscéré. Un rapport très élevé traduit un état avancé de la maturation des gonades. Par contre, lorsque le rapport est faible, les espèces se trouvent en état de repos sexuel ou bien elles sont immatures.

$$\text{RGS} = \frac{P_g}{P_{\text{év}}} \times 100$$

Avec: P_g = poids des gonades,

$P_{\text{év}}$ = poids du poisson éviscéré.

L'utilisation de la longueur du corps fait appel à "l'index gonado-somatique" qui est défini comme le rapport du poids des gonades sur la longueur standard au cube multiplié par 10000 (Stéquert & Ramcharrum, 1996).

$$\text{IGS} = \frac{P_g}{L_s^3} \times 10^4$$

Avec: P_g = poids des gonades,

L_s = Longueur standard.

La variation saisonnière de l'activité sexuelle est déterminée à partir des proportions mensuelles (en p.c.) des différents stades de maturation sexuelle des femelles dont la taille est supérieure ou égale à celle de première maturation sexuelle.

3.2.2. Le rapport hépato-somatique (RHS)

Le rapport hépato-somatique (RHS) est le pourcentage du poids du foie par rapport au poids corporel du poisson.

$$RHS = \frac{Pf}{Pév} \times 100$$

Avec: Pf = poids du foie,

Pév = poids du poisson éviscéré.

En période de repos, les poissons téléostéens stockent des réserves qui sont utilisées comme source d'énergie pour la fin de leur développement sexuel et en période de frai. Selon le site de stockage de la réserve, deux types de poissons peuvent être distingués (Bougis, 1952; Larson, 1974; Barnabé, 1991):

- les poissons maigres dont les réserves sont stockées au niveau du foie. Dans ce cas, le maximum de RGS précède celui du RHS.
- les poissons gras stockent les réserves dans les muscles, les mésentères périviscéraux et sous la peau. Les réserves transitent dans le foie et les gonades pour assurer les besoins énergétiques en période de reproduction. Ainsi, le maximum de RGS coïncide avec celui du RHS.

3.2.3. Le facteur de condition (K_c)

Le facteur ou coefficient de condition (K_c) est une expression du rapport longueur-poids qui donne une idée de l'embonpoint d'une espèce considérée (Kartas & Quignard, 1984). Cet état peut être dû à une bonne alimentation ou une maturation sexuelle avancée assimilée à l'augmentation du poids des gonades. Le lien qui unit ces deux paramètres s'explique par le fait que les poissons ont besoin de stocker des quantités importantes de réserves énergétiques pour l'accomplissement des activités liées à la reproduction (N'Goran, 1991). Selon Do Chi (1975), les variations du facteur de condition permettent de dater les diverses phases du cycle sexuel annuel. De plus, il sert de paramètre de comparaison de l'état physiologique global d'une population lors d'un cycle saisonnier (Lévêque *et al.*, 2006).

Plusieurs expressions exprimant la relation entre la longueur et le poids du corps ont été proposées:

* Le facteur de condition selon Tesch (1971) s'écrit de la façon suivante:

$$K = \frac{P}{L^b} \times 100$$

Avec: P = poids du poisson,

L = longueur du poisson,

b = constante.

* Le facteur de condition relatif (K_n) défini par Le Cren (1951) et repris par Weatherly (1972) exprime la déviation individuelle par rapport à la relation longueur-poids déterminée par:

$$K_n = \frac{P}{a \times L^n}$$

Ce paramètre a l'avantage de dissocier la part qui revient à l'allométrie de croissance de celle de la condition proprement dite.

* Le coefficient moyen de condition (K) proposé par Laurent & Moreau (1979) corrige la mesure de K en tenant compte de la longueur du poisson à partir des équations suivantes :

$$(1) P = aL^b \text{ et } (2) P = KL^3, \text{ d'où: } K = aL^{(b-3)}$$

Avec: P = poids du poisson,

L = longueur du poisson,

a = l'ordonnée à la droite de la régression,

b = la pente de la droite de la régression et l'allométrie.

Dans l'analyse de la relation existant entre la longueur et le poids des poissons, on utilise la formule (1). Le coefficient b exprime les variations relatives de la densité et de la forme du corps du poisson au cours de sa vie. Lorsque b est égal à 3, la croissance est isométrique, c'est-à-dire que la forme du poisson ne change pas avec la croissance. Une valeur de b inférieure à 3 signifie que la croissance en poids est inférieure à la croissance en taille et inversement si b est supérieur à 3 (Lévêque, 2006). La transformation logarithmique de la relation précédente permet d'obtenir une équation linéaire de la forme (Lévêque, 2006):

$$\log P = \log a + b \log L$$

* Le facteur de condition composite (K_c) décrit par Postel (1973a) est mesuré par:

$$K_c = \frac{P}{L^3} \times 10^5$$

Ce coefficient dépend du poids et de la longueur. C'est un paramètre absolu qui présente toutefois l'inconvénient de ne pas distinguer la condition biométrique qui varie avec la longueur, la condition physiologique, l'état de réplétion et la maturité des gonades sur les individus de la population. Ainsi, l'embonpoint peut être dû aussi bien à la condition qu'à l'allométrie (Galzin, 1977; Kartas & Quignard, 1984).

3.2.4. La détermination des stades de maturité sexuelle

Les échelles de maturation des gonades tiennent compte des critères morphologiques tels que la coloration, la consistance, l'importance de la vascularisation superficielle, l'épaisseur, la transparence, la forme et le volume occupé dans la cavité abdominale (Koné, 2000, Lévêque *et al.*, 2006).

Il existe deux méthodes de détermination des stades de maturité (Moreau, 1984):

- la méthode d'observation directe : elle consiste à masser l'abdomen des poissons et provoquer l'expulsion des produits génitaux en cas de maturité.
- la méthode indirecte : elle consiste à disséquer les poissons et examiner l'état des gonades.

3.2.5. Le diamètre ovocytaire

En milieu naturel, la taille des ovocytes constitue un paramètre essentiel dans la stratégie de reproduction des poissons. Elle conditionne la survie des larves et des alevins en leur permettant de quitter la taille cible des prédateurs pour être compétitif vis-à-vis de la ressource ou de mieux s'adapter aux conditions environnementales défavorables (Koné, 2000).

3.2.6. La taille de première maturité sexuelle

La notion de taille de première maturité sexuelle suscite beaucoup de controverses parce qu'elle prête à confusion. Kouassi (1978) a nommé taille de première maturité sexuelle la taille du plus petit individu mature rencontré. La littérature désigne sous ce vocable la longueur standard moyenne de maturité sexuelle à laquelle l'on rencontre autant de sujets

immatures que de sujets aptes à se reproduire (Lévêque & Herbinet, 1980; Cayé & Farugio, 1986; Albaret, 1994). On distingue trois catégories d'individus selon la taille (Moreau, 1979):

- Ls_0 : taille en dessous de laquelle aucun individu n'est mature,
- Ls_{50} : taille à partir de laquelle il y a autant d'individus mâtures qu'immatures,
- Ls_{100} : taille à laquelle tous les individus sont matures.

3.2.7. La fécondité

Ce terme peut revêtir plusieurs définitions. Chez les poissons téléostéens, la fécondité absolue peut aussi être définie comme étant le nombre d'ovocytes susceptibles d'être émis au cours d'une saison de ponte par une femelle. Pour la déterminer, il suffit, pour les espèces qui pondent une seule fois dans l'année, de dénombrer les ovocytes mûrs présents dans l'ovaire d'un individu immédiatement avant la ponte. Pour cette catégorie de poisson, la fécondité absolue correspond à la fécondité totale annuelle. Cependant, pour les espèces ayant une ponte fractionnée, la fécondité absolue équivaut au nombre d'ovocytes qui vont être pondus lors de l'acte de ponte suivant. La fécondité annuelle sera alors la somme des ovocytes évaluée durant un an au cours des actes de ponte successifs (Wootton, 1979; Hunter *et al.*, 1985; Déniel *et al.*, 1989; Lévêque *et al.*, 2006).

La fécondité relative selon Wootton (1979), est le nombre d'ovocytes par unité de poids corporel (en gramme ou en kilogramme), celui-ci pouvant être le poids total, le poids somatique (poids total moins le poids des gonades) ou le poids éviscéré du poisson.

La fécondité estimée est le nombre d'ovocytes dans un ovaire, calculé à partir de ceux présents dans une fraction d'ovaire et rapporté au poids total de l'organe.

La fécondité potentielle est le nombre d'ovocytes susceptibles d'être pondus par l'individu. Elle tient compte des ovocytes de tout âge.

La fécondité indéterminée caractérise des espèces qui, pendant la saison de ponte, présentent une succession de lots d'ovocytes mûrs se formant à partir d'un stock d'ovocytes immatures de réserve.

La fécondité déterminée est observée chez les espèces qui, lors de la saison de ponte, produisent deux catégories d'ovocytes au cours de la vitellogenèse. L'une destinée à être émise et l'autre catégorie de réserve qui n'évoluera qu'au cours du cycle sexuel suivant.

CHAPITRE II : MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. L'ÉTUDE DES CARACTÉRISTIQUES ABIOTIQUES

1.1. LA MESURE DES VARIABLES PHYSICO-CHIMIQUES

Les variables physico-chimiques mesurées au cours de la présente étude (juillet 2004 à juin 2005) concernent la température, la conductivité (CND), le taux de solides dissous (TDS), le pH, la côte, la transparence, la turbidité et la dureté de l'eau.

A cet effet, différents appareils à affichage digital ont été utilisés. Il s'agit d'un conductimètre HACH de modèle EC 10 mesurant la conductivité et le taux de solides dissous exprimés respectivement en $\mu\text{S}/\text{cm}$ et en mg/l . Un pH-mètre WTW-Ph 30 de modèle CO 150 a été utilisé pour relever le pH. Ces deux types d'appareils sont tous couplés à un thermomètre pour la mesure de la température exprimée en degré Celsius. Un turbidimètre 2100p et un titrimètre digital ont été utilisés pour déterminer la turbidité et la dureté exprimées respectivement en NTU et mg/l .

Les mesures ont été effectuées *in situ* dans les 50 premiers centimètres de profondeur. Les appareils de mesures sont d'abord mis sous tension pendant une quinzaine de minutes puis leurs sondes respectives sont plongées dans l'eau. Ainsi, la valeur de chaque paramètre sélectionné est notée après affichage. Les valeurs ont été relevées 2 fois par jour respectivement entre 6-7h (Matin) et 17-18h (Soir); à l'exception de la transparence qui a été mesurée entre 9-9h 30mn, de la turbidité et de la dureté dosées au laboratoire de la SODECI.

La côte de l'eau a été lue sur une jauge graduée en décimètre et plantée dans le fleuve Bandama (Fig. 8).

La transparence a été mesurée en millimètre par la méthode analytique. Elle consiste à immerger totalement un disque de Secchi de 29 cm de diamètre suivie de sa remontée progressive. La transparence correspond ainsi à la profondeur à laquelle le disque redevient visible. La distance euphotique a été mesurée à l'aide d'une corde lestée graduée plongée jusqu'au fond de l'eau.

Pour la mesure de la turbidité l'échantillon est introduit dans le capot du turbidimètre 2100p et refermer. La valeur de la turbidité est affichée automatiquement. La dureté est déterminée par dosage complexométrique utilisant un titrimètre digital. Le titrage fait intervenir l'EDTA jusqu'au virage de la solution du rouge au bleu franc.



Figure 8: Jauge de lecture de la côte graduée en décimètre.

1.2. LE DOSAGE DES COMPOSÉS IONIQUES

Les composés ioniques dosés sont le chlorure (Cl^-), le sulfate (SO_4^{2-}), le nitrate (NO_3^-), le nitrite (NO_2^-), le sulfure (S^{2-}), le phosphate (PO_4^{3-}), le fluorure (F^-), la silice (Si^-), l'ammonium (NH_4^+), le fer (Fe^{2+}), le manganèse (Mn^{2+}), l'aluminium (Al^{3+}), le cuivreux (Cu^{2+}) et le zinc (Zn^{2+}).

Chaque mois un échantillon d'eau du fleuve Bandama a été analysé par le laboratoire d'analyse chimique des eaux de la SODECI de Yamoussoukro.

Les concentrations des ions ont été déterminées au laboratoire au moyen d'un spectrophotomètre DR 2000. Le principe de mesure est basé sur la loi de Beer Lambert qui indique la proportionnalité de la densité optique avec l'épaisseur de la solution (échantillon analysé) et la concentration de l'élément chimique recherché. Après ajout du réactif approprié, le mélange échantillon d'eau-réactif est introduit dans le spectrophotomètre qui affiche la concentration de l'ion par comparaison avec le témoin. Les différents réactifs utilisés sont le diéthyl phénylène diamine pour le chlorure (Cl^-), le Sulfa ver 4 pour le sulfate (SO_4^{2-}), le Cadmium pour le nitrate (NO_3^-), le Nitri ver 2 pour le nitrite (NO_2^-), le Phos ver 3 pour le phosphate (PO_4^{3-}), le Ferro ver pour le fer (Fe^{2+}) et le Périodate pour le manganèse (Mn^{2+}). Un aquaquant a permis de doser l'ammonium (NH_4^+) et l'aluminium (Al^{3+}).

2. L'ÉTUDE DES CARACTÉRISTIQUES BIOTIQUES

2.1. LE PLANCTON

2.1.1. Le prélèvement du plancton

Les prélèvements du plancton ont été réalisés mensuellement lors du monitoring de juillet 2004 à juin 2005 à la station de Zambakro sur le fleuve Bandama. Le matériel utilisé comporte un filet à plancton dont la partie filtrante est constituée de soie de 10 μm de vide de maille, un seau de 15 l de capacité, des piluliers de 250 ml, du lugol pour la conservation du phytoplancton, du formaldéhyde à 5 p.c. pour la conservation du zooplancton, du papier aluminium et un marqueur indélébile.

Le filet à plancton a une forme conique de 104 cm de hauteur. Il est constitué de deux parties essentielles: la partie filtrante et le collecteur à la pointe du filet. La base du filet est montée sur une armature métallique de 30 cm de diamètre. Une corde munie d'un anneau permet de tenir verticalement le filet lors de l'échantillonnage.

L'échantillonnage a consisté à filtrer, à l'aide du filet à plancton, 10 fois 15 l d'eau prélevés dans les 50 premiers centimètres de la colonne d'eau. Le filtrat recueilli dans le collecteur est transvasé dans un pilulier de 250 ml et fixé immédiatement à l'aide de lugol pour l'étude phytoplanctonique. Cette opération est renouvelée et le filtrat est fixé avec de formaldéhyde à 5 p.c. pour l'étude zooplanctonique.

Chaque pilulier a été ensuite référencé en indiquant le type de plancton, le code de l'échantillonnage et la date du prélèvement. Les piluliers destinés à l'étude du phytoplancton ont été aussitôt emballés dans du papier aluminium afin d'empêcher la décoloration du lugol.

2.1.2. L'observation, l'identification et le comptage des organismes

2.1.2.1. Le zooplancton

Au laboratoire, on laisse sédimenter le contenu des piluliers. Les organismes zooplanctoniques formant un dépôt dans le fond des piluliers sont renversés par fraction dans une cuve de Dolfuss. L'identification et le dénombrement des spécimens récoltés sont réalisés sous une loupe binoculaire de type OLYMPUS SZ 60 aux grossissements x 10, x 11, x 12, x 15, x 20, x 25, x 30, x 40, x 50 et x 63. La source lumineuse d'éclairage utilisée est une lampe de marque LEICA modèle CLS 150 X. La détermination systématique est faite à partir des clés de Dussart (1980), Pourriot (1980) et Rey & Saint Jean (1980).

2.1.2.2. Le phytoplancton

Après sédimentation des prélèvements, le dépôt de fond des piluliers est prélevé à l'aide de pipette et examiné sous un microscope photonique de marque OLYMPUS Modèle CX 31RBSF muni des objectifs 40, 100, 200, 400 et d'un appareil photo numérique OLYMPUS CAMERA Modèle C-5050 200 M de zoom x3 est adapté au microscope.

Les organismes phytoplanctoniques observés ont été identifiés au niveau spécifique et infraspécifique à partir des clés de déterminations établies par Bourrelly (1975 et 1988), Compère (1976a et b; 1977), Da (1992) et Ouattara (2000a).

Le dénombrement des algues phytoplanctoniques de chaque échantillon exprimé en nombre d'individu par litre a été fait, entre lame et lamelle, sur une suite de champs optiques. La détermination préliminaire du nombre de montages à dénombrer, en fonction de la dispersion aléatoire du phytoplancton dans l'échantillon homogénéisé, suit la méthodologie de Uehlinger (1964) in Ouattara (2000a).

2.1.3. L'expression des résultats

Différents indices ont été exploités pour l'analyse qualitative et quantitative des taxons planctoniques:

(1) Fréquence (F): c'est le pourcentage de prélèvement où une espèce est échantillonnée par rapport au nombre total des prélèvements effectués. Elle quantifie le degré d'ubiquité des différentes espèces:

$$F = \frac{P_i}{P_t} \times 100$$

Avec: P_i = nombre de prélèvement où l'espèce i est présente,

P_t = nombre total des prélèvements effectués.

Les espèces sont rangées selon la classification de Djakou & Thanon (1988) qui s'établit comme suit:

- $80 \text{ p.c.} \leq F \leq 100 \text{ p.c.}$: Espèce très fréquente,
- $60 \text{ p.c.} \leq F \leq 79 \text{ p.c.}$: Espèce fréquente,
- $40 \text{ p.c.} \leq F \leq 59 \text{ p.c.}$: Espèce assez fréquente,
- $20 \text{ p.c.} \leq F \leq 39 \text{ p.c.}$: Espèce accessoire,
- $F < 20 \text{ p.c.}$: Espèce accidentelle.

(2) Abondance relative (n) : c'est le nombre d'individus d'un groupe taxinomique (espèce, famille ou ordre) dans un prélèvement donné.

(3) Pourcentage numérique (N) : c'est le rapport du nombre d'individus (n) d'un groupe taxinomique (espèce, famille ou ordre) sur le nombre total d'individus (Nt).

$$N = \frac{n}{N_t} \times 100$$

(4) Densité (D) : c'est le nombre d'individus d'un groupe taxinomique (espèce, famille ou ordre) par unité de volume (individus/litre).

$$D = \frac{n}{V}$$

Avec: n = nombre d'individus prélevés,

V = Volume d'eau filtrée.

2.2. LA MACROFAUNE BENTHIQUE

2.2.1. Le prélèvement du benthos

A l'instar du plancton, le benthos a été prélevé mensuellement de juillet 2004 à juin 2005. Le matériel d'échantillonnage comprend une embarcation, une benne avec son messenger, des bacs, des tamis de vide de maille 1 mm, une loupe manuelle, une pince, des bocaux, du papier adhésif et un marqueur indélébile. La benne EKMAN utilisée est de type MOD 55 HYDRO-BIOS (dimensions 15 cm x 15 cm x 17 cm). L'une de ces faces est munie de deux mâchoires qui permettent de racler le sédiment. La face opposée porte deux clapets qui empêchent la perte de sédiment. Une corde de 200 m de longueur permet de faire descendre la benne dans l'eau jusqu'au substrat. Le messenger, fait d'une masse en plomb, est monté autour de la corde.

L'opération d'échantillonnage commence par l'ouverture des mâchoires de la benne qui est ensuite déposée sur le sédiment au fond de l'eau. La fermeture des mâchoires est déclenchée par choc à l'aide du messenger qu'on laisse choir le long de la corde. En se refermant, les mâchoires raclent et emprisonnent le sédiment à l'intérieur de la benne. Les clapets empêchent la perte d'échantillon lors de la remontée de la drague. Le contenu de celle-ci est renversé dans un bac. Dix coups de benne ont été donnés lors de chaque prélèvement mensuel.

Progressivement, les échantillons sont mis sur un tamis de 1 mm de maille afin d'être lavé dans l'eau par des mouvements de va et vient du tamis dans l'eau (Fig. 9). Le refus du tamis est conservé dans des bocaux contenant du formaldéhyde à 5 p.c.

2.2.2. Le tri, l'identification, le comptage et la pesée des organismes

Les taxons sont triés au laboratoire. A cet effet, le contenu de chaque bocal est renversé sur un tamis de 1 mm de maille et lavé afin d'éliminer le formaldéhyde. Le refus du tamis est mis par petite quantité en suspension dans un bac contenant de l'eau. Les taxons sont ainsi récupérés sous une source lumineuse à l'aide d'une pince et d'une loupe manuelle et conservés dans des piluliers étiquetés contenant du formaldéhyde à 5 p.c. Ils sont identifiés sous une loupe binoculaire puis regroupés par espèce ou famille, dénombrés et pesés à l'aide de balance électronique OHAUS type Scout de 10^{ème} g de précision et de balance électronique SARTORIUS BP 310S avec une précision de 100^{ème} g. Les clés d'identification utilisées sont celles de Lévêque (1980), LDB (1981a et b) et Déjoux *et al.* (1981), Moisan (2006).

2.2.3. L'expression des résultats

Les indices suivants ont été appliqués pour l'analyse quantitative des taxons benthiques :

- (1) Fréquence (F), Abondance relative (n) et Pourcentage numérique (N) (Cf. 2.1.3.)
- (2) Biomasse relative (B) : c'est la masse totale des individus d'un groupe taxinomique (espèce, famille ou ordre) dans un prélèvement donné.
- (3) Pourcentage pondéral (P) : c'est le rapport de la masse (p) des individus d'un groupe taxinomique (espèce, famille ou ordre) sur le poids total (Pt) des individus d'un prélèvement.

$$P = \frac{p}{Pt} \times 100$$



Figure 9: Lavage de benthos; T : tamis, Bc : bac, Po : pot de conservation, Be : benne.

(4) Densité (D) : c'est le nombre d'individus (n) d'un groupe taxinomique (espèce, famille ou ordre) par unité de surface (ind/m²) ; elle peut également s'exprimer par la masse de matière organique par unité de surface (g/m²)

$$D = \frac{n}{s} \quad \text{ou} \quad D = \frac{p}{s}$$

Avec: n = nombre d'individus récoltés,

p = poids total des individus récoltés,

s = superficie totale échantillonnée.

3. L'ÉCHANTILLONNAGE DE *DISTICHODUS ROSTRATUS* GÜNTHER, 1864

Les poissons examinés mensuellement au cours de ce travail proviennent de la pêche commerciale durant la période allant de juillet 2004 à juin 2005. Les engins de pêche utilisés par les pêcheurs sont de trois types: les filets maillants, les éperviers et les nasses.

3.1. LA DESCRIPTION DES ENGINS DE PÊCHE

3.1.1. Les filets maillants

Les pêches sont réalisées à l'aide de filets monofilaments de vide de mailles allant de 30 à 70 mm. Les filets ont généralement un coefficient de montage de 30 p.c. Ils sont montés avec des flotteurs sur la ralingue supérieure et des cailloux au niveau de la ralingue inférieure.

3.1.2. Les éperviers

Les pêches sont réalisées à l'aide de filets éperviers de vide de mailles compris entre 20 et 45 mm. Les filets ont généralement une hauteur de chute qui varie entre 3 et 4 m et une envergure de 6 à 7 m de diamètre.

3.1.3. Les nasses

Les nasses utilisées sont de forme conique et de différentes tailles. Elles ont une hauteur comprise entre 40 et 50 cm et un diamètre de 40 à 100 cm. Chaque nasse est constituée d'une partie cylindrique et d'une partie conique. L'armature est faite en liane et recouverte d'un filet multifilament de vide de maille de 10 mm ou de filet monofilament de vide de maille compris entre 20 et 45 mm. L'ouverture se trouve au niveau de la partie conique. Elle est en forme d'entonnoir dont l'extrémité évasée, est orientée vers l'extérieur.

3.2. LA MÉTHODE D'ÉCHANTILLONNAGE

Les filets maillants ont été posés à partir de 17h et visité avant 6 h. En ce qui concerne la pêche à l'épervier, elle est pratiquée dans les zones profondes. Elle consiste à déployer l'envergure de l'épervier puis le laisser chuter. La pêche à l'épervier est effectuée de 3h à 7h et de 19h à 21h.

Les nasses sont immergées dans les rivages bordés d'herbiers et dans les zones rocheuses. Elles sont immobilisées avec des blocs de roches placés dans la base. Une corde est attachée à l'extrémité supérieure de l'armature et reliée à un flotteur pour repérer les nasses. Elles sont appâtées avec du gâteau au son de maïs puis posées à 6h et relevées le lendemain à la même heure (Fig. 10).

3.3. L'IDENTIFICATION, LA MENSURATION ET LA PESÉE DES POISSONS

L'identification de l'espèce est basée sur la clé dichotomique établie par Gosse *et al.* (2003).

La longueur standard du poisson est mesurée au mm près à l'aide d'un ichtyomètre millimétré. Cette longueur correspond à l'axe longitudinal horizontal qui part de l'extrémité antérieure du museau à la base de la nageoire caudale. Les spécimens sont pesés avec une précision de 50 grammes près avec une balance mécanique de marque CAMRY.

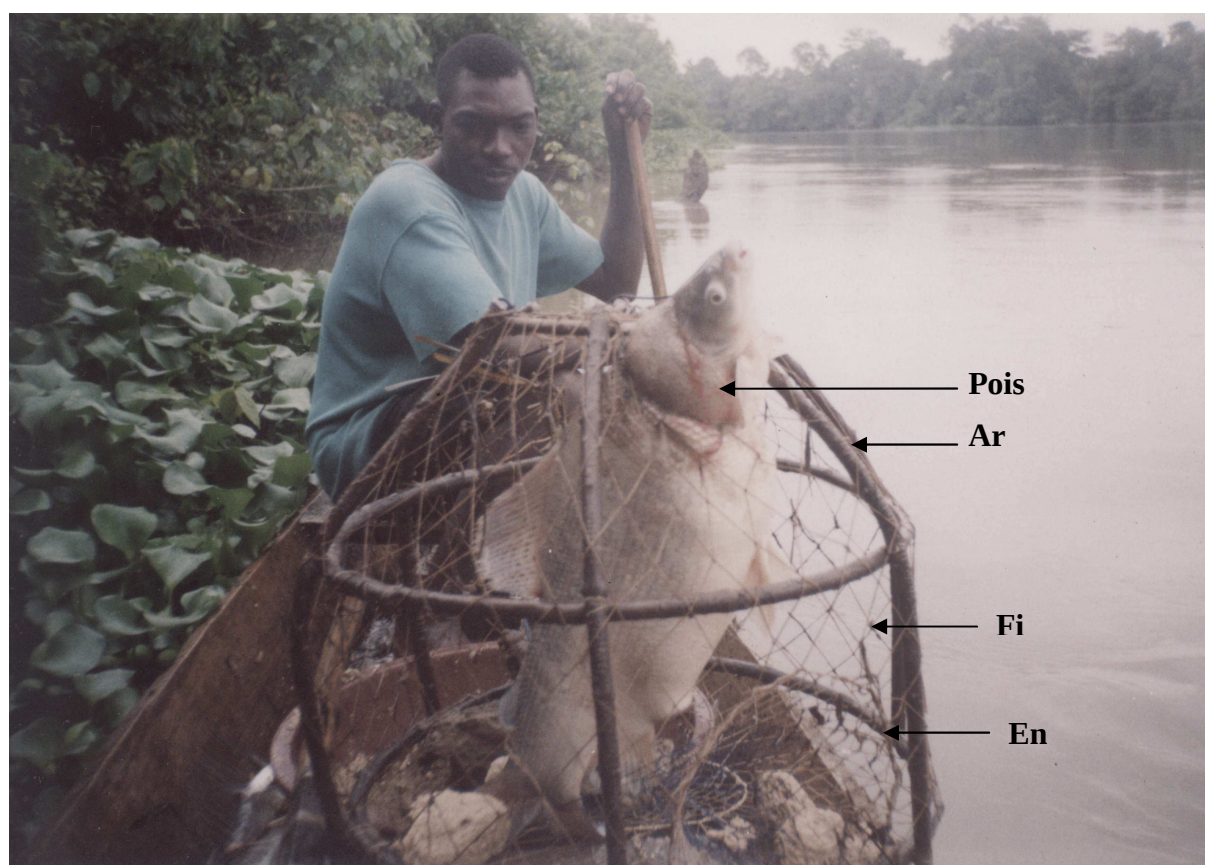


Figure 10: Prise à la nasse; Ar : armature, En : entrée, Fi : filet monofilament, Pois : poisson.

4. L'ÉTUDE DU RÉGIME ALIMENTAIRE

4.1. LA DISSECTION ET L'ANALYSE DES CONTENUS STOMACaux

Chaque spécimen est disséqué du côté ventral (Fig. 11). Le tube digestif est ensuite déroulé et la longueur de l'intestin (Li) est mesurée de la valvule pylorique à l'anus.

La description du tube digestif présentée ici ne porte que sur des individus de taille comprise entre 110 et 230 mm.

Chaque estomac prélevé est pesé au 10^{ème} du gramme et conservé dans du formaldéhyde à 5 p.c. Les piluliers contenant les estomacs sont référencés à l'aide de papier adhésif portant les inscriptions suivantes : le numéro d'ordre du spécimen et le mois d'échantillonnage.

Des spécimens sont emportés au laboratoire, disséqués en prenant soin de bien mettre en évidence le tube digestif afin de le dessiner.

Chaque estomac prélevé est essoré sur du papier buvard et pesé au 1000^{ème} de gramme près avec une balance électronique SARTORIUS BP 310S au laboratoire. L'estomac est ensuite ouvert et vidé. Le contenu de l'estomac est délayé dans de l'eau contenu une boîte de Pétri. L'enveloppe stomacale est également pesée. Le contenu stomacal est filtré à travers une série de tamis de 1000, 500 et 100 μ m de diamètre. Les fractions retenues sur les tamis et le filtrat sont examinées respectivement à la loupe binoculaire et au microscope. Les catégories de proies ont été triées, comptées et pesées au 1000^{ème} du gramme. L'identification des proies a été faite à partir des clés de Lévêque (1980), Rey & Saint Jean (1980), Kiss (1980), LDB (1981a et b) et Déjoux *et al.* (1981) Moisan (2006) pour les animaux; Ouattara *et al.* (2000) pour les phytoplanctons, Hutchinson & Dalziel (1954 et 1968) pour les macrophytes.

4.2. LES COUPES HISTOLOGIQUES DE L'ESTOMAC

Une étude histologique a porté sur les branches cardiaque et pylorique de l'estomac de *D. rostratus*.

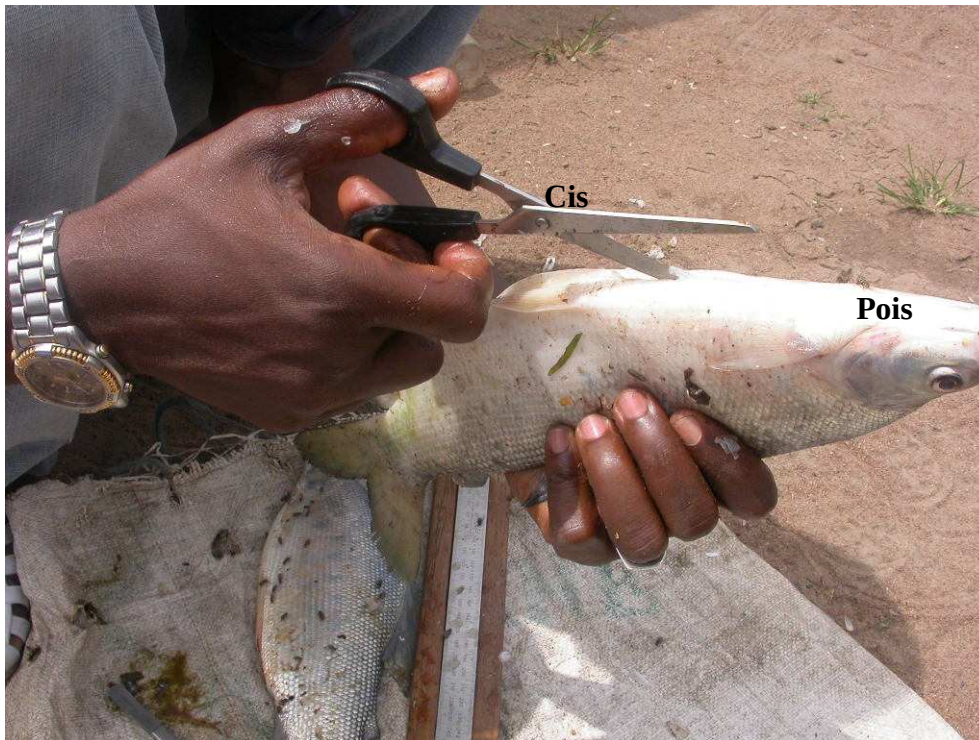


Figure 11: Dissection d'un spécimen de *Distichodus rostratus*; Le poisson (Pois) est tenu du côté dorsal, la tête à l'opposé de l'opérateur. La pointe d'un ciseau (Cis) est introduite au niveau de l'orifice anal et l'ouverture se fait suivant axe médiane de la queue à la tête.

Sur chaque branche, deux portions sont prélevées puis placées dans des cassettes en plastiques référencées. Un histokinette de marque SAKURA modèle RH-12 EP série 94010726 comportant 12 pots est utilisé pour la déshydratation, la pré-imprégnation et l'imprégnation (Fig. 12). La paraffine de marque PARAPLAST sous forme de pastille est utilisée pour l'imprégnation; sa température de fusion est 56°C. Les échantillons séjournent pendant 1h dans chacun des 12 bains, soit 12h pour cette manipulation. La déshydratation est faite par une série de 7 bains d'éthanol de degré croissant allant de 70° à 100° : 2 bains de 70°, 2 bains de 80°, 2 bains de 95° et 1 bain de 100°. Ensuite, lors de la pré-imprégnation, les échantillons baignent dans 3 pots de toluène pour débarrasser les fragments de l'alcool précédemment utilisé. Les pièces passent enfin dans 2 pots de paraffine liquide maintenue à une température comprise entre 58 et 60°C pour l'imprégnation.

Les échantillons sont inclus dans la paraffine dans une moule en métal. Après l'inclusion, les moules sont placés dans un congélateur afin de faciliter le démoulage. Les blocs histologiques (Fig. 13) obtenus sont débités en coupe de 5 µm d'épaisseur à l'aide d'un microtome mécanique de marque MICRON HM 310 (Fig. 14). Les coupes sont mises dans un bain marie de marque J.P. Selecta S.A. maintenue à 50°C pour en sélectionner les meilleures. Ensuite, les différentes coupes sont étalées sur des lames porte objet et placées dans une étuve à 100°C pour le déparaffinage des coupes. Les coupes sont colorées à l'Hémalum-éosine.

Les observations sont faites à l'aide d'un photomicroscope de marque OLYMPUS modèle CX 31RBSF. L'appareil photo numérique est de marque OLYMPUS CAMERA modèle C-5050 200M de zoom x3.

4.3. LE CALCUL DU COEFFICIENT INTESTINAL MOYEN

- (1) Le coefficient intestinal (CI) est défini comme étant le rapport de la longueur de l'intestin (Li) sur la longueur standard (Ls) (Paugy, 1994):

$$CI = \frac{Li}{Ls}$$

Avec: Ls = longueur standard en millimètre,

Li = longueur de l'intestin en millimètre.



Figure 12: Histokinette SAKURA modèle RH-12 EP série 94010726; Ca : capot, Pot : pot, cd : cadran.

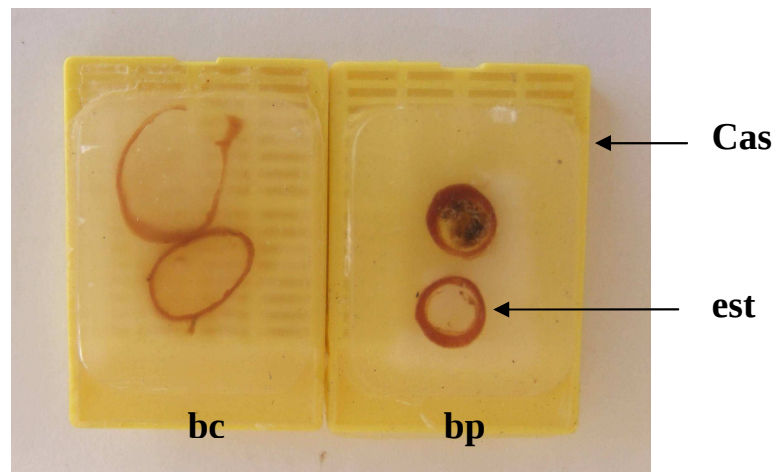


Figure 13: Blocs histologiques des différentes branches stomacales incluses dans la paraffine ; bc : branche cardiaque, bp : branche pylorique, Cas : cassette, est : estomac.

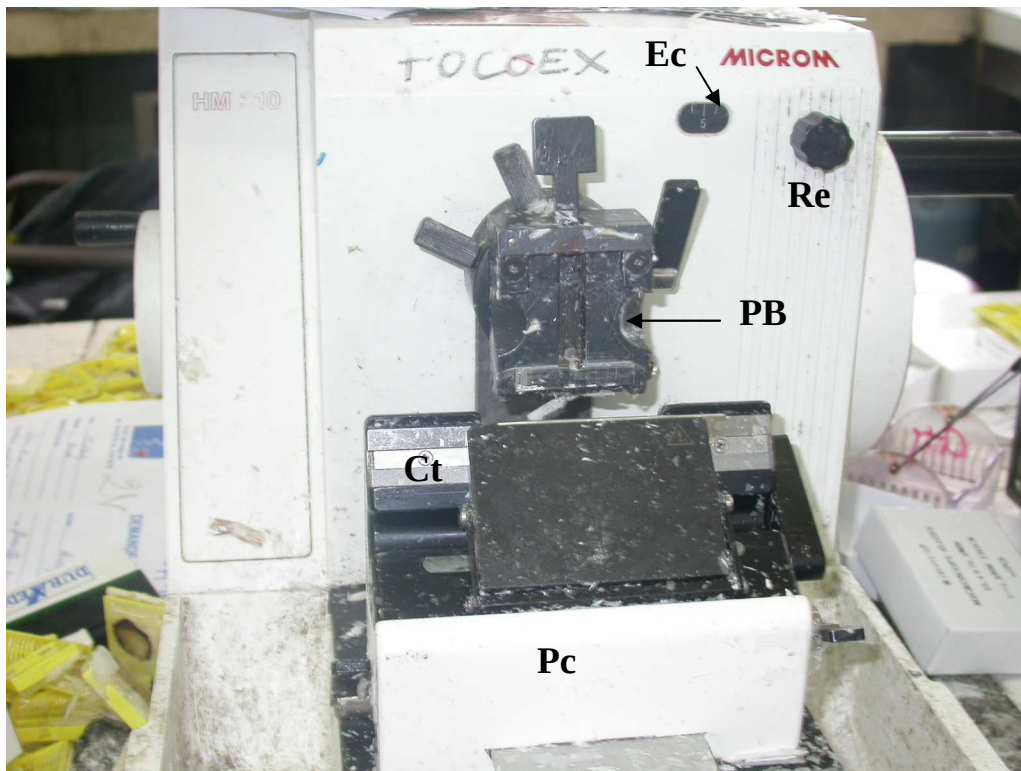


Figure 14: Microtome mécanique MICRON HM 310; Ct : couteau en acier, Ec : écran d’affichage d’épaisseur des coupes, PB : porte bloc, Re : réglage d’épaisseur des coupes.

(2) Le coefficient intestinal moyen (CIM) est:

$$\text{CIM} = \frac{\sum (\text{CI})}{n}$$

Avec: n = nombre de spécimens de poissons.

4.4. L'EXPRESSION QUANTITATIVE DU RÉGIME ALIMENTAIRE

Les indices alimentaires suivants ont été utilisés pour quantifier les proies inventoriées dans les contenus stomacaux des spécimens de *D. rostratus*.

(1) Le pourcentage de vacuité (V) (Rosecchi, 1983):

$$V = \frac{n_v}{N_{te}} \times 100$$

Avec: n_v = nombre d'estomacs vides,

N_{te} = nombre total d'estomacs examinés.

(2) Le pourcentage d'occurrence corrigé (F_c) selon Rosecchi & Nouaze (1987), Gray *et al.* (1997) et Young *et al.* (1997):

$$F_c = \frac{F_i}{\sum F_i} \times 100 \quad \text{avec} \quad F_i = \frac{n_i}{n_T}$$

Avec: F_i = fréquence d'une proie i ,

n_i = nombre d'estomacs contenant une proie i ,

n_T = nombre total d'estomacs pleins examinés.

Ce pourcentage précise les préférences alimentaires de l'espèce sur un ensemble d'échantillons. Cependant, il n'apporte aucune information relative à l'importance quantitative des proies ingérées (Hynes, 1950 ; Hyslop, 1980).

(3) Le pourcentage pondéral (P) (Hyslop, 1980):

$$P = \frac{P_i}{P_T} \times 100$$

Avec: P_i = poids total des individus d'une même catégorie de proies i ,

P_T = poids total des proies inventoriées.

Cette méthode donne l'importance relative de chaque catégorie de proie. Par contre, elle ne précise pas la fréquence des proies ingérées (Lauzanne, 1976 ; Hyslop, 1980).

(4) L'indice de prépondérance (I_p) de Natarajan & Jhingran (1961), modifié par Amundsen *et al.* (1996) et combinant les pourcentages d'occurrence (F_c) et pondéral (P):

$$I_p = \frac{F_c \times P}{\sum (F_c \times P)} \times 100$$

L'indice de prépondérance (I_p) varie entre 0 et 100. Les différentes catégories de proies ont été classées selon Amundsen *et al.* (1996) suivant l'échelle ci-dessous:

- $I_p > 50$ p.c.: Proies principales,
- $26 \text{ p.c.} \leq I_p \leq 50 \text{ p.c.}$: Proies importantes,
- $10 \text{ p.c.} \leq I_p \leq 25 \text{ p.c.}$: Proies secondaires,
- $I_p < 10 \text{ p.c.}$: Proies accessoires.

Cet indice, intégrant le pourcentage d'occurrence et pondéral, permet de minimiser les biais occasionnés par chacun de ces pourcentages (Windell, 1971).

(5) L'indice de similarité de Schoener (1970)

Le calcul d'un coefficient de similitude permet de quantifier le niveau de similitude en tenant compte du régime alimentaire. Dans le présent travail, l'indice de Schoener est utilisé pour comparer des individus capturés aux différentes saisons et des individus de maturité différente. Il est calculé de la manière suivante:

$$\alpha = 1 - 0,5 \left(\sum_{i=1}^n |p_{xi} - p_{yi}| \right)$$

Avec: p_{xi} = proportion d'une proie i consommée par un stade de maturité (les individus d'une saison) x ;

p_{yi} = proportion d'une proie i consommée par un stade de maturité (les individus d'une saison) y .

C'est la valeur de l'indice qui est effectivement recherchée. Elle varie entre 0 (aucun item en commun) et 1 (item identique). Si à l'issue du calcul α est inférieur à 0,6, on conclut que l'indice n'est pas biologiquement significatif et on déduit qu'il n'y a pas de similarité entre les deux séries de mesures. Si " α " est supérieur ou égal à 0,6, l'indice est significatif et on conclut que les deux variables présentent des distributions similaires (Werner & Hall, 1977; Wallace, 1981).

Par ailleurs, la détermination de la maturité en vue de l'étude de la variation intraspécifique du régime alimentaire s'est faite sur la base de l'observation des gonades sur le terrain. Ainsi, les poissons ont été classés en deux groupes: (1) les individus matures dont la taille est supérieure ou égale à celle du plus petit individu mature (325 mn Ls) capturé durant toute l'étude et (2) les individus immatures dont la taille est inférieure à 325 mn (Ls).

5. L'ÉTUDE DE LA REPRODUCTION

Pour la détermination de la reproduction d'une espèce aquacole plusieurs critères sont retenus. Selon les travaux de Layachi *et al.* (2007), la spermatogenèse n'est pas un facteur limitant pour la reproduction des espèces. C'est pour cette raison que dans les présents travaux, il n'a été question que de l'étude microscopique des gonades femelles.

5.1. LA DISSECTION ET LE PRÉLÈVEMENT DES GONADES ET DU FOIE

Les gonades et le foie de tous les spécimens disséqués sont prélevés avec soin sur le terrain (Fig. 15). Chaque organe est individuellement pesé au 10^{ème} de gramme près à l'aide de la balance électronique OHAUS type Scout. Les gonades sont conservées dans du bouin. Les piluliers contenant les gonades sont référencés à l'aide du numéro d'ordre du spécimen et le mois d'échantillonnage.

5.2. LA DÉTERMINATION DES STADES DE MATURITE SEXUELLE

Pour la détermination des stades de maturation des poissons, la méthode d'observation indirecte a été adoptée. Ainsi, un certain nombre de critères qui diffèrent très



Figure 15: Prélèvement des gonades d'un spécimen ; Suite à la dissection du poisson (Pois), les deux parois (P1 et P2) sont écartées. Les gonades situées sous le tube digestif sont prélevées pour la pesée

peu entre mâles et femelles ont été utilisés. Ces critères sont les suivants : la forme, la taille et l'aspect des gonades. L'échelle utilisée pour les observations sur le terrain est celle proposée par Durand & Loubens (1970), Kouassi (1978) et Ouattara (2000b). L'échelle retenue comporte 5 stades pour la femelle (Tableau IV) et 4 stades pour le mâle (Tableau V).

5.3. LE COMPTAGE ET LA MESURE DU DIAMÈTRE DES OVOCYTES

Au laboratoire, les ovaires sont retirés des piluliers et déposés sur du papier buvard afin d'éliminer l'excès de bouin. Ils sont par la suite débarrassés de leur enveloppe ovarienne et les ovocytes ont été séparés délicatement les uns des autres à l'aide d'une pince.

On procède ensuite à la détermination de la fécondité estimée, en prélevant une fraction d'ovocytes. Cette fraction est pesée et comptée. Le nombre d'ovocyte de la fraction est rapporté au poids de la gonade par une règle de trois. La fécondité relative est obtenue en rapportant par kilogramme de poids corporel, le nombre total d'ovocytes pour un ovaire de poids donné.

La mensuration des diamètres ovocytaires a été effectuée sous une loupe binoculaire de modèle Wild HEERBRUGG M5-47505 muni d'un micromètre incorporé à l'oculaire droit. Ainsi, le diamètre des ovocytes a été mesuré à raison de trente ovocytes par gonades au stade sexuel 4. Une moyenne de ces valeurs a été calculée afin d'obtenir le diamètre moyen de l'ovocyte.

5.4. LES COUPES HISTOLOGIQUES DES OVAIRES

Après la détermination macroscopique des différents stades de maturité sur terrain, les gonades prélevées sont fixées par immersion dans du bouin aqueux pour une étude histologique. Cette étude a porté sur les gonades femelles de *Distichodus rostratus*.

Sur chaque ovaire, des portions sont prélevées dans les régions antérieure, médiane et postérieure puis placés dans des cassettes en plastiques référencées (Fig. 16). La déshydratation, la pré-imprégnation et l'imprégnation sont effectuées dans un histokinette de marque SAKURA modèle RH-12 EP série 94010726 (Cf. 4.2.).

Tableau IV. Aspect macroscopique d'identification des différents stades de maturation des ovaires chez la femelle de *Distichodus rostratus*.

Stades	Caractéristiques externes
1 (Immature)	Gonade de petite taille, consistance ferme, couleur blanchâtre et sans vascularisation apparente.
2 (Immature en développement ; adultes en repos)	Gonade un peu plus développée, toujours blanchâtre mais pas d'ovules perceptibles et sans vascularisation.
3 (Vitellogenèse)	Gonade de grande taille et opaque. La vascularisation est visible.
4 (Ponte)	Gonade de très grande taille et occupant toute la cavité abdominale ; recouverte d'une membrane fine; les ovocytes visibles à l'œil nu sont libres à l'intérieur de l'ovaire.
5 (Atrésie avancée)	Gonade flasque, rougeâtre, une taille réduite; présence de quelques ovocytes résiduels non pondus.

Tableau V. Aspect macroscopique d'identification des différents stades de maturation des testicules chez le mâle de *Distichodus rostratus*.

Stades	Caractéristiques externes
1 (Immature)	Gonade blanche, filiforme et en lame de couteau.
2 (Début de développement)	Gonade un peu plus développée, toujours blanchâtre, ferme et sans vascularisation.
3 (Début spermiation)	Gonade molle et blanche; de forme arrondie en coupe transversale.
4 (Pleine spermiation)	Gonade suffisamment grande, blanchâtre, turgescence. Expulsion du sperme à la moindre pression abdominale.

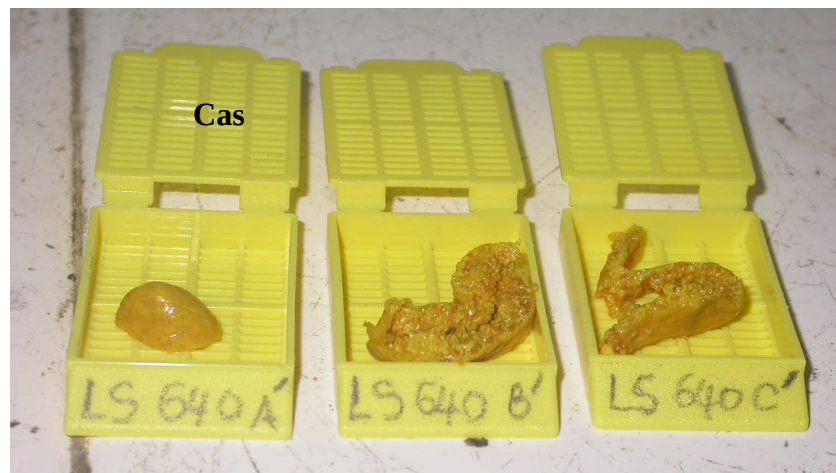


Figure 16: Dispositif ayant servi au rangement des différents fragments d'ovaire ; Ls 640 A': portion antérieure, Ls 640 B': portion médiane, Ls 640 C': portion postérieure, Cas : cassette.

Les coupes sont mises dans un bain marie de marque J.P. Selecta S.A. maintenue à 50°C pour en sélectionner les meilleures (Fig. 17). Ensuite, les lames porte objet portant les différentes coupes sont placées dans une étuve à 100°C pour le déparaffinage.

La coloration est faite à l'Hémalum-éosine. Cette coloration, uniquement topographique, permet de mettre en évidence l'ensemble des structures cellulaires et l'organisation de la gonade. Un photomicroscope de marque OLYMPUS modèle CX 31RBSF est utilisé pour l'observation. L'appareil photo numérique est de marque OLYMPUS CAMERA modèle C-5050 200M de zoom x3. L'échelle microscopique de maturation sexuelle adoptée est celle proposée par N'Goran (1995) et Ouattara (2000b) (voir Tableau VI).

5.5. L'EXPRESSION DES RÉSULTATS

5.5.1. Le sex-ratio

Il traduit le taux des individus mâles ou des femelles dans une population d'une espèce considérée (Layachi *et al.*, 2007):

$$SR = \frac{F}{M + F} \times 100 \quad \text{et} \quad SR = \frac{M}{M + F} \times 100$$

Avec: S.R. = sex-ratio,

M = nombre de mâles,

F = nombre de femelles.

Pour le calcul du sex-ratio, les spécimens qui ont fait l'objet de pesées et de mensurations uniquement ont été additionnés à ceux qui ont été disséqués.

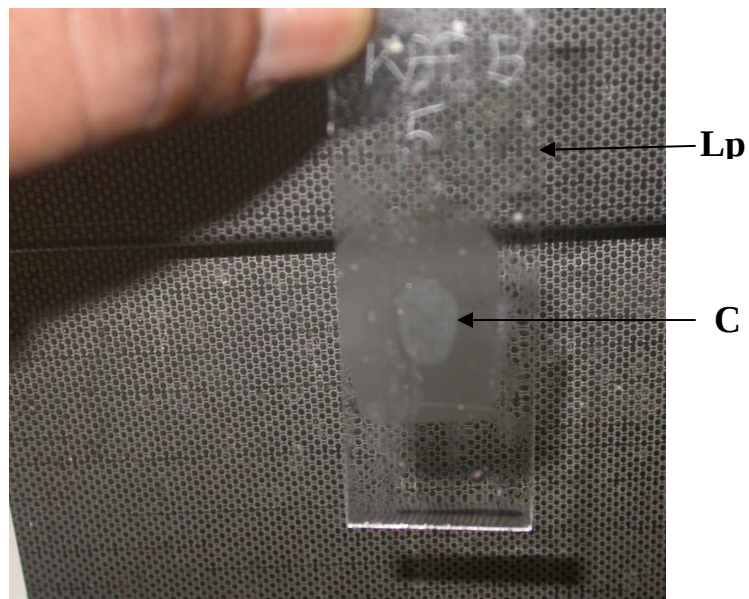


Figure 17: Prélèvement d'une coupe sur une lame porte objet dans un bain marie; Lp : lame porte objet, C : coupe

Tableau VI. Aspect microscopique d'identification des différents stades de maturité sexuelle des ovocytes chez la femelle de *Distichodus rostratus*

Stades	Caractéristiques
1 (Ovocyte primaire)	Ovocyte de petite taille à gros noyau, entouré d'un cytoplasme homogène et entouré par la membrane ovocytaire. Nombreux nucléoles, disséminés sans ordre apparent dans le noyau.
2 (Ovocyte pré-vitellogenèse)	Ovocyte de petite taille à gros noyau, entouré d'un cytoplasme homogène et enveloppé par la membrane ovocytaire. Nombreux nucléoles disposés régulièrement à la périphérie du noyau.
3 (Vitellogenèse)	Ovocyte de taille moyenne, présence d'une membrane ovocytaire. Cytoplasme non homogène avec apparition de vésicules vitellines. Formation de la zone pellucide, le noyau volumineux ayant la même structure.
4 (Maturation)	Ovocyte de grande taille devenu follicule par la présence de grains de vitellus dans le cytoplasme, présence d'une membrane ovocytaire. Présence de vacuole vitelline coalescente. Le noyau apparaît petit par l'accroissement en taille du follicule.
5 (Ovocyte hyalin)	Présence de follicules résiduels post ovulation et d'ovocytes de stade 1 et 2. Les follicules de grande taille contiennent du vitellus hydraté.

5.5.2. Le rapport gonado-somatique

Il traduit l'accroissement des gonades durant le cycle sexuel. Au cours de cette étude, les variations pondérales des gonades ont été observées par le biais du rapport gonado-somatique. Il est défini comme suit :

$$RGS = \frac{Pg}{P_{\text{év}}} \times 100$$

Avec: Pg = poids de la gonade,

Pév = poids du poisson éviscéré.

Ce rapport présente l'avantage d'utiliser le poids du poisson éviscéré; ce qui élimine le poids des gonades, du tube digestif et son contenu.

5.5.3. Le rapport hépato-somatique

Dans cet travail, le poids du poisson éviscéré a été considéré afin de ne tenir compte que du poids somatique. Le RHS est calculé en utilisant la formule suivante :

$$RHS = \frac{Pf}{P_{\text{év}}} \times 100$$

Avec: Pf = poids du foie,

Pév = poids du poisson éviscéré.

Ce rapport permet de classer le poisson selon le type maigre lorsque le maximum de RGS n'est pas atteint au même moment que celui du RHS et le type gras quand le maximum de RGS et celui de RHS coïncident.

5.5.4. Le rapport nucléo-plasmique

Le rapport entre le diamètre du noyau et celui de l'ovocyte varie pendant l'ovogenèse (Kouassi, 1982; Barnabé, 1991). La formulation mathématique de ce rapport est la suivante:

$$RNP = \frac{D.N}{D.O} \times 100$$

Avec: D.N = Diamètre moyen nucléaire,

D.O = Diamètre moyen ovocytaire.

5.5.5. Le facteur de condition

Dans la présente étude, le coefficient de condition composite de Postel (1973a) a été utilisé :

$$K_c = \frac{P}{Ls^3} \times 10^5$$

Avec: P = poids du poisson en gramme,

Ls = Longueur standard en millimètre.

Le choix d'une puissance cubique constante a l'avantage d'être indépendant de l'échantillonnage.

5.5.6. Le diamètre ovocytaire

Le diamètre moyen des ovocytes i à partir d'un échantillon de n œufs est déterminé comme suit:

$$D.O = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n}$$

Avec: D_i = Diamètre de l'ovocyte i ,

n = nombre d'ovocytes considéré.

5.5.7. La taille de première maturité sexuelle

La taille de première maturité sexuelle est la longueur standard à laquelle 50 pc des individus sont aptes à se reproduire avec comme critère les individus matures de stade 3, 4 et 5. Cette valeur a été établie à partir d'une fonction logistique d'une régression non linéaire (Koné, 2000 ; Wague & M'Bodj, 2002).

Le pourcentage cumulé des individus matures est calculé par rapport au nombre d'individu par classe de taille d'intervalle 1 cm. Le point d'abscisse, correspondant à la projection de 50 p.c. sur la courbe, donne la taille de première maturité sexuelle.

La forme sigmoïdale de la représentation graphique a été ajustée au moyen de la fonction logistique. Cette fonction utilisée représente la proportion d'individus matures par rapport à une longueur standard de référence. L'équation est sous la forme (Echeverria, 1987):

$$P = \frac{e^{(\alpha + \beta L_s)}}{1 + e^{(\alpha + \beta L_s)}} \quad (1)$$

Avec : P = proportion des individus matures

Ls = longueur standard

De la transformation logarithmique de l'expression (1) découle ainsi l'équation de droite ayant la forme suivante :

$$\ln \frac{P}{(1-P)} = \alpha + \beta L_s \quad (2)$$

Les paramètres α et β ont été obtenus de la formule (2). La taille moyenne à laquelle au moins 50 p.c. des individus considérés sont matures ou la taille de L_{s50} est estimée en calculant le rapport suivant :

$$L_{s50} = \frac{-\alpha}{\beta}$$

Cette méthode est prise en compte pour l'évaluation du potentiel aquacole et sert d'élément de comparaison des stratégies développées par une espèce dans des milieux différents.

5.5.8. La période de reproduction

L'évolution saisonnière du RGS, inspirée de la méthode appliquée par Kouassi (1978) a été suivie mensuellement. Elle tient compte du RGS maximum c'est-à-dire de la plus grande valeur de ce paramètre obtenu sur un lot d'échantillons mensuels et du RGS minimum mais également du RGS moyen calculé sur l'ensemble des individus capturés au cours du même mois.

La détermination de la période de reproduction et de ponte a été faite selon la méthode de Postel (1973b) appliquée par plusieurs autres auteurs (Kouassi, 1978; Gooré Bi, 1998; Ouattara, 2000b). En effet, selon Postel (1973b), l'intersection entre la projection parallèle à l'axe des abscisses de la valeur du RGS de l'individu le plus petit de stade de maturité 3 et le RGS maximum, indique la période de reproduction. La même intersection avec le RGS moyen donne la période de ponte.

5.5.9. La fécondité

La fécondité désigne ici le nombre d'ovocytes destinés à être émis à la ponte suivante. Dans cette section, la fécondité estimée et la fécondité relative ont été utilisées.

(1) La fécondité estimée (Fes)

La fécondité estimée est le nombre d'ovocytes dans un ovaire calculé à partir de ceux présents dans une fraction d'ovaire et rapporté au poids total de l'ovaire. Elle est calculée à partir de la formule suivante:

$$Fes = \frac{Pg \times Ni}{Pov}$$

Avec: Pg = poids de la gonade,

Ni = nombre d'ovocytes dans la fraction prélevée,

Pov = poids des ovocytes prélevés.

(2) La fécondité relative (Fr)

La fécondité relative (Fr) est le nombre d'ovocytes par unité de poids corporel ou le nombre d'ovocytes par gramme de gonade. Lors de cette étude, la formule de Wootton (1979) ci-dessous a été utilisée:

$$Fr = \frac{Nt}{Pév}$$

Avec: Nt = nombre total d'ovocytes dans la gonade,

Pév = poids du poisson éviscéré.

6. LES TRAITEMENTS STATISTIQUES

Pour tester le degré de signification des divergences ou ressemblances entre les lots traités dans ce travail, plusieurs types d'analyses statistiques ont été utilisés. Ce sont le coefficient de variation, la corrélation et régression linéaires et l'analyse de variance.

6.1. LE COEFFICIENT DE VARIATION

Le coefficient de variation est une mesure de dispersion des observations d'une variable quantitative d'intervalle. Ce paramètre permet de caractériser l'homogénéité du diamètre ovocytaire de l'échantillon (Ouattara 2000b). Il est calculé en divisant l'écart-type par la moyenne. On exprime souvent le coefficient de variation en pourcentage.

$$C_v = \frac{s}{x} \times 100$$

Avec: s = écart type du diamètre ovocytaire moyen,

x = moyenne du diamètre ovocytaire.

La classification selon Ouattara (2000b) s'établit comme suit:

- $C_v \geq 30$ p.c.: Structure hétérogène,
- $2 \text{ p.c.} \leq C_v < 30 \text{ p.c.}$: Structure homogène,
- $C_v < 2 \text{ p.c.}$: Structure très homogène.

6.2. LA CORRÉLATION ET LA RÉGRESSION

Le coefficient de corrélation (r) est la valeur du lien qui unit deux variables X et Y . Lorsque la valeur de r n'est pas significativement différente de 0, les variables sont indépendantes et plus ce coefficient se rapproche de l'unité en valeur absolue, plus l'intensité de la relation entre les deux variables est grande (Schwartz & Lazar, 1964).

L'analyse de régression linéaire permet de produire un modèle de relation entre deux variables, d'estimer l'adéquation de ce modèle et de voir graphiquement la correspondance entre les données et le modèle. Elle permet de définir une équation qui lie les caractères étudiés. Cette droite appelée droite de régression est de type $Y = aX + b$.

6.3. L'ANALYSE DE VARIANCE

L'analyse de variance (Anova) est un test d'homogénéité. Elle consiste à faire une comparaison multiple de moyennes de plusieurs populations normale et de même variance à partir d'échantillons aléatoires et indépendants les uns des autres. Ainsi, elle correspond à une comparaison de deux variances et vérifiant si les variances s'écartent de manière significative de la valeur 0. Les hypothèses de l'analyse de variance vérifiées sont l'hypothèse nulle H_0 ($\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_n$) contre l'hypothèse alternative H_1 ($\exists \mu_1 \neq \mu_2$). L'interprétation de l'analyse est basée sur le test de Fisher (F test). Si $F_{\text{obs}} > F_{\text{seuil}}$, l'hypothèse H_0 est rejetée au risque d'erreur 0,05 soit $p < 0,05$ (seuil de signification), les différences observées sont statistiquement significatives. Tandis que si $F_{\text{obs}} \leq F_{\text{seuil}}$, l'hypothèse H_0 est acceptée soit $p > 0,05$, on conclut que ces différences ne sont pas significatives. Les analyses ont été effectuées avec le logiciel STATISTICA version 6.0.

CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS*

* Une partie des données de ce chapitre a fait l'objet des publications:

Siaka BERTÉ, Essetchi P. KOUAMÉLAN, Nahoua I. OUATTARA, Tidiani KONÉ, Valentin N'DOUBA & N'Guessan J. KOUASSI (2008). Régime alimentaire de *Distichodus rostratus* (Characiformes, Distichodontidae) dans un bassin Ouest africain (fleuve Bandama, Côte d'Ivoire). Sciences & Nature, Vol.5 N°2 : 167-176

S. BERTÉ, E.P. KOUAMÉLAN, N.I. OUATTARA, T. KONÉ, G. GOORÉ BI, V. N'DOUBA & N.J. KOUASSI (2008). Cycle de reproduction et fécondité de *Distichodus rostratus* (Characiformes, Distichodontidae) dans un bassin ouest africain (fleuve Bandama, Côte d'Ivoire). Tropicultura, Vol.26 N°2 : 104-107

1. LES CARACTÉRISTIQUES ABIOTIQUES ET BIOTIQUES DE LA ZONE D'ÉTUDE

1.1. LES RÉSULTATS

1.1.1. LES CARACTÉRISTIQUES ABIOTIQUES

1.1.1.1. Les variables physico-chimiques

1.1.1.1.1. La température

Au cours de cette étude, la variation de la température de l'eau a connu deux phases. La première phase s'étend de juillet à janvier et la seconde phase de janvier à juin. Les observations de la matinée et de la soirée suivent la même évolution pour ces deux périodes de mesure. Les valeurs maximales sont enregistrées en octobre et en avril durant la saison pluvieuse; les minima sont observés en juillet et en janvier pendant la saison sèche (Fig. 18a).

La température de l'eau du fleuve Bandama dans la zone d'étude est plus élevée l'après-midi. Il existe une différence significative ($p < 0,05$) entre d'une part les relevés du matin et du soir et d'autre part entre ceux de la saison pluvieuse et sèche (Annexe 1). En définitive, la température de l'eau est plus élevée ($p < 0,05$) en saison pluvieuse qu'en saison sèche (Tableau VII).

1.1.1.1.2. La côte

Les variations de la côte du fleuve Bandama dans la zone d'étude sont présentées par la figure 18b. Ces variations sont identiques pour les mesures du matin et du soir. Les relevés du matin chutent de juillet à août où ils amorcent une augmentation en dents de scie jusqu'en novembre. Pour la suite, on assiste à une chute irrégulièrement avant de se stabiliser en avril. Ils entament une nouvelle croissance relativement faible entre avril et juin. Les valeurs observées dans l'après-midi oscillent de la même manière que celles enregistrées le matin.

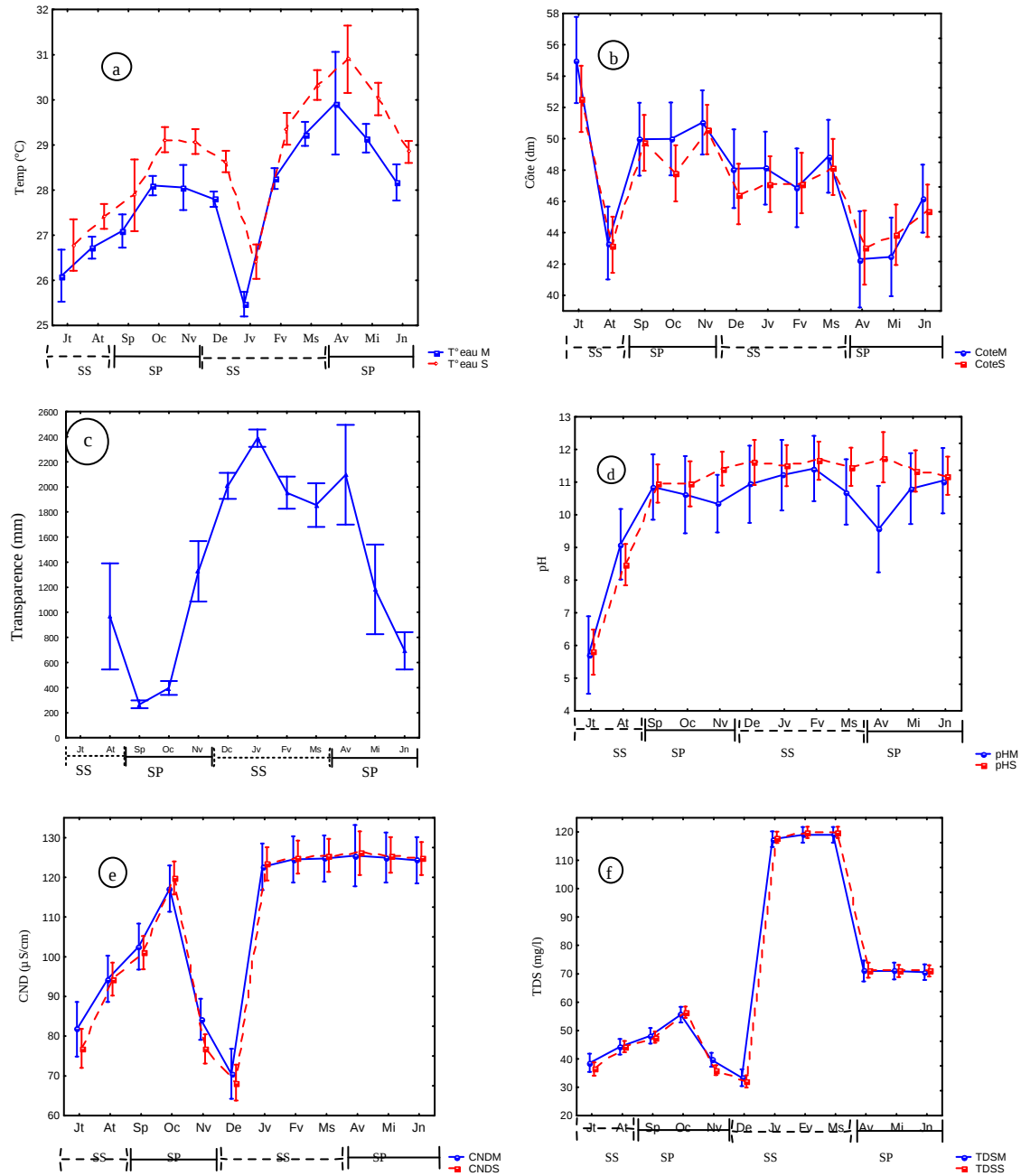


Figure 18: Variation moyenne mensuelle des caractéristiques physico-chimiques des eaux de la station d'étude du fleuve Bandama de juillet 2004 à juin 2005 ; barres d'erreur: écart type, SP: saison de pluie, SS: saison sèche, M: 6-7H, S: 17-18H, a: température, b: côte, c: transparence, d: pH, e: conductivité, f: taux de solides dissous.

Tableau VII. Valeurs moyennes des périodes et des saisons des caractéristiques physico-chimiques des eaux de la station d'étude du fleuve Bandama enregistrées entre juillet 2004 et juin 2005; SS: saison sèche, SP: saison pluvieuse. Pour les périodes et les saisons, les valeurs partageant au moins une lettre en commun sur chaque ligne, ne diffèrent pas au seuil 0,05 (Anova 2).

	Périodes		Saisons	
	6-7H	17-18H	SP	SS
Température (°C)	27,81a	28,70b	28,92a	27,59b
Côte (dm)	47,68a	47,17a	46,80a	48,06a
Transparence (mm)	1374,32		922,88a	1825,76b
potentiel d'Hydrogène	10,25a	10,79a	10,97a	10,06b
Conductivité (µS/cm)	107,84a	107,46a	119,73a	95,59b
Taux de solides dissous (mg/l)	68,82a	69,08a	65,07a	72,83a
Turbidité (NTU)	7,74		12,29a	2,29b
Dureté totale (mg/l)	46,56		44,71a	48,40a

La côte des eaux du fleuve Bandama est plus haute le soir que celle du matin (Tableau VII). Ce paramètre est également plus élevé en saison sèche qu'en saison pluvieuse. L'analyse de variance ne montre aucune différence significative ($p < 0,05$) entre les deux périodes de mesure et entre les deux saisons.

1.1.1.1.3. La transparence

Au cours de l'année, la transparence de l'eau du fleuve Bandama diminue d'août à septembre où elle atteint sa valeur la plus faible qui est de 266 mm pendant la petite saison pluvieuse. Elle augmente ensuite jusqu'en janvier durant la grande saison sèche. Puis, elle décroît jusqu'en mars et on observe une légère hausse de ce paramètre en avril. Pour finir, elle amorce une chute jusqu'en juin (Fig. 18c).

Les valeurs de la transparence observées au cours des saisons indiquent des valeurs élevées en saison sèche qu'en saison pluvieuse (Tableau VII). La différence entre les relevés de la saison sèche et ceux de la saison pluvieuse est significative ($p < 0,05$).

1.1.1.1.4. Le potentiel d'Hydrogène

Le potentiel d'Hydrogène (pH) de l'eau dans la zone d'étude, augmente de juillet jusqu'en septembre (Fig. 18d). Au cours de la période allant de septembre à novembre, les relevés du matin baissent. Ensuite, ils croissent faiblement entre novembre et février puis une autre chute intervient jusqu'en avril. Enfin, ils augmentent légèrement de mai à juin. Quant aux valeurs du soir, elles évoluent dans le même sens que celles du matin. Le milieu est plus basique l'après midi à partir de septembre jusqu'en mai.

Le pH de l'eau est légèrement basique quelle que soit la période et la saison (Tableau VII). Ce paramètre est également légèrement plus élevé en saison de pluies et est estimée à 10,97 qu'en saison sèche où elle est de 10,06. Les différences enregistrées ne sont pas significatives entre les observations périodiques ($p > 0,05$). Par contre, elles sont significatives entre la saison sèche et la saison pluvieuse ($p < 0,05$) (Voir annexe 1).

1.1.1.1.5. La conductivité

La conductivité (CND) de l'eau du fleuve Bandama augmente progressivement de juillet à octobre où elle atteint un pic en saison pluvieuse (Fig. 18e). A partir de ce pic, la conductivité chute ensuite jusqu'en décembre avec la plus faible valeur enregistrée. Ensuite, elle croît en janvier et se stabilise de février à juin. La conductivité varie dans le même sens lors des différentes observations du matin et du soir.

La conductivité dont la valeur moyenne est de 107,84 $\mu\text{S/cm}$ est légèrement plus élevée le matin pendant la période de monitoring (Tableau VII). Toutefois, il n'existe pas de différence statistiquement significative entre les périodes d'observations ($p > 0,05$). Cette caractéristique est plus faible en saison sèche qu'en saison de pluies. L'analyse statistique montre qu'il existe une différence significative entre ces deux saisons ($p < 0,05$).

1.1.1.1.6. Le taux de solides dissous

Le taux de solides dissous (TDS) observé augmente légèrement de juillet à octobre durant la saison pluvieuse puis baisse jusqu'en décembre. Il atteint la valeur minimale en saison sèche. Il augmente ensuite rapidement pour se stabiliser entre janvier et mars avant de chuter. Il reste une nouvelle fois stable entre avril et juin. Les valeurs enregistrées pendant les périodes du matin et du soir évoluent dans le même sens (Fig. 18f).

Le taux de solides dissous est faible le matin. Il est de 68,82 mg/l. Avec une valeur de 69,08 mg/l, il est élevé l'après-midi dans la zone d'étude. En saison pluvieuse, sa valeur est de 65,07 mg/l. Ce paramètre est plus faible qu'en saison sèche où il est estimé à 72,83 mg/l (Tableau VII). Ils ne sont pas statistiquement significatifs ($p > 0,05$) entre les périodes et entre les saisons ($p > 0,05$).

1.1.1.1.7. La turbidité

La turbidité enregistrée dans les eaux du fleuve Bandama atteint son pic en septembre puis ce paramètre baisse progressivement jusqu'en février. A partir du mois de décembre, sa valeur est inférieure à 5 NTU (Fig. 19).

La turbidité est beaucoup plus élevée en saison pluvieuse sa valeur étant 12,29 NTU qu'en saison sèche où elle est de 2,29 NTU. La différence entre les deux saisons est statistiquement significative ($p < 0,05$) (Tableau VII).

1.1.1.1.8. La dureté totale

Les variations obtenues indiquent que la dureté totale a deux pics : un en septembre et le second en décembre (Fig. 20). Elle baisse rapidement de décembre à avril pendant la saison sèche.

La dureté totale est plus faible en saison pluvieuse de 44,71 mg/l qu'en saison sèche où il est de 48,40 mg/l (Tableau VII). Cependant, l'analyse statistique ne montre pas de différence significative entre ces deux saisons ($p > 0,05$).

1.1.1.2. Les compositions ioniques

1.1.1.2.1. Les anions

La variation des anions dans la zone d'étude est présentée sur la figure 21. La concentration de l'ion chlorure (Cl^-) présente un plateau de novembre à décembre et deux pics au cours de l'année, l'un en mars et l'autre en mai durant la saison pluvieuse (Fig. 21a). Le premier a une plus grande amplitude.

Les ions sulfates (SO_4^{2-}) augmentent entre août-septembre et février-avril et diminuent entre septembre et décembre. La valeur maximale est enregistrée en septembre au début de la saison pluvieuse (Fig. 21b).

L'ion nitrate (NO_3^-) présente deux pics. L'un se situe en novembre et l'autre en mars (Fig. 21c).

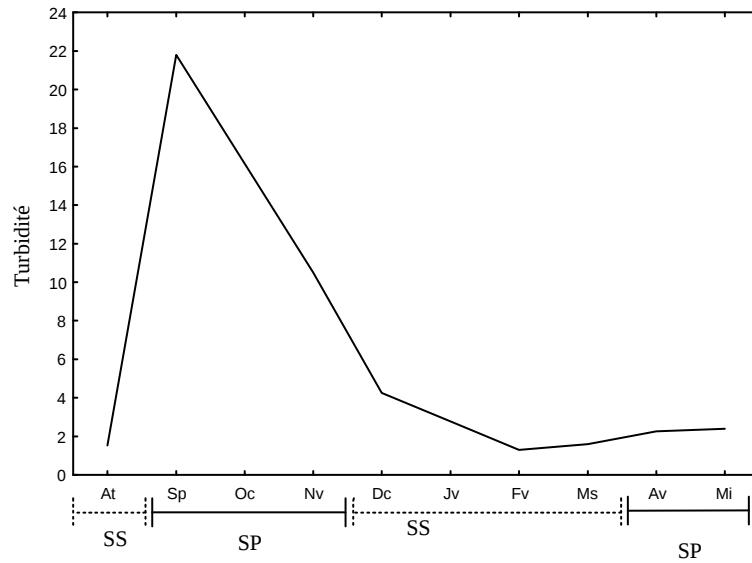


Figure 19: Variation moyenne mensuelle de la turbidité des eaux de la station d'étude du fleuve Bandama de août 2004 à mai 2005; ; SS: saison sèche, SP: saison des pluies.

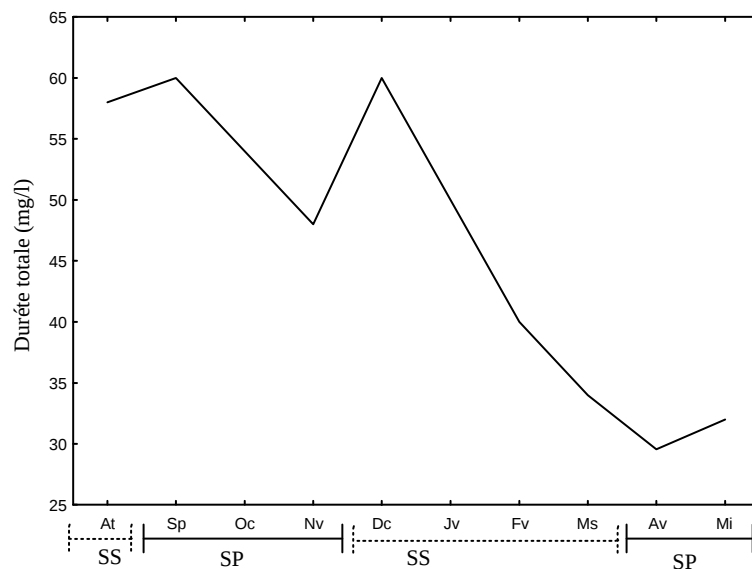


Figure 20: Variation moyenne mensuelle de la dureté totale des eaux de la station d'étude du fleuve Bandama de août 2004 à mai 2005; SS: saison sèche; SP: saison des pluies.

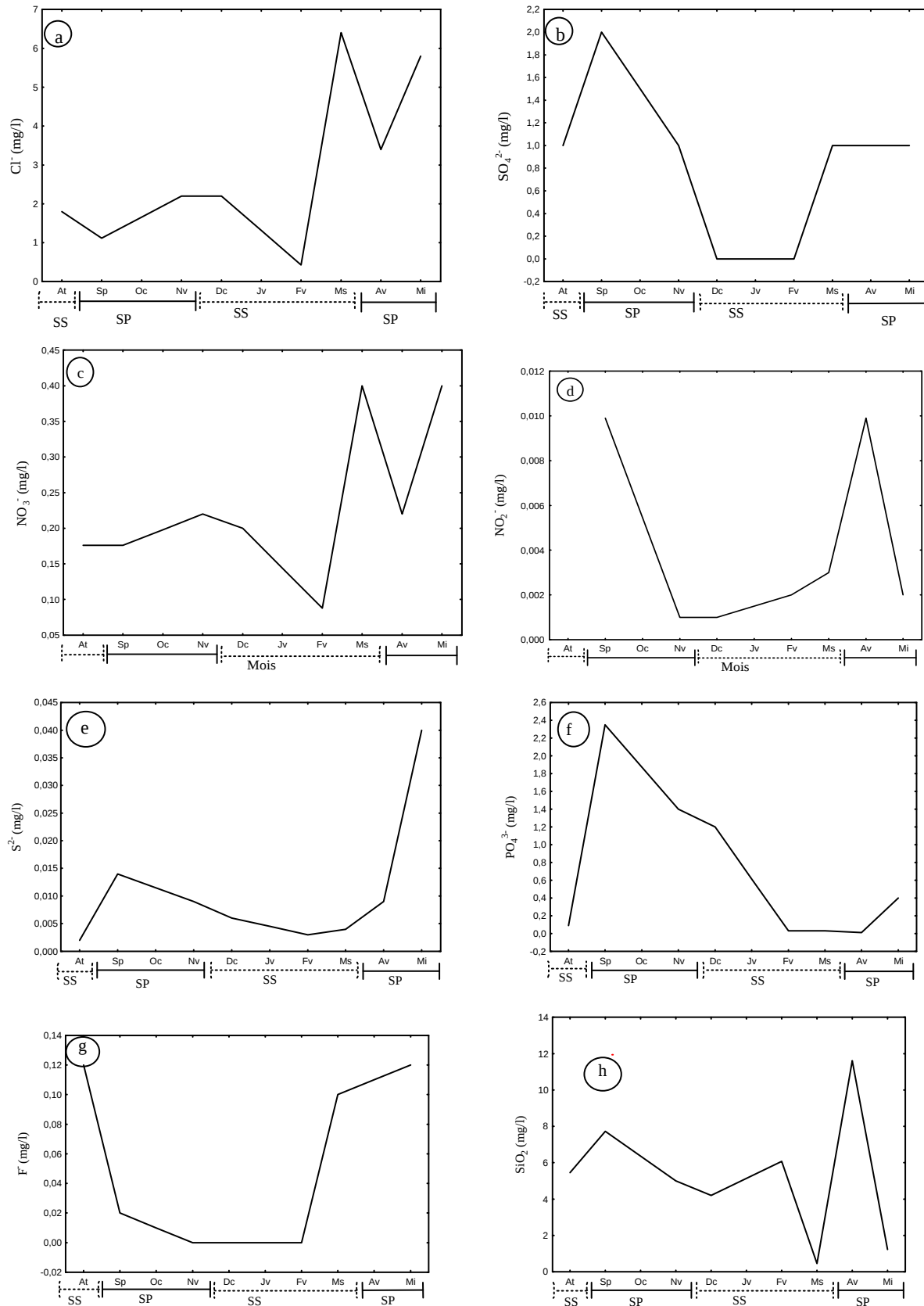


Figure 21: Variation moyenne mensuelle de la concentration des anions des eaux de la station d'étude du fleuve Bandama entre juillet 2004 et juin 2005; a : ion chlorure, b : ion sulfate, c : ion nitrate, d : ion nitrite, e : ion sulfure, f : ion phosphate, g : ion fluorure ; SS: saison sèche, SP: saison pluvieuse.

Les nitrites (NO_2^-) baissent entre septembre et novembre en saison pluvieuse et augmentent de décembre à avril en saison sèche puis amorce une seconde chute jusqu'en mai durant la saison pluvieuse (Fig. 21d). Les valeurs extrêmes sont enregistrées en septembre et avril avec un maxima durant cette période et un minima entre novembre et décembre.

La concentration des ions sulfures (S^{2-}) augmente d'août à septembre. Elle chute progressivement jusqu'en février puis amorce une phase de croissance jusqu'en mai (Fig. 21e).

La concentration de phosphate (PO_4^{3-}) présente un pic en septembre. Elle chute progressivement jusqu'en février. Elle se stabilise de février à avril autour de la valeur de 0,01 mg/l. La concentration augmente légèrement en mai (Fig. 21f).

Dans les eaux du Bandama, la variation de la concentration des ions fluorure (F^-) présente deux phases (Fig. 21g). Elle chute d'août à novembre et croit de février à mai. Entre ces deux périodes, la concentration de l'ion est nulle dans le milieu.

L'ion silice (Si^-) varie en dent de scie. Il présente trois pics respectivement en septembre, février et avril (Fig. 21h).

Les moyennes des anions enregistrées dans le fleuve Bandama sont consignées dans le tableau VIII. Les valeurs des concentrations ioniques sont plus élevées en saison pluvieuse. La différence de l'ion sulfate (SO_4^{2-}) est significative ($p < 0,05$) entre les relevés de la saison sèche et ceux de la saison pluvieuse.

1.1.1.2.2. Les cations

La variation des cations dans le fleuve Bandama est illustrée par la figure 22. Les ions ammonium (NH_4^+) sont stables d'août à février avec une valeur de 0,05 mg/l. Leurs concentrations atteignent un pic en mars avec la valeur de 0,15 mg/l et amorcent une chute jusqu'à 0,10 mg/l (Fig. 22a).

La concentration des ions fer (Fe^{2+}) est nulle d'août à janvier. Ces ions apparaissent de mars à mai (Fig. 22b).

Tableau VIII. Valeurs moyennes saisonnières des concentrations (mg/l) d'anions des eaux de la station d'étude du fleuve Bandama enregistrées entre juillet 2004 et juin 2005; SS: saison sèche, SP: saison pluvieuse. Sur la même ligne, les moyennes présentant la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil 0,05 (Anova).

	SS	SP	Moyenne
Ion chlorure (Cl ⁻)	1,349a	2,836a	2,093
Ion sulfate (SO ₄ ²⁻)	0,290a	1,300b	0,795
Ion nitrate (NO ₃ ⁻)	0,202a	0,243a	0,222
Ion nitrite (NO ₂ ⁻)	0,002a	0,006a	0,004
Ion phosphate (PO ₄ ³⁻)	0,393a	1,207a	0,800
Ion fluorure (F ⁻)	0,044a	0,052a	0,048
Ion silice (Si ⁻)	4,260a	6,380a	5,320

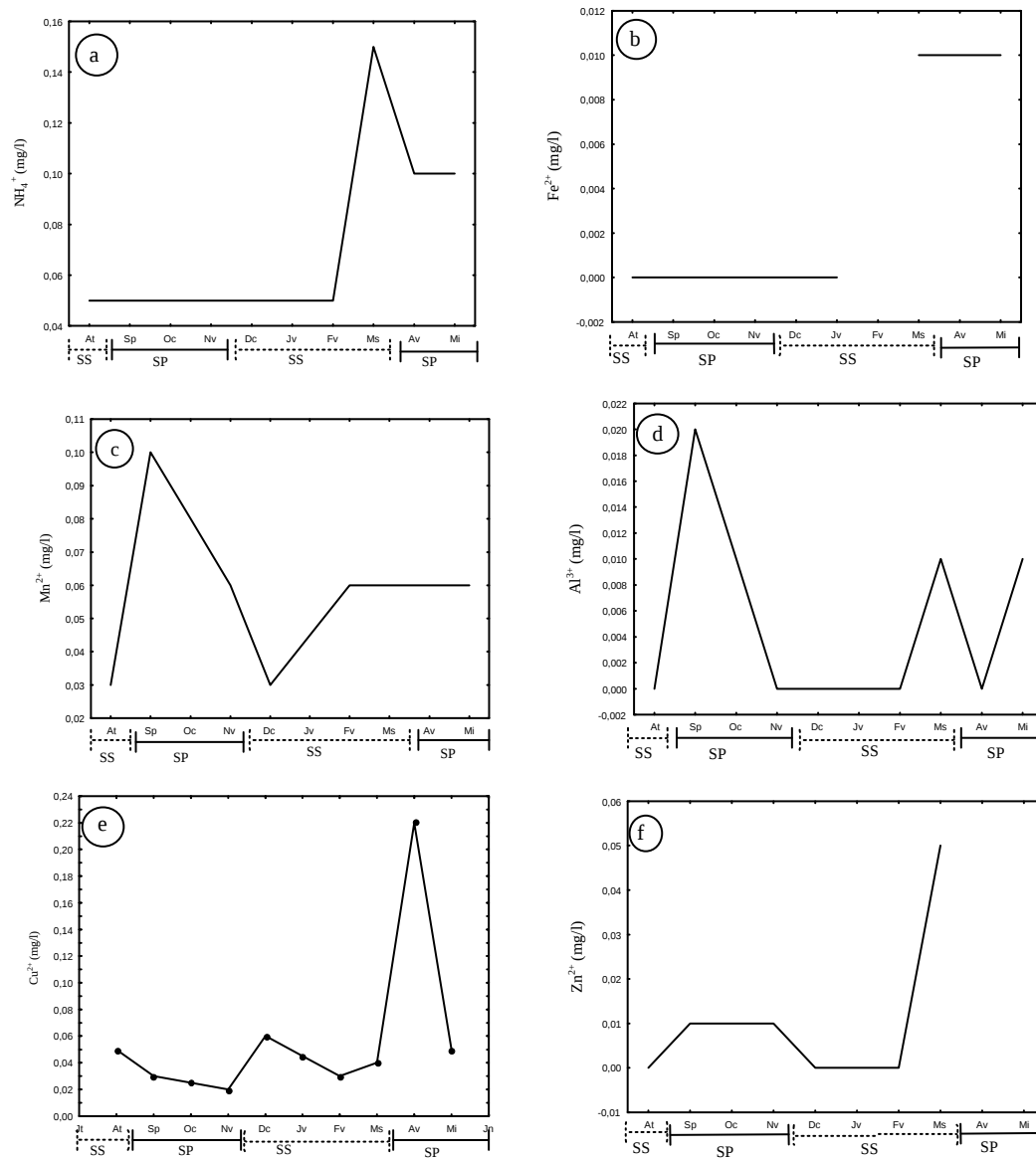


Figure 22: Variation moyenne mensuelle de la concentration des cations des eaux de la station d'étude du fleuve Bandama entre juillet 2004 et juin 2005; a : ion ammonium, b : ion fer, c : ion manganèse, d : ion aluminium, e : ion cuivreux, f : ion zinc ; SS: saison sèche, SP: saison pluvieuse.

Le manganèse (Mn^{2+}) atteint son premier pic en septembre puis il chute progressivement jusqu'en décembre. Ensuite, il croît pour se stabiliser entre février et mai (Fig. 22c). Les minima sont enregistrés respectivement en août et en décembre.

Les ions aluminium (Al^{3+}) sont enregistrés respectivement en septembre, octobre, mars et mai (Fig. 22d). La valeur de la concentration de cet ion est nulle en août, novembre, décembre, janvier, février et en avril.

La concentration de l'ion cuivreux (Cu^{2+}) diminue entre août et novembre et augmente en décembre. Ensuite, elle chute de décembre à février pour croître à partir de ce mois jusqu'en avril. Enfin, elle baisse rapidement en mai (Fig. 22e). Les valeurs maximales sont observées en août, en décembre et en avril. Le dernier pic observé en août est le plus important.

Le Zinc (Zn^{2+}) présente un plateau de 0,01 mg/l entre septembre et novembre. Le pic est observé en mars (Fig. 22f).

Les valeurs sont plus élevées en saison pluvieuse qu'en saison sèche, excepté l'ion zinc (Zn^{2+}) qui est légèrement plus élevé en saison sèche (Tableau IX). Seul le taux de manganèse (Mn^{2+}) présente une variation significative ($p < 0,05$) entre la saison sèche et la saison pluvieuse.

1.1.2. LES CARACTÉRISTIQUES BIOTIQUES

1.1.2.1. Le phytoplancton

1.1.2.1.1. L'analyse qualitative

Un total de 91 taxons de phytoplancton a été dénombré dans la zone d'étude (Tableau X). Ces taxons se répartissent entre 4 embranchements, 6 classes et 35 genres.

L'embranchement des Chlorophytes comprend 2 classes. La classe des Chlorophyceae composée de 9 genres et 22 taxons représente 24,18 p.c. et celle des Conjugatophyceae avec 7 genres et 25 taxons correspond à 27,47 p.c. L'embranchement des

Tableau IX. Valeurs moyennes saisonnières des concentrations (mg/l) des cations des eaux de la station d'étude du fleuve Bandama enregistrées entre juillet 2004 et juin 2005; SS: saison sèche, SP: saison pluvieuse. Sur la même ligne, les moyennes présentant la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil 0,05 (Anova).

	SS	SP	Moyenne
Ion ammonium (NH_4^+)	0,070a	0,075a	0,073
Ion fer (Fe^{2+})	0,003a	0,005a	0,004
Ion manganèse (Mn^{2+})	0,045a	0,077b	0,062
Ion aluminium (Al^{3+})	0,002a	0,008a	0,005
Ion cuivreux (Cu^{2+})	0,045a	0,069a	0,057
Ion zinc (Zn^{2+})	0,010a	0,008a	0,009

Tableau X. Fréquence (F), pourcentage numérique (N) et densité (D) des espèces phytoplanctoniques recensées dans les eaux de la station d'étude du fleuve Bandama entre juillet 2004 et juin 2005

Classes	Taxons	F	N	D (ind/l)
CYANOPHYCEAE	<i>Chroococcus dispersus</i>	20	0,493	20000
	<i>Merismopedia glauca</i>	10	0,370	15000
	<i>Merismopedia elegans</i>	10	0,370	15000
	<i>Merismopedia punctata</i>	20	0,247	10000
	<i>Microcystis aeruginosa</i>	80	5,179	210000
	<i>Microcystis incerta</i>	60	1,603	65000
	<i>Microcystis novacekii</i>	10	0,123	5000
	<i>Microcystis robusta</i>	50	1,726	70000
	<i>Microcystis wesenbergii</i>	50	1,110	45000
	<i>Oscillatoria princeps</i>	30	3,576	145000
	<i>Oscillatoria sancta</i>	10	0,123	5000
	<i>Oscillatoria sp.1</i>	10	0,123	5000
	<i>Oscillatoria sp.2</i>	20	4,686	190000
	<i>Oscillatoria sp.3</i>	10	1,480	60000
	<i>Synechocystis aquatilis</i>	10	0,123	5000
EUGLENOPHYCEAE	<i>Euglena gigas</i>	10	0,123	5000
	<i>Euglena sp.1</i>	20	0,493	20000
	<i>Euglena sp.2</i>	10	0,123	5000
	<i>Euglena sp.3</i>	10	0,123	5000
	<i>Phacus longicauda</i>	40	1,726	70000
	<i>Phacus sp.1</i>	20	0,247	10000
	<i>Phacus sp.2</i>	20	0,247	10000
	<i>Strombomonas sp.1</i>	20	0,247	10000
	<i>Strombomonas sp.2</i>	10	0,123	5000
	<i>Strombomonas sp.3</i>	10	0,123	5000
	<i>Strombomonas sp.4</i>	10	0,123	5000
	<i>Strombomonas sp.5</i>	10	0,123	5000
	<i>Trachelomonas sp.</i>	10	0,123	5000
CHLOROPHYCEAE	<i>Ankistrodesmus biraianus</i>	20	0,247	10000
	<i>Coelastrum reticulatum</i>	30	0,493	20000
	<i>Coelastrum cambricum</i>	40	0,986	40000
	<i>Coelastrum astroideum</i>	10	0,123	5000
	<i>Crucigenia crucifera</i>	10	0,123	5000
	<i>Monoraphidium sp.</i>	10	0,123	5000
	<i>Monoraphidium griffithii</i>	10	0,123	5000
	<i>Oocystis lacustris</i>	10	0,123	5000
	<i>Oocystis sp.</i>	20	4,562	185000
	<i>Pediastrum simplex</i>	80	6,782	275000
	<i>Pediastrum duplex</i> var. <i>gracillimum</i>	20	0,370	15000
	<i>Pediastrum duplex</i>	50	5,919	240000
	<i>Pediastrum tetras</i>	20	0,493	20000
	<i>Scenedesmus acuninatus</i>	10	0,247	10000
	<i>Scenedesmus brevispina</i>	10	0,123	5000
	<i>Scenedesmus bernardii</i>	30	0,617	25000
	<i>Scenedesmus dimorphus</i>	20	0,370	15000
	<i>Scenedesmus ecornis</i>	30	0,493	20000

Tableau X: Suite et fin

Classes	Taxons	F	N	D (ind/l)
CHLOROPHYCEAE	<i>Scenedesmus opoliensis</i>	10	0,123	5000
	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	70	6,289	255000
	<i>Sorastrum americanum</i>	10	0,123	5000
	<i>Tetrastrum triangulare</i>	20	0,247	10000
CONJUGATOPHYCEAE	<i>Arthrodesmus ralfsii</i>	10	1,110	45000
	<i>Closterium lunula</i>	10	0,123	5000
	<i>Closterium moniliferum</i>	10	0,370	15000
	<i>Cosmarium granulatum</i> var. <i>cornutum</i>	10	0,123	5000
	<i>Cosmarium connatum</i>	20	0,370	15000
	<i>Cosmarium quadrum</i>	30	0,493	20000
	<i>Cosmarium</i> sp.1	10	0,123	5000
	<i>Cosmarium</i> sp.2	10	0,123	5000
	<i>Euastrum verucosum</i>	10	0,123	5000
	<i>Euastrum spinulosum</i>	10	0,123	5000
	<i>Micrasterias</i> sp.	10	0,123	5000
	<i>Micrasterias abrupta</i>	10	0,370	15000
	<i>Pleurotaenium ovatum</i>	10	0,370	15000
	<i>Staurastrum</i> sp.	20	0,247	10000
	<i>Staurastrum brachioprominens</i> var. <i>archerianum</i>	10	0,123	5000
	<i>Staurastrum leptocladum</i>	50	1,356	55000
	<i>Staurastrum leptocladum</i> var. <i>cornuta</i>	20	0,370	15000
	<i>Staurastrum</i> sp.1	30	5,795	235000
	<i>Staurastrum</i> sp.2	10	2,589	105000
	<i>Staurastrum subulatus</i>	20	0,247	10000
	<i>Staurastrum tetracerum</i>	50	1,110	45000
	<i>Staurastrum triangularis</i>	10	0,123	5000
	<i>Staurastrum volans</i>	50	0,617	25000
	<i>Stauroidesmus convergens</i>	70	8,878	360000
	<i>Stauroidesmus subulatus</i>	30	0,986	40000
DIATOMOPHYCEAE	<i>Aulacoseira granulata</i>	90	13,194	535000
	<i>Aulacoseira</i> sp.	10	0,123	5000
	<i>Fragilaria ulna</i>	50	1,726	70000
	<i>Gomphonema</i> sp.1	10	0,370	15000
	<i>Gomphonema</i> sp.2	10	0,123	5000
	<i>Nitzschia</i> sp.1	10	0,123	5000
	<i>Nitzschia</i> sp.2	10	0,123	5000
	<i>Nitzschia</i> sp.3	10	0,123	5000
	<i>Nitzschia tribronella</i>	10	0,123	5000
	<i>Pinnularia vindis</i>	10	0,247	10000
	<i>Rhopalodia gibba</i>	10	0,123	5000
	<i>Surirella tenera</i>	30	0,986	40000
	<i>Surirella tenuissima</i>	20	0,247	10000
	<i>Terpsinoe musica</i>	30	1,356	55000
XANTHOPHYCEAE	<i>Pseudostaurastrum lobulatum</i>	10	0,123	5000
	<i>Centritratus belenophonus</i>	10	0,123	5000
Total	91			

Cyanophytes comprend la classe des Cyanophyceae avec 5 genres et 15 taxons soit un pourcentage de 16,48 p.c. L'embranchement des Chrysophytes se compose de la classe des Diatomophyceae avec 8 genres et 14 espèces soit 15,38 p.c. et celle des Xanthophyceae comprenant 2 genres et 2 espèces soit 17,58 p.c. des taxons. Les Euglénophytes se composent de la classe Euglénophyceae comprenant 4 genres et 13 organismes soit 14,29 p.c.

Les Conjugatophyceae, les Cyanophyceae et les Diatomophyceae avec une fréquence de 90 p.c. ainsi que les Chlorophyceae et les Euglénophyceae avec 80 p.c. sont les classes les plus rencontrées dans les échantillons. Les Xanthophyceae correspondant à 20 p.c. sont accessoires dans le peuplement étudié.

Les espèces *Aulacoseira granulata*, *Pediastrum simplex* et *Microcystis aeruginosa* sont très fréquentes. Par contre, les espèces *Scenedesmus quadricauda*, *Staurodesmus convergens* et *Microcystis incerta* se rencontrent moins fréquemment.

En outre, les espèces *Fragilaria ulna*, *Coelastrum cambricum*, *Pediastrum duplex*, *Staurastrum leptocladum*, *Staurastrum tetracerum*, *Staurastrum volans*, *Microcystis robusta*, *Microcystis wesenbergii*, *Phacus longicauda* sont relativement fréquentes dans le milieu.

1.1.2.1.2. L'analyse quantitative

En tenant compte du pourcentage numérique, la flore algale est composée essentiellement de Chlorophyceae (29,01 p.c.), de Conjugatophyceae (26,42 p.c.) et de Cyanophyceae (21,36 p.c.). Les Diatomophyceae suivent avec 19,01 p.c. de la flore du milieu.

Les Euglénophyceae et les Xanthophyceae sont faiblement représentées avec respectivement 3,95 p.c. et 0,25 p.c. du peuplement. Par ordre d'importance, les genres *Staurastrum*, *Pediastrum*, *Aulacoseira* et *Oscillatoria*, avec respectivement 22,47 p.c., 13 p.c., 58 p.c., 13 p.c., 34 p.c. et 10 p.c., sont les plus dominants dans les prélèvements. Les espèces dominantes du milieu sont *Aulacoseira granulata*, *Staurodesmus convergens*, *Pediastrum simplex* et *Scenedesmus quadricauda*.

Les résultats de la densité varient considérablement d'un mois à l'autre. A l'exception des mois d'août, de décembre et d'avril où les densités mensuelles sont supérieures à 500000 ind/l. Les autres mois ont une densité inférieure à 400000 ind/l. Cette variabilité ne semble pas suivre une variation saisonnière.

La distribution des principales classes d'algues constituant une densité importante au cours de l'année est présentée par la figure 23. Les mois de septembre, octobre et février sont marquées par la prédominance des Diatomophyceae avec respectivement 110000 ind/l, 155000 ind/l et 95000 ind/l. Les Chlorophyceae dominent les peuplements algaux des mois d'août avec 170000 ind/l, d'avril avec 320000 ind/l et de juin avec 130000 ind/l mais sont absents en février. Les Cyanophyceae sont prédominants en mars avec 125000 ind/l et en mai avec 130000 ind/l. Quant aux Conjugatophyceae, elles ne sont dominantes qu'en décembre avec 440000 ind/l. Les Euglenophyceae, parfois absents dans les échantillons, sont faiblement représentés dans les prélèvements avec un maximum de 65000 ind/l en juin. De plus, les Xanthophyceae avec seulement 5000 ind/l en août et en octobre pourraient être considérées comme accidentelles dans les récoltes algales.

1.1.2.2. Le zooplancton

1.1.2.2.1. L'analyse qualitative

La liste des espèces de zooplancton récoltées dans la zone d'étude est consignée dans le tableau XI. Au total, 13 taxons ont été observés. Six taxons ont été identifiés jusqu'à l'espèce et 6 taxons ont été déterminés jusqu'au niveau du genre. Un taxon n'a été spécifié que par sa famille. Ils appartiennent à 3 groupes taxinomiques que sont les Copépodes, les Cladocères et les Rotifères.

On dénombre 6 taxons assez fréquents dont 2 Copépodes à savoir *Mesocyclops sp.* et *Thermocyclops consimilis* et 4 Cladocères que sont *Diaphanosoma exisum*, *Ceriodaphnia cornuta*, *Bosminopsis dietersi* et *Moina sp.*

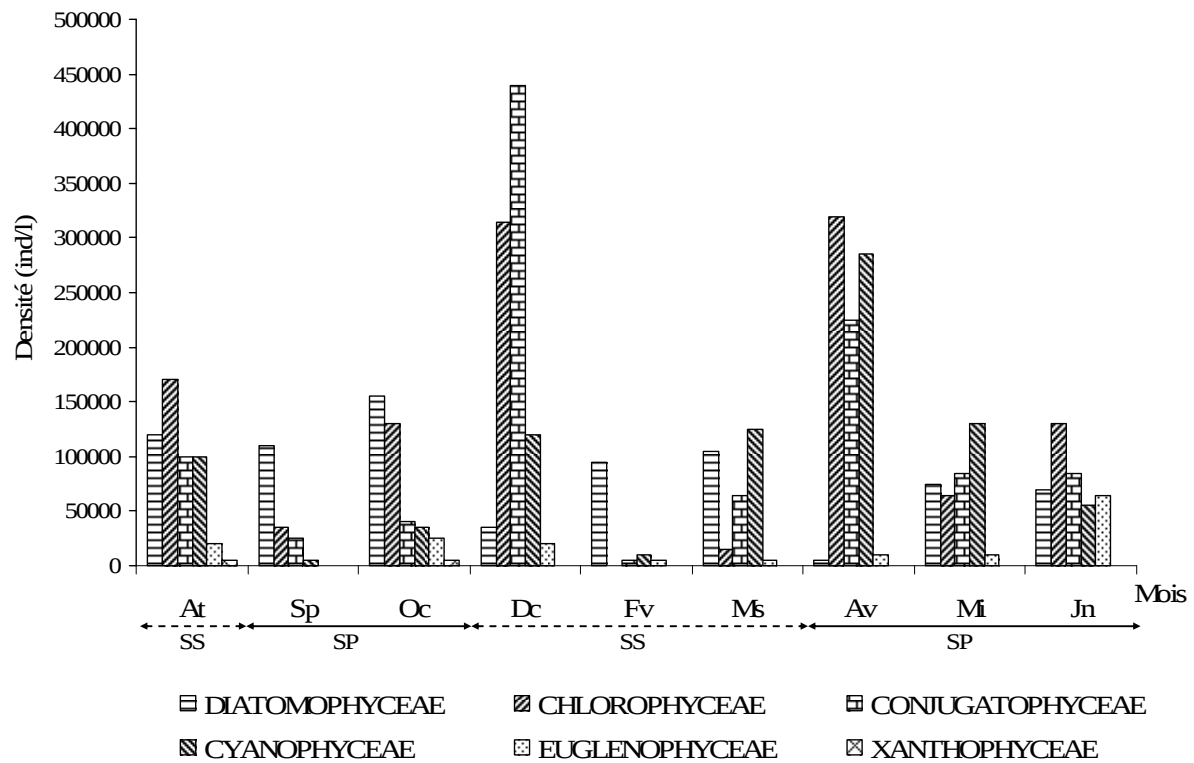


Figure 23: Variation moyenne mensuelle de la densité des grands groupes phytoplanctoniques des eaux de la station d'étude du fleuve Bandama entre août 2004 et juin 2005; SS : saison sèche, SP : saison pluvieuse.

Tableau XI. Abondance relative (n), fréquence (F), pourcentage numérique (N) et densité (D) des espèces zooplanctoniques recensées dans les eaux de la station d'étude du fleuve Bandama entre juillet 2004 à juin 2005.

Groupes	Familles	Taxons	n	F (%)	N (%)	D (ind/m ³)
COPÉPODES	Cyclopidae	<i>Cyclops sp.</i>	433	20	3,99	3333
		<i>Mesocyclops dussarti</i>	1733	40	15,97	6667
		<i>Thermocyclops consimilis</i>	446	40	4,11	1717
		<i>Thermocyclops decipiens</i>	2167	20	19,97	16667
		Harpacticoïde	433	20	3,99	3333
CLADOCÈRES	Sididae	<i>Diaphanosoma exisum</i>	1733	40	15,97	6667
	Daphnidae	<i>Ceriodaphnia cornuta</i>	1300	40	11,98	5000
	Moinidae	<i>Moinodaphnia sp.</i>	433	20	3,99	3333
		<i>Moina sp.</i>	436	40	4,02	1678
	Bosminidae	<i>Bosminopsis dietersi</i>	867	40	7,99	3333
		<i>Bosmina sp.</i>	433	20	3,99	3333
	Chydoridae	<i>Chydorus sp.</i>	3	20	0,03	23
ROTIFÈRES	Brachionidae	<i>Keratella sp.</i>	433	20	3,99	3333
Total	7	13				

1.1.2.2.2. L'analyse quantitative

Au total, 10852 organismes ont été recensés (Tableau XI). Cet effectif est reparti de la manière suivante : 5213 Copépodes soit 48,04 p.c., 5206 Cladocères soit 47,97 p.c. et 433 Rotifères soit 3,99 p.c. En ce qui concerne les espèces, *Thermocyclops decipiens* est la plus abondante avec un pourcentage estimé à 19,97. *Diaphanosoma exisum* et *Mesocyclops dussarti* représentent 15,97 p.c. chacune, suivies de *Ceriodaphnia cornuta* qui représente 11,98 p.c.

Les Copépodes présentent la plus forte densité avec 31717 ind/m³, suivis des Cladocères et des Rotifères avec respectivement 23368 et 3333 ind/m³.

1.1.2.3. La macrofaune benthique

1.1.2.3.1. L'analyse qualitative

Les organismes recensés au cours de cette étude appartiennent aux groupes taxinomiques des Oligochètes, des Mollusques, des Hydres et des Insectes. Un total de 51 taxons a été recensé. Parmi ceux-ci, 28 sont identifiés jusqu'au niveau spécifique et 23 au niveau du genre (Tableau XII).

Les Oligochètes et les Hydres sont représentés chacun par 1 taxon soit 2 p.c. des organismes. Les Mollusques comprennent 11 taxons soit 22 p.c. des organismes repartis entre 8 familles et 3 ordres. Les ordres des Mesogastéropodes et des Basommatophores comportent chacun 3 familles et celui des Eulamellibranches 2 familles. La famille des Pilidae est la plus importante avec 3 espèces. Elle est suivie des Thiaridae avec 2 espèces. Les Bythinidae, les Ancyliidae, les Planorbidae, les Lymnaeidae, les Unionidae et les Mutelidae sont composés d'une seule espèce chacune. Les Insectes sont composés de 38 organismes soit 74 p.c. des taxons. Ces taxons sont repartis entre 19 familles appartenant à 5 ordres. Ce sont l'ordre des Ephéméroptères avec 6 familles, l'ordre des Trichoptères avec 5 familles, l'ordre des Odonates avec 4 familles, l'ordre des Diptères avec 3 familles et l'ordre des Coléoptères avec 1 famille. Les Chironomidae constituent la famille la plus diversifiée avec 15 taxons.

Tableau XII. Fréquence (F), pourcentage numérique (N) et densité (D) des espèces benthiques recensées dans les eaux de la station d'étude du fleuve Bandama entre juillet 2004 à juin 2005.

Groupe Taxonomique	Espèces	F	N	D (ind/m ²)
OLIGOCHÈTES	<i>Lumbricus terrestris</i>	25,00	0,25	0,19
MOLLUSQUES				
Mésogastropodes				
Thiaridae	<i>Melania tuberculata</i>	100,00	77,54	14,67
	<i>Cleopatra bulimoides</i>	100,00	2,66	0,50
Bythinidae	<i>Gabbiella sp.</i>	41,67	0,14	0,06
Pilidae	<i>Lanistes ovum</i>	33,33	0,17	0,10
	<i>Lanistes varicus</i>	8,33	0,14	0,32
	<i>Pila ovata</i>	8,33	0,03	0,06
Basommatophores				
Ancylidae	<i>Ferrissia eburnensis</i>	8,33	0,03	0,06
Planorbidae	<i>Biomphalaria pfeifferi</i>	8,33	0,03	0,06
Lymnaeidae	<i>Lymnaea natalensis</i>	8,33	0,03	0,06
Eulamellibranches				
Unionidae	<i>Caelatura aegyptiaca</i>	50,00	0,34	0,13
Mutelidae	<i>Aspatharia senegalensis</i>	33,33	0,14	0,08
HYDRES	<i>Pelmatohydra oligactis</i>	83,33	0,98	0,22
INSECTES				
Éphéméroptères				
Euthyplociidae	<i>Exeuthyplocia sp.</i>	41,67	0,78	0,36
Leptophlebiidae	<i>Thraulius sp.</i>	33,33	0,39	0,22
Polymitarcyidae	<i>Povilla adusta</i>	25,00	0,45	0,34
Leptophlebiidae	<i>Adenophlebiodes sp.</i>	33,33	0,20	0,11
Baetidae	<i>Cloeon sp.</i>	8,33	0,03	0,06
Caenidae	<i>Caenodes sp.</i>	16,67	0,14	0,16
Leptophlebiidae	<i>Choroterpes sp.</i>	16,67	0,14	0,16
Polymitarcyidae	<i>Ephoron sp.</i>	8,33	0,06	0,13
Tricorythidae	<i>Neurocaenis sp.</i>	8,33	0,17	0,38
Baetidae	<i>Centroptilum sp.</i>	16,67	0,06	0,06
Odonates				
Libellulidae	<i>Bradinopyga strachani</i>	8,33	0,03	0,06
Coenagriidae	<i>Ceriagrion sp.</i>	8,33	0,03	0,06
Corduliidae	<i>Macromia sp.</i>	8,33	0,03	0,06
Gomphidae	<i>Paragomphus hageni</i>	8,33	0,03	0,06
Coléoptères				
Elmidae	<i>Potamodytes sp.</i>	8,33	0,03	0,06
Diptères				
Chaoboridae	<i>Chaoborus sp.</i>	41,67	0,56	0,25
Tabanidae	<i>Tabanus sp.</i>	8,33	0,03	0,06

Tableau XII. Suite et fin

Groupe Taxonomique	Espèces	F	N	D (ind/m ²)
Diptères				
Chironomidae	<i>Ablabesmyia dusoleili</i>	25,00	0,45	0,34
	<i>Ablabesmyia pictipes</i>	16,67	0,28	0,32
	<i>Nilodorum brevibucca</i>	16,67	0,25	0,29
	<i>Nilodorum rugosum</i>	25,00	7,83	5,93
	<i>Polypedilum deletum</i>	25,00	1,54	1,16
	<i>Polypedilum fuscipenne</i>	33,33	1,20	0,68
	<i>Polypedilum sp.</i>	16,67	0,11	0,13
	<i>Procladius sp.</i>	16,67	0,31	0,35
	<i>Cryptochironomus sp.</i>	8,33	0,17	0,38
	<i>Nilodorum fractilobus</i>	8,33	0,34	0,76
	<i>Tanytarsus angustus</i>	8,33	0,14	0,32
	<i>Stenochironomus sp.</i>	16,67	0,78	0,89
	<i>Clinotanypus claripennis</i>	8,33	0,14	0,32
	<i>Stictochironomus sp.</i>	8,33	0,06	0,13
	<i>Cricotops kisanuensis</i>	25,00	0,22	0,17
Trichoptères				
Philopotamidae	<i>Chimarra petri</i>	25,00	0,36	0,28
Hydroptilidae	<i>Afrित्रichia sp.</i>	8,33	0,03	0,06
Polycentropodidae	<i>Dipseudopsis capensis</i>	8,33	0,03	0,06
Ecnomidae	<i>Ecnomus sp.</i>	8,33	0,06	0,13
Hydropsychidae	<i>Cheumatopsyche digitata</i>	8,33	0,08	0,19
	<i>Polymorphanisus sp.</i>	8,33	0,03	0,06
Total	51			

On dénombre 3 espèces très fréquentes. Il s'agit de *Melania tuberculata*, *Cleopatra bulimoides* et *Pelmatohydra oligactis* avec 100 à 83 p.c. d'occurrence. Quatre taxons dont 2 Mollusques qui sont *Gabbiella sp.* et *Caelatura aegyptiaca* et 2 Insectes à savoir *Exeuthyplocia sp.* et *Chaoborus sp.* peuvent être qualifiés d'assez fréquentes avec un pourcentage de 40 à 59 d'occurrence. On distingue entre les autres espèces 12 organismes accessoires et 32 accidentelles.

1.1.2.3.2. L'analyse quantitative

La variation mensuelle des densités des Mollusques présente trois pics, en septembre avec 1449 ind/m², en janvier avec 1965 ind/m² et en mars avec 1636 ind/m². La plus faible densité est observée en octobre avec une valeur de 267 ind/m². La densité maximale des Insectes est atteinte en novembre avec 1267 ind/m² (Fig. 24).

Il existe une grande variabilité de la densité des Hydres (Fig. 25). La valeur maximale est observée en janvier avec 31 ind/m². En ce qui concerne les Oligochètes, ils sont observés en août, mai et juin avec respectivement une densité de 13 ind/m², 9 ind/m² et 18 ind/m².

Les Mollusques constituent 99,24 p.c. du pourcentage pondéral de la macrofaune benthique. Les Insectes, Hydres et Oligochètes représentent respectivement 0,74 p.c. et 0,01 p.c. de cet pourcentage. Toutefois, la densité pondérale mensuelle des Mollusques évolue en dent de scie (Fig. 26). Elle présente 4 pics respectivement atteints en septembre avec 8,554 g/m², en novembre avec 9,020 g/m², en janvier avec 15,744 g/m² et en mars avec 15,936 g/m². Sa valeur minimale est observée en juillet avec 1,587 g/m². Quant aux insectes, ils ont un seul pic avec 0,335 g/m² en novembre (Fig. 27). La densité des Hydres présente 3 pics enregistrés respectivement en novembre avec 0,024 g/m², en janvier avec 0,016 g/m² et en mai avec 0,095 g/m²; le minimum est observé en juillet et en septembre avec 0,003 g/m². Les Oligochètes sont absents dans les prélèvements exceptés les mois d'août avec 0,002 g/m², mai avec 0,001 g/m² et juin avec 0,003 g/m².

Les présents résultats indiquent que les caractéristiques abiotiques et biotiques du milieu varient de façon générale en fonction des saisons.

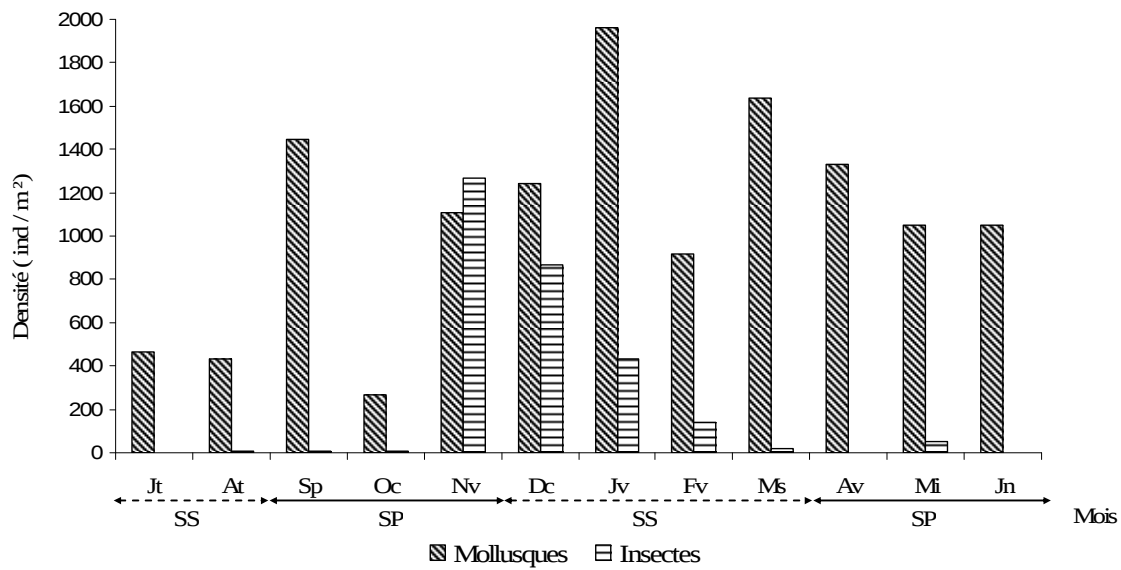


Figure 24: Variations moyennes mensuelles des densités de Mollusques et des Insectes des eaux de la station d'étude du fleuve Bandama de juillet 2004 à juin 2005; SS : saison sèche, SP : saison pluvieuse.

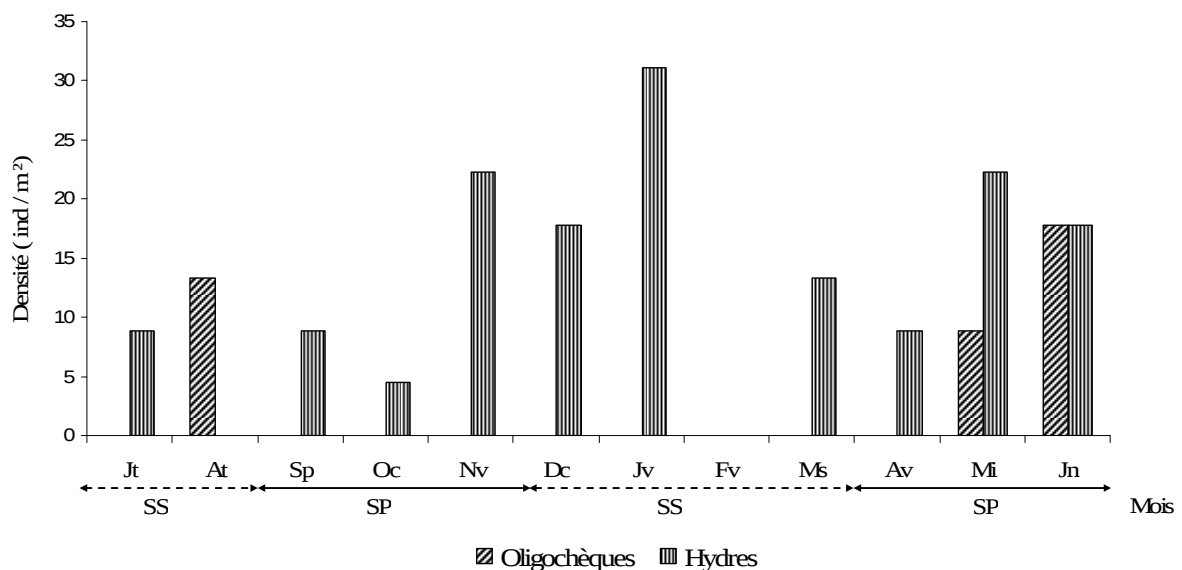


Figure 25: Variations moyennes mensuelles des densités des Oligochètes et des Hydres des eaux de la station d'étude du fleuve Bandama de juillet 2004 à juin 2005; SS : saison sèche, SP : saison pluvieuse.

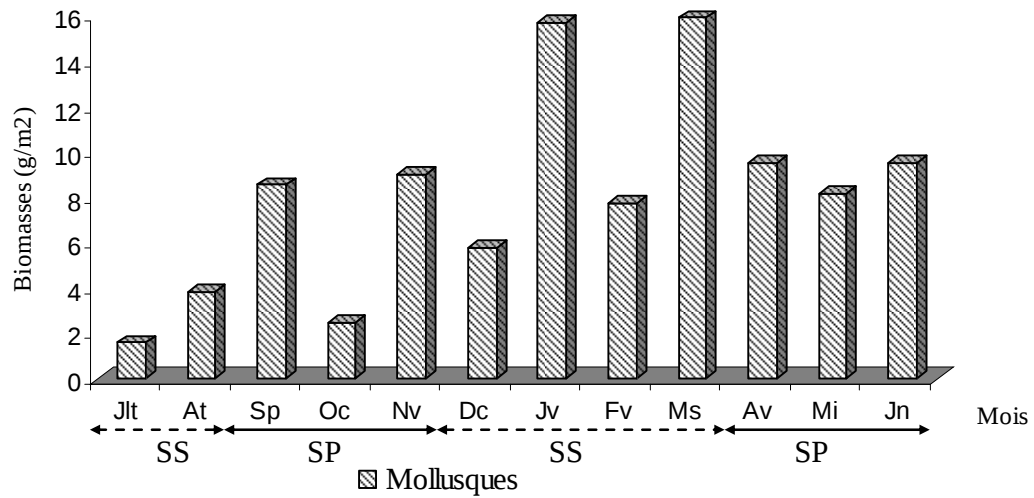


Figure 26: Variation moyenne mensuelle de la biomasse des Mollusques des eaux de la station d'étude du fleuve Bandama de juillet 2004 à juin 2005; SS : saison sèche, SP : saison pluvieuse.

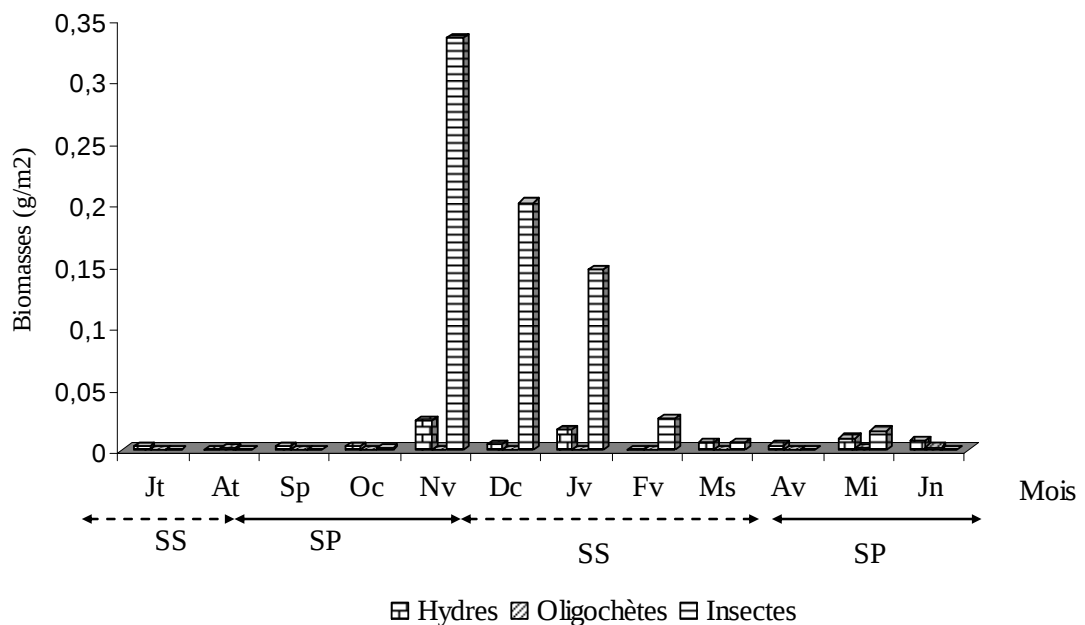


Figure 27: Variation moyenne mensuelle de la biomasse des Hydres, Oligochètes et Insectes des eaux de la station d'étude du fleuve Bandama de juillet 2004 à juin 2005; SS : saison sèche, SP : saison pluvieuse.

1.2. LA DISCUSSION

Les caractéristiques abiotiques

La côte moyenne du fleuve Bandama relevée au cours de la présente étude est de 47,62 dm. La variation moyenne maximale de la hauteur des eaux est de 11,36 dm. Cependant, la variation moyenne est de 0,32 dm entre les deux saisons. Ces valeurs sont inférieures à la variation moyenne de 70 dm relevée par Kouamélan (1999) à la station de Bianouan sur la Bia. Cette différence de valeur s'explique par le fait que la station de Bianouan n'est pas influencée par le barrage d'Ayamé. Ainsi, on peut conclure qu'avec la présence des barrages hydro-électriques de Kossou et de Taabo, la côte du fleuve Bandama à la station de Zambakro est en permanence élevée. Cela contribue à limiter l'effet des variations saisonnières.

Lors du monitoring, la température moyenne notée est de 28,10°C. Cette valeur oscille entre 25,96 et 29,77°C avec une amplitude de 3,81°C. La période des relevés minimal et maximal coïncident avec celle observée par Itis & Lévêque (1982). Selon Itis & Lévêque (1982), la température des cours d'eau ivoiriens descend rarement en dessous de 25°C. La moyenne concorde avec l'observation des auteurs précédents selon laquelle la température moyenne annuelle du fleuve Bandama est de 28,04°C. Cependant, la valeur maximale est supérieure à 29°C, rapportée par Itis & Lévêque (1982). Cette différence s'explique par l'ouverture de la canopée dans la zone d'étude selon les travaux de N'Zi (2007). La valeur de l'amplitude moyenne observée lors du monitoring est inférieure à celle des eaux courantes située entre 5 et 6°C selon Itis & Lévêque (1982). Cela peut s'expliquer par la durée des relevés qui se sont étendus sur huit mois dans l'année et d'autre part à la particularité de la zone d'étude. Les travaux de Welcomme (1985) ont également signalé que les facteurs déterminant la variation de la température des eaux des écosystèmes aquatiques sont la latitude, le degré d'insolation, la composition du substrat, les précipitations, le vent et le couvert végétal.

L'étude de la transparence de l'eau permet d'évaluer l'épaisseur de la zone euphotique qui intervient dans la production primaire et d'apprécier l'importance des matières en suspension dans le milieu (N'Douba, 2000). La quantité de plancton s'apprécie approximativement en fonction de la profondeur de disparition du disque de Secchi (Sevrin-

Reyssac, 1985). Selon cet auteur, le milieu est pauvre en plancton pour une transparence supérieure à 600 mm. De 500 à 300 mm, on a une bonne production planctonique. Pour une transparence inférieure à 250 mm, le milieu est caractérisé par un excès de plancton. Iltis & Lévêque (1982) notent que la transparence moyenne annuelle du fleuve Bandama est de 520 mm. Les valeurs maximales sont observées entre avril et juin. Par contre, les valeurs minimales sont relevées sur la période allant de septembre à novembre (Iltis & Lévêque, 1982). La transparence moyenne de la période d'août à juin est de 3091,02 mm. De plus, les valeurs faibles sont observées en septembre-octobre et la plus faible valeur est obtenue en septembre avec 266,42 mm. Les valeurs élevées s'étendent de décembre à avril avec le pic en janvier soit 2388,58 mm. On note par conséquent que les eaux de la zone d'étude sont plus transparentes que le reste du bassin. La période de transparence minimale coïncide avec celle de Iltis & Lévêque (1982). Cependant, la période de transparence maximale observée à Zambakro pendant la présente étude ne coïncide pas avec celle notée par ces auteurs. Il faut tout de même remarquer que la valeur maximale est relevée pendant la saison sèche. Selon ces mêmes auteurs, la différence peut s'expliquer par le caractère très irrégulier de la transparence. Les présentes valeurs maximales et minimales sont largement supérieures à celle notées par Iltis & Lévêque (1982). On en déduit que la présence du barrage de Kossou en amont de la zone de mesure permet d'expliquer ces faits. En effet, le lac de Kossou sert de site de décantation et la zone euphotique devient plus grande au-delà du barrage.

Le pH de l'eau représente son acidité ou son alcalinité. Il représente également son facteur le plus important qui est la concentration en anhydride carbonique liée à la minéralisation totale (Rodier, 1978). Selon N'Zi (2007), les pH sont alcalins dans le bassin du fleuve Bandama avec une moyenne de 9,62. Les valeurs de pH mesurées indiquent que les eaux de la zone d'étude sont alcalines avec une moyenne de 10,52 au niveau de la station. Les données obtenues concordent avec ceux de N'Zi (2007).

La conductivité permet une meilleure appréciation de la richesse chimique du milieu correspondant (Welcomme, 1985). Les données des présents travaux indiquent une moyenne élevée de 107,35 $\mu\text{S/cm}$ mais elle oscille entre 69,92 $\mu\text{S/cm}$ obtenue en décembre et 125,75 $\mu\text{S/cm}$ relevée en avril. Cette moyenne permet d'affirmer que la zone d'étude est la plus minéralisée du cours moyen et inférieurs du fleuve en se référant aux valeurs mentionnées par N'Zi (2007). Selon Lévêque *et al.* (1983), cette variation est due à l'irrégularité du débit.

En outre, Welcomme (1985) indique qu'en milieu naturel, les variations de la conductivité des eaux sont sous l'influence d'un certain nombre de facteurs dont les précipitations, l'évaporation et le type de substrat. Ainsi, la valeur moyenne notée par Iltis & Lévêque (1982) à Bada est de 59 sur le Bandama Blanc et 71 dans la Marahoué. Ces valeurs sont inférieures aux résultats obtenus. Cela s'explique d'une part par l'augmentation de la conductivité de l'amont en aval et d'autre part du fait que la zone d'étude se situe en aval du confluent de ces rivières. Ce résultat corrobore les études réalisées par Paugy & Bénech (1989) sur les rivières Mono, Anié et Amou au Togo. De même, les périodes des valeurs élevées et basses observées par Iltis & Lévêque (1982) sur les cours d'eaux au régime équatorial atténué coïncident avec les présents résultats.

Parmi les anions dosés, les ions chlorures (Cl^-) sont les plus dominants (2,093 mg/l) ; suivis respectivement des phosphates (PO_4^{3-}), des sulfates (SO_4^{2-}) et des nitrates (NO_3^-). Le fluor (F^-) et les nitrites (NO_2^-) n'existent qu'à l'état de traces. Les données actuelles ne concordent pas avec l'ordre des anions dans les travaux de Vanden Bossche & Bernacsek (1990) sur le Bandama. Selon ces auteurs, l'ion sulfate est dominant viennent ensuite les chlorures et les phosphates. Cependant, elles confirment les valeurs notées par Rai (1974) dans le Yani et le Fon sur la Marahoué et Lonreni dans le N'Zi où les phosphates sont supérieurs aux sulfates. Iltis & Lévêque (1982) notent les extrêmes des concentrations de certains ions tels que les sulfates qui sont 1 et 8 mg/l, les chlorures entre 0,01 et 3 mg/l et les phosphates entre 0,01 et 1 mg/l. Par contre, la concentration moyenne des sulfates est de 0,795 mg/l. Kouamélan (1999) a obtenu dans la Bia et l'Agnébi, des teneurs en nitrates supérieures à celle de la présente zone étude. Cependant, les teneurs en nitrites sont similaires.

Les cations sont très faiblement représentés dans les eaux. Les valeurs des moyennes des cations n'atteignent guère 0,1 mg/l. L'ammonium semble être l'élément le plus dominant suivi du manganèse (Mn^{2+}) et du cuivreux (Cu^{2+}).

Les caractéristiques biotiques

Les données de cette étude sur le pourcentage numérique des taxons ont montré que les Chlorophytes avec une valeur de 51,65 p.c. constituent le groupe taxonomique le plus

riche. Les Cyanophytes avec 16,48 p.c. et les Euglénophytes avec 14,29 p.c. sont constitués chacune d'une seule famille. Les Diatomophyceae, avec 15,38 p.c. et les Xanthophyceae avec 2,20 p.c., constituent l'embranchement des Chrysophytes. Iltis (1982a) a inventorié sur le Bandama blanc, la Marahoué et le N'Zi les proportions qui suivent : Les Chlorophytes représentent respectivement 66 p.c., 56 p.c. et 44 p.c. des taxons. Viennent ensuite les Cyanophytes avec 16 p.c. dans le Bandama blanc et les Euglénophytes dans la Marahoué avec 22 p.c. et le N'Zi avec 31 p.c. Les Euglénophytes sont en nombre réduit dans le Bandama blanc avec 13 p.c. de taxons. Les Cyanophytes constituent 17 p.c. des taxons dans la Marahoué et 18 p.c. dans le N'Zi.

Si l'on compare cette flore algale à celle inventoriées par Iltis (1982a) dans le Bandama, il ressort que les valeurs sont similaires à celles du Bandama blanc par ordre d'importance des embranchements. On note la présence des Chlorophytes, des Cyanophytes et des Euglénophytes. Toutefois, cette classification s'oppose à celle observée dans la Marahoué et le N'Zi. Cette dernière présente les Chlorophytes, les Euglénophytes et les Cyanophytes. Selon Iltis (1982a), le pourcentage de Cyanophytes est supérieur à celui des Euglénophytes dans les cours d'eaux importants. Cependant, Lévêque *et al.* (1983) ont noté que sans tenir compte des Diatomophyceae, les Chlorophytes représentent 44 à 66 p.c. du nombre d'espèces présentes. Les Cyanophytes constituent 16 à 18 p.c. des taxons inventoriés. Les Euglénophytes composent 13 à 31 p.c. du nombre de taxons présents. Les autres groupes d'algues à savoir les Pyrrophytes, les Chrysophyceae et les Xanthophyceae représentent ensemble 5 à 7 p.c. des taxons dans le fleuve Bandama.

On retrouve une dominance des Chlorophytes dans les collections des eaux de la partie Sud de la Côte d'Ivoire avec une valeur de 56 p.c. (Bourrelly, 1961), dans le Haut Comoé avec 75 p.c. (Iltis, 1982a), dans la Bia avec 66,5 p.c. et dans l'Agnébi avec 48,5 p.c. (Ouattara, 2000a). Ainsi, ce dernier auteur a noté que les Chlorophytes constituent plus de la moitié des groupes taxonomiques de la flore algale des eaux de la Côte d'Ivoire, excepté dans l'Agnébi.

L'analyse des densités des organismes phytoplanctoniques des différents prélèvements a permis de noter la prédominance des Diatomophyceae de l'ordre de 31,55 p.c. La présence des Chlorophyceae, des Conjugatophyceae et des Cyanophyceae est également remarquable dans les échantillons. Leur présence contribue fortement à l'élévation de la

densité relative. Les mois d'août, décembre et avril sont les plus denses avec 515000 à 930000 ind/l.

Les observations se rapprochent de celles faites par Ouattara (2000a) en amont et en aval du lac d'Ayamé sur la rivière Bia, avec une dominance de Diatomées. Selon Iltis (1982b), les Chlorophytes forment des peuplements très diversifiés et généralement peu denses. Les études de Egborge (1974) ont également montré la dominance des Diatomées dans les eaux courantes de la rivière Oshum au Nigéria.

Treize taxons de zooplancton ont été identifiés lors des présents travaux dont 1 Rotifère, 7 Cladocères et 5 Copépodes. Les travaux de Lamoot (1976) dans le lac de Kossou ont permis de dénombrer 14 taxons Rotifères, 8 Cladocères et 3 Copépodes dans le lac de Kossou. Ces données indiquent une différence de richesse spécifique entre le lac et son aval (notre zone d'étude). Elles sont conformes aux résultats obtenus par Ouattara *et al.* (2007) sur la Bia. Selon cet auteur, l'aval du lac n'est pas un biotope favorable au développement du zooplancton à cause des facteurs climatiques et des variations dues à l'ouverture et à la fermeture des vannes du barrage. Des études antérieures ont également montré que les milieux fluviaux ont un nombre réduit d'espèces planctoniques contrairement aux milieux lacustres (Vibert & Lagler, 1961; Gras *et al.*, 1967; Lauzanne, 1973).

Dans le bassin de le Comoé, Yao (2006) a identifié 20 Rotifères, 9 Cladocères et 3 Copépodes. Ouattara *et al.* (2007) a dénombré 44 Rotifères, 14 Cladocères et 6 Copépodes dans la Bia et 16 Rotifères, 9 Cladocères et 5 Copépodes dans l'Agnébi.

En milieu lacustre, des travaux menés sur le lac de Buyo (Yté *et al.*, 1996) ont rapporté la présence de 26 Rotifères, 15 Cladocères et 7 Copépodes. Les études conduites également dans les étangs piscicoles ont permis de recenser 20 Rotifères, 6 Cladocères et 3 Copépodes à Bouaké et 28 Rotifères, 6 Cladocères et 3 Copépodes à Daloa (Kouassi, 1989).

L'importance des groupes zooplanctoniques de cette étude est contraire aux observations des travaux antérieurs quel que soit le biotope considéré, c'est-à-dire les milieux lotiques ou lentiques. En effet, les différentes observations indiquent la dominance des Rotifères par rapport aux Cladocères et aux Copépodes en terme de richesse spécifique. Toutefois, Ouattara *et al.* (2007) a noté que la masse d'eau au niveau de l'aval du lac présente

une faible richesse spécifique. Ainsi, on peut déduire de ces observations que l'aval des barrages a une composition particulière.

L'analyse des 51 organismes benthiques récoltés a permis de constater que les Insectes constituent le groupe le plus diversifié, suivi des Mollusques puis des Oligochètes. Déjoux *et al.* (1981), lors d'une étude détaillée de la microdistribution des invertébrés aquatiques dans les cours d'eaux tropicaux, ont recensé 72 taxons benthiques dans le bassin du Bandama. Ces auteurs ont inventoriés 64 Insectes, 5 Mollusques, 2 Vers et 1 Arachnide. La différence de ces résultats résulterait d'une part de l'utilisation d'insecticides antisimulidiens et d'autre part l'échantillonnage s'est effectué sur la Marahoué et sur le N'Zi au lieu du cours principal.

L'analyse des Mollusques inventoriés permet de révéler la présence de *Laniste ovum* et de *Aspatharia senegalensis* pour la première fois dans les eaux ivoiriennes. De plus *Laniste varicus*, *Pila ovata*, *Cleopatra bulimoides* et *Gabbiella sp.* ont été signalés de façon générale en Côte d'Ivoire sans préciser leur présence dans le bassin du Bandama (Binder, 1957).

Les espèces *Melania tuberculata*, *Ferrissia eburnensis*, *Biomphalaria pfeifferi* et *Lymnae natalensis* signalées dans les échantillons des présents travaux confirment ceux de Binder (1957), Déjoux *et al.* (1981) et Sankaré (1991).

Par ailleurs, les taxons *Pila africana*, *Lanistes guinaicus*, *Bellamya sp.*, *Potadoma vogelii*, *Planorbis costulatus*, *Planorbis gibbonsi*, *Segmentorbis kanisaensis*, *Gyraulus sp.*, *Bulinus globosus*, *Bulinus truncatus*, *Bulinus forskalii*, *Bulinus sp.* et *Byssanodonta sp.* n'ont pas été rencontrés au cours de l'échantillonnage bien qu'ils aient été signalés dans le Bandama par les travaux antérieurs (Binder, 1957; Brown, 1979; Sellin *et al.*, 1980; Lévêque *et al.*, 1983). L'absence de *P. africana*, *P. costulatus* et *B. truncatus* pourrait s'expliquer par le fait que l'échantillonnage n'a pas concerné spécifiquement leur biotope. Cependant, celle de *L. guinaicus*, *Bellamya sp.*, *P. vogelii*, *P. gibbonsi*, *S. kanisaensis*, *Gyraulus sp.*, *B. globosus*, *B. forskalii*, *Bulinus sp.* et *Byssanodonta sp.* est due à leur biogéographie stricte dans les milieux aquatiques de Côte d'Ivoire (Sellin *et al.*, 1980; Déjoux *et al.*, 1981; Sankaré, 1991).

Concernant les Insectes, les données ont permis de noter la présence de 20 taxons dans le bassin du Bandama. Les ordres des Hemiptères, des Plecoptères et des Lepidoptères signalés dans les eaux du Bandama n'ont pas été observés lors des présentes prospections. Egalement, les familles des Heptageniidae, des Oligoneuriidae, des Coenariidae, des Gyrinidae, des Simuliidae, des Ceratoponidae, des Rhagionidae, des Tipulidae et enfin des Leptoceridae signalées par Déjoux *et al.* (1981) et Lévêque *et al.* (1983) auparavant n'ont pas été observés dans les échantillons au cours des travaux actuels.

Les travaux de Déjoux (1982) ont permis de noter la présence des Nématodes et des Hydracariens dans le bassin du Bandama. Les présentes données confirment la présence des Hydres observés dans le bassin par Déjoux (1982).

Selon les données sur les fréquences, les Mollusques et Hydres sont les plus représentatifs à travers les espèces, *Melania tuberculata*, *Cleopatra bulimoides* et *Pelmatohydra oligactis*. Ensuite, viennent par groupe taxinomique *Gabbiella sp.* et *Caelatura aegyptiaca* pour les Mollusques et *Exeuthyplocia sp.* et *Chaoborus sp.* pour les Insectes. Dans le bassin du Comoé, les espèces *M. tuberculata*, *C. bulimoides*, *Gabbiella sp.*, *C. aegyptiaca* et *Chaoborus sp.* ont une fréquence plus faible (Yao, 2006). Ce dernier auteur a classé *M. tuberculata* comme une espèce fréquente, *C. bulimoides* parmi les espèces assez fréquentes et *Gabbiella sp.*, *C. aegyptiaca* et *Chaoborus sp.* dans la catégorie de espèces accidentelles. Diomandé (2001) a également indiqué que *C. bulimoides* et *Gabbiella africana* sont respectivement des espèces constantes et accessoires à la station du Pont de l'Autoroute sur l'Agnébi. L'élévation de la fréquence de ces taxons dans les présentes données s'explique par les travaux de Lévêque (1972) et Diomandé (2001) sur les Mollusques benthiques des lacs Tchad et Ayamé. Selon Lévêque (1972), les genres *Melania* et *Cleopatra* ont une fréquence moyenne respective de 77,25 p.c. et 73 p.c. dans l'ensemble du lac Tchad. De ce qui précède, on peut déduire que le lac est le biotope préférentiel de ces taxons. Par conséquent, la présence du barrage de Kossou en amont de la zone d'étude et le caractère hydrologique particulier du milieu d'étude justifie la fréquence de ces organismes dans le milieu.

Les Mollusques constituent l'essentiel de la biomasse des invertébrés benthiques. Un pourcentage pondéral de 99,169 p.c. établis sur une année est plus élevés que celui des autres

groupes à savoir les Insectes représentant 0,740 p.c., les Hydres 0,084 p.c. et les Oligochètes 0,006 p.c. Cette observation est similaire aux résultats de Diomandé (2001) sur les rivières Agnébi et Bia et ceux de Yao (2006) sur le Comoé. Déjoux *et al.* (1969) ont noté que cette répartition de la biomasse est fonction de la nature du substrat dans la partie Est du lac Tchad.

En observant les courbes de variation du nombre d'individus par mètre carré et de la biomasse des organismes benthiques, on s'aperçoit que les histogrammes présentent sensiblement la même allure par organisme. Les Mollusques sont constamment observés dans les prélèvements. Les Hydres sont également constantes exceptés les mois d'août et février. Les Oligochètes et les Insectes ont une présence limitée dans le temps. Selon Diomandé (2001), la présence continue des Mollusques s'explique par le fait que leur cycle biologique est plus long que celui des Insectes et des Oligochètes. Les maxima sont atteints entre novembre et mars sauf chez les Oligochètes où le pic est obtenu en juin. Ce phénomène est comparable à celui observé par Déjoux *et al.* (1969) qui situent les maxima durant la saison fraîche de décembre à mars pour la faune benthique présente dans l'Est du lac Tchad.

La caractérisation de la structure trophique est indispensable pour avoir une idée des différentes composantes trophiques et d'évaluer leur importance dans le régime alimentaire des espèces présentes dans le milieu.

2. LE RÉGIME ALIMENTAIRE

2.1. LES RÉSULTATS

La maîtrise du régime alimentaire est un paramètre important conditionnant la réussite de tout élevage. Ainsi, pour le succès de l'introduction de *Distichodus rostratus* dans les étangs piscicoles exploités de Côte d'Ivoire, il s'avère nécessaire d'initier des investigations en vue de déterminer son régime alimentaire en fonction des stades de maturité et des saisons. Avant d'aborder cette section, l'étude anatomique du tube digestif s'est avérée indispensable afin d'avoir une idée de la composition de son bol alimentaire.

2.1.1. L'anatomie du tube digestif de *Distichodus rostratus*

2.1.1.1. L'anatomie descriptive du tube digestif

L'étude anatomique du tube digestif de *Distichodus rostratus* a permis de mettre en évidence les différentes portions. C'est un long tractus qui s'étend de la région buccale à l'orifice anal. Cet tractus se subdivise en trois parties distinctes que sont l'œsophage, l'estomac et l'intestin (Fig. 28).

L'œsophage est très court et présente une paroi épaisse. L'œsophage débouche sur l'estomac peu développé, très long et qui a une forme en U. Il possède deux branches distinctes de taille sensiblement égale. La branche antérieure ou branche cardiaque reliée à l'œsophage a une longueur estimée à 6,97 p.c. du tube digestif. La branche postérieure ou pylorique est reliée à l'intestin. Elle a une longueur représentant 5,83 p.c. du tube digestif. Au niveau de la région pylorique de l'estomac, on distingue des formations annexes qui sont les caeca pyloriques. Ce sont des formations qui apparaissent autour du pylore à la jonction estomac-intestin. Ils se prolongent sur la première anse intestinale. Ils couvrent approximativement 9,38 p.c. du tube digestif. Cette formation annexe constitue un réseau de replis dont la taille diminue progressivement au fur et à mesure qu'on s'éloigne du pylore et s'arrête à la hauteur de la circonvolution stomacale. L'intestin est la portion la plus longue. Il est relié dans sa partie antérieure à l'estomac et dans sa partie postérieure à l'orifice anale. Cet intestin décrit des circonvolutions.

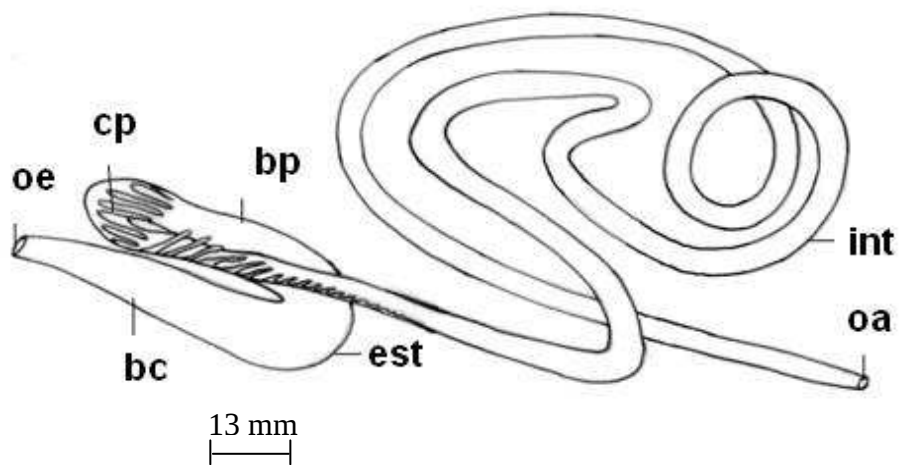


Figure 28: Représentation schématique du tube digestif de *Distichodus rostratus*; oe : œsophage; est : estomac; bp : branche pylorique; bc : branche cardiaque ; cp : caecum pylorique ; int : intestin ; oa : orifice anal.

Pour des spécimens de taille comprise entre 290 et 308 mm, la branche cardiaque de l'estomac a une longueur moyenne de 89 mm. Tandis que la branche pylorique a 80 mm de long. Une moyenne de 53 caeca pyloriques couvre une longueur moyenne de 114 mm.

2.1.1.2. L'histologie de l'estomac

L'étude histologique de l'estomac de *D. rostratus* a mis en évidence 4 tissus qui sont la muqueuse, la sous-muqueuse, la musculuse et la séreuse. Au niveau de la branche cardiaque, la muqueuse est composée de cellule épithéliale très abondante. La membrane basale présente des glandes gastriques caractéristiques de la branche cardiaque.

La sous-muqueuse est peu développée avec la présence d'une couche adipeuse. La musculuse est composée d'une couche de tissu circulaire. La séreuse est une mince couche externe du tube digestif (Fig. 29). Cependant, au niveau de la branche pylorique de l'estomac, la muqueuse est relativement mince avec des diverticules peu profonds. La portion apicale de l'épithélium est recouverte de fibre élastique. La musculuse est constituée de muscle circulaire très développée (Fig. 30).

2.1.1.3. La relation "longueur intestin/longueur standard"

Dans cette section, la longueur intestinale de 224 spécimens de longueur standard variant entre 131 à 610 mm a été mesurée. La figure 31 traduit la variation de la longueur de l'intestin en fonction de la longueur standard des poissons. Les graphes montrent une relation linéaire entre les paramètres étudiés.

Mâles : $Li = 3,71 Ls - 43,53$ ($r = 0,92$; $n = 107$)

Femelles : $Li = 4,14 Ls - 129,31$ ($r = 0,94$; $n = 117$)

Mâles et femelles : $Li = 3,97 Ls - 92,48$ ($r = 0,94$; $n = 224$).

Ces résultats montrent également qu'il existe une isométrie entre la longueur de l'intestin et la longueur standard des individus. Ainsi, plus les spécimens sont grands, plus leur intestin est long chez *D. rostratus*.

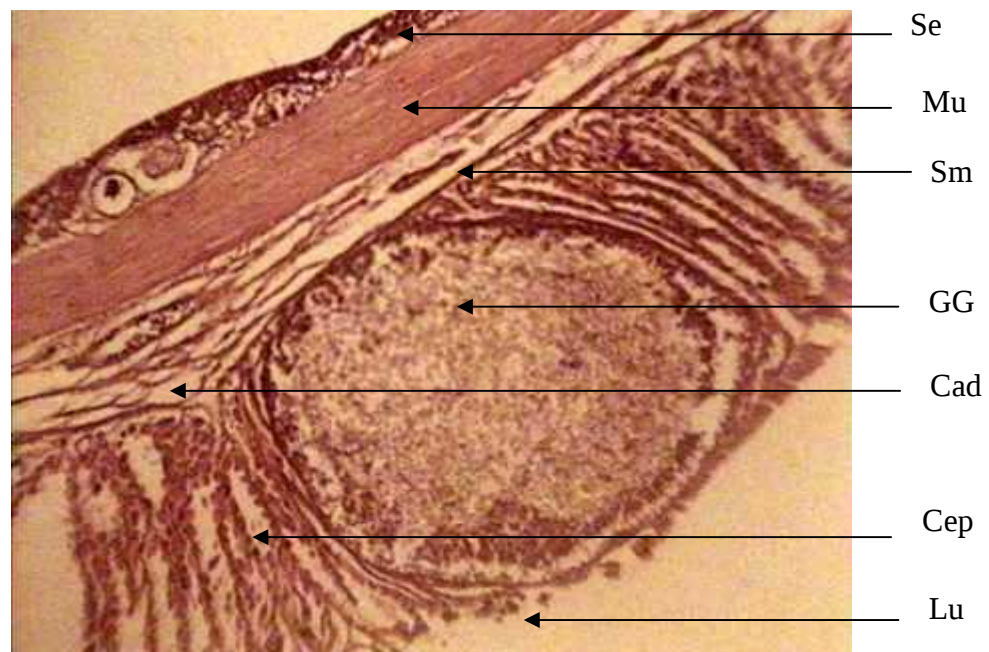


Figure 29 : Coupe transversale de la branche cardiaque de l'estomac de *Distichodus rostratus*; Cad : cellules adipeuses, Cep : cellules épithéliales, GG : Glande gastrique, Mu : musculature, Sm : sous-muqueuse, Lu : lumière, Se : séreuse ; Grossissement x 100.

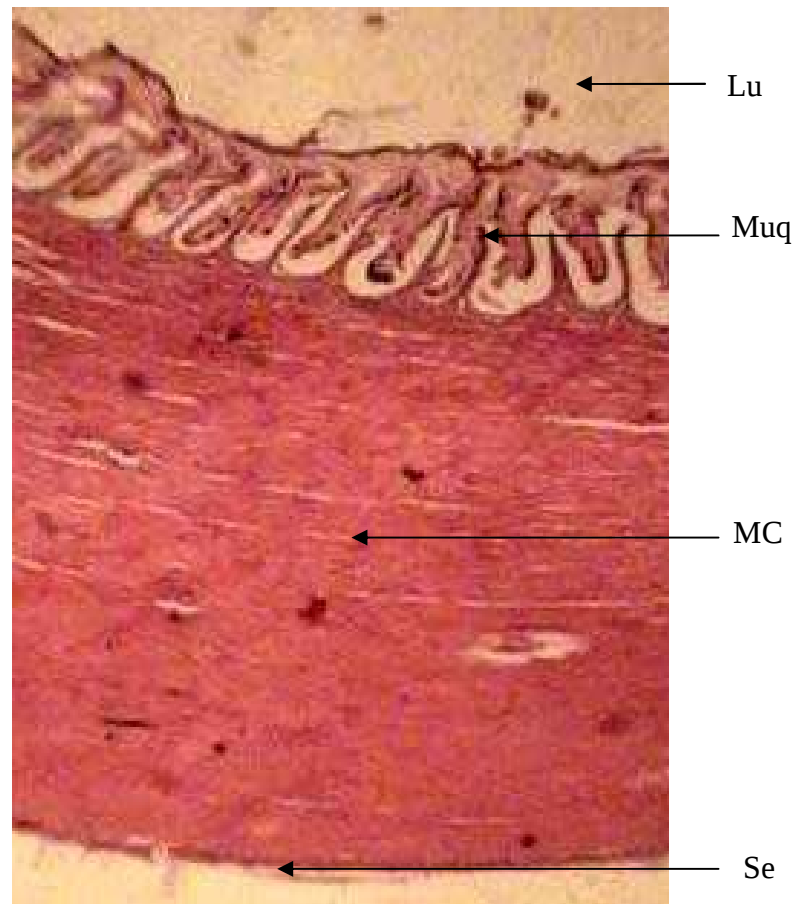


Figure 30: Coupe transversale de la branche pylorique de l'estomac de *Distichodus rostratus*; MC : muscle circulaire, Muq : muqueuse, Lu : lumière, Se : séreuse ; Grossissement x 40.

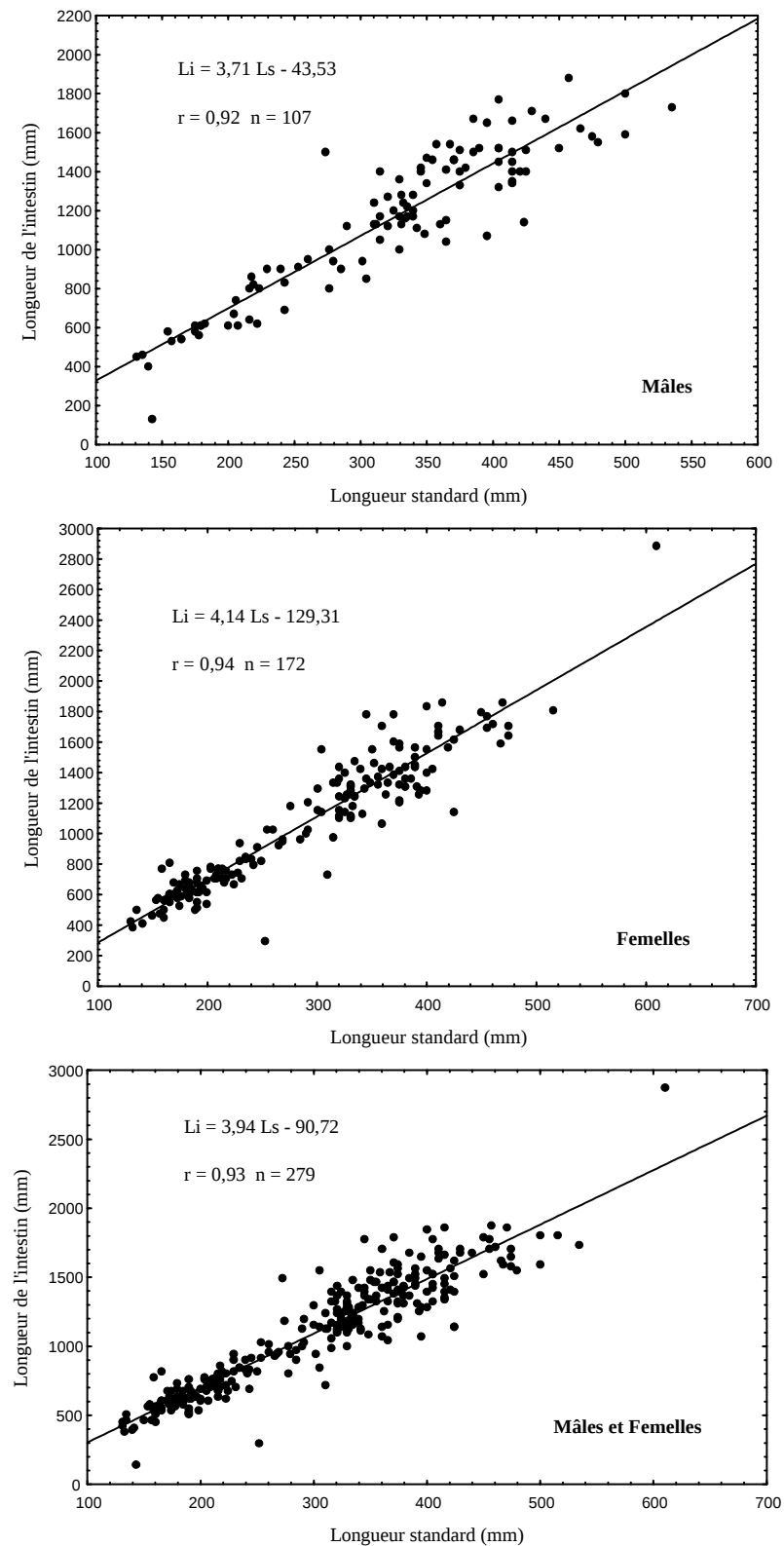


Figure 31: Relation entre la longueur de l'intestin et la longueur standard chez *Distichodus rostratus*

Les coefficients intestinaux de l'ensemble des individus analysés varient entre 2,34 et 5,16 avec une moyenne (CIM) de $3,63 \pm 0,45$. Les valeurs du CIM pour chaque sexe indiquent respectivement $3,63 \pm 0,45$ pour les femelles et $3,55 \pm 0,50$ pour les mâles. Cependant, on note que le CIM est plus élevé chez les spécimens femelles que les mâles. Par ailleurs, l'analyse de variance (Anova) n'a pas révélé d'influence du sexe sur la longueur relative de l'intestin ($p > 0,05$).

2.1.2. L'ASPECT QUALITATIF ET QUANTITATIF DU RÉGIME ALIMENTAIRE

Dans cette étude, les spécimens retenus sont ceux capturés aux filets maillants. Un total de 220 estomacs, provenant des spécimens dont la longueur standard est comprise entre 131 et 610 mm sont examinés.

2.1.2.1. Le profil général du régime alimentaire

L'examen des estomacs révèle que 153 contiennent des proies et 67 sont vides, soit un pourcentage de vacuité (V) de 31,36 p.c. La variation de ce paramètre est représentée à la figure 32. On observe trois pics respectivement en août avec 40 p.c., en décembre avec 61,54 p.c. et en mai avec 53,85 p.c. Les résultats obtenus indiquent un poids total de 414,42 g pour l'ensemble des items identifiés, soit un poids moyen de 2,71 g par tube digestif plein.

L'analyse qualitative de l'ensemble des contenus stomacaux répertoriés indique qu'ils peuvent être regroupés en fraction végétale et animale (Annexe 2). La fraction animale regroupe 13 organismes proies repartis dans 5 classes qui sont les Insectes avec 7 taxons, les Gastéropodes et les Crustacés avec chacun 2 taxons, les Pélécy-podes et les Arachnides avec un taxon.

Les Insectes sont composés d'Ephéméroptères (*Adenophlebiodes* sp. et Baetidae), de Diptères (Ceratopogonidae et Chironomidae), de Planipennes (*Sisyr* sp.), de Trichoptères (Hydropsychidae) et de débris d'insectes. Les proies malacologiques sont des Gastéropodes avec les espèces *Cleopatra* sp. et *Segmentina angustus* et des Pélécy-podes représenté par *Caelatura aegyptica*. Les Cladocères et les Ostracodes sont les Crustacés consommés.

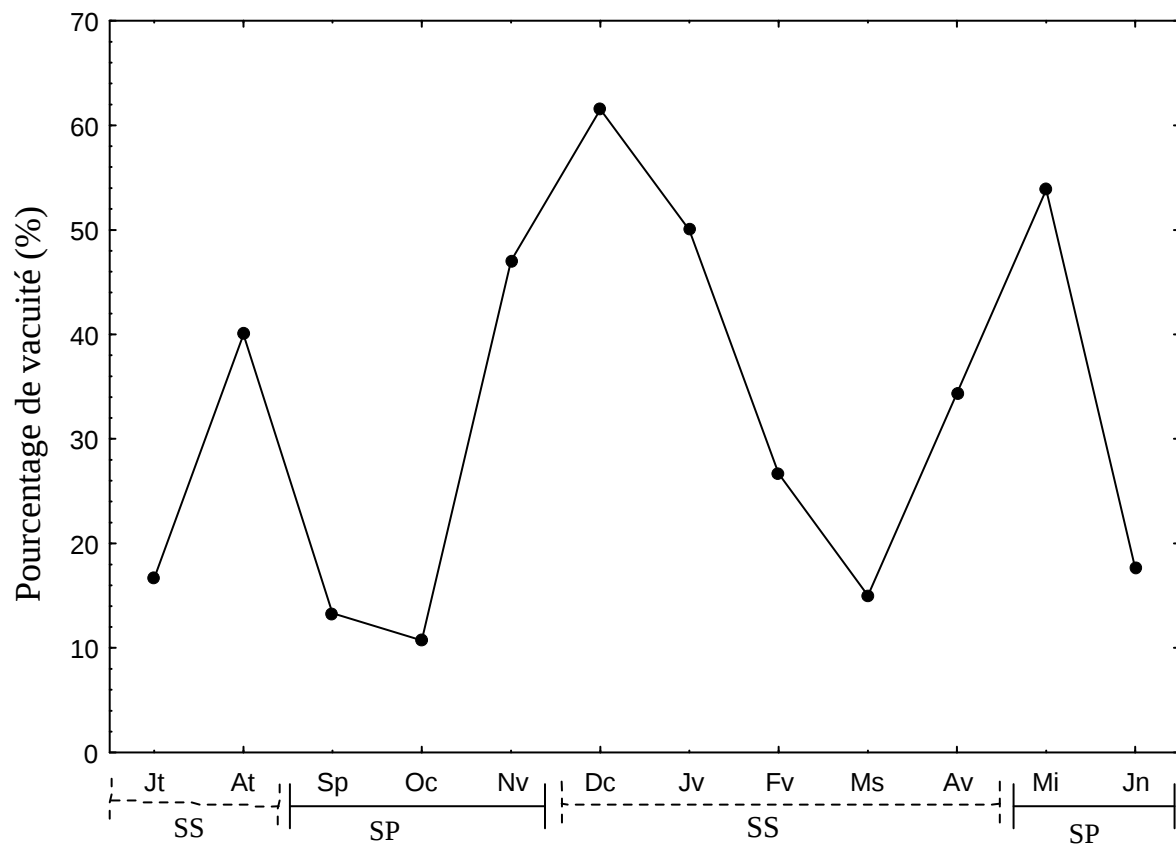


Figure 32: Variation mensuelle du pourcentage de vacuité chez *Distichodus rostratus* provenant entre les barrages de Kossou et Taabo (fleuve Bandama); SS : saison sèche, SP : saison pluvieuse, n = 67 individus.

La fraction végétale est constituée de feuilles et de tige des familles des Zannichelliaceae surtout l'espèce *Cymodocea sp.* et des Podostemaceae l'espèce étant *Tristicha trifaria* ainsi que de graines, de fruits, de phytoplancton et de débris végétaux. En outre, il a aussi été noté la présence de grains de sable et d'écailles de poissons dans les estomacs de certains spécimens.

Lorsqu'on considère l'expression quantitative des items, avec les indices d'occurrences des proies, les débris végétaux estimés à 35,16 p.c., *Cymodocea sp.* avec 26,48 p.c. et les Insectes d'une valeur de 13,7 p.c. dominés par les Chironomidae qui correspondent à une occurrence de 10,04 p.c. sont les plus fréquents dans les estomacs. Ils sont suivis des fruits avec une occurrence de 7,31 p.c. et des écailles de poissons avec 6,39 p.c. Les autres items alimentaires ont une fréquence de consommation inférieure à 5 p.c. (Fig. 33).

La classification des proies sur la base de l'indice de prépondérance (Ip) a permis de ranger les macrophytes estimé à 99,98 p.c. dans la catégorie de proie principale dans les contenus stomacaux de *D. rostratus*. La famille des Zannichelliaceae représentée par le genre *Cymodocea* avec 57,77 p.c. est la proie principale dans l'alimentation de *D. rostratus*. Tandis que celle des Podostemaceae représentée par *Tristicha trifaria* avec 0,37 p.c. constitue un item accessoire. Cependant, les débris végétaux estimés à 41,40 p.c. ont été considérés comme un item alimentaire important. Les groupes taxonomiques à savoir les Insectes, les Mollusques, les Arachnides, les Crustacés et l'ensemble des autres items ont été classés comme items alimentaires accessoires à cause de leur faible importance dans le régime alimentaire de *D. rostratus*.

2.1.2.2. La variation du régime alimentaire en fonction de la taille des individus

A partir des observations effectuées sur les stades de maturité sexuelle (*cf infra*) et en tenant compte des tailles de maturité sexuelle des plus petits individus matures, les poissons ont été séparés en deux lots :

- (1) les individus immatures d'effectif 66 et de longueurs standards comprises entre 131 et 334 mm et (2) les matures d'effectif 87 de longueur standard comprise entre 335 et 610 mm.

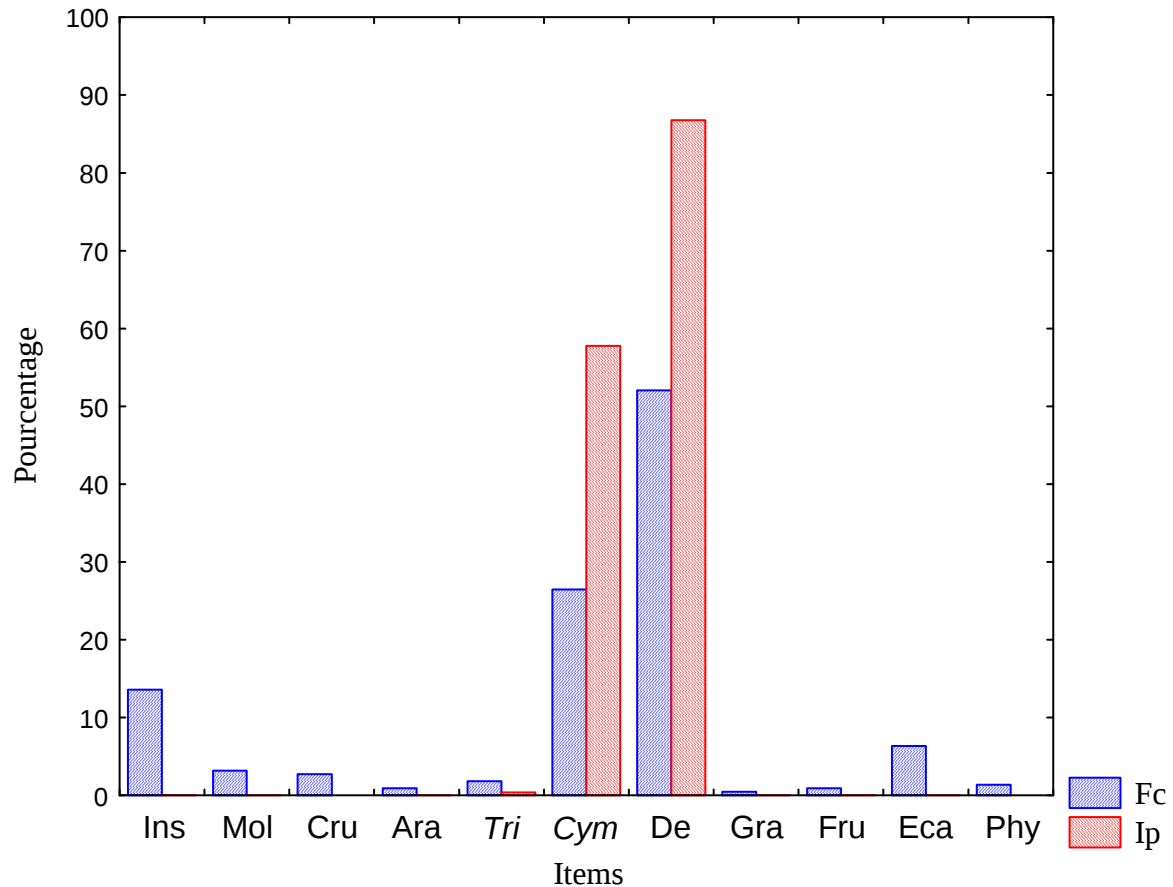


Figure 33: Pourcentage d'occurrence (Fc) et indice de prépondérance (Ip) des catégories d'items proies dans les contenus stomacaux de *Distichodus rostratus* provenant entre les barrages de Kossou et Taabo (fleuve Bandama) de juillet 2004 à juin 2005 ; Ins : Insectes, Mol : Mollusques, Cru : Crustacés, Ara : Arachnides, Tri : *Tristicha trifaria*, Cym : *Cymodocea*, De : débris végétaux, Gra : Graine, Fru : Fruits, Eca : Ecaïlles, Phy : Phytoplanctons.

2.1.2.2.1. L'aspect qualitatif

L'examen qualitatif des contenus stomacaux indique que 20 items proies sont rencontrés chez les juvéniles contre 14 chez les adultes (Annexes 3 et 4).

L'observation des différents taxons au niveau de la fraction animale révèle que chez les individus jeunes, des Planipennes et des Trichoptères sont répertoriés. Dans l'estomac des mêmes spécimens on retrouve les Ceratopogonidae et les débris d'insectes. Cependant, les *Adenophlebiodes sp.* ne se rencontrent que chez les adultes. Par contre, chez les mêmes adultes on ne retrouve pas les Mollusques des genres *Cleopatra* et *Caelatura* et les Crustacés appartenant à l'ordre des Ostracodes. Concernant les Macrophytes, les graines sont rencontrées que chez les jeunes et les fruits chez les adultes.

Les résultats des indices d'occurrence (Fig. 34) montrent que chez les juvéniles, les débris végétaux avec 37,74 p.c., l'espèce *Cymodocea sp.* avec 25,47 p.c. et les Insectes avec 18,87 p.c. principalement les larves de Chironomidae représentant 11,32 p.c. constituent les proies les plus couramment consommées par *D. rostratus*. Elles sont suivies par les Mollusques avec 5,66 p.c. Les autres organismes proies ont un indice d'occurrence inférieur à 5 p.c. Par contre, les débris végétaux, *Cymodocea sp.* et les fruits sont les proies les plus fréquentes dans les estomacs chez les adultes avec respectivement 33,64 p.c., 25,45 p.c. et 13,64 p.c. Les Insectes, représentant 9,09 p.c., suivent ces derniers et sont dominés par les Chironomidae couvrant 7,28 p.c. Les autres items alimentaires sont faibles avec une valeur indiciaire inférieure à 5 p.c. (Fig. 35).

2.1.2.2.2. L'aspect quantitatif

Les annexes 3 et 4 présentent le pourcentage pondéral (P), le pourcentage d'occurrence (Fc) et l'indice de prépondérance (Ip) des différentes catégories de proies identifiées dans les contenus stomacaux des juvéniles et des adultes de *D. rostratus*.

La classification des proies sur la base de l'indice de prépondérance montre que chez les juvéniles, les principaux aliments sont les débris végétaux avec une valeur de Ip de 61,48. L'espèce *Cymodocea sp.* est la proie importante représentée par un Ip égal à 38,39.

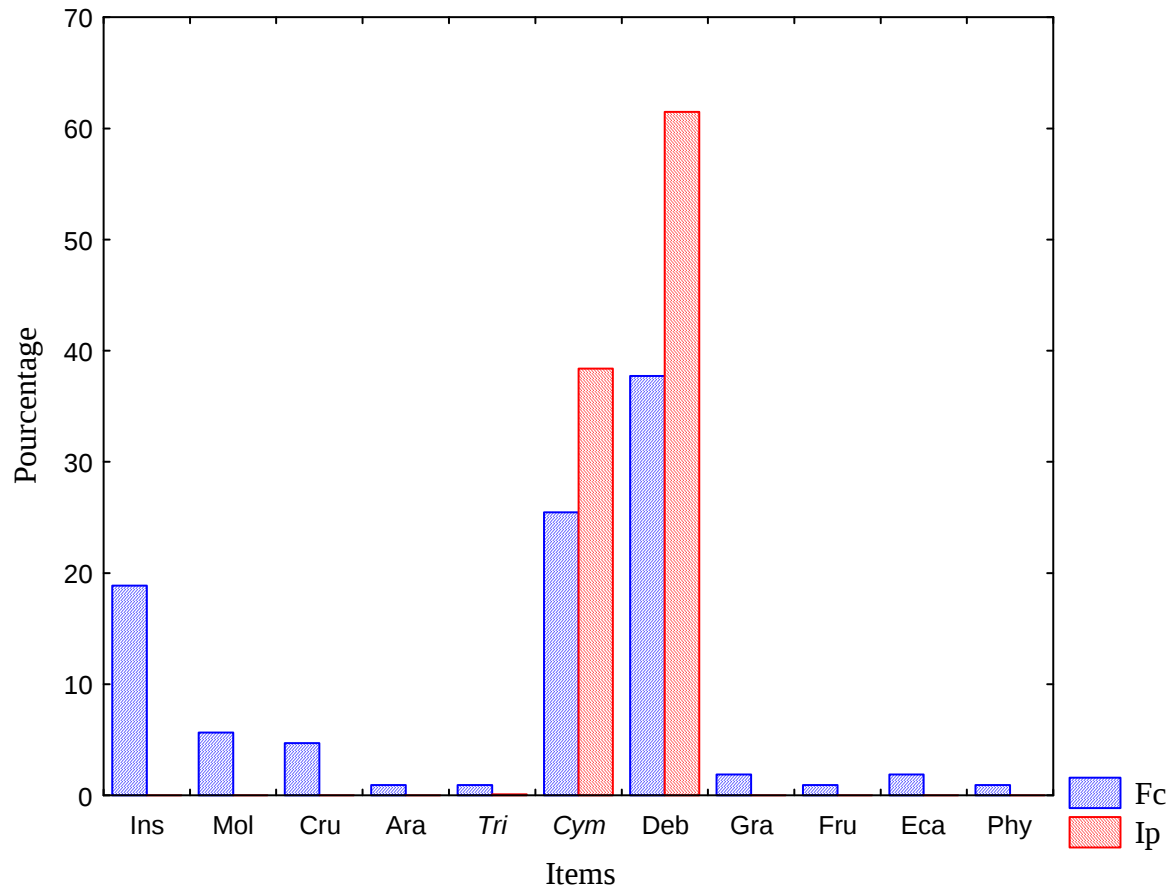


Figure 34: Pourcentage d'occurrence (Fc) et indice de prépondérance (Ip) des catégories d'items proies dans les contenus stomacaux des juvéniles de *Distichodus rostratus* provenant entre les barrages de Kossou et Taabo (fleuve Bandama) de juillet 2004 à juin 2005; Ins : Insectes, Mol : Mollusques, Cru : Crustacés, Ara : Arachnides, Tri : *Tristicha trifaria*, Cym : *Cymodocea*, Deb : débris végétaux, Gra : Graine, Fru : Fruits, Eca : Ecailles, Phy : Phytoplanctons.

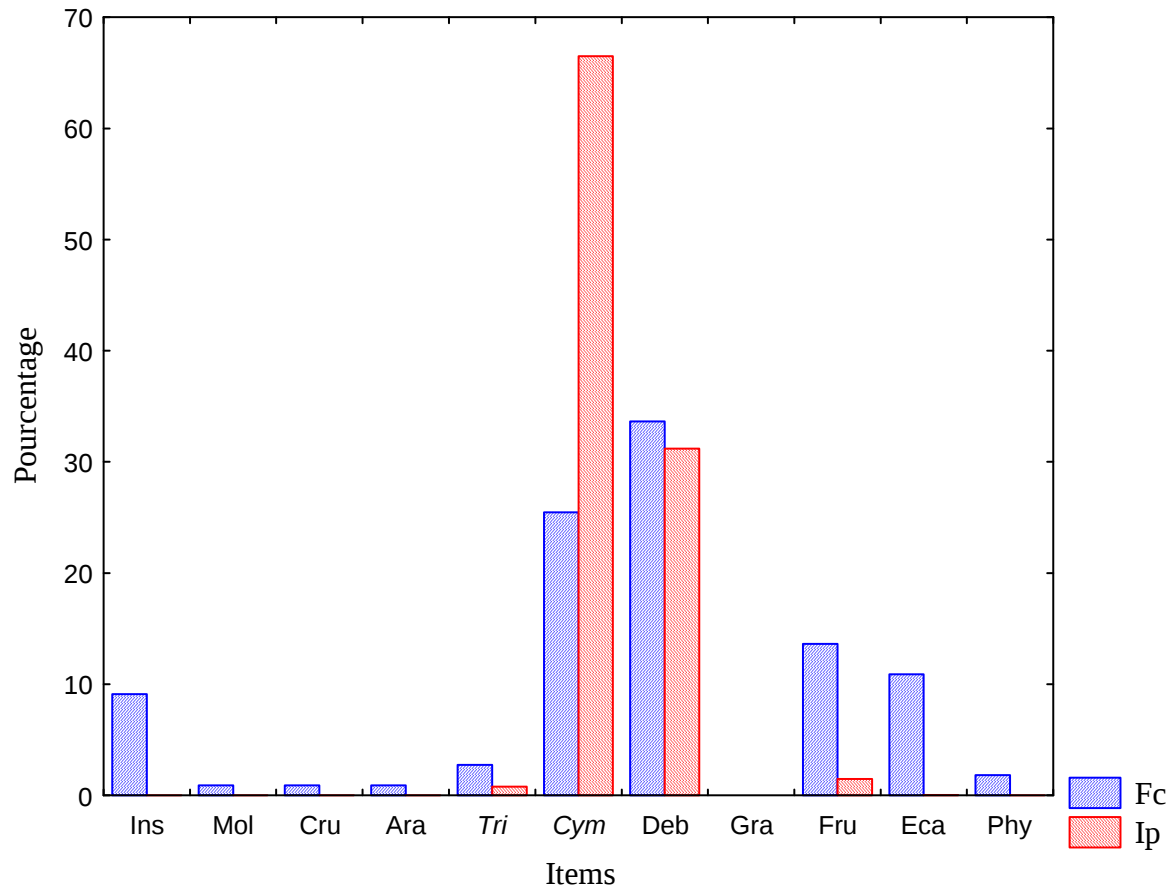


Figure 35: Pourcentage d'occurrence (Fc) et indice de prépondérance (Ip) des catégories d'items proies dans les contenus stomacaux des adultes de *Distichodus rostratus* provenant entre les barrages de Kossou et Taabo (fleuve Bandama) de juillet 2004 à juin 2005; Ins : Insectes, Mol : Mollusques, Cru : Crustacés, Ara : Arachnides, Tri : *Tristicha trifaria*, Cym : *Cymodocea*, Deb : débris végétaux, Gra : Graine, Fru : Fruits, Eca : Ecailles, Phy : Phytoplanctons.

Chez les adultes, *Cymodocea sp.* constitue l'item alimentaire principal avec 66,51 p.c. de prépondérance tandis que les débris végétaux avec 31,19 p.c. représentent les items alimentaires importants.

L'indice de Schoener, calculé à partir des indices de prépondérance (Ip) des items, obtenus chez les juvéniles et les adultes de *Distichodus rostratus*, est de 0,70. Les contenus stomacaux des jeunes et des adultes considérés dans cette étude sont similaires.

2.1.2.3. Le régime alimentaire en fonction des saisons

Les poissons examinés dans cette étude ont été regroupés selon la saison de capture: la saison sèche comprend 68 individus et la saison pluvieuse a 85 individus.

2.1.2.3.1. L'aspect qualitatif

Un total de 17 items proies a été dénombré dans les contenus stomacaux des poissons capturés pendant la saison sèche contre 16 en saison pluvieuse (Annexes 5 et 6). Les proies rencontrées dans les contenus stomacaux des poissons capturés en saison sèche sont *Sisyra sp.* de l'ordre des Planipennes, Hydropsychidae appartenant aux Trichoptères et des Ostracodes qui sont des Crustacés.

Par contre, l'espèce *Adenophlebiodes sp.* des Ephéméroptères, la famille Ceratopogonidae des Diptères, le genre *Caelatura* des Pélécypodes et les graines de Macrophytes ont été retrouvés uniquement dans les estomacs des poissons capturés en saison pluvieuse.

2.1.2.3.2. L'aspect quantitatif

D'une façon générale, les débris végétaux, *Cymodocea sp.*, les Insectes notamment les Chironomidae et les écailles de poissons avec respectivement une occurrence de 35,29 p.c., 23,53 p.c., 14,71 p.c., 10,78 p.c. et 7,84 p.c. sont les items alimentaires les plus fréquents dans les estomacs des *Distichodus rostratus* pendant la saison sèche (Fig. 36).

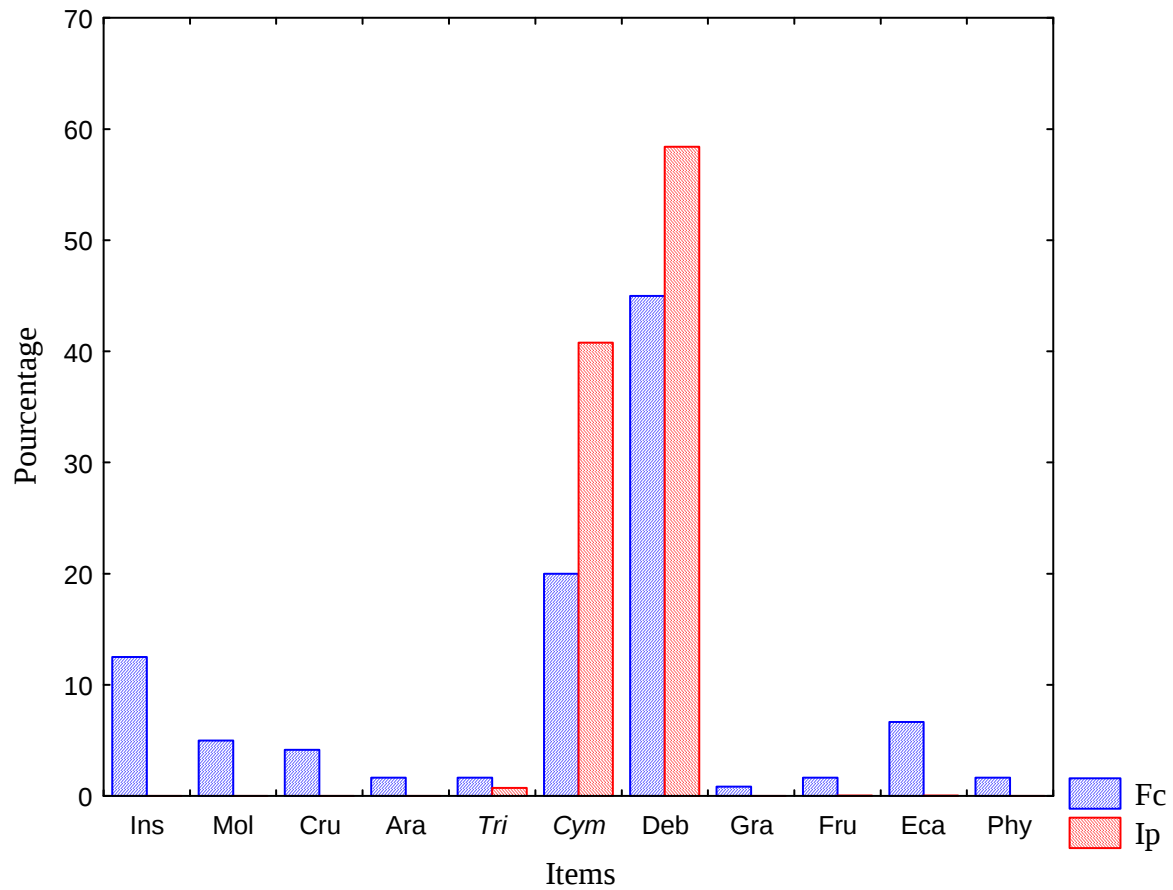


Figure 36: Pourcentage d'occurrence (Fc) et indice de prépondérance (Ip) des catégories d'items proies dans les contenus stomacaux de *Distichodus rostratus* provenant entre les barrages de Kossou et Taabo (fleuve Bandama) durant les saisons sèches ; Ins : Insectes, Mol : Mollusques, Cru : Crustacés, Ara : Arachnides, Tri : *Tristicha trifaria*, Cym : *Cymodocea*, Deb : débris végétaux, Gra : Graine, Fru : Fruits, Eca : Ecaïlles, Phy : Phytoplanctons.

En saison pluvieuse, les items couramment consommés sont encore les débris végétaux qui correspondent à 34,45 p.c., *Cymodocea sp.* avec 29,41 p.c., les Insectes avec 12,61 p.c. singulièrement les Chironomidae avec 9,24 p.c. et les fruits avec 11,76 p.c. (Fig. 37).

L'analyse effectuée sur la base de l'Ip permet de noter qu'en saison sèche, les spécimens consomment principalement des débris végétaux avec un Ip de 52,18 et *Cymodocea sp.* avec 46,87 p.c. constitue la proie importante. Par contre, pendant la saison des pluies, *Cymodocea sp.* est l'aliment principal avec une valeur d'Ip égale à 64,25 et les débris végétaux avec 34,60 p.c. constituent des items importantes (Fig. 36 et 37).

Le résultat de l'indice de Schoener ($\alpha = 0,76$), comparant les indices de prépondérances des items proies obtenus aux deux saisons, indique que les régimes alimentaires des différentes saisons sont similaires.

2.2. LA DISCUSSION

L'anatomie du tube digestif

Les études de la morphologie du tube digestif des poissons indiquent que les espèces ayant un estomac peu développé ont un intestin long (Verighina, 1990; Kouamélan *et al.*, 1997). Cette longueur est fonction de la digestibilité des proies. En général, l'intestin est court chez les carnivores et long chez les herbivores (Lagler *et al.*, 1962 ; Kapoor *et al.*, 1975). Les résultats de cette étude concordent avec les travaux de Verighina (1990) et de Kouamélan *et al.* (1997) en ce sens qu'ils indiquent que *Distichodus rostratus* a un estomac peu développé et un intestin relativement long. Ces résultats sont comparables à ceux obtenus par Daget (1959) sur *Distichodus brevipinnis*. Selon cet auteur, cette dernière espèce a un estomac cylindrique, allongé et replié sur lui-même avec de nombreux caeca pour la plupart ramifiés et s'étendant sur le premier segment intestinal. Comparativement aux travaux antérieurs (Daget, 1959 ; Paugy, 1994) et sur la base des coefficients intestinaux obtenus dans la présente étude, *D. rostratus* peut être classé dans la catégorie des micro/macrophytophages.

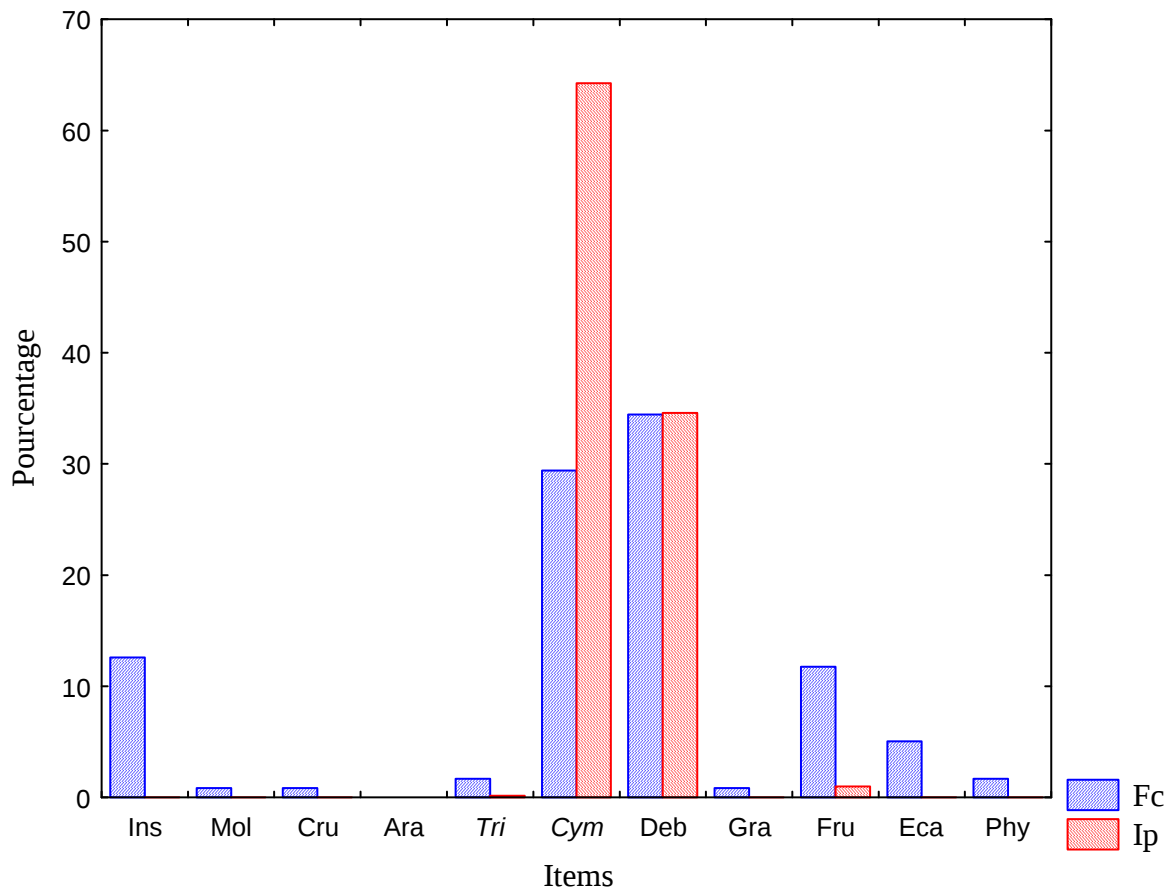


Figure 37: Pourcentage d'occurrence (Fc) et indice de prépondérance (Ip) des catégories d'items proies dans les contenus stomacaux de *Distichodus rostratus* provenant entre les barrages de Kossou et Taabo (fleuve Bandama) durant les saisons pluvieuses; Ins : Insectes, Mol : Mollusques, Cru : Crustacés, Ara : Arachnides, Tri : *Tristicha trifaria*, Cym : *Cymodocea*, Deb : débris végétaux, Gra : Graine, Fru : Fruits, Eca : Ecailles, Phy : Phytoplanctons.

Les travaux de Grunberg & Hager (1978) et Leino (1996) sur l'histologie du tube digestif ont montrés que le nombre de tissu digestif n'influence pas la digestion. La présente étude a indiqué la présence de la glande gastrique et de la muqueuse avec des diverticules profonds dans la branche cardiaque de l'estomac. Cela démontre qu'elle est la zone de trituration des végétaux du bol alimentaire comme l'indique Anderson (1986). En outre, les nombreuses fibres élastiques et une couche musculaire très développée sur la branche pylorique marquent le début de l'absorption.

Le choix des indices

D'une façon générale, l'étape la plus discutée dans un protocole d'étude de régime alimentaire est le choix des indices alimentaires pour quantifier les différentes proies identifiées dans les estomacs. Trois raisons majeures permettent d'expliquer ces discussions: (1) tout indice (simple ou mixte) présente aussi bien des avantages que des inconvénients (Windell, 1971 ; Lauzanne, 1975 ; Rosecchi & Nouaze, 1987 ; Mohan & Sankara, 1988 ; Marshall & Elliot, 1997);

(2) il n'existe pas d'indice standard correspondant à un type de données ou d'échantillons (Hyslop, 1980 ; Castello, 1990 ; Kouamélan, 1999);

(3) il est établi qu'un changement d'indice alimentaire peut influencer la classification des taxons en proies principales, secondaires ou accessoires (Hynes, 1950 ; Mann & Orr, 1969 ; Hyslop, 1980).

De ce qui précède et en référant aux travaux de Kouamélan (1999), il apparaît que le meilleur choix est l'indice qui permet d'obtenir une idée réelle des habitudes trophiques du poisson étudié. A cet effet, cet auteur propose de tester plusieurs indices afin d'en retenir celui qui semble le mieux adapté aux données dont on dispose. L'indice principalement utilisé dans ce travail est l'indice de prépondérance (Ip) (Natarajan & Jhingran, 1961) combinant les pourcentages d'occurrence et pondéral. Il présente l'avantage de ne pas intégrer de pourcentage numérique car parmi les items proies figure une importante quantité de feuilles, de tige et de débris végétaux qu'on ne pourrait pas dénombrer.

Les données de cette étude sont analysées en tenant compte de l'indice de prépondérance (Ip). Les spécimens des différents stades de maturité ne consomment pas la même qualité de proie. Les saisons influencent également la composition du bol alimentaire. Compte tenu du fait que l'utilisation des tests de similarités relève toujours des problèmes

techniques et théoriques, les travaux de Hurlbert (1978) et Wallace (1981) ont servi de base pour la critique des indices de chevauchement. Ces auteurs ont montré que l'indice de Schoener est le test de similarité approprié pour la comparaison des indices mixtes. Ils ont également indiqué que lorsque des proies sont absentes dans l'une des séries à comparer, l'indice de Schoener est le plus adéquat de tous les indices de chevauchement.

Le régime alimentaire général

On déduit de l'analyse des contenus stomacaux que dans le système fluvial situé entre le barrage de Kossou et celui de Taabo, *Distichodus rostratus* consomme essentiellement les macrophytes du genre *Cymodocea* sp. d'Ip égal à 57,77 p.c. et des débris végétaux avec une prépondérance de 41,40 p.c. Ces items sont observés respectivement dans 26,48 p.c. et 35,16 p.c. des estomacs non vides.

On peut émettre l'hypothèse selon laquelle, le faible taux de vacuité est dû à la durée importante de la digestion des macrophytes. Ceci explique le fait qu'on retrouve plus d'estomacs à divers stades de digestion que d'estomacs vides (Poulet, 2004).

Il est concevable que la position subterminale de la bouche favorise le prélèvement de la fraction végétale en même temps que des grains de sable. De nombreux travaux sur les habitudes alimentaires des poissons benthophages ont mentionné la présence d'une fraction sédimentaire dans les estomacs (Yatabary, 1983; Kouamélan, 1999; Diomandé, 2001). Diomandé (2001) indique que les grains de sable peuvent jouer un rôle dans la trituration de l'exosquelette des crustacés et des aliments d'origine végétale surtout la trituration de la cellulose contenue dans ces végétaux.

Les résultats obtenus sur la nature des proies de *D. rostratus* concordent avec ceux observées dans le Moyen Niger (Daget, 1959), le lac Volta (Petr, 1967), le Bandama blanc (Planquette & Lemasson, 1975), le bassin tchadien (Lauzanne, 1976), le Nil (Hickley & Bailey, 1987), l'Anambra (Inyang & Nwani, 2004), le Comoé (Yao, 2006). Ils révèlent également le caractère phytophage de cette espèce. Ainsi, ces données confortent l'observation de Lauzanne (1994), qui après inventaire et examen de quelques aspects particuliers de l'alimentation des poissons africains indique que le régime alimentaire d'une espèce est sensiblement identique sur toute l'étendue de son aire de répartition. Suivant les localités et les sources de nourritures, des catégories d'aliments prennent une part importante dans la nourriture de l'espèce. Hickley & Bailey (1987) ont trouvé du phytobenthos, du

périphyton, du sable, de la vase, des crustacés benthiques, des larves de diptères, d'autres insectes, des mollusques, des plantes des genres *Vallisneria* et *Najas* et d'autres macrophytes dans l'estomac des *D. rostratus* du Nil blanc. Tandis que dans le Comoé selon Yao (2006), *D. rostratus* se nourrit de macrophytes c'est-à-dire de feuilles et de graines, d'Arachnides surtout l'espèce *Hydracarina sp.* et d'Insectes de la famille des Culicidae, des Baetidae et des Formicidae. Ailleurs, dans le lac Kainji, cette espèce a un régime composé de phytoplancton, de débris végétaux, d'*Echinochloa spp.* et d'autres végétaux terrestres et aquatiques (Arawomo, 1982). Dans le lac Tchad, *D. rostratus* se nourrit d'algues et de débris divers dans les eaux libres tandis que dans l'Archipel de ce lac, il se nourrit exclusivement de *Ceratophyllum* et de *Potamogeton*. Dans le lac Volta par contre, il se nourrit de *Ceratophyllum*, de phytoplancton et de périphyton (Petr, 1967 ; Lauzanne, 1976). Cependant, dans le Bandama blanc, Planquette & Lemasson (1975) ont rencontré des Cyperaceae et des Liliaceae, une couverture biologique, la boue, des invertébrés terrestres et des traces de phytoplancton dans les estomacs disséqués. Cette différence dans la composition des aliments d'un milieu à un autre peut s'expliquer par le fait que dans un plan d'eau donné, les poissons utilisent les proies disponibles et accessibles (Lauzanne, 1994; King, 1994). Ces observations confirment les conclusions de Lauzanne (1976) et de Reizer (1995) selon lesquelles *D. rostratus* consomme de préférence des macrophytes mais devient détritivore benthique quand les végétaux supérieurs font défaut.

Le régime alimentaire en fonction de la taille des individus

Il ressort de la présente étude que chez les juvéniles, les aliments principaux consommés sont constitués de débris végétaux. Par contre, les adultes se nourrissent principalement de *Cymodocea sp.* Cette variabilité dans le choix des aliments principaux en fonction de la taille semble être liée à la capacité de recherche de l'aliment préférentiel et de sa digestibilité du fait que les juvéniles et les adultes ont été capturés dans le même biotope. Par ailleurs, aucune différence significative ($\alpha = 0,70$) n'est observée entre l'alimentation des juvéniles et celui des adultes.

La variation de la nature de la proie principale observée au cours de ce travail peut être due au fait que *Cymodocea sp.* fournit beaucoup plus d'énergie pour une quantité minimale broutée. Cette hypothèse se justifie par les travaux de Angermeier (1985) qui indique qu'il est plus profitable sur le plan énergétique de consommer des taxons de grande

taille. Une telle variation du régime alimentaire de *D. rostratus* en fonction de la taille a aussi été observée par Sandon & Tayib (1953) dans le Nil et par Daget (1959) dans le Moyen Niger. Selon ces auteurs, les poissons de longueur standard inférieure à 150 mm ne consomment que du phytoplancton. Ces résultats sont contraires à ceux obtenus dans la présente étude. Dans le fleuve Bandama, les spécimens de *D. rostratus* dont la longueur standard est inférieure ou égale à 150 mm, se nourrit d'Insectes de la famille des Chironomidae et des Baetidae, de Gastéropodes à savoir l'espèce *Segmentina angustus*, de Crustacés de l'ordre des Ostracodes, des Cladocères et de Macrophytes constitués de débris végétaux et de *Cymodocea sp.* Des observations similaires ont été faites chez cette espèce dans le Comoé sur des spécimens de taille inférieure ou égale à 175 mm (Yao, 2006). Tandis que ceux de taille supérieure ($L_s > 150$ mm) élargissent leur régime aux macrophytes. Cette augmentation de la taille des particules en fonction de la taille des *D. rostratus* est rendue possible et facilitée par la différenciation du tube digestif (Daget, 1959).

Le régime alimentaire en fonction des saisons

Les résultats n'ont montré aucune différence significative dans la composition alimentaire de *Distichodus rostratus* en fonction des saisons. Cependant, il a été noté que les fluctuations du niveau de l'eau constituaient le principal facteur influençant le régime alimentaire et l'intensité de la prise alimentaire des phytophages et insectivores en milieu équatorial (Lowe-McConnell, 1964; Zaret & Rand, 1971; Nico & Taphorn, 1985; Winemiller, 1987; Lauzanne, 1994).

Ainsi, Arawomo (1982) a noté que dans le lac Kainji au Nigéria, *D. rostratus* se nourrit préférentiellement de macrophytes en saison pluvieuse et de débris végétaux et d'algues pendant la saison sèche. Cette similarité obtenue serait liée à la disponibilité sur toute l'année des proies dans les différents biotopes explorés par l'espèce. Les mesures de la côte des eaux entre les deux barrages n'ont pas montré de variation saisonnière significative. Ainsi, les conditions environnementales dans la zone d'étude ne peuvent pas permettre d'observer une variation saisonnière des ressources disponibles. L'absence de variation du régime alimentaire d'une saison à l'autre a déjà été observée par Inyang & Nwani (2004) et Yao (2006) respectivement dans la rivière Anambra au Nigeria et dans le fleuve Comoé en Côte d'Ivoire. En outre, il est bien connu que le régime alimentaire, des poissons des fleuves qui ne débordent pas, ne subit pas de changement notable (Lauzanne, 1994).

3. LE MODE DE REPRODUCTION

3.1. LES RÉSULTATS

3.1.1. Le sex-ratio

Sur un total de 284 individus issus de la pêche commerciale dont le sexe a pu être déterminé, on dénombre 109 mâles et 175 femelles, soit un sex-ratio moyen global de 1: 1,61 en faveur des femelles. Cet sex-ratio est en faveur des femelles. La variation de la proportion relative des deux sexes au cours de l'année dans le milieu est représentée par la figure 38. Le sex-ratio est toujours en faveur des femelles sauf durant le mois d'août. La plus forte proportion est observée au cours du mois de juillet.

3.1.2. Les stades sexuels

Les fréquences mensuelles d'apparition des différents stades de maturité sexuelle sont illustrées par la figure 39. Chez les femelles, les stades 1 et 2 sont observés sur toute la période d'échantillonnage exceptés les mois de mars et septembre. Le stade de maturation 3 est observé pendant les mois d'août à octobre et de mars à mai. Les ovaires en maturation avancée (stade 4) ont été rencontrés en septembre (Fig. 40). Une proportion importante d'individus de stade de maturation 3 et 4 est présente en septembre.

3.1.3. Le rapport gonado-somatique et la période de reproduction

Les variations de l'état des gonades ont été déterminées de façon quantitative en suivant les valeurs du rapport gonado-somatique moyen.

Les valeurs moyennes du RGS des femelles matures sont comprises entre 0,84 p.c. $\pm$ 1,30 en septembre et 0,08 p.c. $\pm$ 0,06 en février. La courbe traduisant ces variations présente un seul pic important en septembre (Fig. 41). Durant les mois d'août, septembre, octobre et novembre les RGS moyens mensuels sont relativement élevée. La valeur du RGS est supérieure ou égale à 0,18 p.c. Le RGS moyen mensuel strictement inférieur à 0,18 p.c. est relativement faible entre décembre et août et les déviations standards sont faibles.

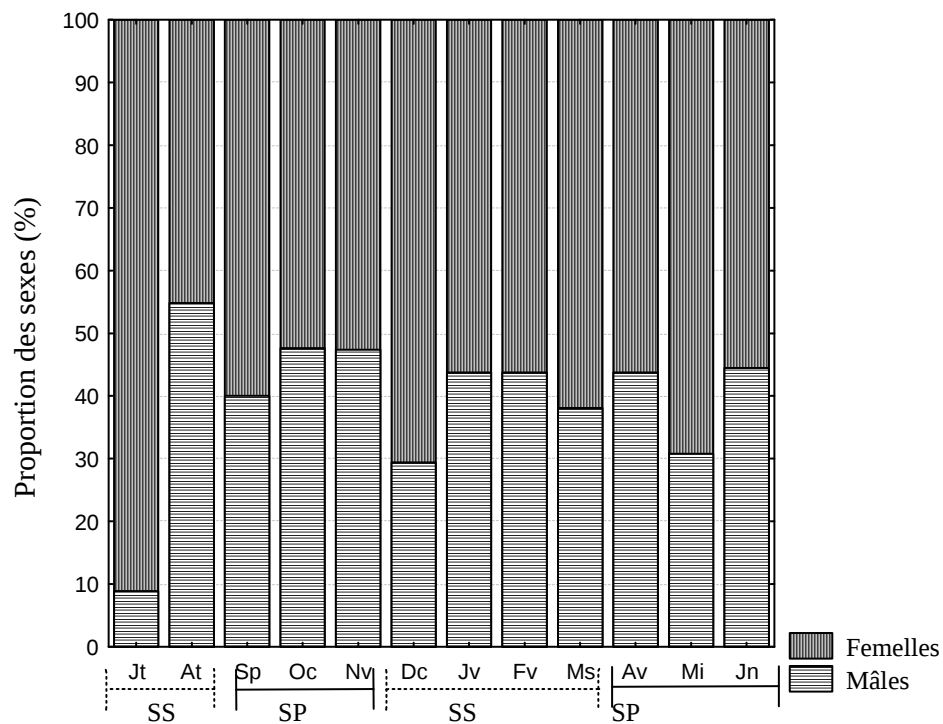


Figure 38: Variation mensuelle de la proportion des sexes chez *Distichodus rostratus* capturé entre les barrages de Kossou et Taabo dans le fleuve Bandama (**n = 284**); SP : saison pluvieuse, SS : saison sèche.

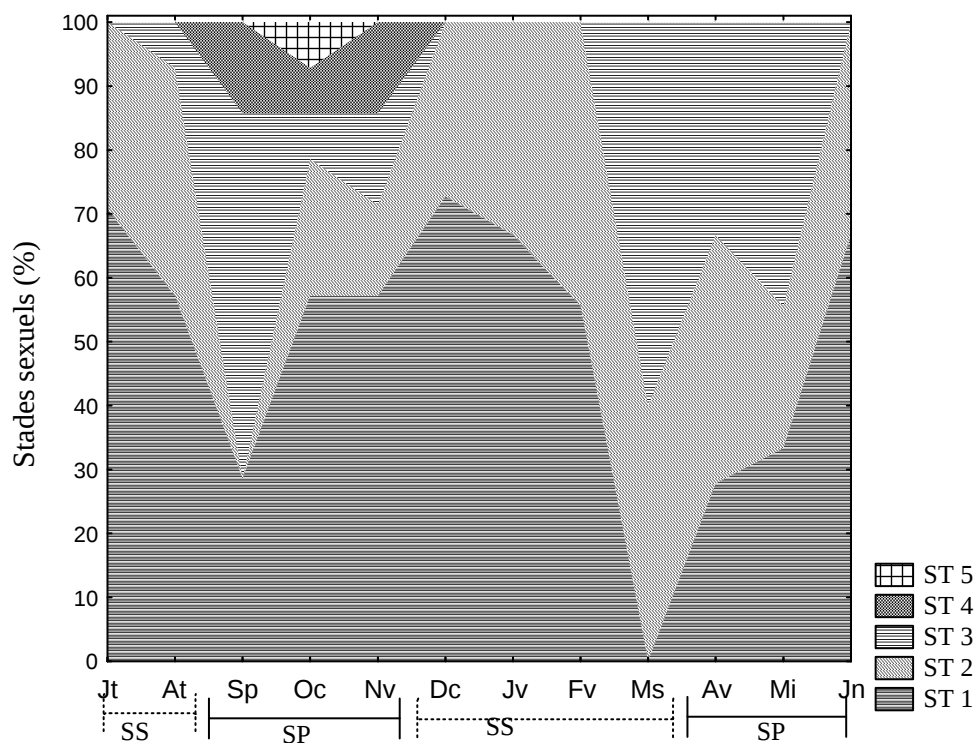


Figure 39: Variation mensuelle des fréquences d'apparition des différents stades de maturité sexuelle des femelles de *Distichodus rostratus* capturé entre les barrages de Kossou et Taabo dans le fleuve Bandama (**n = 149**); SP: saison pluvieuse, SS : saison sèche; ST1: Stade 1, ST2: Stade 2, ST3: Stade 3, ST4: Stade 4, ST5: Stade 5.



Figure 40: Morphologie des ovaires aux stades de maturité sexuelle 3 (a) et 4 (b) chez la femelle de *Distichodus rostratus*

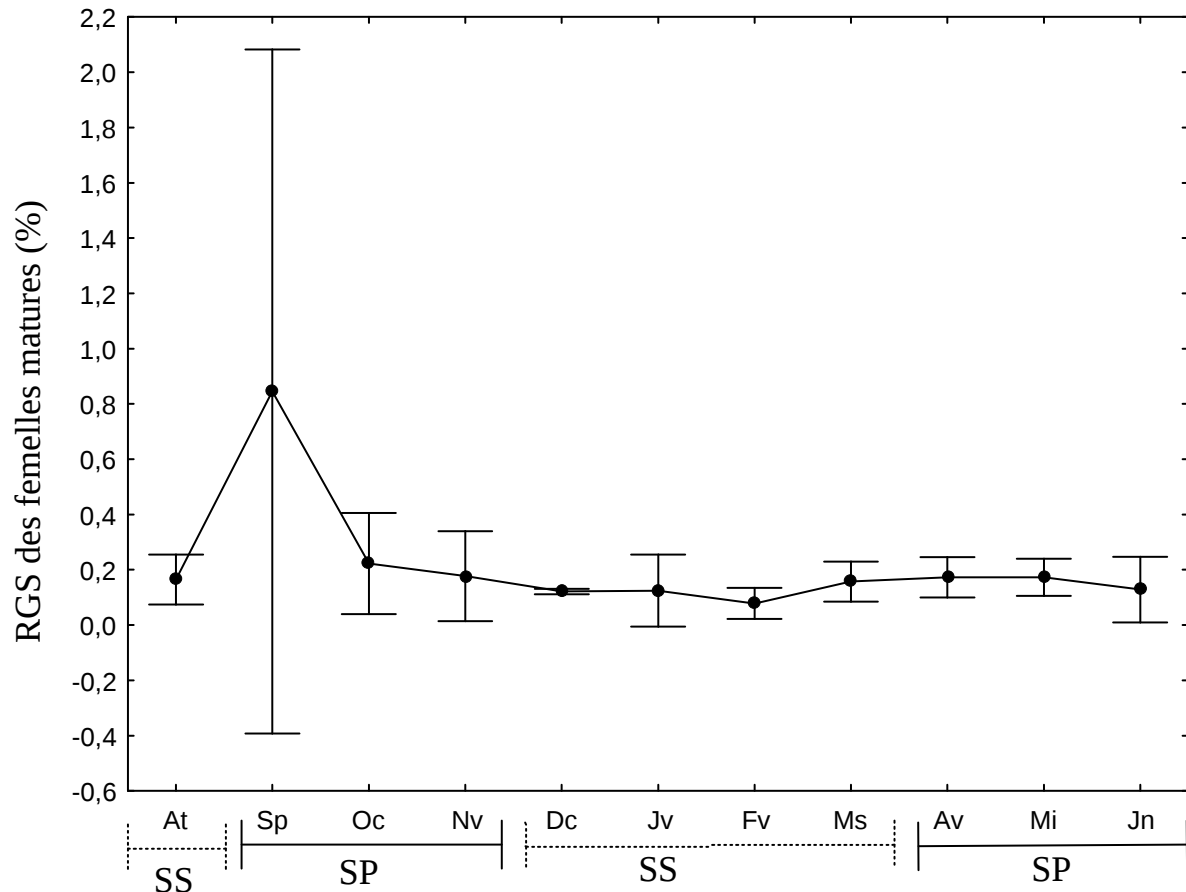


Figure 41: Variation mensuelle du rapport gonado-somatique (RGS) moyen des femelles matures ($L_s \geq 324$ mm) de *Distichodus rostratus* capturé entre les barrages de Kossou et Taabo dans le fleuve Bandama ($n = 72$); SP : saison pluvieuse, SS : saison sèche.

La figure 42 relative au rapport gonado-somatique permet l'évaluation des RGS maximum, moyen et minimum. Chez les femelles de *Distichodus rostratus*, le RGS maximum présente un pic en septembre avec 0,6 p.c. Les valeurs les plus faibles sont enregistrées en décembre et en juin. Le graphe du RGS du plus petit individu mature indique une période favorable à la reproduction allant de la mi-juillet à décembre et une période de ponte entre août et octobre.

3.1.4. Le rapport hépato-somatique

Le rapport hépato-somatique (RHS) moyen mensuel des individus femelles matures évolue en dent de scie (Fig. 43). Il présente deux pics importants respectivement en novembre avec une valeur de $1,77 \text{ p.c.} \pm 0,34$ et en janvier avec $2,16 \text{ p.c.} \pm 1,01$. La valeur minimale de $0,78 \text{ p.c.} \pm 0,08$ est observée en août.

3.1.5. Le facteur de condition

Les résultats obtenus indiquent une valeur moyenne de $2,20 \pm 0,23$ pour un ensemble de 284 individus. Les femelles ont un facteur de condition moyen de $2,24 \pm 0,24$ tandis que les mâles ont une valeur moyenne de $2,15 \pm 0,20$. La valeur de ce paramètre oscille entre 1,61 et 3,20.

La variation du facteur de condition des individus femelles est traduite par la figure 44. Ce paramètre évolue en dent de scie et présente trois valeurs faibles. Le mois de septembre enregistre le facteur de condition moyen le plus bas de $1,94 \pm 0,26$. Pour les mois de janvier et d'avril, les facteurs de condition sont relativement faibles avec respectivement $2,15 \pm 0,28$ et $2,16 \pm 0,19$. Cette période coïncide avec la grande saison sèche dans le milieu d'étude.

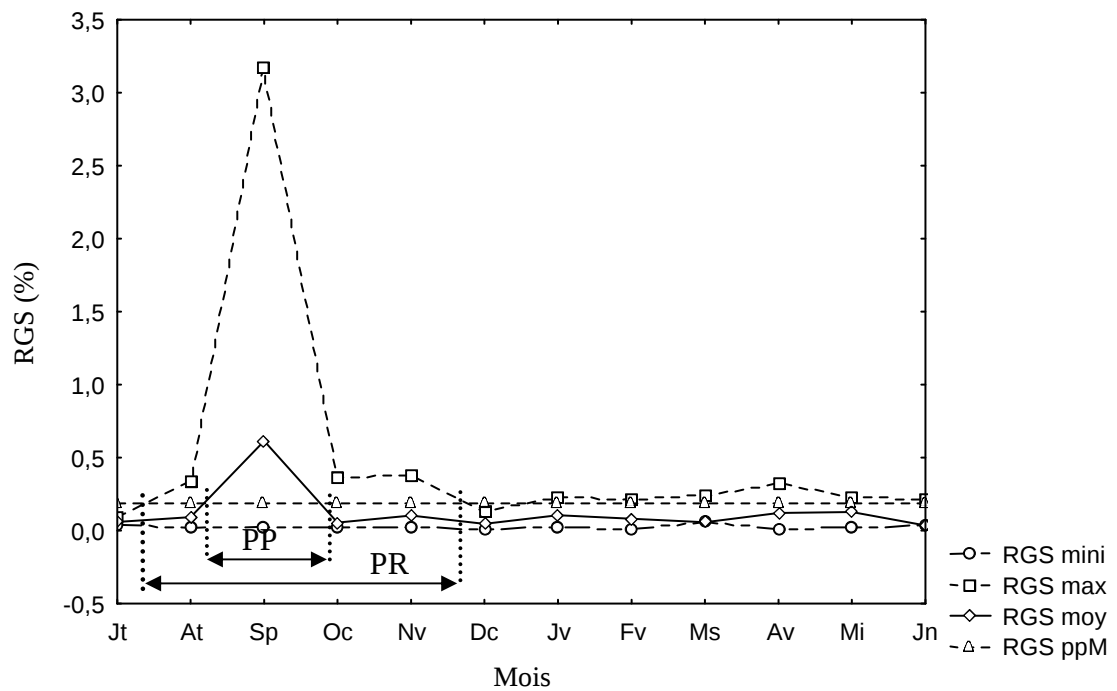


Figure 42: Variation mensuelle des rapports gonado-somatiques (RGS) moyens des individus femelles de *Distichodus rostratus* capturé entre les barrages de Kossou et Taabo dans le fleuve Bandama (**n = 149**); RGS mini : minimale, RGS max : maximale, RGS moy : moyenne, RGS ppM : plus petit individu mature, PP : Période de ponte, PR : Période de reproduction.

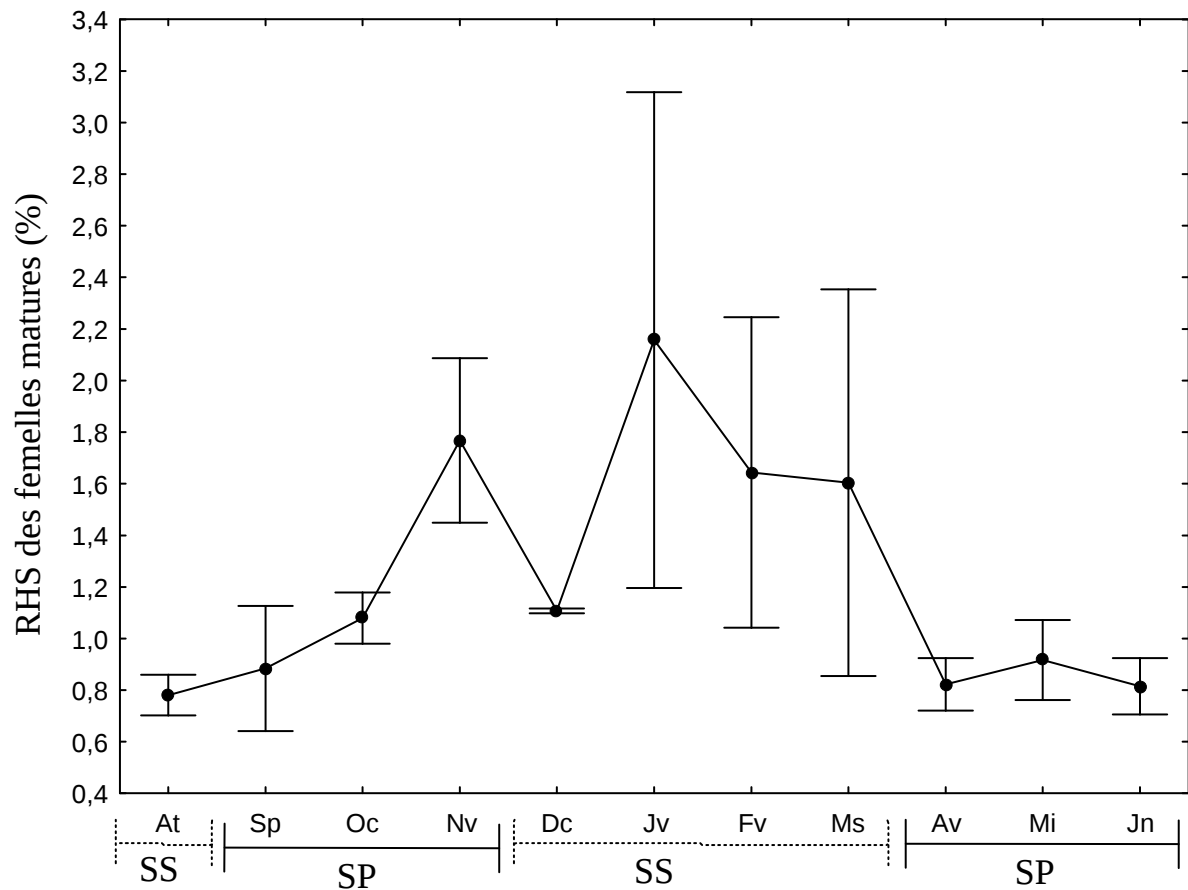


Figure 43: Variation mensuelle du rapport hépatosomatique (RHS) moyen des femelles matures ($L_s \geq 324$ mm) de *Distichodus rostratus* capturé entre les barrages de Kossou et Taabo dans le fleuve Bandama ($n = 72$); SP : saison pluvieuse, SS : saison sèche.

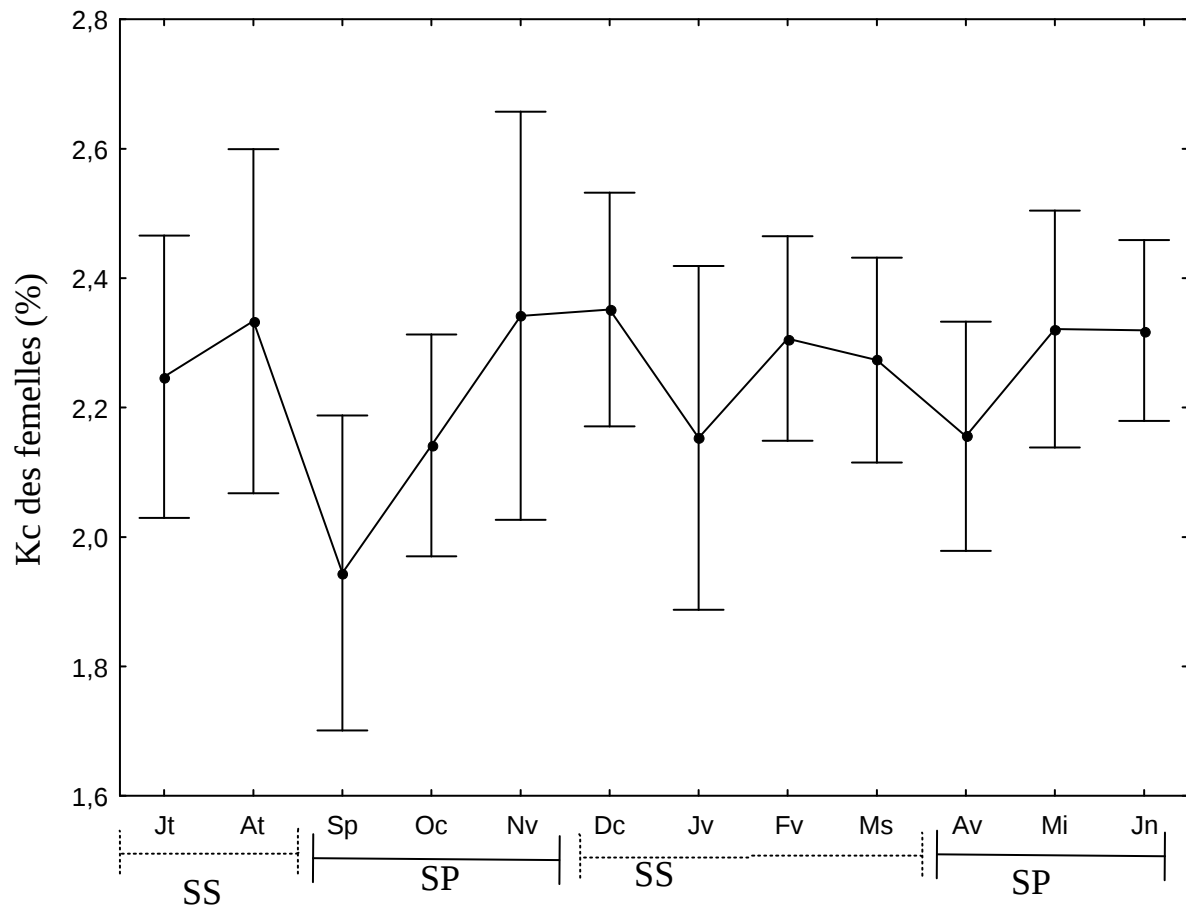


Figure 44: Variation mensuelle du facteur de condition (Kc) moyen des femelles ($L_s \geq 324$ mm) matures de *Distichodus rostratus* capturé entre les barrages de Kossou et Taabo dans le fleuve Bandama ($n = 72$); SP : saison pluvieuse, SS : saison sèche.

3.1.6. La variation des rapports gonado-somatique, hépato-somatique et du facteur de condition en fonction du stade de maturité

Les variations des rapports gonado-somatique (RGS), hépato-somatique (RHS) et facteur de condition (Kc) en fonction des différents stades de maturité sexuelle des individus mâles et femelles sont illustrées par les figures 45, 46 et 47.

La courbe 45 traduisant l'évolution du RGS moyen des femelles et mâles indiquent une variation de ce paramètre en fonction du stade de maturité sexuelle. Les individus femelles aux stades de maturité sexuelle 1, 2 et 3 ont un rapport gonado-somatique inférieur à 0,5 p.c. et une déviation standard réduite. Cependant, le RGS des individus au stade de maturité 4 est très élevé avec une valeur de 3 p.c. Le RGS moyen des individus mâles et la déviation standard croissent avec les stades de maturité. Il est inférieur à 0,1 p.c. au stade de maturité 1 et supérieur à 0,2 p.c. à partir du stade 2 de maturité.

On déduit de la figure 46 que le RHS moyen varie faiblement en fonction du stade de maturité sexuelle. Les déviations standard élevées indiquent une forte variation de ce paramètre pour chacun des stades de maturité sexuelle considérés. Elle indique également que le RHS des individus femelles de stade 1, 2 et 3 et des individus mâles de stade 1 et 2 chutent jusqu'à environ 1 p.c. Les RHS des individus de stade 4 pour les femelles et stade 3 pour les mâles se stabilisent autour de cette valeur de 1 p.c. L'évolution de la courbe traduit l'utilisation des réserves énergétiques au cours de la maturation des gonades.

La variation au plan macroscopique du facteur de condition est illustrée par la figure 47. Chez les mâles aussi bien que chez les femelles est fonction des stades de maturité sexuelle. Cette courbe décroît avec l'évolution des stades de maturité sexuelle. L'oscillation est faible d'un stade de maturité sexuelle à l'autre. Les déviations standard importantes montrent une forte variabilité du facteur de condition pour chacun des stades de maturité sexuelle.

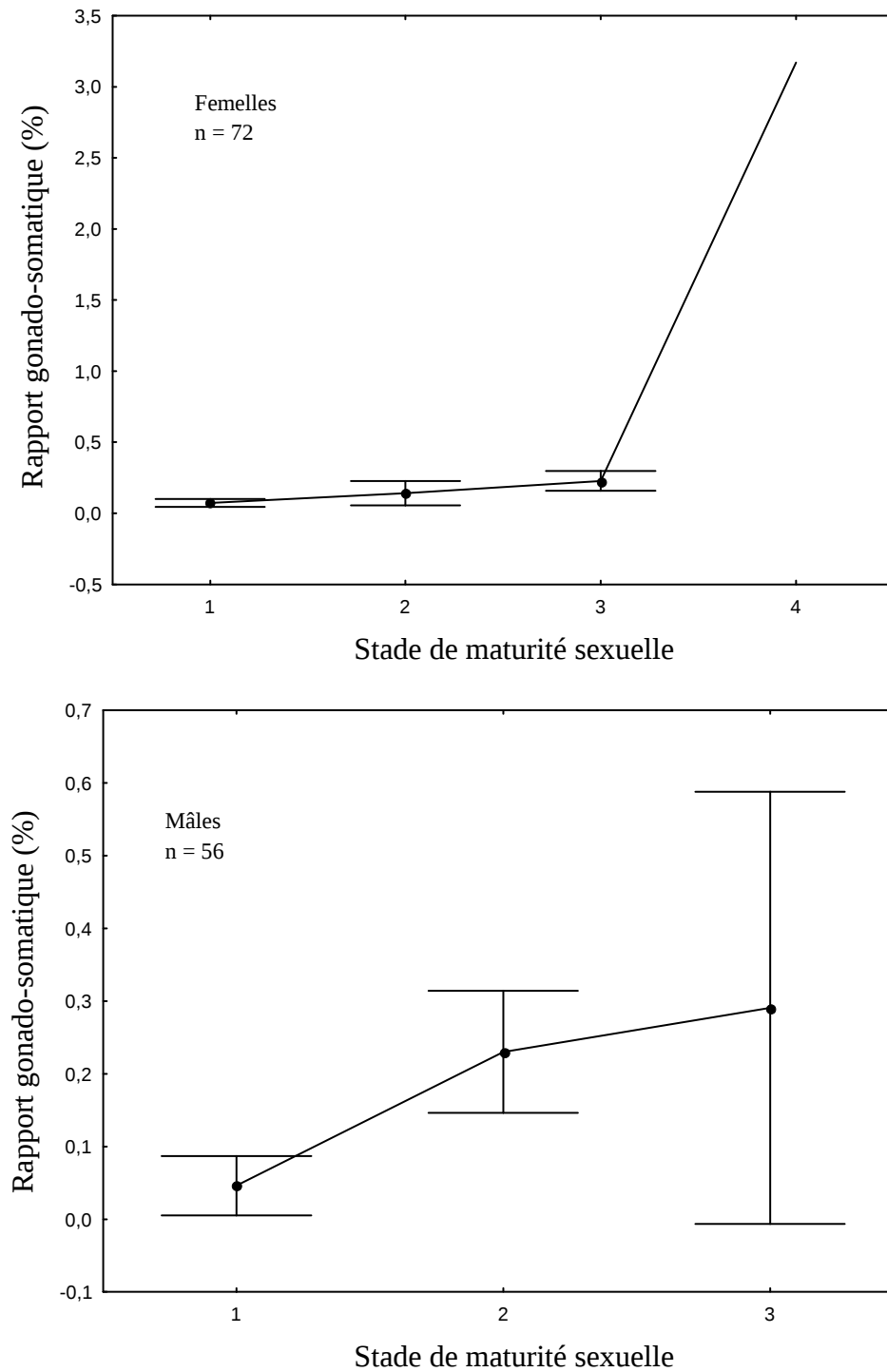


Figure 45: Variation du rapport gonado-somatique (RGS) moyen en fonction des stades de maturité des individus femelles ($L_s \geq 324$ mm) et mâles ($L_s \geq 334$ mm) matures de *Distichodus rostratus* capturé entre les barrages de Kossou et Taabo dans le fleuve Bandama.

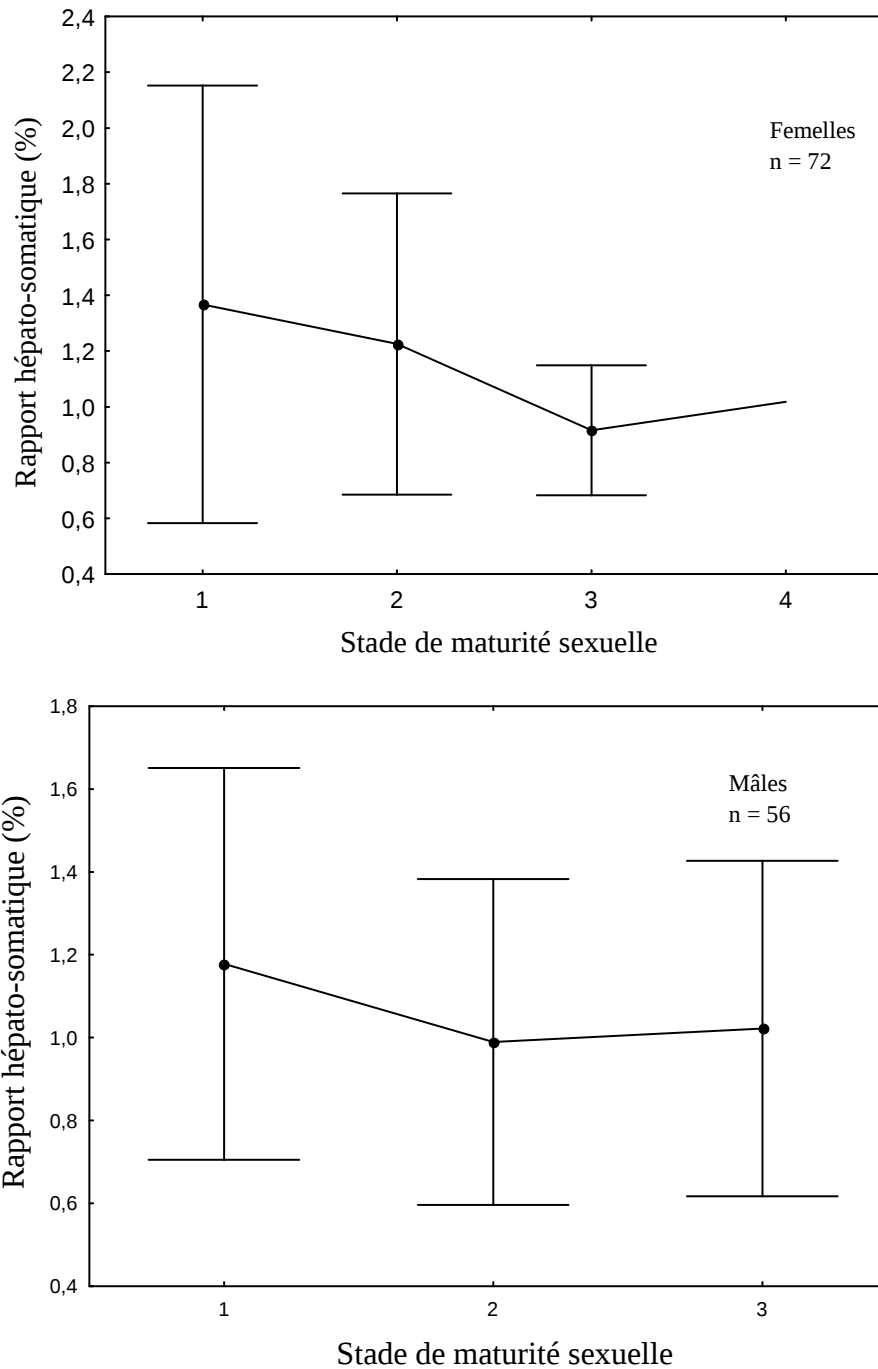


Figure 46: Variation du rapport hépato-somatique (RHS) moyen en fonction des stades de maturité des individus femelles ($L_s \geq 324$ mm) et mâles ($L_s \geq 334$ mm) matures de *Distichodus rostratus* capturé entre les barrages de Kossou et Taabo dans le fleuve Bandama.

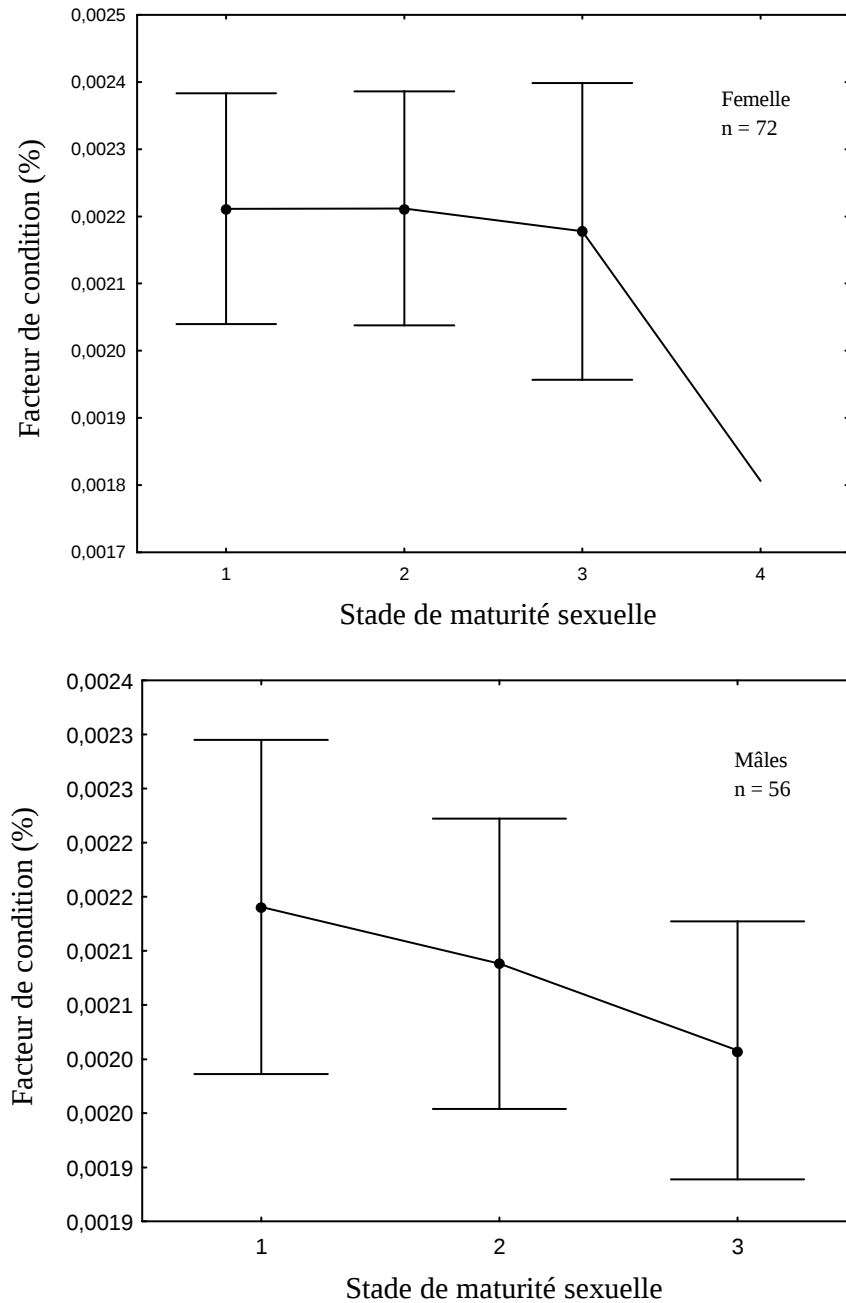


Figure 47: Variation du facteur de condition (Kc) moyen en fonction des stades de maturité des individus femelles ($L_s \geq 324$ mm) et mâles ($L_s \geq 334$ mm) mature de *Distichodus rostratus* capturé entre les barrages de Kossou et Taabo dans le fleuve Bandama.

Afin de comparer les RGS, RHS et Kc des individus mâles et femelles entre les différents stades sexuels, des analyses de variances (Anova) ont été effectuées. Les résultats prenant en compte les RHS et Kc indiquent qu'ils ne diffèrent pas significativement en fonction des stades sexuels, tandis que la variation du RGS est significative en fonction des stades sexuels (Tableau XIII). Le *Post Hoc comparaisons* indique que le RGS moyen des individus femelles de stade 1 et 2 sont significativement différents de celui des individus des stades 3 et 4. Le RGS moyen des individus femelles du stade 3 est également significativement différent de celui du stade 4 (Tableau XIV). Chez les spécimens mâles, seul le RGS moyen du stade de maturité 1 est statistiquement différent du stade 3 (Tableaux XV et XVI).

3.1.7. La taille de première maturité sexuelle

La taille de première maturité sexuelle est atteinte à 463 mm pour les femelles et 396 mm pour les mâles. Les plus petits individus mâles et femelles matures observés sont respectivement de 334 et 325 mm (Fig. 48).

3.1.8. La fécondité et diamètre ovocytaire

La fécondité estimée de *Distichodus rostratus* varie de 81048 à 100747 ovocytes chez des poissons de tailles comprises entre 582 et 640 mm de longueur standard. La fécondité relative moyenne est de 12004 ± 9336 ovocytes/kg de poids corporel. Le diamètre moyen des ovocytes est de $1,19 \text{ mm} \pm 0,24$.

3.1.9. L'histologie et la structure des gonades

L'observation des coupes histologiques des ovaires de *Distichodus rostratus* a permis de relever les deux principales étapes qui sont la prévitellogenèse et la vitellogenèse. Ces deux étapes qui constituent l'ovogénèse comprennent les cinq stades caractéristiques de la maturation ovocytaires chez les femelles. L'ordre chronologique des différents stades de cette maturation sont les suivant:

Tableau XIII. Résultats des analyses de variance (Anova) comparant les rapports gonado-somatique, hepato-somatique et facteur de condition de *Distichodus rostratus* femelles matures entre les stades sexuels 1, 2, 3 et 4; * si $p < 0,05$.

Variable dépendante	SS Effet	Df Effet	MS Effet	SS Error	Df Error	MS Error	F	p
RGS	8,93	3	2,98	0,22	38	0,01	520,49	0,01*
RHS	1,39	3	0,46	9,72	38	0,26	1,81	0,16
Kc	0,01	3	0,01	0,01	37	0,01	1,23	0,31

Tableau XIV. Comparaison multiple de moyenne (Test de Scheffé) basée sur le RGS de *Distichodus rostratus* femelles matures aux stades sexuels 1, 2, 3 et 4; * si $p < 0,05$.

Probabilités du Post Hoc Tests				
Stade sexuel	1	2	3	4
1		0,28	0,01*	0,01*
2	0,28		0,02*	0,01*
3	0,01*	0,02*		0,01*
4	0,01*	0,01*	0,01*	

Tableau XV. Résultats des analyses de variance (Anova) comparant les rapports gonado-somatique, hepato-somatique et facteur de condition de *Distichodus rostratus* mâles matures entre les stades sexuels 1, 2 et 3; * si $p < 0,05$.

Variable	SS	Df	MS	SS	Df	MS	F	p
dépendante	Effet	Effet	Effet	Error	Error	Error		
RGS	0,32	2	0,16	1,11	33	0,03	4,72	0,02*
RHS	0,21	2	0,11	6,37	33	0,19	0,55	0,58
Kc	0,01	2	0,01	0,01	33	0,01	2,24	0,12

Tableau XVI. Comparaison multiple de moyenne (Test de Scheffé) basée sur le RGS de *Distichodus rostratus* mâles matures aux stades sexuels 1, 2 et 3; * si $p < 0,05$.

Probabilités du Post Hoc Tests			
Stade Sexuel	1	2	3
1		0,069	0,020*
2	0,069		0,704
3	0,020*	0,704	

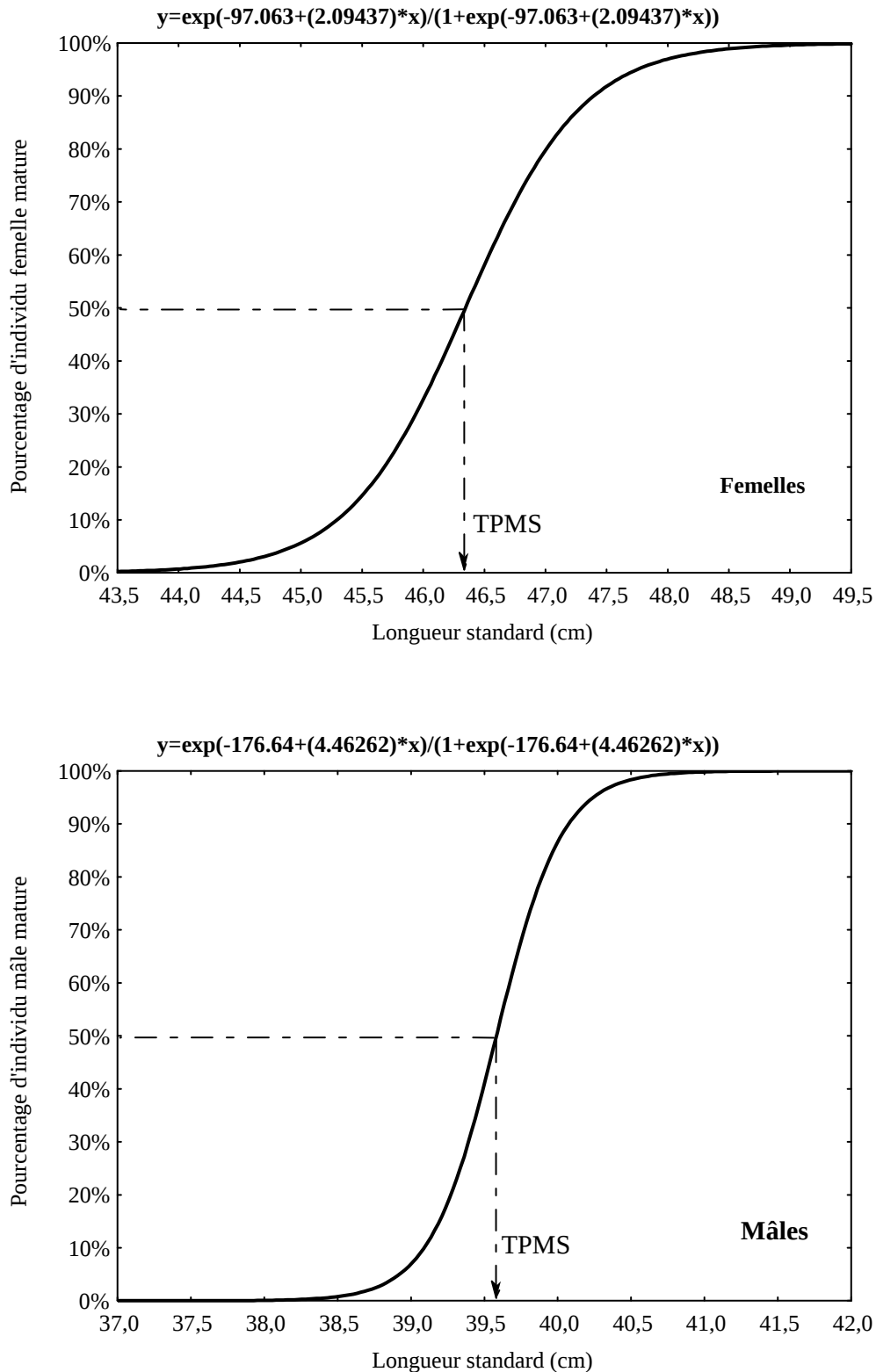


Figure 48: Evolution de la proportion d'individu mature en fonction de la longueur standard chez les femelles et mâles de *Distichodus rostratus* capturé entre les barrages de Kossou et Taabo dans le fleuve Bandama ; **TPMS : taille de première maturité sexuelle**

Stade 1 : Les ovocytes de ce stade sont contigus, de taille variable et de forme polyédrique. La membrane ovocytaire est distincte. Le cytoplasme est homogène. Le noyau peu chromatique en position centrale, présente un nucléoplasme pauvre en chromatine. On y distingue de nombreux nucléoles disposés sans ordre apparent regroupés dans la zone centrale. Le noyau présente une limite nette qui le sépare distinctement du cytoplasme (Fig. 49).

Stade 2 : Les ovocytes de taille plus grande ont une forme polyédrique. Leur diamètre est compris entre 80 et 160 μm avec une moyenne de 131,34 μm . Le cytoplasme est homogène et oesinophile tout comme au stade précédent. Le noyau central devient de plus en plus chromatique. Les nucléoles ont migré et se sont positionnés à la périphérie du nucléoplasme. Le rapport nucléoplasmique (RNP) oscille entre 33,33 et 75 p.c. pour une moyenne de 52,85 p.c. (Fig. 49).

Stade 3 : A ce stade de maturation des ovocytes, ils ont une forme arrondie et un diamètre variant entre 200 et 300 μm . La paroi ovocytaire se compose d'une thèque externe et une interne. Dans le cytoplasme apparaissent de nombreuses vésicules qui peuvent être assimilés aux grains de vitellus (Fig. 50). Le noyau a la même position et la même structure qu'à la prévitellogénèse (stade 1 et 2) mais le RNP est plus faible avec 37,93 p.c. et fluctue entre 16,67 et 66,67 p.c. La particularité de ce stade est la séparation des membranes ovocytaires.

Stade 4 : L'ovaire contient à ce stade de nombreux follicules de forme arrondie de grande taille ayant un diamètre compris entre 880 à 1600 μm avec une moyenne de 1292,94 μm . Des grains de vitellus envahissent son cytoplasme. On note également dans ce cytoplasme l'apparition des vacuoles de différentes tailles entre les grains de vitellus (Fig. 51). Le noyau difficilement repérable du fait de l'accroissement important du volume cytoplasmique a toujours une position centrale. Le RNP a une valeur moyenne de 19,45 p.c. et varie entre 7,41 et 32,26 p.c.

Stade 5 : Les ovaires de ce stade se caractérisent par la présence des ovocytes des stades 1 et 2, des follicules mûrs et des follicules post-ovulation (Fig. 52). Les follicules post-ovulation ont un diamètre de 322,86 μm . L'enveloppe ovocytaire est plus mince. Le cytoplasme est désorganisé. Aucune structure n'est visible. On ne distingue le noyau que si la coupe est faite à son niveau.



Figure 49: Vue d'ensemble d'une coupe transversale d'ovaire de *Distichodus rostratus* mettant en évidence des ovocytes prévitellogéniques; St1a : ovocyte au stade 1 montrant des noyaux dispersés dans le nucléoplasme, St1b : ovocyte au stade 1 de début de migration des nucléoles vers la périphérie, St2: ovocytes au stade 2 les nucléoles sont dispersés à la périphérie du noyau, Cyt : cytoplasme, Ny : noyau, Nu : nucléole, Np : nucléoplasme, Grossissement X 1200.

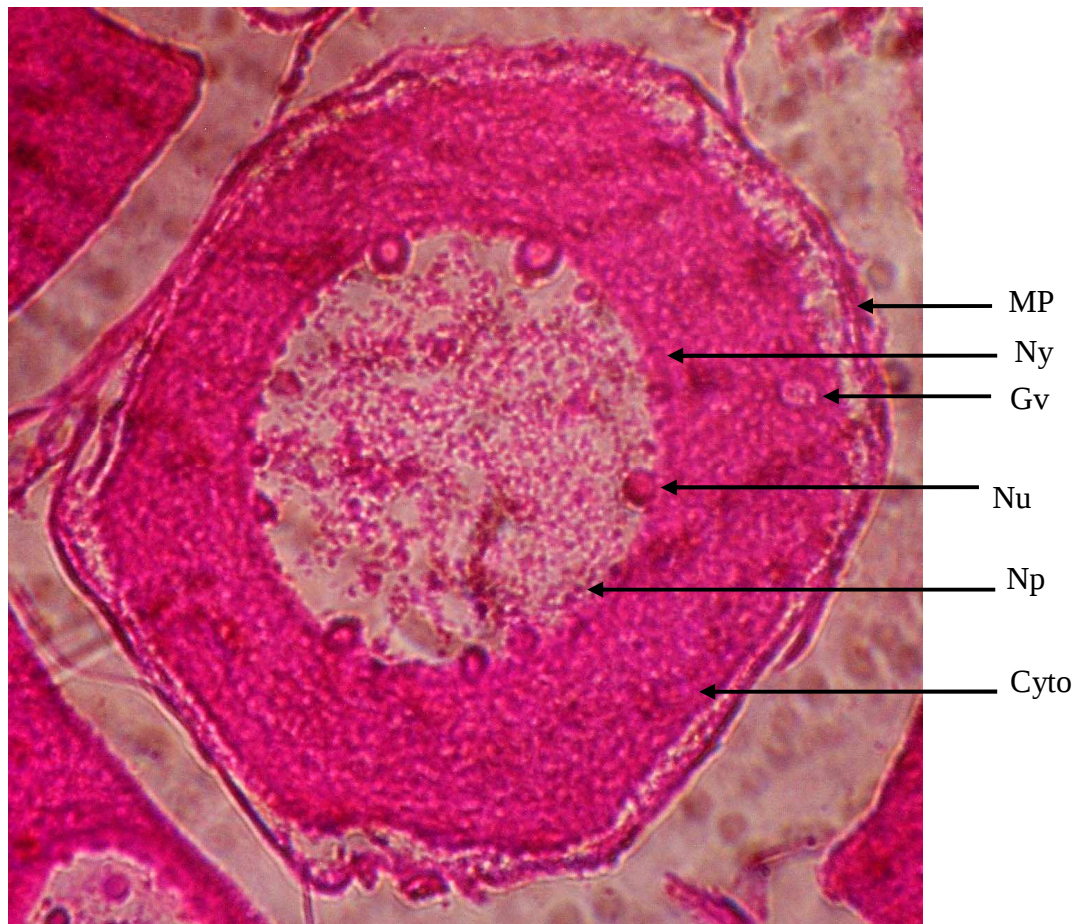


Figure 50: Portion d'une coupe transversale d'ovaire de *Distichodus rostratus* mettant en évidence un ovocyte au stade de maturité sexuelle 3; Cyto : cytoplasme, Gv : grain de vitellus, Ny : noyau, Np : nucléoplasme, Nu : nucléole, MP : membrane plasmique, Grossissement X 600.



Figure 51: Vue d'ensemble d'une coupe transversale d'ovaire de *Distichodus rostratus* mettant en évidence des follicules au stade de maturité sexuelle 4 et des ovocytes prévitellogéniques; Cyto : cytoplasme, fm : follicule mature, Gv : grain de vitellus, Np : nucléoplasme, St 1 : ovocyte au stade 1, MP : membrane plasmique, Grossissement X 100.

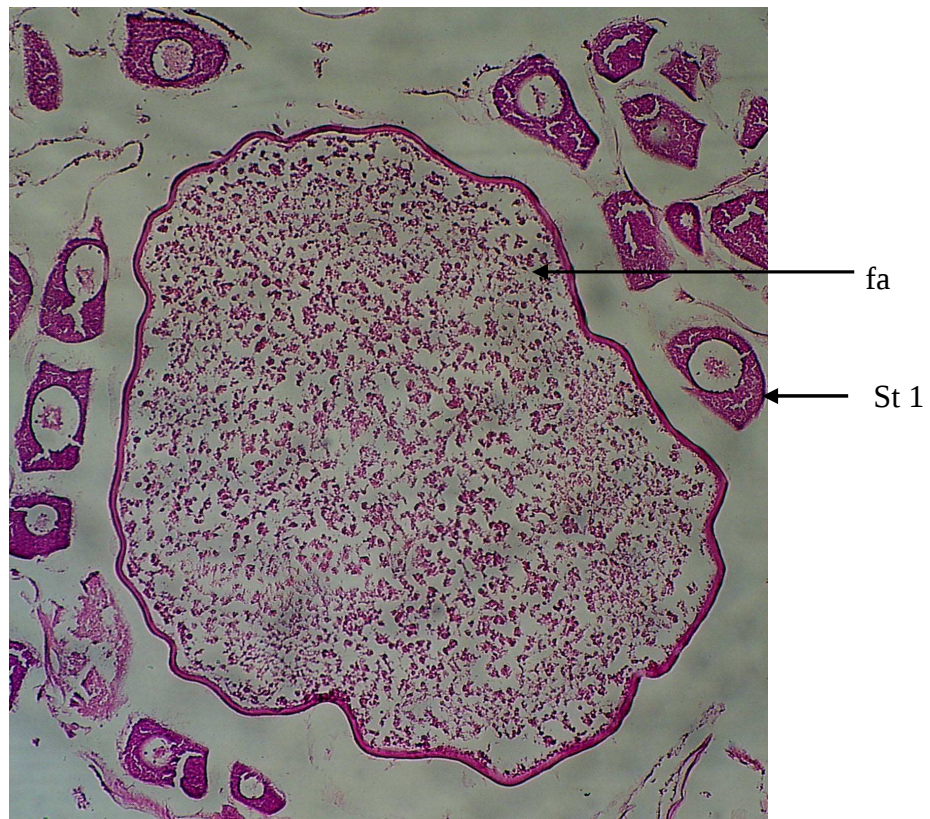


Figure 52: Coupe histologique dans la gonade d'une femelle de *Distichodus rostratus* montrant un follicule au stade 5; fa : follicule atrésique, St 1 : ovocyte au stade 1, Grossissement X 300.

3.2. LA DISCUSSION

Le Sex-ratio

Il n'existe pas d'information sur le sex-ratio de *Distichodus rostratus* dans la littérature. Nos résultats indiquent que chez cette espèce, le sex-ratio est toujours en faveur des femelles tout le long de l'année à l'exception du mois d'août. Legendre & Trébaol (1996) ont montré chez *Sarotherodon melanotheron* que le sex-ratio en faveur des femelles diminue fortement la fréquence de ponte.

Les stades de maturités sexuelles

Dans le fleuve Bandama, la grande saison pluvieuse est considérée comme la période favorable à la ponte chez *Distichodus rostratus*. Cette période est précédée de la présence de femelle de stade 3, lequel stade est considéré comme celui de la maturité sexuelle. Ce résultat confirme celui obtenu par Reizer (1995), dans le lac Guiers au Sénégal, qui situe la reproduction de *D. rostratus* au début de la saison pluvieuse.

Daget (1957) a noté que la maturation des gonades des poissons tropicaux résulterait d'une élévation de la température de l'eau. De plus, Hem & Kouassi (1989) ont montré que chez *Chrysichthys nigrodigitatus* la température de ponte est de 28°C et que la résorption de la vésicule vitelline se produit en dessous de 20°C. La moyenne de la température atteint les 28°C au début de la grande saison pluvieuse dans la présente étude.

La période de reproduction

Les données portant sur l'étude du RGS donnent des indications sur la période de reproduction de *D. rostratus* dans le fleuve Bandama. La variation du RGS présente un pic chez les femelles au début de la grande saison pluvieuse. Le suivi du rapport gonadosomatique constitue un bon moyen pour étudier la reproduction des poissons. En effet, ce paramètre donne des indications sur le développement ou l'activité des gonades (Etim *et al.*, 1989). De la règle de Postel (1973b), définie dans la méthodologie et reprise par Kouassi (1978), Gooré Bi (1998) et Ouattara (2000b), il ressort que la période favorable à la reproduction s'étend de la petite saison sèche à la grande saison pluvieuse chez la femelle.

L'application de la même règle au RGS moyen indique que les femelles pondent de la fin de petite saison sèche à la mi-saison pluvieuse.

La reproduction des poissons est un phénomène cyclique contrôlé à la fois par la chronobiologie et par les variations saisonnières de l'environnement (Dadebo *et al.*, 2003). D'une manière générale, elle précède plus ou moins une période où les facteurs du milieu sont les plus favorables à la survie des juvéniles, donc à la pérennité de l'espèce (Koné, 2000). En outre, il est bien connu que l'influence de la variation de la pluviométrie dans les régions tropicales et équatoriales apparaît prépondérante dans le processus de la reproduction des poissons en raison de leur alternance très marquée (Lowe-McConnell, 1987 ; Lam & Munro, 1987 ; Boujard, 1992 ; Ouattara, 2000b). Dans la présente étude, les résultats obtenus indiquent que la petite saison pluvieuse située de septembre à novembre couvre les périodes favorables à la reproduction chez l'espèce. Durant la période de ponte, l'eau a une transparence inférieure à 1000 mm. Lors de la période de reproduction, la température est comprise entre 27 et 28°C et le fleuve est trouble. La valeur de la turbidité est supérieure à 5 NTU. La baisse de la transparence et l'augmentation du TDS lors de la période de ponte indiquent la présence d'oligo-éléments ou de nutriments dans le milieu. D'après les présentes observations, la température de la période de reproduction est semblable à celle du *Chrysichthys nigrodigitatus* (28°C) obtenue par Hem & Kouassi (1989). Quant au repos sexuel, il intervient pendant la grande saison sèche allant de décembre à mars.

Le rapport hépato-somatique

Les résultats obtenus ne montrent pas de différence significative entre les différents stades de maturité sexuelle. Ces observations sont comparables à celle obtenue par Koné (2000) sur les populations de *Sarotherodon melanotheron* du lac d'Ayamé. Selon cet auteur, le RHS pourrait être lié à la disponibilité de la nourriture et / ou à l'alimentation de l'espèce.

L'observation de la variation du RHS moyen montre qu'il croît après la ponte. Selon Wootton *et al.* (1978) et Etim *et al.* (1989), les lipides du foie sont mobilisés pour apporter la matière nécessaire à la maturation des ovaires. Les données présentées par Koné (2000) et Ouanness-Ghorbel *et al.* (2002) indiquent qu'il existe une relation entre le RHS, le RGS et la fécondité. La relation entre le RHS et le RGS est confirmée chez *D. rostratus* par l'inversion d'activité entre les gonades et le foie.

Le facteur de condition

Dans le Bandama blanc, les valeurs du facteur de condition pour les populations de *D. rostratus* varient entre 1,77 et 2,30 pour une moyenne de 1,99 (Daget & Iltis, 1965). Durand & Loubens (1969) ont relevé, chez des poissons du bassin tchadien, une valeur moyenne de 2,09 du facteur de condition. Par ailleurs, Blache (1964) dans le même bassin indique que le coefficient de condition de *D. rostratus* est compris entre 1,72 et 2,70. De même, Daget (1959) a noté des valeurs de facteur de condition comprises entre 1,73 et 2,60 dans le bassin du Niger. Les présents résultats indiquent une valeur moyenne de $2,20 \pm 0,20$ pour un intervalle allant de 1,61 à 3,20.

Les valeurs moyennes observées dans le bassin du Tchad sont supérieures à celles du Bandama. Il faut néanmoins tenir compte du fait qu'il n'est pas constant pour un individu, une espèce ou une population donnée (Koné, 2000). De plus, la différence entre les facteurs de condition des populations peut-être liée à la quantité et/ou à la qualité d'aliments disponibles dans les différents milieux. Dans le lac Tchad, Durand *et al.* (1973) ont noté une valeur de facteur de condition moyenne de 2,15. Reynolds (1967) observe une valeur moyenne du facteur de condition de 2,25 dans le lac Volta chez *D. rostratus*. L'analyse des valeurs moyennes indique que le facteur de condition est plus élevé dans les lacs que dans les bassins. Celui de cette étude est intermédiaire entre ceux des populations des lacs Tchad et Volta. On peut considérer que cette espèce s'est bien adaptée aux conditions environnementales entre les barrages de Kossou et Taabo. Cette étude permet de confirmer l'observation de Gourène *et al.* (1999) dans la Bia, selon laquelle *D. rostratus* trouve dans les grandes retenues d'eau des conditions environnementales favorables.

La taille de première maturité sexuelle

Les données obtenues sur ce paramètre indiquent une taille de première maturité sexuelle de 463 mm pour les femelles et de 396 mm pour les mâles. La taille du plus petit individu mature est de 325 mm chez les mâles et de 334 mm chez les femelles. Les études menées par Planquette & Lemasson (1975) sur la reproduction de l'espèce dans le Bandama blanc révèlent que la taille du plus petit individu mature est respectivement de 244 mm pour les mâles et 238 mm pour les femelles. Ces valeurs sont inférieures à celles notées dans cette étude. Selon Wague & M'Bodj (2002), la taille de maturité des individus est tributaire des

facteurs biologiques et/ou écologiques. Ainsi, les valeurs obtenues au cours de cette étude confirment la règle générale selon laquelle plus les rivières sont grandes, plus la taille de la première maturité est élevée (Paugy, 2002). Selon L'Anson *et al.* (1991) in Koné (2000) en milieu restreint l'énergie consacrée à la recherche de nourriture et autres déplacements dans les grands milieux est investie dans l'activité reproductrice. Cette variabilité intraspécifique de la taille de maturité sexuelle a été observée chez d'autres espèces telles que *Chrysichthys auratus*, *Chrysichthys nigrodigitatus* et *Ethmalosa fimbriata*. Selon Legendre & Jalabert (1994) et Lalèyè (1995), pour devenir sexuellement matures, les poissons doivent atteindre un certain niveau de développement corporel. Ce dernier varie en fonction des facteurs du milieu agissant sur le métabolisme ou la croissance, telles que la température de l'eau, la densité des populations et les ressources alimentaires disponibles. Daget (1959), se basant sur le comportement reproducteur du genre *Distichodus* dans le moyen Niger, a observé que la maturité sexuelle intervient chez cette espèce au bout de la deuxième année de croissance.

L'histologie et la structure des gonades

L'analyse histologique des ovaires de *Distichodus rostratus* a révélé les cinq stades caractéristiques de la maturation ovocytaires. A chaque stade de maturité correspond une structure de taille d'ovocyte bien déterminée. Du stade de maturité 1 à 4, les ovocytes augmentent de volume suite à l'accumulation du vitellus. Selon les travaux de Kouassi (1982), Barnabé (1991), N'Goran (1995), Koné (2000) et Ouattara (2000b), ces réserves lipidiques servent de réserves nutritives à l'embryon et la larve. Ces stades sont subdivisés en deux phases principales à savoir la prévitellogenèse et la vitellogenèse. La prévitellogenèse est caractérisée par un cytoplasme homogène, de forme polyédrique. Le noyau est en position central et peu chromatique. La membrane ovocytaire est distincte. Les stades de maturité 1 et 2 correspondent à cette phase. Quand à la vitellogenèse, elle est caractérisée par la présence de grains de vitellus, de vacuole dans le cytoplasme. La membrane est composée de thèque interne et externe. La forme est arrondie. Cette phase est constituée des stades 3 et 4. Les études de Kouassi (1982) et Ouattara (2000b) ont également montré chez d'autres familles de poissons à savoir Alestidae, Mormyridae et Schilbeidae, l'existence de stades comparables lors du développement de leurs gonades. Le test d'homogénéité sur les diamètres ovocytaires a montré que les ovocytes mesurés sont homogènes. Cela suggère comme l'indique les travaux de Ouattara (2000b) que l'acte de ponte de l'espèce est unique.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Depuis des décennies, les hydrobiologistes en Côte d'Ivoire se sont fixés comme objectif l'étude des poissons des cours d'eau. Ceci dans l'optique d'inventorier les différentes espèces d'une part, d'autre part de déterminer les espèces qui présentent des performances piscicoles permettant leur valorisation et leur exploitation. Si, éventuellement, leur élevage se réalise, le déficit en ressources halieutiques peut être partiellement compensé. Ainsi, des travaux ont été effectués sur plusieurs espèces dans divers cours d'eau.

Les présents travaux ont porté sur la biologie et l'écologie de *Distichodus rostratus* dans un hydrosystème particulier situé entre les barrages hydroélectriques de Kossou et de Taabo. Ils ont permis de déterminer les paramètres environnementaux du milieu, d'étudier son régime alimentaire et son mode de reproduction.

Les caractéristiques abiotiques et biotiques du milieu d'étude

La zone d'étude a une côte moyenne de 47,62 dm et une transparence moyenne de 1331 mm. Les valeurs moyennes de la température et du pH sont respectivement de 28,10°C et de 7,14. Le milieu a une conductivité moyenne de 107,35 μ S/cm, un taux de solide dissous de 68,97 mg/l et une dureté totale de 46,56 mg/l. Le niveau d'eau ne varie pas significativement ($p < 0,05$) entre les périodes de mesure et d'une saison à l'autre.

Les électrolytes présentant les concentrations les plus élevées dans les eaux sont les silices (Si^-) et les chlorures (Cl^-) avec respectivement une concentration moyenne de 5,32 mg/l et 2,093 mg/l.

Les Conjugatophyceae, Cyanophyceae, Diatomophyceae, Chlorophyceae et Euglénophyceae sont les classes très fréquentes dans les récoltes. Les Xanthophyceae sont accessoires dans le peuplement étudié. *Aulacoseira granulata*, *Staurodesmus convergens*, *Pediastrum simplex* et *Scenedesmus quadricauda* constituent les espèces dominantes du milieu.

Mesocyclops sp., *Thermocyclops consimilis*, *Diaphanosoma exisum*, *Ceriodaphnia cornuta*, *Bosminopsis dietersi* et *Moina* sp. sont les taxons de zooplancton assez fréquentes. Les Copépodes, Cladocères et Rotifères présentent respectivement 48,04 p.c., 47,97 p.c. et 3,99 p.c. des taxons. Les espèces les plus abondantes du milieu sont *Thermocyclops decipiens*, *Diaphanosoma exisum* et *Mesocyclops* sp.

Les Oligochètes et les Hydres sont représentés chacun par 2 p.c. des organismes. Les Mollusques comprennent 22 p.c. des taxons. Ceux-ci sont répartis entre 8 familles et 3 ordres. L'ordre des Mesogastéropodes et Basommatophores comportent chacun 3 familles et celui des Eulamellibranches en compte 2. Les Insectes sont composés de 38 organismes. Ces taxons sont répartis entre 19 familles appartenant à 5 ordres de la façon suivante : Ephéméroptères (6 familles), Trichoptères (5 familles), Odonates (4 familles), Diptères (3 familles) et Coléoptères (1 famille). *Melania tuberculata*, *Cleopatra bulimoides* et *Pelmatohydra oligactis* sont les espèces très fréquentes du milieu. Quatre taxons, dont 2 Mollusques (*Gabbiella* sp. et *Caelatura aegyptiaca*) et 2 Insectes (*Exeuthyplocia* sp. et *Chaoborus* sp.) peuvent être qualifiées d'assez fréquentes.

Les Mollusques constituent 99,24 p.c. du pourcentage pondéral de la macrofaune benthique. Les Insectes, Hydres et Oligochètes représentent respectivement 0,74 p.c. et 0,01 p.c. de cet pourcentage.

Le régime alimentaire

L'anatomie du tube digestif, le régime alimentaire général, les variations du régime alimentaire en fonction des saisons et de la taille des spécimens ont été étudiés.

La description du tube digestif a permis de montrer un estomac peu développé et un intestin long. L'histologie de l'estomac a indiqué qu'elle est stratifiée en muqueuse, sous muqueuse, musculuse et séreuse. La branche cardiaque de l'estomac présente une muqueuse épaisse contenant les glandes gastriques. La branche pylorique est caractérisée par des fibres élastiques et une musculuse très développée. Le coefficient intestinal obtenu rapproche cette espèce de la catégorie des poissons micro/macrophytophages.

L'observation des contenus stomacaux de 220 spécimens a relevé un régime alimentaire diversifié comprenant des Insectes, des Mollusques, des Crustacés, des Arachnides et des macrophytes. Les indices alimentaires utilisés ont montré que les macrophytes constituent la part la plus importante de l'alimentation de *D. rostratus*. Les juvéniles ingèrent préférentiellement des débris végétaux et le complément de nourriture est fourni essentiellement par des macrophytes du genre *Cymodocea*. Par contre, les adultes se nourrissent principalement de *Cymodocea* et les débris végétaux constituent le complément d'aliment. L'analyse de l'indice de Schoener a mis en évidence un régime alimentaire constant qui ne varie ni en fonction de la taille ni des saisons de capture.

Le mode de reproduction

Les indices liés à la reproduction à savoir le rapport gonado-somatique, le rapport hépato-somatique et le facteur de condition, la fréquence d'apparition des stades de maturité sexuelle et la longueur standard de 284 spécimens ont été suivis mensuellement. L'analyse statistique des paramètres et les coupes histologiques des gonades ont été effectuées.

La taille de première maturité sexuelle (L_{S50}) est plus élevée chez les femelles que chez les mâles. Les plus petits individus mâles et femelles matures sont des spécimens de longueur standard respective de 334 et 325 mm. La fécondité estimée va de 81048 à 100747 ovocytes avec une fécondité relative de 12004 ovocytes/kg de poids corporel. Le diamètre ovocytaire moyen est de 1,19 mm. Les fécondités et le diamètre ovocytaire observés indiquent que *D. rostratus* appartient à la catégorie des espèces à petits œufs et à forte fécondité. L'évolution du rapport gonado-somatique (RGS) a révélé que la période de ponte se situe au début de la saison pluvieuse (d'août à octobre). Le rapport hépato-somatique (RHS) indique que les réserves nécessaires pour la maturation des gonades sont stockées au niveau du foie. Par ailleurs, le coefficient composite de condition (Kc) indique une bonne adaptation de l'espèce. L'étude histologique montre que les stades de maturité 1 et 2 correspondent à la phase de prévitellogénèse. La vitellogénèse est composée des stades de maturité 3, 4 et 5. L'analyse des structures ovocytaires indiquent qu'elles sont homogènes suggérant ainsi un acte de ponte unique.

En définitive, le présent travail contribue à l'étude du potentiel aquacole de *D. rostratus*. Les résultats enregistrés correspondent à ceux attendus lors de l'initiation du projet, à savoir les caractéristiques biologiques de l'espèce en milieu naturel. Ainsi, le régime alimentaire est mis en évidence en fonction du stade biologique et de la variation saisonnière. La détermination de la période de reproduction, la taille de première maturité et la fécondité permet d'avoir une base de données sur le cycle sexuel.

Ces caractéristiques biologiques vont permettre de suivre *D. rostratus* en milieu piscicole expérimental avec plus de facilité afin de maîtriser sa reproduction dans les structures d'élevage, ses performances de croissance, son gain de poids, etc.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Ahmed M., 1997.** Du poisson pour les populations démunies dans le contexte d'une demande mondiale croissante et de régime de pêche changeants. *Naga, The Iclarm Quaterly, Supplement* (July-December): 88-93.
- Albaret J.J., 1994.** Les poissons, biologie et peuplements. In: *Environnement et ressources aquatiques de Côte d'Ivoire. Tome 2: Les milieux lagunaires* (Durand J.R., Dufour P., Guiral D. & Zabi S.G.F., eds.). ORSTOM, Abidjan. 239-279.
- Amatcha C., 2002.** Niveau de production et besoins de diversification des espèces aquacoles en Côte d'Ivoire. In : *Biodiversité et introduction de poissons en Côte d'Ivoire: Enjeux économiques et écologiques* (Traoré K., Da Costa K.S., Gourène G. & Avit J.B., eds.). Actes / Séminaire AISA: 45-54.
- Amundsen P.A., Gabler H.M. & Staldvik J.J., 1996.** A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data. Modification of the Castello (1990) method. *Journal of Fish Biology* **48**: 607-614.
- Anderson T.A., 1986.** Histological and cytological structure of the gastrointestinal tract of the luderick, *Girella tricuspidata* (Pisces, Kyphosidae), in relation to diet. *Journal of Morphology* **190**: 109-119.
- Angermeier P.L., 1985.** Spatio-temporal patterns of foraging success for fishes in an Illinois stream. *American Midland Naturalist* **114** (2): 342-359.
- APDRA-CI, 2000.** Bulletin de l'APDRA-CI N°6, 22 p.
- Arawomo G.A.O., 1982.** Food and feeding of three *Distichodus* species (Pisces: Characiformes) in lake Kainji, Nigeria. *Hydrobiologia* **94**: 177-181.
- Avenard J.M., 1971.** Aspect de la géomorphologie. In : *Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire*. (Avenard J.M., Eldin M., Girard G., Sircoulon J., Touchebeuf P., Guillaumet J.L., Adjanohoun E. & Perraud A., eds.). *Mémoires ORSTOM* **50**: 11-72.
- Bénech V. & Lek S., 1981.** Résistance à l'hypoxie et observations écologiques pour seize espèces de poissons du Tchad. *Revue d'Hydrobiologie Tropicale* **14**: 153-168.
- Barnabé G., 1991.** Bases biologiques de l'aquaculture des poissons. In : *Bases biologiques et écologiques de l'aquaculture* (Barnabé G., coo.) *Lavoisier-Tec & Doc*, Paris: 271-449.
- Berra T.M., 1981.** An atlas of distribution of the freshwater fish. Families of the world. *University of Nebraska Press*, Lincoln. 197 p.
- Binder E., 1957.** Mollusques aquatiques de Côte d'Ivoire. I-Gastéropodes. *Bulletin de l'Institut Fondamental de l'Afrique Noire, Série A*, **19** (1): 97-125.

- Blache J., 1964.** Les poissons du bassin du Tchad et du bassin adjacent du Mayo Kebbi. Etude systématique et biologique. *Mémoire ORSTOM* **4** (2), 483 p.
- Borremans R., 1986.** Le grand dictionnaire encyclopédique de la Côte d'Ivoire. Tome 1, *Nouvelle Edition Africaine*, Abidjan, 287 p.
- Bougis P., 1952.** Recherches biométriques sur les Rougets (*Mullus barbatus* L. et *M. surmulatus* L.). *Archives de Zoologie Experimentale et Générale* **89** (2): 57-174.
- Boujard T., 1992.** Space-time organization of riverine fish communities in French Guiana. *Biology of Fishes* **34** (2): 235-246.
- Bourrelly P., 1961.** Algues d'eau douce de la république de Côte d'Ivoire. *Bulletin de l'Institut Fondamental de l'Afrique Noire*, Série A, XXIII (2): 19-374.
- Bourrelly P., 1975.** Quelques Algues d'eau douce de Guinée. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle*, Série 3, Botanique 20, **276** : 2.
- Bourrelly P., 1988.** Les Algues d'eau douce. Compléments Tome I: Les Algues vertes. *Société Nouvelle des Editions Boubée*, Paris. 182 p.
- Bowen S.H., 1994.** Détritivores et herbivores. In: *Biologie et écologie des poissons d'eaux douces africains* (Lévêque C., Bruton M.N. & Ssentongo G.W., eds). *ORSTOM, Paris*. 243-247.
- Brou Y.T., 2005.** Climat, mutations socio-économiques et paysages en Côte d'Ivoire. Mémoire de synthèse des activités scientifiques. Université des Sciences et Technologies de Lille, 212 p.
- Brown D.S., 1979.** Biogeographical aspects of African Freshwater gastropods. *Malacologia* **18**: 79-102.
- Castello M.J., 1990.** Predator feeding strategy and prey importance: a new graphical analysis. *Journal of Fish Biology* **36**: 261-263.
- Cayé P. & Farugio H., 1986.** Biologie de la reproduction du listao (*Katsuwonus pelamis*) de l'océan Atlantique (Symmons, Miyake P.M. & Sahagawa G.T., eds): *Proceedings ICCAT Conference International Skipjack Year Programm*, Tumas P., Madrid, Spain: 252-272.
- Compère P., 1976a.** Algues de la région du lac Tchad. V : Chlorophycophytes (1^{ère} partie). *Cahiers ORSTOM, Série Hydrobiologie* **10** (2): 77 -118.
- Compère P., 1976b.** Algues de la région du lac Tchad. VI : Chlorophycophytes (2^{ème} partie): Ulotrichophycées, Zygnématacées). *Cahiers ORSTOM, Série Hydrobiologie* **10** (2): 135-164.

- Compère P., 1977.** Algues de la région du lac Tchad. VII : Chlorophycophytes (3^{ème} partie): Desmidiées. *Cahiers ORSTOM, Série Hydrobiologie* **11** (2): 77-177.
- Da K.P., 1992.** Contribution à la connaissance du phytoplancton de la mare du complexe piscicole du Banco (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat 3^{ème} Cycle. Université de Cocody, Abidjan (Côte d'Ivoire) 384 p.
- Dadebo E., Ahlgren G. & Ahlgren I., 2003.** Aspect of reproductive biology of *Labeo horie* Heckel (Pisces: Cyprinidae) in Lake Chamo, Ethiopia. *African Journal of Ecology* **41**: 31-38.
- Daget J., 1957.** Données récentes sur la biologie des poissons du Delta Central du Niger. *Hydrobiologia* **4**: 321-347.
- Daget J., 1959.** Note sur les *Distichodus* (Poissons Characiformes) de l'Ouest africain. *Bulletin de l'Institut Fondamental de l'Afrique Noire* **21**: 1275-1303.
- Daget J., 2003.** Préface. In: *Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest*. Tome 1 (Paugy D., Lévêque C. & Teugels G.G., eds). IRD/MNHN/MRAC, Collection Faune et Flore Tropicales. 9-12.
- Daget J. & Iltis A., 1965.** Poissons de Côte d'Ivoire (Eaux douces et saumâtres). *Mémoires de l'Institut Fondamental de l'Afrique Noire* **74**, 385 p.
- Daget J., Gaigher I.C. & Ssentongo G.W., 1994.** Conservation. In: *Biologie et écologie des poissons d'eaux douces africains* (Lévêque C., Bruton M.N. & Ssentongo G.W., eds). ORSTOM, Paris. 481-491.
- Daget J., Gosse J.P. & Thys Van Den Audenaerde D.F.E., 1984.** CLOFFA 1. Checklist of the freshwater fishes of Africa. *ISNB/MRAC/ORSTOM*, vol. 1, 410 p.
- Daget J., Planquette N. & Planquette P., 1973.** Premières données sur la dynamique des peuplements de poissons du Bandama (Côte d'Ivoire). *Bulletin de Muséum National d'Histoire Naturelle, Série 3*, n°151, Écologie générale **7**: 131-142.
- Déjoux C., 1982.** Recherche sur le devenir des invertébrés derivant dans un cours d'eau tropical à la suite de traitements antisimulidiens au téméphos. *Revue française des Sciences de l'eau* **1**: 267-283.
- Déjoux C., Lauzanne L. & Lévêque C., 1969.** Évolution qualitative et quantitative de la faune benthique dans la partie est du lac Tchad. *Cahiers ORSTOM, Série Hydrobiologie* **3** (1): 3-58.

- Déjoux C., Elouard J.M., Forge P. & Maslin J.L., 1981.** Catalogue iconographique des insectes aquatiques de Côte d'Ivoire. *Rapport OMS & ORSTOM, OCP/VCU/HYBIO* 42, 178 p.
- Déniel C., Le Blanc C. & Rodriguez A., 1989.** Comparative study of sexual cycles oogenesis and spawning of two Soleidae *Solea lascaris* and *S. impar* on Western coast of Britany. *Journal of Fish Biology* 35: 49-58.
- Dineen C.F., 1951.** A comparative study of the food habits of *Cottus bairdii* and associated species of Salmonidae. *American Midland Naturalist* 46: 640-645.
- Diomandé D., 2001.** Macrofaune benthique et stratégies alimentaires de *Synodontis bostani* et *S. schall* (Bassins Bia et Agnébi; Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat. Université d'Abobo-Adjamé, Abidjan (Côte d'Ivoire) 260 p.
- Djakou R. & Thanon S.Y., 1988.** Écologie Afrique intertropicale. *Bordas*, Paris. 191 p.
- Do Chi T. 1975.** Remarques sur le facteur de condition de *Squilla mantis* (Crustacé Stomatopode). *Cahiers de biologie marine*, Tome 16: 415-423.
- DPH, 2005.** Annuaire des Statistiques de l'aquaculture et des pêches, Ministère de la production animale et des ressources halieutiques, 87 p.
- Durand J.R. & Loubens G., 1969.** Croissance en longueur d'*Alestes baremoze* dans le Bas Chari et le Lac Tchad. *ORSTOM* 3 (1): 59-105.
- Durand J.R. & Loubens G., 1970.** Observations sur la sexualité et la reproduction des *Alestes baremoze* du bas Chari et du lac Tchad. *Cahiers ORSTOM, Série Hydrobiologie* 4 (2): 61-81.
- Durand J.R., Franc J. & Loubens G., 1973.** Clefs longueur-poids pour 58 espèces de poissons du bassin du lac Tchad. *ORSTOM*, N'Djaména, 6 p. multigr.
- Dussart B., 1980.** Copépodes. In: *Flore et faune aquatiques de l'Afrique Sahelo-Soudanienne Tome 1* (Durand J.R. & Lévêque C., eds). *ORSTOM*, Paris. 333-356.
- Echeverria T.W., 1987.** Thirty-four species of California rockfishes: maturity and seasonality of reproduction. *Fishery. Bulletin*. 85 (2):229-250
- Egborge A.B.M., 1974.** The seasonal variation and distribution of phytoplankton in the river Oshum, Nigeria. *Freshwater Biology* 4: 177-191.
- Eldin M., 1971.** Le climat. In: *Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire*. (Avenard J.M., Eldin M., Girard G., Sircoulon J., Touchebeuf P., Guillaumet J.L., Adjanohoun E. & Perraud A., eds). *Mémoires ORSTOM* 50: 77-108.

- Etim L., Etcheri I. & Umoren O., 1989.** Aspects of reproductive biology of *Tilapia guineensis* (Perciformes: Cichlidae) in Editas pond, Nigeria. *Revue de Zoologie Africaine* **103**: 127-134.
- FAO, 2008.** Vue générale du secteur des pêches national : La République de Côte d'Ivoire. *FID/CP/CIV*, 43 p.
- Frost W.E., 1954.** The food of the pike, *Exos lucius* in Windermere. *Journal of Animal Ecology* **23**: 339-360.
- Galzin R., 1977.** Richesse et productivité des écosystèmes lagunaires et récifaux: Application à l'étude dynamique d'une population de *Pomacentrus nigricans* du lagon de Moorea (Polynésie Française). Thèse de Doctorat. Université du Languedoc. 109 p.
- Geistdoerfer P., 1975.** Écologie alimentaire des Macrouridae (Teleostéens, Gadiformes). Alimentation, morphologie et histologie de l'appareil digestif, place des Macrouridae dans la chaîne alimentaire. Thèse de Doctorat. Université Paris VI (France) 315 p.
- Girard G., Sircoulon J. & Touchebeuf P., 1971.** Aperçu sur les régimes hydrologiques. In : *Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire*. (Avenard J.M., Eldin M., Girard G., Sircoulon J., Touchebeuf P., Guillaumet J.L., Adjanooun E. & Perraud A., eds). *Mémoires ORSTOM* **50**: 109 – 155.
- Gooré Bi G., 1998.** Contribution à l'étude des crevettes d'eau douce de Côte d'Ivoire: systématique, biologie et analyse socio-économique de la pêche de *Macrobrachium vollenhovenii* (Herklots 1857) et de *M. macrobrachion* (Herklots 1851) (Crustaceae Decapoda, Palaemonidae) du bassin de la Bia. Thèse de Doctorat de 3^{ème} Cycle. Université de Cocody, Abidjan (Côte d'Ivoire) 145 p.
- Gosse P.J. & Coenen E.J., 1990.** Famille Distichodontidae. In: *Faune des poissons d'eaux douces et saumâtre de l'Afrique de l'Ouest. Tome 1*. (Lévêque C., Paugy D. & Teugels G.G., eds). *ORSTOM/MRAC, Collection Faune Tropicale XXVIII*: 237-260.
- Gosse P.J., Coenen E.J. & Teugels G.G., 2003.** Famille : Distichodontidae. In: *Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest. Tome 1* (Paugy D., Lévêque C. & Teugels G.G., eds). *IRD/MNHN/MRAC, Collection Faune et Flore Tropicales*. 283-284.
- Gourène G., Teugels G. G., Hugueny B. & Thys Van Den Audenaerde D.F.E., 1999.** Évaluation de la diversité ichtyologique d'un bassin ouest-africain après la construction d'un barrage. *Cybiu* **23** (2): 147-160.

- Gras R., Iltis A., Lévêque C. & Duwat S., 1967.** Le plancton du bas Chari et de la partie est du lac Tchad. *Cahiers ORSTOM, Série Hydrobiologie* **1** (1-4): 25-96.
- Gray A.E., Mulligan T.J. & Hannah R.W., 1997.** Food habits, occurrence and population structure of the bat ray, *Myliobatis californica*, in Humboldt Bay, California. *Environmental Biology of Fishes* **49**: 227-238.
- Grunberg G. W. & Hager G., 1978.** Ultrastructure and histochemical aspects of the rodlet cells from the bulbus arteriosus of *Cyprinus carpio* L. (Pisces: Cyprinidae). *Anatomische Anzeiger* **143**, 277-290.
- Hem S. & Kouassi K., 1989.** Recherches d'accompagnements sur le mâchoiron (*Chrysichthys nigrodigitatus*) pour le projet de développement de l'Aquaculture lagunaire. Convention CRO-DPLM (85-86-87-88). *Rapport final* (CRO-avril 1989).
- Hickley P. & Bailey R.G., 1987.** Food and feeding relationships of fish in the Sudd swamps. *Journal of Fish Biology* **30**: 147-159.
- Hunter R.J., Lo N.C.H. & Leong R., 1985.** Batch fecundity in multiple spawning fishes. In: *Egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy Engraulis mordax* (Lasker R. ed.). *U.S. National Marine Fisheries Service Technical Report* **36**: 67-77.
- Hureau J.C., 1970.** Biologie comparée de quelques poissons antarctiques (Nototheniidae). *Bulletin de l'Institut Océanographique de Monaco* **68**: 1-244.
- Hurlbert S.H., 1978.** The measurement of niche overlap and some relatives. *Ecology* **59**: 67-77.
- Hutchinson J. & Dalziel J.M., 1954.** Flora of West tropical Africa. *Crown Agents for Oversea Governments and Administrations* (2nd ed.), London. **1**: 828 pp.
- Hutchinson J. & Dalziel J.M., 1968.** Flora of West tropical Africa. *Crown Agents for Oversea Governments and Administrations* (2nd ed.), London. **3**: 276 pp.
- Hynes H.B.N., 1950.** The food of freshwater sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*) with a review of methods used in studies of the food of fishes. *Journal of Animal Ecology* **19**: 36-58.
- Hyslop E.J., 1980.** Stomach contents analysis, a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology* **17**: 411-429.
- Iltis A., 1982a.** Peuplements algaux des rivières de Côte d'Ivoire. I - Stations de prélèvement, méthodologie, remarques sur la composition qualitative et les biovolumes. *Revue d'Hydrobiologie Tropicale* **15** (3): 231-239.

- Iltis A., 1982b.** Peuplements algaux des rivières de Côte d'Ivoire. II – Variations saisonnières des biovolumes, de la composition et de la diversité spécifique. *Revue d'Hydrobiologie Tropicale* **15** (3): 241-251.
- Iltis A., 1982c.** Peuplements algaux des rivières de Côte d'Ivoire. III – Étude du périphyton. *Revue d'Hydrobiologie Tropicale* **15** (4): 303-312.
- Iltis A. & Lévêque C., 1982.** Caractéristiques physico-chimiques des rivières de Côte d'Ivoire. *Revue d'Hydrobiologie Tropicale* **15** (2): 115-130.
- Inyang N.M. & Nwani C.D., 2004.** Food and feeding habits of *Distichodus* species (Osteichthyes: Distichodontidae) in Anambra River Basin, Nigeria. *Bio-Research* **2** (21): 1-6.
- JICA, 2001.** Plan directeur de gestion intégrée des ressources en eau en République de Côte d'Ivoire. *Rapport principal*. Sanyu Consultants Inc., Katahira & Engineers international, 452 p.
- Kapoor B.G., Smith H. & Verighina I.A., 1975.** The alimentary canal and digestion in teleosts. In: *Advances in Marine Biology* (Russel F.S. & Yonge M., eds). *Academic Press*, London. 109-239.
- Kartas F. & Quignard J.P., 1984.** La fécondité des poissons téléostéens. *Masson, Collection biologique des milieux marins* **5**, 117 p.
- Kennedy M. & Fitzmaurice P., 1972.** Some aspects of the biology of gudgeon *Gobio gobio* in Irish waters. *Journal of Fish Biology* **4**: 425-440.
- King R.P., 1994.** Seasonal dynamics in the trophic status of *Papyrocranus afer* (Günther, 1868) (Notopteridae) in a Nigerian rainforest stream. *Revue d'Hydrobiologie Tropicale* **27** (2): 143-155.
- Kiss R., 1980.** Ostracodes. In: *Flore et faune aquatiques de l'Afrique Sahelo-Soudanienne Tome 1* (Durand J.R. & Lévêque C., eds). *ORSTOM*, Paris. 357-368.
- Klaberg D.P. & Benson A., 1975.** Food habits of *Ictalurus nebulosus* in acid polluted water of N. W. Virginia. *Transactions of the American Fisheries Society* **104**: 541-547.
- Koné T., 2000.** Régime alimentaire et reproduction d'un tilapia lagunaire (*Sarotherodon melanotheron* Rüppell, 1852) dans la rivière Bia et le lac de barrage d'Ayamé (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat. Katholieke Universiteit Leuven (Belgique) 253 p.
- Kouamélan E.P., 1999.** L'effet du lac de barrage Ayamé (Côte d'Ivoire) sur la distribution et l'écologie alimentaire des poissons Mormyridae (Teleostei, Osteoglossiformes). Thèse de Doctorat. Katholieke Universiteit Leuven (Belgique) 221 p.

- Kouamélan E.P., Gourène G., Teugels G.G. & Thys Van Den Audenaerde D.F.E., 1997.** Diversité morphologique du tube digestif chez 39 espèces de poissons africains et relation avec la classification ichtyologique. *Journal of African Zoology* **111**: 109-119.
- Kouassi A.M., 2005.** Hydrochimie et qualité des eaux de deux lagunes tropicales de Côte d'Ivoire (Ebrié, Grand Lahou). Thèse de Doctorat, Université d'Abidjan-Cocody, 147p.
- Kouassi N., 1978.** Données écologiques et biologiques sur les populations d'*Alestes baremoze* (Joannis, 1835), Poissons Characidae du lac de barrage de Kossou. Thèse de Doctorat d'Etat ès sciences. Université Nationale de Côte d'Ivoire 278 p.
- Kouassi N., 1982.** Cycle de maturation des gonades des *Alestes* (Pisces, Characidae) dans le lac de barrage de Kossou. *Annales de l'Université d'Abidjan* XV (E): 129-135.
- Kouassi N.C., 1989.** Étude comparée des peuplements zooplanctoniques de quelques étangs de pisciculture de Daloa et de Bouaké. Etude faunistique. Diplôme d'Études Approfondies d'écologie tropicale. Université Nationale de Côte d'Ivoire, 43 p.
- Lagler K.F., Bardach E.E. & Miller R.R., 1962.** Foods, digestion, nutrition and growth. In: *Ichthyology* (Lagler K.F., Bardach E.E. & Miller R.R., eds). *John Wiley and Sons, Inc.* New York. 134-178.
- Lalèyè P., 1995.** Écologie comparée de deux espèces de *Chrysichthys*, poissons siluriformes (Claroteidae) du complexe lagunaire lac Nokoué-lagune de Porto-Novo au Bénin. Thèse de Doctorat. Université de Liège (Belgique) 199 p.
- Lam T.J. & Munro A.D., 1987.** Environmental control of reproduction in teleost: an overview. Symposium Reproductive physiology of fish, St. Jhon's, New-Foundland: 279-288.
- Lamoot E., 1976.** Observation sur le développement du Zooplancton dans le lac de Kossou. *Rapport Université Nationale de Côte d'Ivoire, Institut Universitaire d'Etude Tropicale* **4**, 16 p.
- L'Anson H., Foster D.L., Foxcroft, G.R. & Booth P.J., 1991.** Nutrition and reproduction. *Oxford Reviews of Reproductive Biology* **13**: 239-311.
- Larson G.L., 1974.** Liver weight of brook trout in a high-mountain lake in Washington State. *The Progressive Fish-culturist* **35**: 234-236.
- Laurent M. & Moreau J., 1979.** Analyse comparative du coefficient de condition. Relation taille-poids chez un Téléostéen. *Annales d'Hydrobiologie* **W** (2): 211-228.
- Lauzanne L., 1973.** Étude qualitative de la nutrition des *Alestes baremoze* (Pisces, Characidae). *Cahiers ORSTOM, Série Hydrobiologie* **7** (1): 3-15.

- Lauzanne L., 1975.** Régimes alimentaires d'*Hydrocyon forskalii* (Pisces, Characidae) dans le lac Tchad et ses tributaires. *Cahiers ORSTOM, Série Hydrobiologie* **9** (2): 105-121.
- Lauzanne L., 1976.** Régimes alimentaires et relations trophiques des poissons du lac Tchad. *Cahiers ORSTOM, Série Hydrobiologie* **10** (4): 267-310.
- Lauzanne L., 1994.** Les habitudes alimentaires des poissons d'eau douce africains. In: *Biologie et écologie des poissons d'eaux douces africains* (Lévêque C., Bruton M.N & Ssentongo G.W., eds). *ORSTOM, Paris*. 221-242.
- Layachi M., Melhaoui M., Srouf A. & Ramdani M., 2007.** Contribution à l'étude de la reproduction et de la croissance du Rouget-barbet de vase (*Mullus barbatus* L., 1758) de la zone littorale méditerranéenne de Nador (Maroc). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie*. **29**: 43-51.
- LDB, 1981a.** Guide pratique pour l'identification des Gastéropodes d'eau douce africains. *Danish Bilharziasis Laboratory & OMS*, 26 p.
- LDB, 1981b.** Guide de terrain des Gastéropodes d'eau douce africains. 1 : Afrique occidentale. *Danish Bilharziasis Laboratory & OMS*, 28 p.
- Le Cren E.D., 1951.** The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology* 201-219.
- Le Loeuff P. & Marchal E., 1993.** Géographie littorale. In: *Environnement et ressources aquatiques de Côte d'Ivoire. Tome 1: Le milieu marin* (Le Loeuff P., Marchal E. & Amon Kothias J.B., eds). *ORSTOM, Paris*. 15-22.
- Legendre M. & Jalabert R., 1994.** Physiologie de la reproduction. In: *Biologie et écologie des poissons d'eaux douces africains* (Lévêque C., Bruton M.N & Ssentongo G.W., eds). *ORSTOM, Paris*. 153-187.
- Legendre M. & Trébaol L., 1996.** Efficacité de l'incubation buccale et fréquence de ponte de *Sarotherodon melanotheron* en milieu d'élevage (lagune Ebrié, Côte d'Ivoire). In: *Le Troisième Symposium International sur le Tilapia en Aquaculture* (Pullin R.S.V., Lazard J., Legendre M., Amon Kothias J.B. & Pauly D., eds). *ICLARM Conference Proceedings* **41**: 360-374.
- Leino R.L., 1996.** Reaction of rodlet cells to a myxosporean infection in kidney of the bluegill, *Lepomis macrochirus*. *Canadian Journal of Zoology* **74**: 217-225.
- Lévêque C., 1972.** Mollusques benthiques du lac Tchad : écologie, étude des peuplements et estimation des biomasses. *Cahiers ORSTOM, Série Hydrobiologie* **6** (1): 3-45.
- Lévêque C., 1980.** Mollusques. In: *Flore et faune aquatiques de l'Afrique Sahelo-Soudanienne Tome 1* (Durand J.R. & Lévêque C., eds). *ORSTOM* **44**: 283-305.

- Lévêque C., Paugy D. & Duponchelle F., 2006.** La reproduction. In: *Les poissons des eaux continentales africaines : Diversité, écologie, utilisations par l'homme* (Lévêque C. & Paugy D., eds). IRD, Paris. 147-175.
- Lévêque C., 2006.** Croissance et ontogénie. In: *Les poissons des eaux continentales africaines: Diversité, écologie, utilisations par l'homme* (Lévêque C. & Paugy, D. eds). IRD, Paris. 177-190.
- Lévêque C. & Herbinet P., 1980.** Caractères méristiques et biologie de *Eutropius mentalis* (Pisces, Schilbeidae) dans les rivières de Côte d'Ivoire. *Revue de Zoologie Africaine* **96** (2): 366-392.
- Lévêque C. & Quensièrre J., 1994.** Peuplements ichtyologiques des lacs peu profonds. In: *Biologie et écologie des poissons d'eau douce africains* (Lévêque C., Bruton M.N. & Ssentongo G.W., eds). ORSTOM, Paris. 303-324.
- Lévêque C., Déjoux C. & Iltis A., 1983.** Limnologie du fleuve Bandama, Côte d'Ivoire. *Hydrobiologia* **100**: 113-141.
- Lévêque C., Paugy D. & Teugels G.G., 1992.** Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest. Tome 2. MRAC/ORSTOM, 28: 385-902.
- Lowe-McConnell R.H., 1964.** The fish of the Rupununi savana district of British Guiana, South America. Part 1. Ecological groupings of fish species and effects of the seasonal cycle on the fish. *Zoological Journal of the Linnean Society* **45**: 103-144.
- Lowe-McConnell R.H., 1987.** Ecological studies in tropical fish communities. Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom, 382 p.
- Mann R.H.K. & Orr D.R., 1969.** A preliminary study of the feeding relationships of fish in a hard-water and a soft-water stream in Southern England. *Journal of Fish Biology* **1**: 31-44.
- Marshall S. & Elliot M., 1997.** A comparison of univariate and multivariate numerical and graphical techniques for determining inter and intraspecific feeding relationships in estuarine fish. *Journal of Fish Biology* **51**: 526-545.
- MEF, 1999.** Diversité Biologique de la Côte d'Ivoire. *Rapport de synthèse* (Avit J.B.L.F., Pédia P.L. & Sangaré Y., eds) 273 p
- Mérona de B., 1981.** Zonation ichtyologique du bassin du Bandama (Côte d'Ivoire). *Revue d'Hydrobiologie Tropicale* **14** (1): 63-75.
- Mohan M.V. & Sankara T.M., 1988.** Two new indices for stomach content analysis of fishes. *Journal of Fish Biology* **33**: 289-292.

- Moisan J., 2006.** Guide d'identification des principaux macro-invertébrés benthiques d'eau douce du Québec, Surveillance volontaire des cours d'eau peu profonds. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, ISBN-13 :978-2-550-48518-6 (PDF), ISBN-10 : 2-550-48518-1 (PDF) 82p.
- Monnier Y., 1983.** Végétation. In: *Les atlas jeunes Afrique Côte d'Ivoire*. Jeune Afrique. 16-18.
- Moreau J., 1979.** Biologie et évolution des peuplements de Cichlidae (Pisces) introductions dans les lacs malgaches d'altitude. Thèse de Doctorat d'Etat. Institut National Polytechnique de Toulouse (France) 345 p.
- Moreau J., 1984.** Les populations exploitées, étude et aménagement. II – La croissance. Institut National Polytechnique de Toulouse, Laboratoire d'Ichtyologie appliquée. ENSAT: 81 p.
- Moreau J., Avignon J. & Jubb R.A., 1994.** Les introductions d'espèces étrangères dans les eaux continentales africaines : Intérêts et limites. In: *Biologie et écologie des poissons d'eaux douces africains* (Lévêque C., Bruton M.N. & Ssentongo G.W., eds). ORSTOM, Paris. 395-425.
- Moses B.S., 1983.** Introduction à la pêche continentale. *Ibadan University Press, African Biosciences Network (UNESCO/ICSU)*: 128 p.
- Moss B., 1988.** Ecology of fresh waters: man and medium, 2nd edition. *Blackwell Scientific Publications*, Oxford: 417 p.
- Moyle P.B. & Leidy R.A., 1992.** Loss of biodiversity in aquatic ecosystems: evidence from fish fauna. In: *Conservation biology: the theory and Practice of nature conservation, preservation and management* (Fielder P.L. & Jain S.K., eds). Chapman & Hall, London: 127-169.
- Natarajan A.V. & Jhingran A.G., 1961.** Index of preponderance - a method of grading the food elements in the stomach analysis of fishes. *Indian Journal of Fisheries* **8**: 54-59.
- N'Douba V., 2000.** Biodiversité des Monogènes parasites des poissons d'eau douce de Côte d'Ivoire : Cas des poissons des rivières Bia et Agnébi. Thèse Doctorat d'Etat. Université de Cocody, Abidjan (Côte d'Ivoire) 250 p.
- Nelson J.S., 1994.** Fishes of the World, 3^{ème} edition. Chichester, New York, John Wiley and Sons, 600 p.
- N'Goran Y.N., 1991.** Cycle sexuel et fécondité de *Tilapia guineensis* en lagune Aby. *Agronomie Africaine* **3** (1): 65-72.

- N’Goran Y.N., 1995.** Biologie écologie et pêche de l’ethmalose: *Ethmalosa fimbriata* (Bowdich, 1825) en lagune Aby (Côte d’Ivoire). Thèse de Doctorat. Université de Bretagne Occidentale, 227 p.
- Nico L.G. & Taphorn D.C., 1985.** Diet of *Acestrorhynchus microlepis* (Pisces: Characidae) in the low llanos of Venezuela. *Copeia* **3**: 794-796.
- N’Zi K.G., 2007.** Diversité biologique des peuplements de crevettes des eaux douces de Côte d’Ivoire en relation avec les variables environnementales. Thèse de Doctorat. Université de Cocody, Abidjan (Côte d’Ivoire) 202 p.
- Ogutu-Ohwage R. & Hecky R.E., 1990.** Fish introduction in Africa and some of their implications. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **48** (Suppl. 1): 8-12.
- Ouaness-Ghorbel A., Bradai M.N. & Bouain A., 2002.** Période de reproduction et maturité sexuelle de *Symphodus* (Crenilabrus) *Tinca* (Labridae), des côtes de sfax (Tunisie). *Cybiurn* **26** (2): 89-92.
- Ouattara A., 2000a.** Premières données systématiques et écologiques du phytoplancton du lac d’Ayamé (Côte d’Ivoire). Thèse de Doctorat. Katholieke Universiteit Leuven (Belgique) 207 p.
- Ouattara A., Podoor N., Teugels G.G., Gourène G., 2000.** Les micro-algues de deux cours d’eau (Bia et Agnébi) de Côte d’Ivoire. *Systematics and Geography of Plants* **70** (2): 315-372.
- Ouattara M., 2000b.** Stratégies de reproduction et réactions aux pressions de l’environnement chez le poisson africain *Mormyrops anguilloides* et *Marcusenius ussheri* (Mormyridae), *Schilbe mandibularis* et *S. intermedius* (Schilbeidae) (Bassins Bia et Agnébi; Côte d’Ivoire). Thèse de Doctorat. Université d’Abobo-Adjamé, Abidjan (Côte d’Ivoire) 266 p.
- Ouattara N.I., Ouattara A., Koné T., N’Douba V. & Gourène G., 2007.** Distribution du zooplancton le long de deux petits bassins côtiers ouest africains (Bia et Agnébi ; Côte d’Ivoire). *Agronomie Africaine* **12** (2) : 197-210.
- Paugy D., 1994.** Ecologie des poissons tropicaux d’un cours d’eau temporaire (Baoulé, haut bassin du Sénégal au Mali): Adaptation au milieu et plasticité du régime alimentaire. *Revue d’Hydrobiologie Tropicale* **27**: 157-172.
- Paugy D., 2002.** Reproductive strategies of fishes in a tropical temporary stream of the Upper Senegal basin: Baoulé River in Mali. *Aquatic Living Resources* **15** (1): 25-35.

- Paugy D., 2003.** Alestidae. In: *Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest. Tome 1* (Paugy D., Lévêque C. & Teugels G.G., eds). IRD/MNHN/MRAC, 236-282.
- Paugy D. & Bénech V., 1989.** Poissons d'eau douce des bassins côtiers du Togo (Afrique de l'Ouest). *Revue d'Hydrobiologie Tropicale* **22**: 295-316.
- Paugy D. & Lévêque C., 2006.** Taxinomie et systématique. In: *Les poissons des eaux continentales africaines: Diversité, écologie, utilisation par l'homme* (Lévêque C. & Paugy D., eds). IRD, Paris. 105-133.
- Paugy D., Traoré K. & Diouf P.S., 1994.** Faune ichtyologique des eaux douces d'Afrique de l'Ouest. In: *Diversité biologique des poissons des eaux saumâtres d'Afrique. Synthèses géographiques* (Teugels G.G., Guégan J.F. & Albaret J.J., eds). *Annales du Musée Royal de l'Afrique Centrale* **275**: 35-66.
- Petr T., 1967.** Food preferences of the commercial fishes of the Volta lake. University of Ghana, Volta basin research project, technical report, **10** (22): 8 p.
- Pinkas L., Oliphant M.S. & Iverson I.L.K., 1971.** Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. *Fish Bulletin* **152**: 1-105.
- Planquette P. & Lemasson J., 1975.** Le peuplement de poissons du Bandama blanc en pays Baoulé. *Annales de l'Université d'Abidjan, série E. Ecologie*, **8** (1): 77-121.
- Poll M. & Gosse J.P., 1995.** Genera des poissons d'eau douce de l'Afrique. Classe des sciences. Académie royale de Belgique : 324 p.
- Postel E., 1973a.** Théorie des pêches (Dynamique des populations exploitées). Fascule 2. Université Rennes, 84 p.
- Postel E., 1973b.** Théorie des pêches (Dynamique des populations exploitées). Fascule 1. Université Rennes, 116 p.
- Poulet N., 2004.** Le sandre *Sander luciperca* (L.) : Biologie, comportement et dynamique des populations en Camargue (Bouches du Rhône, France). Thèse de Doctorat. Université Toulouse III-Paul Sabatier (France) 286 p.
- Pourriot R., 1980.** Rotifères. In : *Flore et Faune aquatiques de l'Afrique Sahélo-soudanienne Tome 1* (Durand J.R. & Lévêque C., eds). *ORSTOM* **44**: 333-356.
- Rai H., 1974.** Limnological observation on the rivers and lakes in the Ivory Coast. *Hydrobiologia* **44**: 301-317.
- Reizer C., 1995.** Characiformes. In: *Atlas démographique des populations de poissons d'eau douce d'Afrique* (Moreau J., Palomares M.L.D., Torres F.S.B., Paugy J.R. & Paugy D. eds). *ICLARM Rapport technique*. 36-37.

- Rey J. & Saint Jean L., 1980.** Branchiopodes (Cladocères). In: *Flore et faune aquatiques de l'Afrique Sahelo-Soudanienne Tome 1* (Durand J.R. & Lévêque C., eds). *ORSTOM* **44**: 307-332.
- Reynolds J.D., 1967.** Notes on juveniles of commercial fish attracted to light on the Volta Lake. Volta basin research project, technical report **10** (21): 1-6.
- Rodier J., 1978.** L'analyse de l'eau: eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. *Bordas*, Paris. 256 p.
- Rosecchi E., 1983.** Régime alimentaire du pageot, *Pallus erythrinus* Linné, 1758 (Pisces, Sparidae) dans le Golfe du Lion. *Cybium* **7**: 17-29.
- Rosecchi E. & Nouaze Y., 1987.** Comparaison de cinq indices utilisés dans l'analyse des contenus stomacaux. *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes* **49**: 111-123.
- Sandon H. & El Tayib A., 1953.** The food of some common Nile fish. *Sudan Notes and Records* **34**: 219-221.
- Sankaré Y., 1991.** Les gastéropodes aquatiques associés aux plantes flottantes. *Journal Ivoirien d'Océanologie et de Limnologie* **1** (2): 139-151.
- Schoener T.W., 1970.** Non-synchronous spatial overlap of lizards in patchy habitats. *Ecology* **51**: 408-418.
- Schwartz D. & Lazar P., 1964.** Élément de statistique à l'usage des étudiants en propédeutique médicale. *Flammarion* 142 p.
- Sellin B., Simonkovich E. & Roux J., 1980.** Etude de la répartition des mollusques hôtes intermédiaires des schistosomes en Afrique de l'Ouest. *Médecine Tropicale* **40** (1): 31-39.
- Sevrin-Reyssac J., 1985.** Bien connaître son étang pour mieux le gérer. *Muséum National d'Histoire Naturelle*, Laboratoire d'Ichtyologie générale et appliquée 77 p.
- Skelton P.H., 1994.** Répartition des poissons d'eau douce africains. In: *Biologie et écologie des poissons d'eaux douces africains* (Lévêque C., Bruton M.N. & Ssentongo G.W., eds). *ORSTOM, Paris*. 65-92.
- Skelton P.H., 2001.** A complete Guide to the Freshwater Fishes of Southern Africa. *Struik publishers*, Cape Town. 395 p.
- Stéquert B. & Ramcharrum B., 1996.** La reproduction du listao (*Kastsuwonus pelami*) dans le bassin ouest de l'Océan Indien. *Aquatic Living Resources* **9**: 235-242.

- Tesch W., 1971.** Age and growth. In: *Methods for assessment of fish production in freshwater* (Ricker W.E., ed.). *International Biology Program* (2nd edn), Oxford and Edinburgh. 97-130.
- Teugels G.G., Lévêque C., Paugy D. & Traoré K., 1988.** Etat des connaissances sur la faune ichthyologique des bassins côtiers de Côte d'Ivoire et de l'ouest du Ghana. *Revue d'Hydrobiologie Tropicale* **21**: 221-237.
- Uehlinger V., 1964.** Étude statistique des méthodes de dénombrement planctonique. *Archives des Sciences* **17**: 121-223.
- Vanden Bossche J.P. & Bernacsek G.M., 1990.** Source book for the inland fishery resources of Africa: Vol. 2. CIFA Technical Paper. No. 18/2. FAO, Rome. 411p.
- Verighina I.A., 1990.** Basic adaptations of the digestive system in bony fishes as a function of diet. *Journal of Ichthyology* **30**: 897-907.
- Vibert R. & Lagler K.F., 1961.** Pêches continentales, biologie et aménagement. *Dunod*, Paris. 707 p.
- Wague A. & M'Bodj O.B., 2002.** Etude de quelques aspects de la reproduction chez la sardinelle ronde *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1847) pêchée le long des côtes mauritaniennes. *Bulletin Scientifique de l'Institut Mauritanien de Recherches Océanographiques et des Pêches* **29**: 13-18.
- Wallace R.K. Jr., 1981.** An assessment of diet-overlap indexes. *American Fisheries Society* **110**: 72-76.
- Weatherly A.H., 1972.** Growth and ecology of fish populations. *Academic Press*, X+ 293 p.
- Welcomme R.L., 1985.** River fisheries. *FAO fisheries technical paper* 262 Rome. 330 p
- Welcomme R.L. & Mérona de B., 1994.** Peuplements ichthyologiques des rivières. In: *Biologie et écologie des poissons d'eaux douces africains* (Lévêque C., Bruton M.N. & Ssentongo G.W., eds). *ORSTOM, Paris*. 251-276.
- Werner E.E. & Hall D.J., 1977.** Competition and habitat shift in two sunfishes (Centrarchidae). *Ecology* **58**: 869-976.
- Windell J.T., 1971.** Food analysis and rate of digestion. In: *Methods for assessment of fish production in freshwater* (Ricker W.E., ed.). *International Biology Program* (2nd ed), Oxford and Edinburgh. pp 197-203.
- Winemiller K.O., 1987.** Feeding and reproductive biology of the currito, *Hoplosternum littorale*, in the Venezuelan llanos with comments on the possible function of the enlarged male pectoral spines. *Environmental Biology of Fishes* **20**: 219-227.

- Wootton R.J., 1979.** Energy costs of egg production and environmental determinants of fecundity in teleost fishes. *Symposia of the Zoological Society of London* **44** : 133-159.
- Wootton R.J., 1990.** Ecology of teleost fishes. *Chapman & Hall*, London. 404 p.
- Wootton R.J., Evans G.W. & Mills L.A., 1978.** Annual cycle in female three-spined sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* L.) from an upland and a lowland population. *Journal of Fish Biology* **12**: 331-343.
- Yao S.S., 2006.** Contribution à l'étude de la diversité biologique et de l'écologie alimentaire de l'ichtyofaune d'un hydrosystème ouest africain : Cas du bassin de la Comoe (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat. Université de Cocody, Abidjan (Côte d'Ivoire) 280 p.
- Yatabary N.T., 1983.** Contribution à l'étude du régime alimentaire de *Synodontis schall* (Bloch & Schneider, 1801) dans le delta central du fleuve Niger. *Revue d'Hydrobiologie tropicale* **16** (3): 277-286.
- Young J.W., Duyet T.D., Bradford R.W. & Whitelaw A.W., 1997.** Feeding ecology and interannual variations in diet of southern bluefin tuna, *Thynnus maccoyii*, in relation to coastal and oceanic waters of eastern Tasmania, Australia. *Environmental Biology of Fishes* **50**: 275-291.
- Yté W.A., Kouassi N.C. & Yoro S., 1996.** Peuplement zooplanctonique du lac de Buyo (Côte d'Ivoire) : liste faunistique et distribution. *Agronomie Africaine* **8** (2): 87-152.
- Zander C.D., 1982.** Feeding ecology of littoral gobiid and blennioid fish of the Banyuls area (Mediterranean Sea). I: Main food and trophic dimension of niche and ecotope. *Vie et milieu* **32**: 1-10.
- Zaret T.M. & Rand A.S., 1971.** Competition in tropical stream fishes: support for the competitive exclusive principle. *Ecology* **52**: 336-342.

ANNEXES

Annexe 1. Comparaison (Anova 2) des caractéristiques physico-chimiques enregistrées dans le fleuve Bandama (Saison : saison des pluies et saison sèche, Période : matin et soir). Les valeurs de p marquées de (*) indiquent des différences significatives au seuil de 0,05.

Température

Effect	SS	Degr. Of Freedom	MS	F	p
Intercept	130000,1	1	130000,1	108863,5	0,00001*
Saison	70,5	1	70,5	59,1	0,00001*
Période	32,8	1	32,8	27,5	0,00001*
Error	191,1	160	1,2		

Côte

Effect	SS	Degr. Of Freedom	MS	F	p
Intercept	364100,3	1	364100,3	23391,58	0,00001*
Saison	63,2	1	63,2	4,06	0,0455*
Période	10,4	1	10,4	0,67	0,4151
Error	2474,9	159	15,6		

pH

Effect	SS	Degr. Of Freedom	MS	F	p
Intercept	16989,67	1	16989,67	5316,623	0,00001*
Saison	30,42	1	30,42	9,520	0,00241*
Période	11,10	1	11,10	3,474	0,06427
Error	482,53	151	3,20		

CND

Effect	SS	Degr. Of Freedom	MS	F	p
Intercept	1875204	1	1875204	5905,654	0,00001*
Saison	23573	1	23573	74,239	0,00001*
Période	7	1	7	0,023	0,88037
Error	50487	159	318		

TDS

Effect	SS	Degr. Of Freedom	MS	F	p
Intercept	769157,9	1	769157,9	736,8853	0,00001*
Saison	2431,1	1	2431,1	2,3291	0,12896
Période	2,8	1	2,8	0,0027	0,95840
Error	165963,6	159	1043,8		

Annexe 2. Composition du régime alimentaire général de *Distichodus rostratus* du fleuve Bandama (Côte d'Ivoire) de juillet 2004 à juin 2005, P = Pourcentage pondéral; Fc = Pourcentage d'occurrence; Ip = Indice de prépondérance.

PROIES	P	Fc	Ip (p.c.)
INSECTES			
Ephéméroptères			
<i>Adenophlebiodes</i> sp.	< 0,01	0,46	< 0,01
Baetidae	< 0,01	0,91	< 0,01
Diptères			
Ceratopogonidae	< 0,01	0,46	< 0,01
Chironomidae			
Adultes	0,02	7,76	< 0,01
Nymphes	< 0,01	2,28	< 0,01
Planipennes			
<i>Sisyra</i> sp.	< 0,01	0,46	0,01
Trichoptère			
Hydropsychidae	< 0,01	0,46	0,01
Débris d'insectes	< 0,01	0,91	0,01
MOLLUSQUES			
Gastéropode			
<i>Cléopatra</i>	0,02	1,37	< 0,01
<i>Segmentina angustus</i>	< 0,01	1,37	< 0,01
Pélicypode			
<i>Caelatura aegyptica</i>	< 0,01	0,46	< 0,01
CRUSTACES			
Cladocère	0,00	2,28	0,00
Ostracode	0,00	0,46	0,00
ARACHNIDES	< 0,01	0,91	< 0,01
MACROPHYTES			
<i>Tristicha trifaria</i>	5,53	1,83	0,37
<i>Cymodocea</i> sp.	60,08	26,48	57,77
Graines	0,07	0,91	< 0,01
Fruits	< 0,01	0,46	< 0,01
Débris de fruits	1,78	6,85	0,44
Débris végétaux	32,43	35,16	41,40
Autres aliments			
Phytoplancton	0,00	1,37	0,00
Ecaille de poisson	0,05	6,39	0,01
Total			
Insectes	0,02	13,70	< 0,01
Mollusques	0,03	3,20	< 0,01
Crustacés	0,00	2,74	0,00
Arachnides	< 0,01	0,91	< 0,01
Macrophytes	99,90	71,69	99,98
Autres aliments	0,05	7,76	0,01

Annexe 3. Composition du régime alimentaire des individus juvéniles ($L_s \leq 334$ mm; $n = 66$) de *Distichodus rostratus* du fleuve Bandama (Côte d'Ivoire) de juillet 2004 à juin 2005, P = Pourcentage pondéral; Fc = Pourcentage d'occurrence; Ip (%) = Indice de prépondérance.

PROIES	P	Fc	Ip (%)
INSECTES			
Ephéméroptère			
Baetidae	< 0,01	0,94	< 0,01
Diptères			
Ceratopogonidae	< 0,01	0,94	< 0,01
Chironomidae			
Adultes	0,02	11,32	< 0,01
Nymphes	< 0,01	1,89	< 0,01
Planipenne			
<i>Sisyra</i> sp.	< 0,01	0,94	< 0,01
Trichoptères			
Hydropsychidae	< 0,01	0,94	< 0,01
Débris d'insectes	< 0,01	1,89	< 0,01
GASTÉROPODES			
<i>Cleopatra</i>	0,06	2,83	< 0,01
<i>Segmentina angustus</i>	< 0,01	1,89	< 0,01
PÉLÉCYPODE			
<i>Caelatura aegyptica</i>	< 0,01	0,94	< 0,01
CRUSTACES			
Cladocère	< 0,01	3,77	< 0,01
Ostracode	< 0,01	0,94	< 0,01
ARACHNIDES	< 0,01	0,94	< 0,01
MACROPHYTES			
<i>Tristicha trifaria</i>	3,08	0,94	0,09
<i>Cymodocea</i> sp.	46,37	25,47	38,39
Graine	0,2	1,89	0,01
Débris de fruits	0,1	0,94	< 0,01
Débris végétaux	50,13	37,74	61,48
Autres aliments			
Ecaille de poisson	0,01	1,89	< 0,01
Phytoplancton	< 0,01	0,94	< 0,01
Total			
Insectes	0,03	18,87	0,01
Gastéropodes	0,06	4,72	0,01
Pélicypodes	< 0,01	0,94	< 0,01
Crustacés	< 0,01	4,72	< 0,01
Arachnides	< 0,01	0,94	< 0,01
Macrophytes	99,88	66,98	99,98
Autres aliments	0,01	2,83	< 0,01

Annexe 4. Composition du régime alimentaire des adultes ($L_s \geq 335$ mm ; $n = 87$) de *Distichodus rostratus* du fleuve Bandama (Côte d'Ivoire) de juillet 2004 à juin 2005, P = Pourcentage pondéral; Fc = Pourcentage d'occurrence; Ip (%) = Indice de prépondérance.

PROIES	P	Fc	Ip (%)
INSECTES			
Ephéméroptères			
<i>Adenophlebiodes sp.</i>	< 0,01	0,91	< 0,01
Baetidae	< 0,01	0,91	< 0,01
Diptères			
Chironomidae			
Adultes	0,01	4,55	< 0,01
Nymphes	< 0,01	2,73	< 0,01
GASTÉROPODE			
<i>Segmentina angustus</i>	< 0,01	0,91	< 0,01
CRUSTACÉ			
Cladocère	< 0,01	0,91	< 0,01
ARACHNIDES			
MACROPHYTES			
<i>Tristicha trifaria</i>	7,38	2,73	0,8
<i>Cymodocea sp.</i>	66,12	25,45	66,51
Fruit	0,01	0,91	< 0,01
Débris de fruits	2,93	12,73	1,47
Débris végétaux	23,47	33,64	31,19
Autres aliments			
Ecaille de poisson	0,07	10,91	0,03
Phytoplancton	< 0,01	1,82	< 0,01
Total			
Insectes	0,02	9,09	< 0,01
Gastéropodes	< 0,01	0,91	< 0,01
Crustacés	< 0,01	0,91	< 0,01
Arachnides	< 0,01	0,91	< 0,01
Macrophytes	99,91	75,45	99,97
Autres aliments	0,07	12,73	0,03

Annexe 5. Composition du régime alimentaire de *Distichodus rostratus* (n = 68) en saison sèche dans le fleuve Bandama (Côte d'Ivoire), P = Pourcentage pondéral; Fc = Pourcentage d'occurrence; Ip = Indice de prépondérance.

PROIES	P	Fc	Ip (%)
INSECTES			
Ephéméroptère			
Baetidae	< 0,01	0,99	< 0,01
Diptères			
Chironomidae			
Adultes	< 0,01	7,84	< 0,01
Nymphes	< 0,01	2,94	< 0,01
Planipenne			
<i>Sisyra</i> sp.	< 0,01	0,98	< 0,01
Trichoptère			
Hydropsychidae	< 0,01	0,98	< 0,01
Débris d'insectes	< 0,01	0,98	< 0,01
GASTÉROPODES			
<i>Cleopatra</i>	0,05	1,96	< 0,01
<i>Segmentina angustus</i>	< 0,01	2,94	< 0,01
CRUSTACÉS			
Cladocère	< 0,01	3,92	< 0,01
Ostracode	< 0,01	0,98	< 0,01
ARACHNIDES	< 0,01	1,96	< 0,01
MACROPHYTES			
<i>Tristicha trifaria</i>	10,81	1,96	0,83
<i>Cymodocea</i> sp.	50,72	23,53	46,87
Fruit	0,66	2,94	0,08
Débris végétaux	37,64	35,29	52,18
Autres aliments			
Ecaille de poisson	0,098	7,84	0,03
Phytoplancton	< 0,01	1,96	< 0,01
Total			
Insectes	0,02	14,71	< 0,01
Gastéropodes	0,05	4,9	< 0,01
Crustacés	< 0,01	4,9	< 0,01
Arachnides	< 0,01	1,96	< 0,01
Macrophytes	99,83	63,73	99,96
Autres aliments	0,1	9,8	0,03

Annexe 6. Composition du régime alimentaire de *Distichodus rostratus* (n = 85) en saison pluvieuse dans le fleuve Bandama (Côte d'Ivoire), P = Pourcentage pondéral; Fc = Pourcentage d'occurrence; Ip = Indice de prépondérance.

PROIES	P	Fc	Ip (%)
INSECTES			
Ephéméroptères			
Adenophlebiodes	< 0,01	0,84	< 0,01
Baetidae	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Diptères			
Ceratopogonidae	< 0,01	0,84	< 0,01
Chironomidae			
Adultes	< 0,01	7,56	< 0,01
Nymphes	< 0,01	1,68	< 0,01
Débris d'insectes	< 0,01	0,84	< 0,01
GASTÉROPODE			
<i>Cléopatra</i>	0,01	0,84	< 0,01
PÉLÉCYPODE			
<i>Caelatura aegyptica</i>	< 0,01	0,84	< 0,01
CRUSTACÉ			
Cladocère	< 0,01	0,84	< 0,01
MACROPHYTES			
<i>Tristicha trifaria</i>	2,87	1,68	0,16
<i>Cymodocea sp.</i>	64,8	29,41	64,25
Graine	0,01	0,84	< 0,01
Fruit	2,46	11,76	0,97
Débris végétaux	29,8	34,45	34,6
Autres aliments			
Ecaille de poisson	< 0,01	5,04	< 0,01
Phytoplancton	< 0,01	1,68	< 0,01
Total			
Insectes	0,02	12,60504	< 0,01
Gastéropode	0,01	0,84	< 0,01
Pélicypode	< 0,01	0,84	< 0,01
Crustacé	< 0,01	0,84034	< 0,01
Macrophytes	99,94	78,15	99,99
Autres aliments	0,03	6,72	< 0,01

PUBLICATIONS

PUBLICATION I

Siaka BERTÉ, Essetchi P. KOUAMÉLAN, Nahoua I. OUATTARA, Tidiani KONÉ, Valentin N'DOUBA & N'Guessan J. KOUASSI, 2008. Régime alimentaire de *Distichodus rostratus* (Characiformes, Distichodontidae) dans un bassin Ouest africain (fleuve Bandama, Côte d'Ivoire). Sciences & Nature, Volume 5, N°2 : 167-176

PUBLICATION II

S. BERTÉ, E.P. KOUAMÉLAN, N.I. OUATTARA, T. KONÉ, G. GOORÉ BI, V. N'DOUBA & N.J. KOUASSI, 2008. Cycle de reproduction et fécondité de *Distichodus rostratus* (Characiformes, Distichodontidae) dans un bassin ouest africain (fleuve Bandama, Côte d'Ivoire). Tropicultura, Volume 26, N°2 : 104-107

Résumé

La biologie et l'écologie de *Distichodus rostratus* (Günther, 1864) capturés dans le fleuve Bandama (Côte d'Ivoire) entre les barrages hydroélectriques de Kossou et de Taabo ont été suivis mensuellement de juillet 2004 à juin 2005. Ce travail a pour objectif de déterminer les paramètres environnementaux du milieu et d'étudier le régime alimentaire et le mode de reproduction de *D. rostratus* afin de l'introduire avec succès dans les étangs piscicoles exploités de Côte d'Ivoire.

La zone d'étude se caractérise par une cote moyenne de 47,62 dm qui ne varie pas d'une saison à l'autre.

L'analyse des estomacs a porté sur 220 individus de longueur standard comprise entre 131 et 610 mm. L'anatomie du tube digestif a révélé la présence d'un estomac peu développé et un intestin long avec un coefficient intestinal compris entre 2,34 et 5,16. Cela rapproche ainsi l'espèce de la catégorie des poissons phytophages. *D. rostratus* consomme essentiellement des macrophytes estimés à 99,98 p.c. de prépondérance, surtout des *Cymodocea* sp. avec un indice de 57,8 p.c. et des débris végétaux avec 41,4 p.c. Les juvéniles ingèrent les débris végétaux estimé à 61,5 p.c. de prépondérance et les adultes se nourrissent de 66,5 p.c. *Cymodocea* sp. L'indice de Schoener (α) montre de façon générale une grande similitude du régime alimentaire des poissons en fonction de la taille et des saisons.

La taille de première maturité sexuelle (LS_{50}) estimée à 46,3 cm chez les femelles est plus élevée que chez les mâles avec une valeur de 39,6 cm. La fécondité estimée va de 81048 à 100747 ovocytes avec une fécondité relative de 12004 ovocytes par kg de poids corporel. Le diamètre ovocytaire moyen est de 1,19 mm. L'évolution du rapport gonado-somatique (RGS) a révélé que la période de ponte s'étend sur 3 mois allant d'août à octobre. Le rapport hépato-somatique (RHS) indique que cette espèce stocke les réserves nécessaires pour la maturation des gonades au niveau du foie. Par ailleurs, le coefficient composite de condition (K_c) indique une bonne adaptation de l'espèce dans les grandes retenues. L'étude histologique montre 5 stades de maturités de structures ovocytaires homogènes. Cela démontre un acte de ponte unique.

Mots-clés: *Distichodus rostratus* - Régime alimentaire - Taille de première maturité - Période de ponte - Fécondité - Fleuve Bandama - Côte d'Ivoire

Summary

The biology and the ecology of *Distichodus rostratus* (Günther, 1864) from the hydrosystem located between the hydroelectric dams of Kossou and Taabo (Bandama river) have been studied for a year (July 2004 to June 2005).

The zone of study is characterized by the mean stream level of 47.62 dm. It statistically does not vary from one season to another.

About 220 specimens (131 and 610 mm standard length) were examined. The digestive tract morphology had developed stomach with a relatively long intestine ($2.34 \leq CI \leq 5.16$) allowing the classification this species as a micro/macrophytophagous fish. The identification of the items found the stomach contents revealed that the dominants food items were the *Cymodocea* sp. ($Ip = 57.8$ p.c.) and macrophyte fragments ($Ip = 41.4$ p.c.) in general. Young specimens food fed on mainly macrophyte fragments ($Ip = 61.5$ p.c.) and *Cymodocea* sp. ($Ip = 38.4$ p.c.). Whereas adults were concern with the *Cymodocea* sp. ($Ip = 66.5$ p.c.) and macrophyte fragments ($Ip = 31.2$ p.c.). Schoener overlap index showed the similary in the diet composition in relation with size of the fishes and with the season.

Standard length at first maturity was 39.6 cm for males and 46.3 cm for females. The ripe ovaries contained 81048-100747 eggs. The relative fecundity was 12004 eggs per kg of body weight. The mean size of eggs was 1.19 mm. The GSI indicated a spawning period going from August to October. In this period, when GSI is high, LSI decreases. This can be explained by the use of the liver reserves for developing the gonads. The histological study shows a homogeneous structure eggs suggesting a single spawning act.

Key words: *Distichodus rostratus* - Diet - First sexual maturity - Spawning period - Fecondity - Bandama River - Côte d'Ivoire