

BURKINA FASO
UNITE-PROGRES-JUSTICE

MINISTERE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE
SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE POLYTECHNIQUE DE BOBO-DIOULASSO

INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL

MINISTERE D'ETAT CHARGE DE
L'ENVIRONNEMENT ET DE L'EAU

PROJET GESTION DE LA PECHE
DANS LE SUD-OUEST

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

Présenté en vue de l'obtention du

DIPLOME D'INGENIEUR DU DEVELOPPEMENT RURAL

OPTION : EAUX ET FORETS

BIOLOGIE DE REPRODUCTION DU TILAPIA :
***Oreochromis niloticus* DU LAC DE BARRAGE DE LA COMOIE**

Directeur de Mémoire : Dr. TOGUYENI Aboubacar

Maître de Stage : Mr. JANSSEN Hans

Juin 2000

OUEDRAOGO Salfou

TABLE DES MATIERES

RESUME

REMERCIEMENTS

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

SIGLES ET ABREVIATIONS

LISTE DES ANNEXES

INTRODUCTION1

PREMIERE PARTIE4

GENERALITES4

I-1 PRESENTATION DE : *OREOCHROMIS NILOTICUS*5

I-1-1-Characteristiques taxonomiques et morphologiques5

I-1-2-Distribution géographique7

I-1-3 –Régime alimentaire.....9

I-1-4-Biologie de la reproduction.....9

I-1-5- Biologie des populations12

I-2- PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE.....12

I-2-1 Le climat12

I-2-2- La végétation15

I-2-3-Les activités socio-économiques.....15

I-2-4-Présentation du barrage.....16

DEUXIEME PARTIE20

MATERIEL ET METHODES20

II-1-1 Les engins de pêche.....21

II-1-2-Matériau de pêche expérimentale.....21

II-1-4 Matériau de mesure des paramètres physico-chimiques22

II-2-METHODES	22
II-2-1-Collecte des données.....	22
II-2-2- Mesure des paramètres physico- chimique	24
II-2-3- Prélèvement et pesée des gonades.....	24
II-2-4- Mesure de la longueur standard.....	25
II-2-5- Pêches expérimentales	25
II-2-6 – Traitement des données	25

TROISIEME PARTIE28

RESULTATS ET DISCUSSION28

III-1- RESULTATS	29
III-1-1Les caractéristiques environnementales	29
III-1-1-1-Les paramètres physico-chimiques	29
III-1-1-2- Niveau d'eau du barrage.....	33
III-1-1-3-Zones frayères.....	34
III-1-1-4-Distribution spatio -temporale de <i>O. niloticus</i> dans le lac de barrage de la Comoé	36
III – 1-2- Les caractéristiques biologiques	38
III- 1-2-1-La saison de reproduction	38
III-1-2-2-Le rapport gonado-somatique	40
III-1-2-3-Taille moyenne de première reproduction	46
III-1-2-4 Pêches expérimentales.....	47
III-2-DISCUSSION.....	49

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....56

ANNEXES

BIBLIOGRAPHIE

RESUME

Le lac de barrage de la Comoé est situé dans le Sud-Ouest du Burkina Faso. Sa superficie maximale et minimale sont respectivement de 600 ha et 300 ha. C'est l'une des retenues d'eau alimentant les champs de canne à sucre de la SO.SU.CO. à Bérégadougou. Ces utilisations dont le barrage fait l'objet affectent fortement son hydrologie. Ainsi le barrage est caractérisé par de forts marnages journaliers et mensuels avec des paramètres physico-chimiques très variables. Toutefois, malgré la variabilité de ces paramètres physico-chimiques, nos analyses indiquent des valeurs qui sont dans l'ensemble favorables à la reproduction de *Oreochromis niloticus*.

La taille moyenne de la première reproduction, l'évolution du rapport gonado-somatique et les stades de maturité sexuelle sont utilisés pour déterminer les paramètres de reproduction de *Oreochromis niloticus* de ce barrage.

La taille moyenne de la première reproduction de la femelle est 17,75 cm (longueurs standards) et celle du mâle 21,28 cm (longueurs standards)

Durant la période d'étude, deux saisons de reproductions ont été identifiées, la première en août-septembre et la deuxième en mars-avril.

Les reproductions ont essentiellement lieu dans les zones peu profondes du Nord-Est, Nord-Ouest et Sud-Est du barrage.

Oreochromis niloticus est capturé dans les zones littorales ; les adultes occupant les régions plus profondes et la frange juvénile les zones moins profondes que les précédents.

Les gros individus sont capturés pendant les périodes de reproduction tandis que les individus de petite taille sont présents dans les captures tout au long de la période d'étude.

On note aussi la présence d'une forte population de prédateurs de petite taille tel que *Hemichromis fasciatus* et de grosse taille tel que le *Lates niloticus*.

Mots clés : Hydrologie, paramètres physico-chimiques, reproduction, *Oreochromis niloticus*, juvénile, prédateur, *Hemichromis fasciatus*, *Lates niloticus*.

REMERCIEMENTS

A l'issue de ce travail, il m'est particulièrement agréable de remercier toutes les personnes qui ont d'une manière ou d'une autre contribué à sa réalisation.

Tout d'abord je tiens à remercier Monsieur Harald ROJAHN ex-conseillé technique principale et Monsieur Sana BOUDA chef de projet du projet GPSO pour m'avoir accepté dans leur structure. Ce travail n'aurait pas été possible sans leur appuis financier et logistiques.

J'adresse mes plus sincères remerciements à Monsieur Hans JANSSEN, actuellement conseillé principal et mon maître de stage pour l'appui technique et les encouragements qu'il m'a apporté tout au long de mes travaux, pour ses précieux conseils et l'aide qu'il m'a prodiguée dans la préparation de ce document. Je le remercie chaleureusement pour m'avoir toujours offert des conditions de travail optimales, dans l'amitié et la bonne humeur.

J'exprime ma profonde gratitude au Dr. A. TOGUYENI, enseignant chercheur à l'IDR, mon directeur de mémoire pour l'enthousiasme qu'il m'a communiqué et pour les conseils judicieux qu'il m'a toujours prodigués au cours de cette étude. Je le remercie également pour l'appui scientifique qu'il a apporté à ce document et d'avoir accepté de relire et de critiquer le manuscrit de ce mémoire.

J'exprime ma reconnaissance à Monsieur Alfred MILOGO, chef de l'équipe technique et Monsieur Benjamin YAO, chef de l'équipe organisation et leur collaborateurs respectifs du projet (GPSO), pour avoir chacun en ce qui le concerne, créé un environnement favorable à mes travaux et pour avoir toujours prêté attention à mes sollicitations.

Je remercie l'ensemble des secrétaires, chauffeurs, techniciens, gestionnaire et gardiens qui ont participé à la réalisation du programme dans le zèle, l'efficacité et la conscience professionnelle

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Orifice uro-génital de la femelle (à gauche) et du mâle (à droite) de *Oreochromis niloticus*

Figure 2 : Les étapes de la cour d')de *Oreochromis niloticus* mâle et femelle jusqu'à l'incubation par la femelle (d'après Ribbink, 1971)

Figure 3 : Evolution comparée de la fluctuation de la côte du barrage et de la pluviométrie de 1991 à 1999

Figure 4 : Variation mensuelle de la température moyenne plus écart type de 1999 à mars 2000 à la station de BEREGADOUGOU (SO.SU.CO.)

Figure 5a : Répartition annuelles des précipitations moyennes sur les lacs de la Comoé de 1999 à mars 2000 (source des données SO.SU.CO)

Figure 5b : Précipitations inter-annuelles recueillies sur le plan d'eau de 1991 à 1999 (source des données SO.SU.CO)

Figure 6a : Evolution de la fluctuation moyenne mensuelle plus écarts types de la côte du lac de barrage de la Comoé de 1999 à mars 2000 (source des données SO.SU.CO)

Figure 6b : Evolution de la fluctuation moyenne mensuelle plus écarts types de la côte du lac de barrage de la Comoé de 1991 à mars 1999 (source des données SO.SU.CO)

Figure 7a : Variation de la température moyenne mensuelle plus écart type de l'air, de l'eau en profondeur (P) et en surface (S) (échantillonnage à divers endroits du barrage) du lac du barrage de la Comoé.

Figure 7b : Variation du pH moyen mensuel plus écart type de l'eau en surface (S) et en profondeur (P) du lac du barrage de la Comoé (échantillonnage à divers endroits du barrage).

Figure 7c : Variation de la conductivité moyenne mensuelle plus écart type de l'eau en surface (S) et en profondeur (P) du lac du barrage de la Comoé (échantillonnage à divers endroits du barrage).

Figure 7d : Variation de la moyenne mensuelle de l'oxygène dissous en profondeur (P) et en surface (S) du lac du barrage de la Comoé (échantillonnage à divers endroits du barrage) ; moyenne \pm écart type.

Figure 7 e : Variation de la transparence moyenne mensuelle du lac de barrage de la Comoé (échantillonnage à divers endroits du barrage) ; moyenne \pm écart type

Figure 8 : Evolution comparée de la fluctuation moyenne journalière et mensuelle de la côte du barrage et de la pluviométrie moyenne mensuelle

Figure 9 : Evolution de la longueur totale moyenne plus écart type et fréquence absolue (N) de *O. niloticus* du lac de barrage de la Comoé en fonction des maillages

Figure 10a : Histogramme des tailles moyennes (longueur standard (cm) et écart type des mâles et femelles immatures de *O. niloticus* dans le lac de barrage de la Comoé.

Figure 10b : Histogramme des tailles moyennes (longueur standard (cm) et écart type des mâles et femelles matures de *O. niloticus* dans le lac de barrage de la Comoé

Figure 11 : Evolution des fréquences absolues des différents stades de *O. niloticus* (A) et femelle (B) du lac de barrage de la Comoé de août 1999 à avril 2000

Figure 12 : Evolution des fréquences absolues des stades III et IV de *O. niloticus* mâles et femelle (B) du lac de barrage de la Comoé de août 1999 à avril 2000

Figure 13a : Evolution du RGS moyen mensuel plus écart type des femelles et des mâles de *O. niloticus* dans le lac de barrage de la Comoé de septembre 1900 à avril 2000.

Figure 13b : Evolution du RGS moyen mensuel plus écart type par stade de maturation sexuel des mâles de *O. niloticus* du lac de barrage de la Comoé de septembre 1900 à avril 2000.

Figure 13 a : Evolution du RGS moyen mensuel plus écart type par stade de maturation sexuel des femelles de *O. niloticus* du lac de barrage de la Comoé de septembre 1900 à avril 2000

Figure 14a. : Evolution comparée de la température moyenne de l'eau et du rapport gonado-somatique mâle.

Figure 14b : Evolution comparée de la température moyenne de l'eau et du rapport gonado-somatique femelle.

Figure 14c : Evolution comparée de la moyenne du pH de l'eau et du rapport gonado-somatique de *O. niloticus*.

Figure 14d : Evolution comparée de la moyenne de l'oxygène dissous (mg/l) de l'eau et du rapport gonado-somatique de *O. niloticus* femelle.

Figure 14f : Evolution comparée de la moyenne de la fluctuation du niveau d'eau et du rapport gonado-somatique de *O. niloticus*.

Figure 14g : Evolution comparée de la moyenne de la fluctuation journalière de la côte (cm) avec le RGS moyen mensuel des femelles de *O. niloticus* du barrage de la Comoé.

Figure 15 : Détermination de la taille de première reproduction (les flèches indiquent le niveau 50% et la L50 correspondante)

Figure 16a : Fréquence relative de quatre (4) prédateurs *Lates niloticus* (L.n.) de *O. niloticus* et de *O. niloticus* par rapport à la capture totale des pêches expérimentales.

Figure 16b : Fréquence absolue de *H. fasciatus* et *O. niloticus* par maillage (mm)

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU- I :Caractéristiques morphométriques du barrage

TABLEAU-II : Echelle de la maturité des gonades

LISTE DES PHOTOS

PHOTOS-1 : *Oreochromis niloticus*

LISTE DES CARTES

CARTE-1 : Distribution naturelle et introduction de *Oreochromis niloticus*

CARTE-2 : Situation géographique du lac de barrage de la Comoé

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

F.A.O. : Food Alimentary Organisation

G.P.S.O. : Gestion de la Pêche dans le Sud -Ouest

IITA : International Institute of Tropical Agriculture

P.B.E. : Plus Basses Eaux

P.H.E. : plus Hautes Eaux

P.I.B. :Production intérieure brute

PNUD :Programme des Nations Unis pour le Développement

SO.SU.CO. : Société Sucrière de la Comoé

USD.PPA : United State Dollard Partie par Argent

VPH : Valorisation des Produits Halieutiques

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE-1 : Moyennes et écart type des paramètres physico-chimiques échantillonnés en surface

ANNEX-2 : Moyennes et écart type des paramètres physico-chimiques échantillonnés en profondeur

ANNEXE-3 : Exemple de fiche de collecte des données physico-chimiques

ANNEXE-4 : Exemple de fiche de collecte des données biologiques

INTRODUCTION

Cité parmi les 15 pays les plus pauvres du monde, le Burkina Faso a un P.I.B.(Production Intérieure Brute) par habitant de 784 USD PPA en 1995. Le secteur primaire y contribue pour 39% dont 38.6% par l'agriculture P.N.U.D (1998) employant 88% de la population active.

Cette agriculture est cependant basée sur la culture des céréales, des plantes à racines, des tubercules qui généralement sont pauvres en protéines et riches en hydrates de carbone. Cette situation conduit nécessairement à un régime alimentaire non équilibré pour la population. En effet selon I.I.T.A. n°5, 1992, les pays situés le long de la ceinture tropicale et subtropicale ont une production et une consommation de protéines animales relativement faible en raison des contraintes sociales et/ ou économiques. Cette question de malnutrition qui constitue la pierre angulaire des programmes alimentaires de tous les pays sous-développés, pourrait trouver un souffle dans la pêche.

En effet, dans la plupart des pays africains subsahariens, la pêche est une importante ressource renouvelable ; le poisson y est non seulement un produit de haute valeur commerciale en raison de la croissance démographique rapide et d'une demande sans cesse croissante (LEVEQUE et al. , 1988),.mais il fournit aussi les indispensables protéines d'origine animale qui pourraient équilibrer le régime alimentaire des populations locales à un prix abordable.

Au Burkina Faso ce secteur est très prometteur vue les nombreuses potentialités qui s'y prêtent :

- environ 1300 ouvrages dont la valorisation est insuffisante (CECCHI, 1995) cité par (DUPONCHELLE, 1997)

- trois grands bassins hydrographiques : le bassin du Niger (72 000 Km²), celui des Voltas (120 000 Km²), et celui de la Comoé (1 800 Km²)

- 6000 à 7000 pêcheurs produisant 6000 à 7000t/ an (V.P.H., 1993) sur une potentialité de 12500t/ an (F.A.O., 1994).

L'exploitation et la gestion piscicoles de l'un des ces ouvrages, le lac de barrage de la Comoé, sont assurées par un groupement de 22 pêcheurs. Depuis quelques temps, ces pêcheurs ont constaté une diminution si non une quasi - absence des juvéniles de *Oreochromis niloticus* lors de leurs observations, alors que des individus de toutes les tailles de *Tilapia zillii*, une espèce voisine, continue d'être capturée. De l'avis des pêcheurs, cette

quasi- absence de juvéniles serait liée à un problème de reproduction d'autant plus que très peu de femelles sont capturées avec des œufs ou des alevins en bouche. Ils ont également noté une disparition des nids de reproduction de cette espèce alors que ceux de l'espèce *T. zillii* demeurent bien visibles.

Le projet « Gestion de la Pêche dans le Sud-Ouest » (GPSO), créé en 1989 et qui appuie les groupements paysans dans l'aménagement et la gestion des plans d'eau dans la région du Sud-Ouest du Burkina Faso, s'est penché aussi sur la question. C'est ainsi que l'équipe technique du projet GPSO, à travers un certain nombre de pêches expérimentales avec des filets de petits maillages, a constaté une faible prise de la frange juvénile dans leurs captures. Bien qu'elle n'exclue pas à priori les hypothèses des pêcheurs, l'équipe technique privilégie plus l'hypothèse d'un problème lié à la sélectivité des engins de pêche, car aucune diminution remarquable de biomasse d'*O niloticus* n'est jusque là observée. Actuellement, les captures sont selon l'équipe technique constituées d'individus de plus de 400g.

Cette absence de juvéniles dans les captures serait-elle réellement un reflet de l'absence de reproduction ou d'une modification comportementale qui permettrait aux juvéniles d'échapper aux engins de pêche utilisés ?

Serait-elle tout simplement liée à une forte mortalité naturelle ou à un changement d'habitat faisant suite à une pression de pêche trop forte sur la dite espèce qui, il faut le signaler, a été introduite dans ce plan d'eau ?

C'est donc pour répondre à ces questions, que le projet GPSO nous a proposé le thème d'étude suivant « **BIOLOGIE DE REPRODUCTION DU TILAPIA : *Oreochromis niloticus*** ».

Compte tenu des caractéristiques particulières du plan d'eau (fort marnage, forte variation des paramètres physico-chimiques etc.), deux types d'expérimentations ont été mis en parallèle à savoir :

- des travaux de terrain dont l'objet est de vérifier l'hypothèse selon laquelle il y aurait une absence ou une diminution de la reproduction chez *Oreochromis niloticus*.

- des expérimentations en laboratoire qui ont essentiellement consisté en la détermination de la composition en espèces des nuages d'alevins capturés.

Dans l'état actuel du développement rapide des pêcheries au Burkina Faso, cette étude revêt d'une grande importance dans la mesure où elle peut permettre d'améliorer la production de l'espèce qui est économiquement intéressante.

La présente étude s'articulera autour de trois parties essentielles :

PREMIERE PARTIE

GENERALITES

I-1 PRESENTATION DE : *Oreochromis niloticus*

I-1-1-*Caractéristiques taxonomiques et morphologiques*

Oreochromis niloticus appartient à l'ordre des Perciformes, au Sous-ordre des Percoïdei, et à la famille des Cichlidae.

TREWAVAS (1983) proposa une distinction générique, qui sépare les Tilapias en trois genres : les *Tilapia*, les *Oreochromis* et les *Sarotherodon*.

La différence entre les *Sarotherodon* et les *Oreochromis* qui sont tous des incubateurs buccaux réside en ce que les premiers sont des incubateurs buccaux paternels stricts ou biparentaux et les seconds des incubateurs buccaux maternels stricts

Les synonymes de cette espèce sont *Tilapia niloticus* (L.) et *Sarotherodon niloticus* (L.)

Oreochromis niloticus est facilement reconnaissable grâce aux rayures verticales blanches et noires de la nageoire caudale. La nageoire dorsale formée d'une seule pièce comprend une partie épineuse présentant 17 ou 18 épines et une partie molle comptant 12 à 14 rayons souples (voir photo n°1).

La ligne latérale supérieure 21 à 24 écailles, la ligne latérale inférieure 14 à 18.

Les branchiospines sont au nombre de 21 à 26 en bas et 5 à 7 en haut.

La teinte générale est grisâtre, relativement foncée chez l'adulte. Le dos est vert olive tandis que les flancs, plus pâles, présentent 6 à 9 bandes transversales peu apparentes. ; le ventre et la lèvre inférieure sont blanchâtres. Les nageoires dorsales et anales sont grisâtres, avec parfois une lisière rouge très mince, la partie molle étant rayée verticalement (ou ayant entre les rayons des tâches claires alignés donnant un aspect rayé). Les nageoires pelviennes sont grises alors que les pectorales sont transparentes. La tâche « tilapienne » ne se distingue plus chez les adultes, mais les alevins en possèdent une assez apparente ; ils ont en outre les bandes transversales mieux marquées dans la partie supérieure du pédoncule caudal. Les mâles matures ont la gorge, le ventre et les nageoires impaires teintées de noir.

O. niloticus présente un dimorphisme sexuel au niveau de la papille génitale et de la croissance :

-Chez les mâles, la papille génitale est allongée alors que chez les femelles elle est fort courte et présente à son milieu une fente transversale (oviducte) située entre l'anus et l'orifice urétral (figure 1). Cette caractéristique permet distinguer aisément les mâles et des femelles lorsqu'ils atteignent un poids de 25-30 g et une taille de 10-12 cm.

De nombreux travaux font état d'une différence de croissance entre les femelles et les mâles. Diverses expériences de croissance réalisées avec des individus mâles et femelles dans des conditions environnementales comparables révèlent une meilleure croissance des mâles par rapport aux femelles

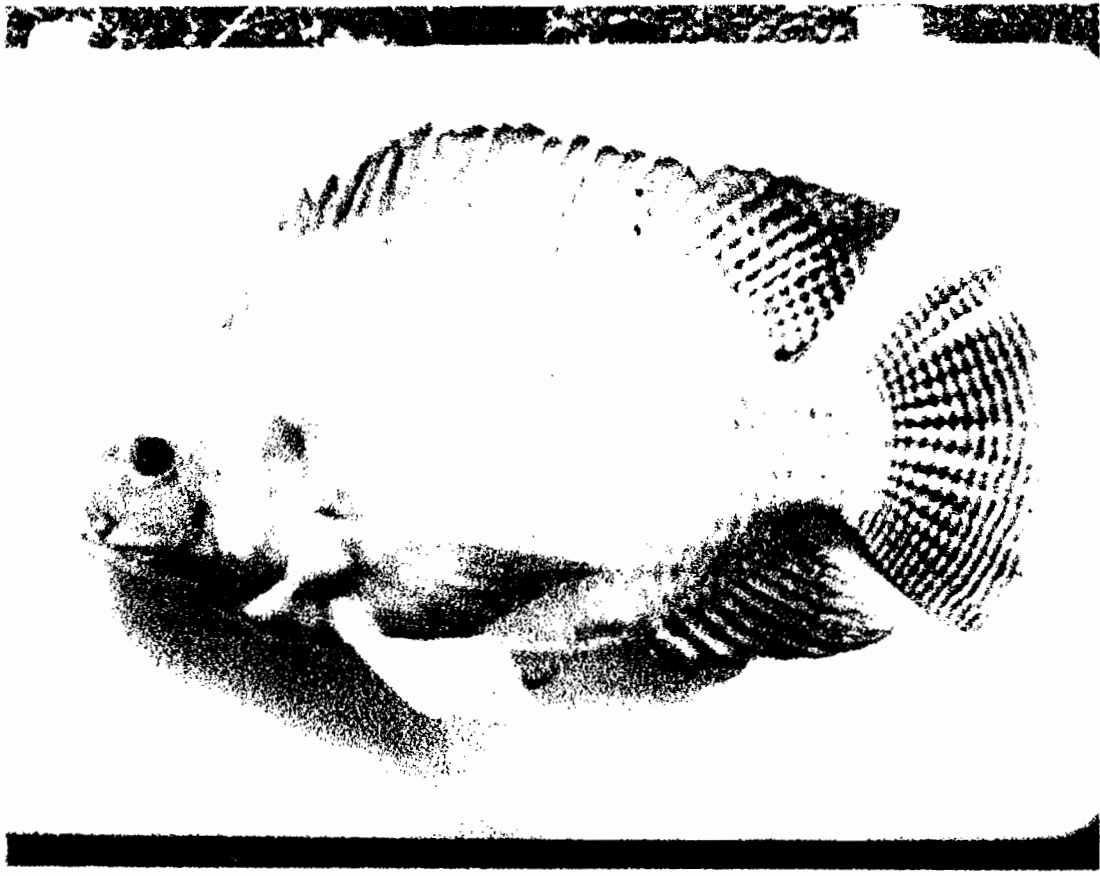


Photo n°1 : *Oreochromis niloticus* (Cliché : TOGUYENI Aboubacar)

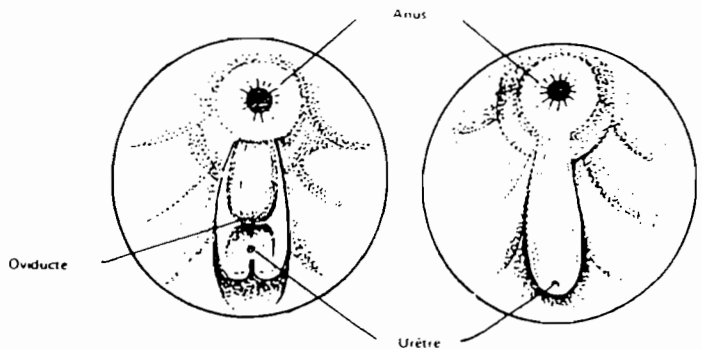


Figure.1 : Orifices uro-génital de la femelle (à gauche) et du mâle (à droite) de *Oreochromis niloticus*

I-1-2-Distribution géographique

La distribution géographique d'une espèce (animale ou végétale) est fortement liée à ses exigences écologiques.

Toutefois bon nombre de facteurs écologiques sont connus pour avoir une influence sur la reproduction des poissons dont celle de *O. niloticus*. Ce sont notamment, le niveau d'eau, les précipitations, la température, la conductivité, le pH et la transparence (BENECH et DANSOKO, 1994).

O. niloticus est un poisson thermophile ; donc la distribution géographique est principalement déterminée par la température et surtout la basse température (MELARD, 1986). Dans l'habitat naturel, cette espèce supporte des températures de 14 à 33°C, mais dans des conditions de laboratoire, *O. niloticus* tolère des températures estimées de 7°C et 41°C pendant plusieurs heures (BALARIN et HATTON, 1979).

O. niloticus peut vivre dans des eaux dont la salinité est comprise entre un minimum de 0.015‰ et un maximum de 30‰ (PHILIPPART et RUWET, 1976) et dont le pH optimum varie de 8 à 11 (GORGE, 1996).

O. niloticus survit durant plusieurs heures à des teneurs en oxygène dissous très faibles de l'ordre de grandeur de 0.1ppm (MAGID et BABIKET, 1975 ; MELARD et PHILIPPART, 1981 a et b).

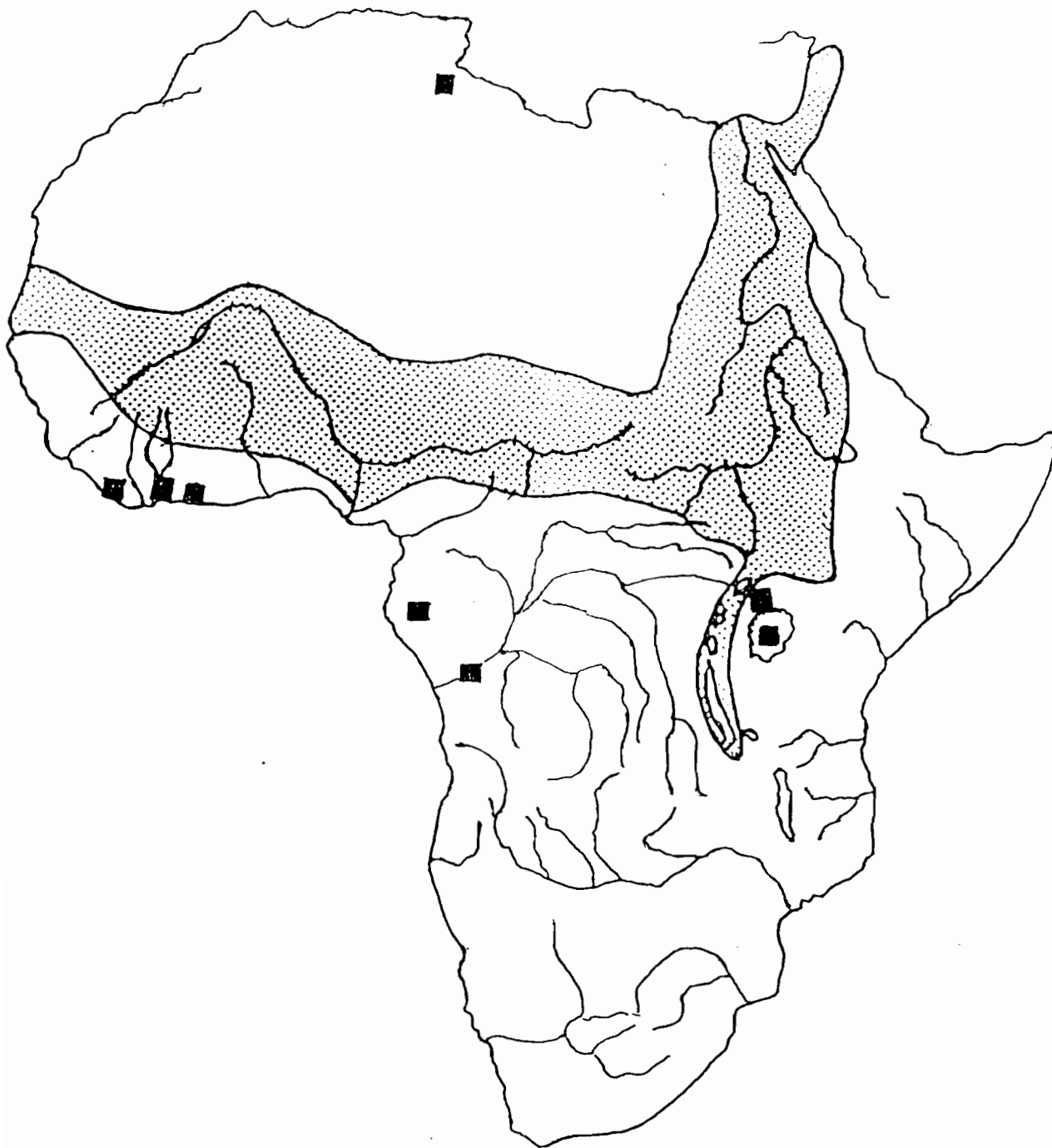
Selon MELARD (1986), cette extrême tolérance à l'égard des conditions du milieu explique que *O. niloticus* a colonisé des habitats très différents (rivières rapides et lentes ; lacs profonds et peu profonds ; eaux très faiblement ou très fortement minéralisées, etc.), qui correspondent à des conditions physiques (oxygènes, pH, salinité, etc.) extrêmement variées (espèce eurytrophe).

Ainsi comme le montre la carte 1, *O. niloticus* présente du fait des interconnections entre les bassins du Tchad et du Nil, une très large distribution couvrant le bassin du Tchad, du Nil, du Niger, et du Jourdain. Originnaire du Haut Nil, l'espèce a d'abord progressée vers le sud, colonisant tous les lacs du Gabran jusqu'au lac Tanganika ; Par les bassins du Tchad et du Niger a aussi colonisé l'Afrique centrale et de l'ouest. Son expansion est encore en cours, notamment dans les rivières côtières de l'Afrique occidentale et dans certains affluents du Haut Niger (PHILIPPART et RUWET, 1982) cité par (MELARD, 1986).

Compte tenu de sa large valence écologique, *O. niloticus* fut introduit avec succès dans de nombreuses régions du globe (Asie, Amérique, Europe)

Vu son intérêt piscicole, *O. niloticus* figure parmi les espèces les plus importantes de la pisciculture africaine ; Cette espèce a été introduite dans différentes stations de pisciculture, les étangs et dans les lacs artificiels.

Le barrage de la Comoé a été repeuplé en 1990 avec des spécimens provenant du barrage de Bounouna (croisement des souches de Tounoura et de la Mare aux Hyppo).



Carte 1. -Distribution naturelle et introduction de *O. niloticus* (d' après PHILIPPART et RUWET, 1992)

I-1-3-Régime alimentaire

Dans le milieu naturel *O. niloticus* est essentiellement phytoplanctonophage (MORYARTY et MORYARTY, 1973 a) et consomme de multiples espèces de Chlorophycées, Cyanophycées, Euglonophycées, etc....(MORIARTY, 1973) ; ce qui ne l'empêche pas également d'absorber du zooplancton et même des sédiments riches en bactéries et Diatomées.

Mais en milieu artificiel (systèmes de pisciculture) cette espèce est pratiquement omnivore (euryphage) valorisant divers déchets agricoles, tirant parti des excréments de porc ou de volailles, de déchets ménagers, acceptant facilement des aliments composés sous forme de granulés, etc.... Cette capacité d'adaptation à divers aliments est à la base de sa haute potentialité pour la pisciculture (KESTMONT et al. , 1989),.

I-1-4-Biologie de la reproduction

Autrefois, regroupés dans le seul genre *Tilapia*, les « tilapias » ont été repartis en trois genres : *Tilapia*, *Oreochromis*, *Sarotherodon* (TREWAVAS, 1983). Les principales différences entre ces trois genres portent surtout sur les stratégies de reproduction et en particulier les modalités des comportements sexuels et parentaux. Ainsi, le genre *Tilapia* prodigue des soins parentaux aux œufs et larve larves fixés sur un substrat, alors que les genres *Oreochromis* et *Sarotherodon* incubent les œufs et les alevins dans leur cavité bucco pharyngienne immédiatement après la ponte.

La reproduction a lieu chez *O. niloticus* lorsque la température est supérieure à + 22°C. Les mâles se réunissent sur une zone de nidification à faible profondeur et sur un substrat meuble (gravier, sable, argile ...). Chaque mâle délimite et défend un territoire, y aménage un nid où il tentera d'attirer et de retenir une femelle mature et prête à pondre (figure 2 A, B, C, D) ; il s'agit d'une organisation sociale en arène de reproduction. Les femelles qui vivent en bande à proximité de l'aire de reproduction n'effectuent que de brefs séjours sur les arènes. Allant d'un territoire à l'autre, elles sont courtisées par des mâles successifs jusqu'au moment où, s'arrêtant au-dessus de la cuvette d'un nid, elles forment chacune un couple éphémère (. Figure 2 E) Après une parade de synchronisation sexuelle, la femelle dépose un lot d'ovules (figure 2 F, G), le mâle les féconde immédiatement, puis la femelle les prend en bouche pour les incuber (figure 2 H). Cette opération peut être recommencée, soit avec le

même mâle, soit avec un autre mâle dans un territoire voisin (polygyne et polyandrie successive) ; (**RUWET, 1963**).

Lorsque la femelle a fini de pondre, elle s'éloigne de l'arène où les mâles demeurent cantonnés et emportent en bouche les œufs fécondés (figure 2 I, J) qu'elle va incuber dans des zones abritées. L'éclosion a lieu dans la bouche de la femelle quatre (4) à cinq (5) jours après la fécondation et la vésicule vitelline est complètement résorbée à l'âge de onze (11) à dix-huit (18) jours post-fécondation. La durée de cette phase dépend principalement de la température (**MELARD, 1986**).

Dès que la vésicule vitelline est résorbée et que les alevins sont capables de prendre de la nourriture exogène, la femelle laisse s'échapper de la bouche un nuage d'alevins qui s'oriente par rapport à la mère et se réfugie dans sa bouche au moindre danger et à l'appel de ses mouvements (**VOSS et RUWET, 1966**).

Lorsque les alevins atteignent une taille de neuf (9) à dix (10) millimètres, ils s'affranchissent définitivement de leur mère, celle-ci les libère en eau peu profonde (sur les bords) où ils s'organisent en banc et continuent leur croissance (**MELARD, 1986**). Une femelle en bonnes conditions peut se reproduire avec une périodicité de trente (30) à quarante (40) jours (**RUWET et al. , 1976**) quand la température est comprise entre 25-28°C.

Une même femelle peut donc produire 7-8 pontes par an. Cependant toutes les femelles d'un lot sont loin de se reproduire aussi fréquemment (**MIRES, 1982**).

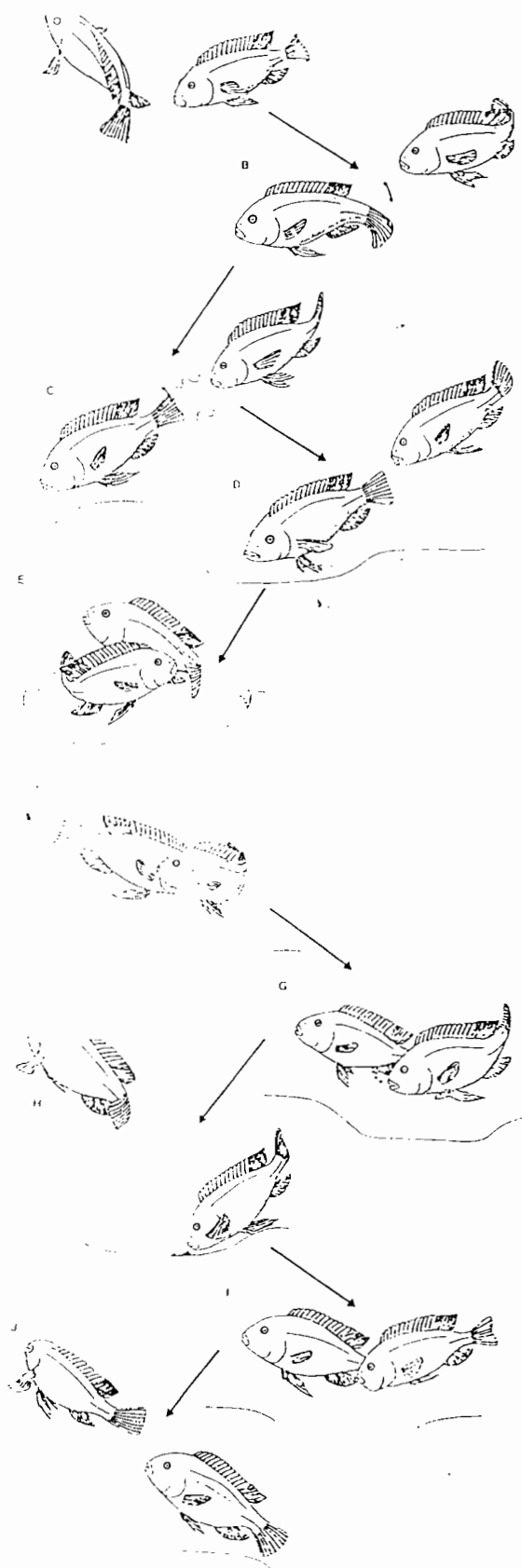


Figure 2 : Les étapes de la cour d'*Oreochromis niloticus* mâle à la femelle jusqu'à l'incubation par la femelle (d'après Ribbink, 1971)

I-1-5- Biologie des populations

-Une étude détaillée sur la biologie des populations de *O.niloticus*, réalisée par **LOWE-MC CONNEL (1958, 1982)** dans plusieurs lacs ougandais, a permis d'établir une série de constatations :

-La taille maximale et la taille de maturation sexuelle ne varient pas tellement : les poissons des grands lacs mûrissent à une taille plus grande que ceux des lagons, étangs ou rivières.

-En lac, la taille de maturation et la longueur maximale des mâles et des femelles ne diffèrent pas. Par contre, dans les petites étendues d'eau où les milieux surpeuplés, les mâles grandissent plus vite que les femelles dont la taille de maturation est inférieure à celle des mâles.

-Si on trouve des individus en état de reproduction toute l'année, il existe néanmoins des pics de reproduction qui coïncident avec les deux saisons de pluies en zone équatoriale ou à l'unique saison de pluies sous d'autres latitudes.

Selon **MELARD (1986)**, la croissance de *O. niloticus* est extrêmement variable d'un milieu à l'autre, ce qui suggère que la taille maximale soit plus dépendante des conditions environnementales que d'éventuelles différences génétiques.

On note aussi que dans les mêmes milieux, la croissance de *O. niloticus* est supérieure à celle d'autres espèces de « Tilapia », comme *T. zillii*, *S. galilaeus*, et *O. aureus*.

I-2- PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE

I-2-1 Le climat

La province de la Comoé est située dans la zone Sud-Ouest du Burkina Faso. Selon la classification effectuée par (**GUINKO, 1984**), le site de notre étude appartient au climat de type Soudano-guinéen. Les pluviométries moyennes annuelles se situent entre 1000 et 1400 mm, avec 4 à 6 mois secs. Les précipitations constituent les principales sources d'apport d'eau dans le barrage (figure 3).

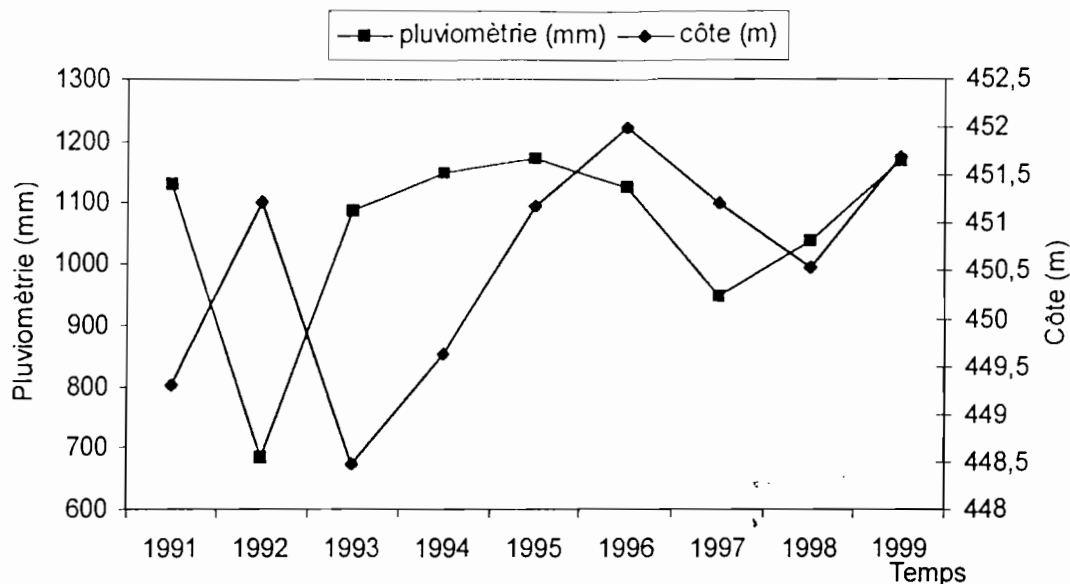


Figure 3 : Evolution comparée de la fluctuation de la côte du barrage et de la pluviométrie de 1991 à 1999

L'hydrologie de la retenue est profondément affectée par l'irrigation de la canne. Cette zone climatique possède des températures de l'air relativement faibles avec une moyenne mensuelle supérieure à 23°C au cours de l'année. Les périodes les plus froides se situent entre décembre et janvier avec des maxima de 15 à 16°C ; les plus chaudes se situent entre mars et avril avec 37°C à 38°C (figure 4).

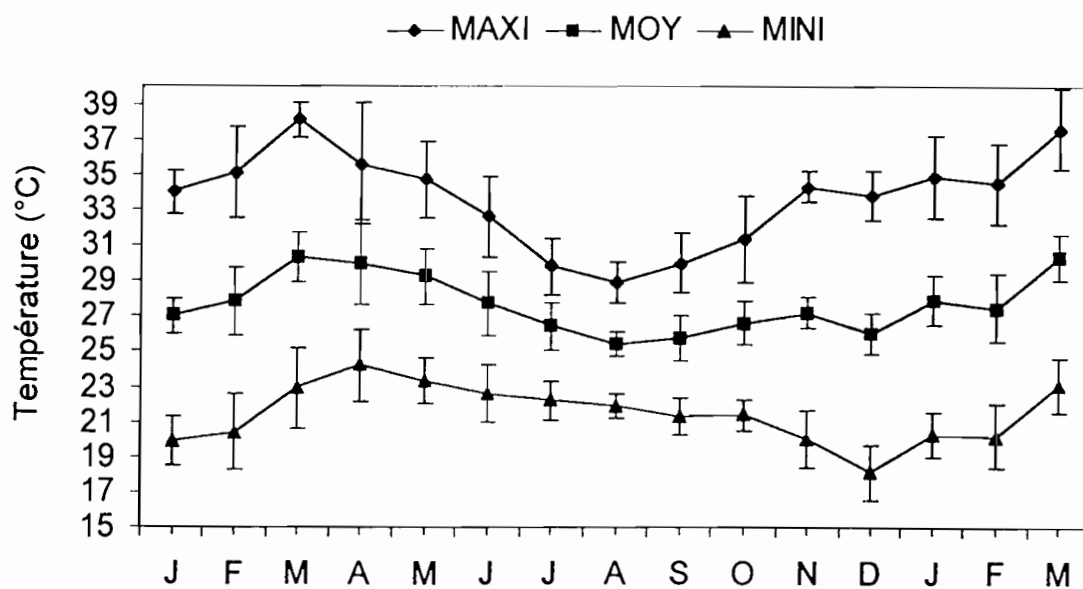


Figure 4 : Variation mensuelle de la température moyenne plus écart type de 1999 à mars 2000 à la station de BEREGADOUGOU (SO.SU.CO.)

Le régime hydrologique de la Comoé est aussi caractérisé par le changement entre la saison sèche et la saison pluvieuse. La zone dans laquelle notre site est situé est caractérisée par des précipitations sur environ la moitié de l'année soit de mi-Avril à fin octobre. La figure 5a et 5b montre respectivement la répartition annuelle (1999) et inter annuelle (1991 à 1999) des précipitations sur le plan d'eau.

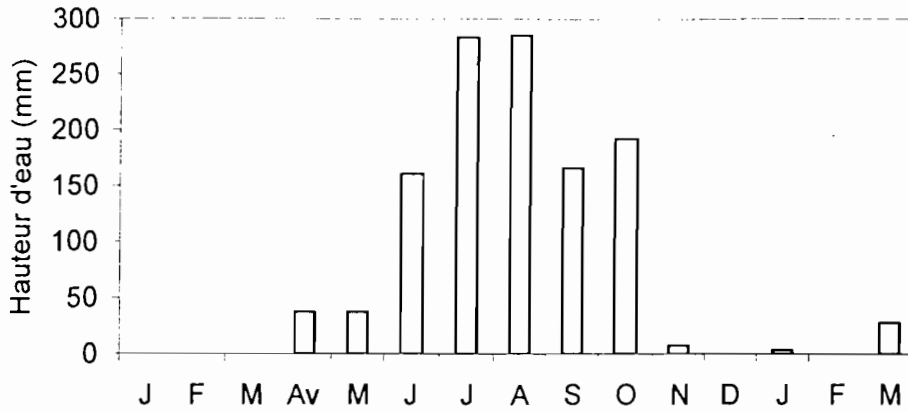


Figure 5a : Répartitions annuelles des précipitations moyennes sur le lac de barrage de le Comoé de 1999 à mars 2000 (source des données SO.SU.CO.)

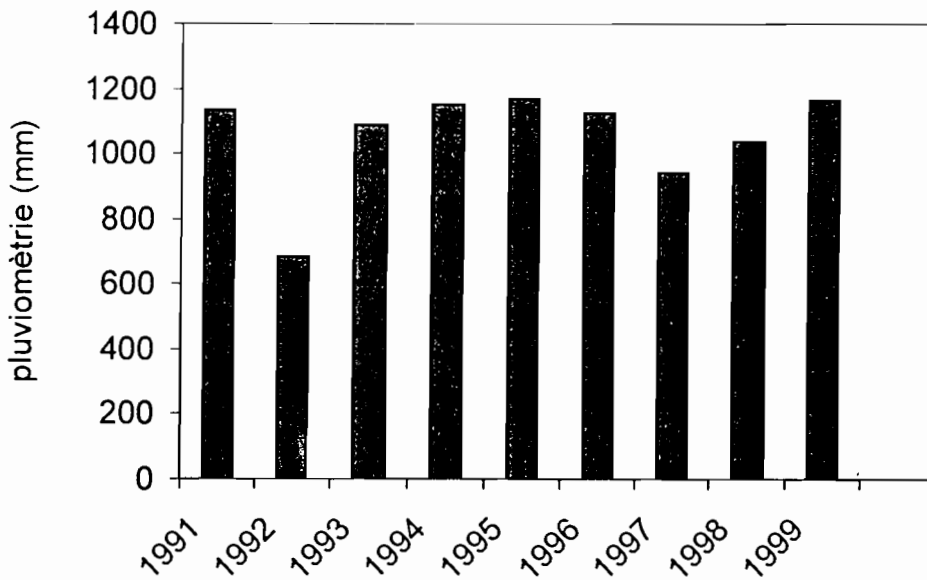


Figure 5b : Précipitations inter annuelles recueillies sur le plan d'eau de 1991 à 1999 (source des données SO.SU CO.).

I-2-2- La végétation

Le département de Moussodougou, de par sa position dans la répartition phytogéographique, a une végétation abondante, diversifiée, et stratifiée. On y rencontre trois types de végétations :

- Une savane arbustive claire et arborée claire avec des espèces comme : *Isobertia doka*, *Detarium microcarpum*.

- Des galeries forestières à : *Elaeis guineensis*, *Syzygium guineensis*, *Anogeissus leiocarpus*, *Daniellia oliveri*, *Myrtaginia hinerms*.

- Des herbacées qui sont essentiellement constituées de *Penisetum sp.* , *Loudetia togoensis*.

Des essences telles que : *Vitellaria paradoxa*, *Khaya senegalensis*, *Diospyros mespiliformis*, *Isobertia doka*, *Detarium microcarpum*, constituent l'essentiel des essences de valeur de cette zone.

- Des arbres fruitiers tels que *Mangifera indica*, *Citrus sp.* , *Anacardium occidentale*, *Borassus aethiopum*.

I-2-3-Les activités socio-économiques

La population riveraine du barrage de la Comoé qui est celle de Moussodougou est estimée à environ 5593 habitants selon le recensement de 1995.

L'agriculture, l'élevage, la pêche et l'artisanat restent les principales activités de cette communauté.

Les activités agricoles sont principalement :

- Les cultures céréalières telles que : le sorgho, le mil, le fonio le maïs, le niébé, le sésame, les tubercules et les pois de terre.

- Les cultures de rente principalement le coton.

- La production fruitière qui y est développée avec des vergers de *Mangifera indica*, d'agrumes et de *Borassus aethiopum*.

Débutée en 1992, la pêche y est développée et se pratique sur toute l'année. Elle assure une consolidation des liens, d'une part entre les différents groupements liés à cette activité et d'autre part avec le reste de la population à travers les dons de poissons que ces derniers reçoivent de la part des pêcheurs. Elle a non seulement augmenté le pouvoir d'achat

de ceux qui la pratiquent mais a aussi changé les habitudes alimentaires de la population. Selon la GPSO la production est estimée en 1997 à plus de 10 tonnes avec un rendement de 60 kg/ha/an.

I-2-4-Présentation du barrage

Le barrage la Comoé est situé à 7 km du village de Moussodougou et à environ 28 km au Nord-ouest de Banfora (voir carte N°1). Les caractéristiques morphométriques du barrage sont contenues dans le tableau n°1.

Le barrage a un fort marnage. Cela est lié aux utilisations dont il fait l'objet. Les variations annuelles (janvier 1999 à mars 2000) et inter annuelles (1991 à 1999) sont matérialisées par les figure 6a et 6b ci-dessous :

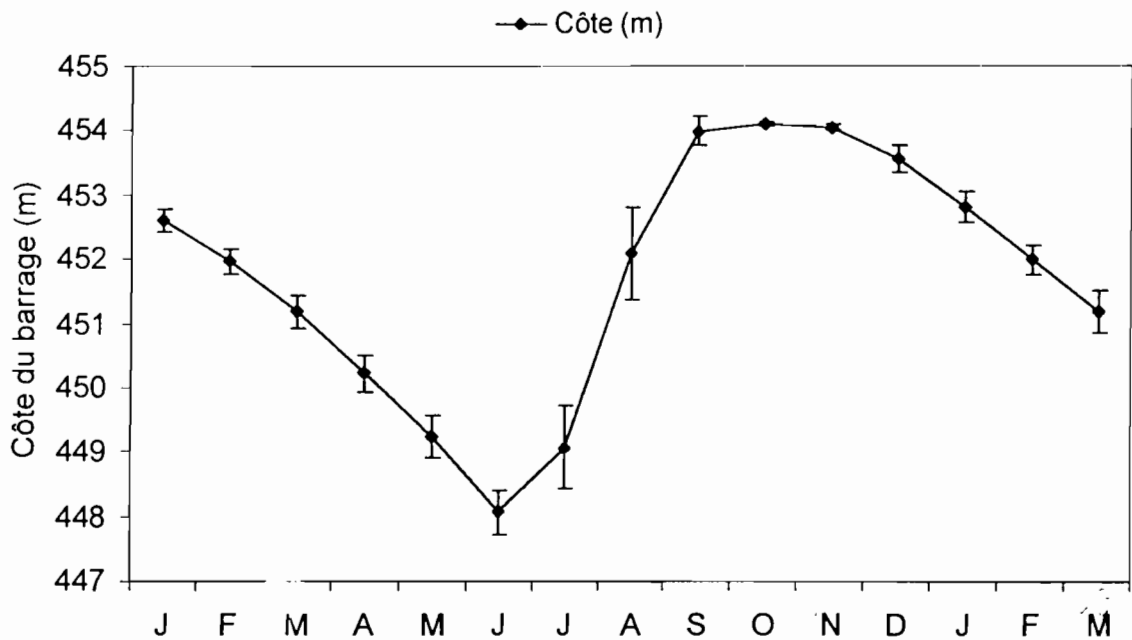


Figure 6a :Evolution de la fluctuation moyennes mensuelles plus écarts types de la côte du lac de barrage de la Comoé de 1999 à mars 2000

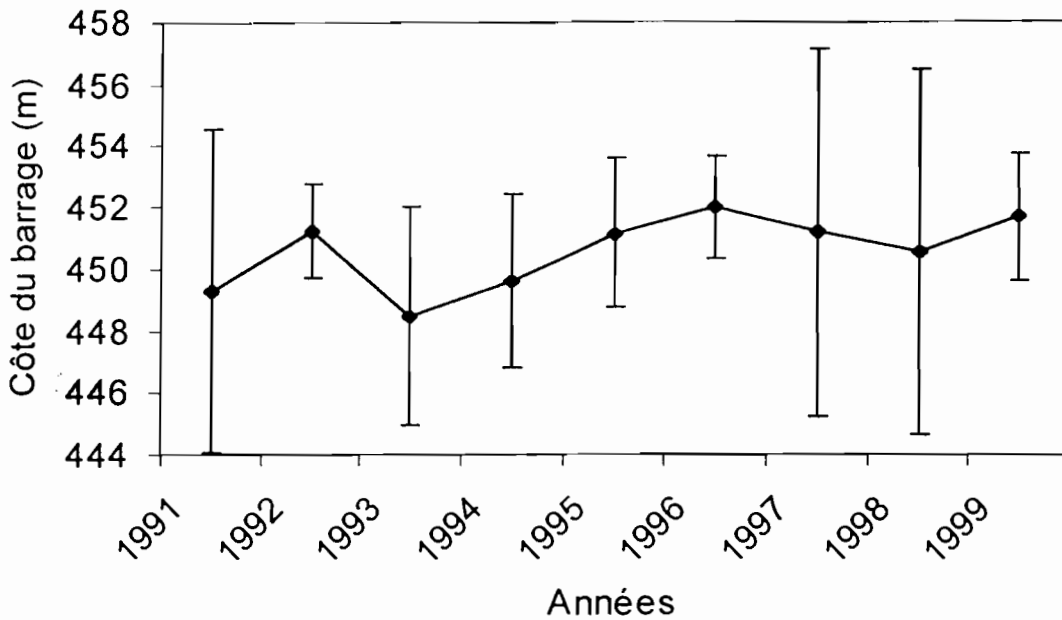


Figure 6b : Evolution de la fluctuations des moyennes annuelles plus écarts types de la côte du lac de barrage de la Comoé de 1991 à 1999 (source des données SO.SU.CO.)

Les espèces de poisson rencontrées dans le plan d'eau sont : *Lates niloticus*, *Tilapia zillii*, *Oreochromis niloticus*, *Hemichromis fasciatus*, *Hemichromis bimaculatus*, *Marcusenius senegalensis*, *Barbus macrops*, *Labeo coubie*, *Labeo parvus*, *Raiamas senegalensis*, *Clarias spp.*, *Bricynus nurse*, *Brienomyrus niger*, *Heterobronchus bidorsalis*, *Heterotis niloticus*.

TABLEAU 1 : Caractéristiques morphométriques du barrage.

Bassin versant	660 Km ²
Altitude	440 m
Superficie max. (PHE)	600 ha
Superficie min(PBE)	300 ha
Fluctuation niveau	5-8,5 m / an
Profondeur max. (PHE)	16 m
Profondeur max. (PBE)	7,5 m
Profondeur moyenne(PHE)	6 m
Profondeur moyenne(PBE)	3 m
Niveau max.	septembre
Niveau min	juin
Volume max.	38000000 m ³
Volume min	5000000 m ³
Utilisation	Irrigation (SOSUCO)
Année de construction	1991
Structure avant construction	Pâturage
Sol	Latérite, sable
Morphologie	Type « lac » forme V
Végétation aquatique	Aucune



CARTE 2 : Situation géographique du lac de barrage de la Comoé (Source GPSO)

□ Lac de barrage de la Comoé

DEUXIEME PARTIE

MATERIEL ET METHODES

II-1 MATERIEL

II-1-1 Les engins de pêche

Les engins de pêche utilisés par les pêcheurs en activité sur le plan d'eau sont : des filets maillant (industriels) confectionnés avec du fil polyamide en multifilament 210/2 et 210/3 ou 210/9 avec des mailles allant de 42 à 80 mm ; des palangres appâtées constituées de gros hameçons n°5, n°7, n°8 ; des cannes.

Il est important de signaler que dans le cadre de la gestion du plan d'eau, la longueur du filet maillant par pose et par pêcheur est fonction du niveau d'eau : 2 nappes de maillage différent en période de plus hautes eaux, une nappe et demie en période de basses eaux.

Les « permis de pêche » sont délivrés par les agents des Eaux et Forêts qui contrôlent en théorie, l'adéquation des engins de capture (taille des mailles, la technique de pêche) avec la législation en vigueur.

II-1-2-Matériel de pêche expérimentale

Le matériel utilisé lors des pêches expérimentales est constitué :

- d' une barque
- d' un hors-bord de marque YAMAHA d'une puissance de 5 chevaux ;
- de quatre(4) batteries de filets maillant : une batterie étant composée de huit filets de maillage nœud à nœud de 10, 15, 22, 27, 32, 45, 60, 80 mm montés dans cet ordre, et de longueur respective de : 2 m de chute sur 50 m de longueur pour les deux premiers et de 3 m sur 50 m de longueur pour le reste.
- de paniers en plastique qui sont utilisés pour le tri des captures par maillage.

II-1-3- Matériel de mesure et de pesée

La longueur standard est mesurée à l'aide d'un Ichtyomètre. Celui-ci est constitué d'une planchette à butée sur laquelle est fixée une règle métallique plate graduée en millimètre.

Le poids corporel est pesé à l'aide de pesons de type Pesola (100 g, 500 g, et de 2,5 kg) avec une précision respectivement de 1 g, 5 g, et 25 g.

La pesée des gonades formolisées est réalisée avec une balance SARTORIUS type L610D-max 610 avec une précision de 0,001 g. Les gonades fraîches sont pesées avec une balance SCALTEC de type SAB61. 200x0,1 (Max 200 g, précision 0.1 g).

II-1-4 Matériel de mesure des paramètres physico-chimiques

L'oxygène dissous et la température, la conductivité électrique, le pH, la transparence ont été respectivement mesurés grâce à :

- un oxymètre-thermomètre de marque WTW, type OXI92 avec une précision pour le taux d'oxygène de 0,1mg/l et 0,1°C pour la température.
- un conductivimètre-thermomètre de marque WTW de type LF1 de précision 0,1µs/cm pour la conductivité et 0,1°C pour la température.
- un pH-mètre de type pH90 avec une précision de 0,01.
- un disque de Secchi.
- un baromètre pour la mesure de la pression atmosphérique.

II-2-METHODES

II-2-1-Collecte des données

La collecte des données a lieu 15 jours par mois dans la période allant de août 1999 en avril 2000. Dans les captures journalières des 22 pêcheurs du groupement, deux poissons / pêcheur sont choisis. Chaque poisson fait l'objet de mesures individuelles à l'état frais : la longueur standard au mm près, le poids total au 1 g, 5 g, 25 g près. Tous les poissons sont disséqués pour déterminer le sexe et l'état de maturation des gonades. La dissection n'a pas eu lieu dans le mois d'août faute d'entente avec les pêcheurs

Dans une première phase (septembre à novembre) les gonades sont systématiquement conservées dans du formol dilué à 10% puis pesées à un milligramme près au laboratoire au plus tard deux semaines après. A partir du mois de décembre, les gonades sont pesées à l'état frais avant d'être conservées dans le formole. Par régression une relation a été établie entre le poids frais et celui formolisé.

Au cours du mois d'août, les stades sexuels étaient déterminés uniquement sur la base d'un massage de la cavité abdominale (stripping).

A partir de septembre les stades de maturation sexuelle sont déterminés macroscopiquement après ouverture du poisson et sur la base d'une échelle comportant quatre (4) stades (tableau n°2) établis par le projet GPSO à partir de l'échelle de KIMPE (1964) modifié.

TABLEAU N°2 : Echelle de la maturité des gonades

Stades	Femelles	Mâles
I	Ovules non visibles, ovaires environ 1/3 de la longueur de la cavité abdominale	Laitance non visible, testicules environ 1/3 de la longueur de la cavité abdominale
	Spécimen immature	
II	Ovules visibles, différenciés mais non expulsables à la pression manuelle externe sur l'abdomen, ovaires environ ½ de la longueur de la cavité abdominale	Laitance discernable, différenciée mais non expulsables à la pression manuelle externe sur l'abdomen, testicules environ ½ de la longueur de la cavité abdominale
	Spécimen en cours de maturation sexuelle ou en repos sexuel	
III	Ovules expulsables à la pression manuelle externe sur l'abdomen, ovaires de 2/3 à toute la longueur de la cavité abdominale	Laitance expulsable à la pression manuelle externe sur l'abdomen, testicules de 2/3 de toute la longueur de la cavité abdominale
	Spécimen en cours de reproduction	
IV	Ovaires vides, parfois sanguinolentes, pouvant encore contenir quelques ovules, rétractés à environ ½ de la longueur de la cavité abdominale	Testicules flasques, rétractés à environ ½ de la longueur de la cavité abdominale
	Spécimen venant de se reproduire	

Sur le plan d'eau, les zones de frayère de *O. niloticus*, marquées par la présence de nids, d'individus matures capturés par les pêcheurs et la présence de nuages d'alevins sont localisés et matérialisés sur un plan de la retenue. La distribution horizontale de *O. niloticus* est déterminée à partir des grosses capture de l'espèce par les pêcheurs qui situent chacun sa zone de capture. Des nuages d'alevins sont prélevés et grossis dans des aquariums en vu

d'identifier les espèces qui les composent. L'eau des aquariums est renouvelée au moins deux fois par semaine, des bulleurs y apportent de l'oxygène.

Une photopériode de 12N/12L (7H à 19H) est maintenue artificiellement au moyen d'une minuterie.

Dès la mise en aquarium, les alevins sont nourris ad libitum par un aliment artificiel distribué à la main deux fois par jour.

La conductivité, la température, le pH, la concentration et le pourcentage en oxygène dissous, sont régulièrement mesurés tant sur le plan d'eau que dans les aquariums. En plus de ces paramètres, les niveaux d'eau du barrage, la transparence et la pluviométrie ont été relevés.

Les données sur les variations du niveau d'eau et les données pluviométriques ont été recueillies auprès de la SO.SU.CO.(voire première partie).

Les paramètres physico-chimiques n'ont pas été mesurés pour une raison d'indisponibilité du matériel de mesure.

La collecte des données est faite à l'aide de fiches que nous avons établies (voir annexe)

II-2-2- Mesure des paramètres physico- chimique

Les paramètres physico-chimiques sont mesurés en surface et à 1,5 m de profondeur le matin ou le soir et à divers endroits du barrage. Tous les appareils de mesure de ces paramètres sont électroniques et sont munis chacun d'une sonde et d'un écran. Les mesures consistent à plonger les sondes dans l'eau et à lire sur l'écran la valeur correspondante après stabilisation des chiffres qui y défilent.

II-2-3- Prélèvement et pesée des gonades

Le poisson est disséqué sur toute sa longueur en partant de l'anus. Il est éviscéré ensuite pour libérer les gonades plaquées contre la cavité péritonéale. Les gonades sont détachées de cette cavité en glissant une pince fine sous celles-ci sur toute leur longueur. A l'aide de ciseaux elles sont sectionnées au niveau de la papille génitale.

Les gonades fraîches ou formolées sont d'abord essorées à l'aide de papier buvard, puis pesées ensuite.

II-2-4- *Mesure de la longueur standard*

Le poisson est posé à plat, le museau contre la butée et l'axe du corps perpendiculaire à celui-ci. La longueur standard se mesure de l'extrémité de la mâchoire à celle du pédoncule caudale. Celui-ci se marque d'une façon précise par la pliure manuelle de l'articulation des rayons médians de la caudale.

II-2-5- *Pêches expérimentales*

La réglementation de la pêche au Burkina Faso inclut l'écrémage de taille. Ce type de pratique favorise dans la plupart des cas, le développement numérique et pondéral des espèces de petite taille y compris les voraces. Les engins utilisés lors des pêches commerciales sont orientés vers les individus dont l'exploitation est la plus rentable, ceux de petites tailles ne peuvent s'obtenir par ces moyens. Nous avons donc eu recours à des « pêches expérimentales », qui nous ont permis d'une part d'éviter la sélectivité des filets vis à vis de la frange juvénile de *O. niloticus*, et d'évaluer les fréquences de certaines espèces reconnues comme prédateurs de *O. niloticus*. Ces pêches expérimentales consistent à poser quatre (4) batteries de filets maillant mono filament avec des maillages compris entre 10 et 80 mm (cf. annexe). Les filets sont posés dans l'après - midi (16 h à 18 h 30 mn) à divers endroits du barrage et levés le matin (6 h à 9 h). Dans le but de définir la distribution verticale de *O. niloticus* en fonction de la taille, les filets sont posés dans une bande d'environ 500 m de la rive du barrage. Les filets sont posés de façon oblique par rapport à la rive et de telle sorte que les petits maillages soient dans les zones peu profondes, et les gros maillages dans les zones profondes. A la levée, chaque type de maillage et le poisson qu'il contient est soigneusement placé dans un panier en plastique bien défini. Cela permet d'identifier les espèces et la taille des individus capturés par chaque type de maillage. La pêche dure en moyenne trois (3) à quatre (4) jours.

II-2-6 – *Traitement des données*

Le traitement des données est réalisé avec les logiciels Microsoft Excel 98 et Statistica.

Les grandeurs suivantes ont été calculées :

- Les rapports gonado-somatiques individuels (RGSi), leur moyenne mensuelle (RGS_m) et leur écart type (S) :

$$\text{RGS}_i = \frac{\text{PG}_i}{\text{PT}_i} \times 100 (\%)$$

PG_i : poids des gonades (g)

PT_i : poids total (g)

$$\text{RGS}_m = \frac{\sum_{i=1}^n \text{RGS}_i}{n} \times 100 (\%)$$

i = indice du poisson analysé (i = 1, ..., n)

n = nombre d'individus analysés pour le mois considéré

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{RGS}_m - \text{RGS}_i)^2}{N - 1}}$$

- L'évolution mensuelle des fréquences relatives des stades ovariens et du rapport gonado-somatique (RGS) permet de déterminer la période ou la saison de reproduction.

- La représentation graphique des fréquences relatives en fonction de la longueur standard (cm) permet de déterminer la taille moyenne de première maturité (L50). Elle correspond à la taille à laquelle 50 % des femelles ou des mâles sont en état de maturation avancée pendant la période de reproduction. En pratique, c'est la taille à laquelle 50 % des femelles ou des mâles ont atteint ou dépassé le stade 2 de maturation ovarienne (BENECH, 1990 ; LEGENDRE et ECOUTIN, 1996). La L50 a été estimée selon la relation établie par NI et SANDMAN (1984) ci – dessous :

$$PM_i = \frac{1}{1 + e^{-r(li - l_{50})}}$$

PM_i = proportion de poissons matures dans la i ème classe de taille.

li = i ème classe de taille (cm)

r = coefficient (cm⁻¹)

Une équation linéaire est obtenue par la transformation de l'équation précédente :

$$\ln\left(\frac{1 - PM_i}{PM_i}\right) = -r \cdot (li - l_{50})$$

Où l'intercepte de la droite avec l'axe des ordonnées donne $r \cdot l_{50}$ et la pente de la droite donne $-r$

- Les moyennes mensuelles des paramètres physico chimiques, leurs écarts types ainsi que les moyennes mensuelles des poids et des longueurs standard par stade de maturité sexuel ont été calculées.

TROISIEME PARTIE

RESULTATS ET

DISCUSSION

III-1- RESULTATS

III-1-1 Les caractéristiques environnementales

III-1-1-1 Les paramètres physico-chimiques

La température de l'eau varie de 23,50 °C à 29,95 °C en profondeur et de 24,03 °C à 30,50 °C en surface. La température en surface est toujours supérieure à celle en profondeur sauf en août. Les plus hautes températures (29,95 °C en profondeur et 30,50 °C en surface) ont été relevées en octobre, tandis que les plus basses (23,50 °C en profondeur et 24,03 °C en surface) sont observés en mars (figure 7a). La différence entre les valeurs mesurées en surface et celles en profondeur variant de 0,32 °C à 0,55 °C sauf en décembre et en janvier où elle est respectivement de 1,62 °C et de 2,35 °C. La température de l'eau reste relativement basse entre décembre et mars. Les températures prises le soir sont toujours supérieures à celles prises le matin.

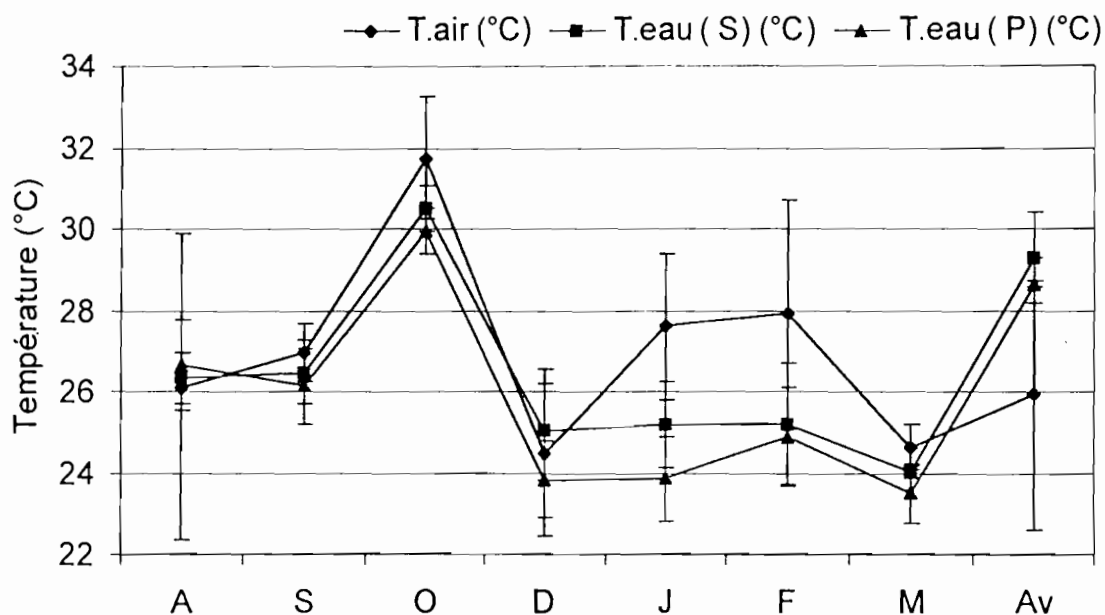


Figure 7a :Variation de la température moyenne mensuelle de l'air, de l'eau en profondeur (P) et en surface (S) (échantillonnage à divers endroits du barrage) du lac de barrage de la Comoé. Moyenne ± écart type.

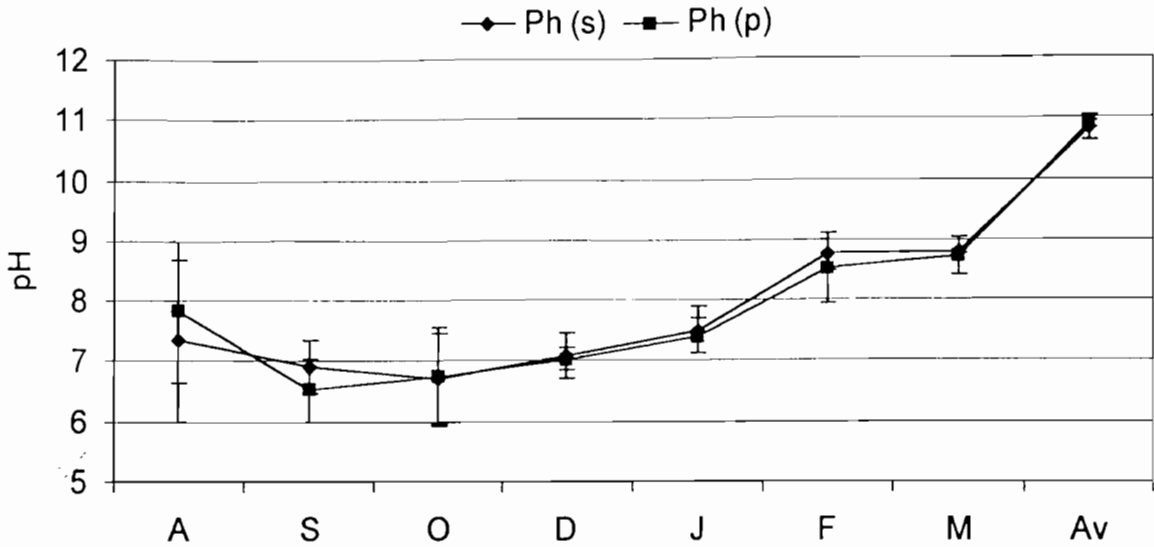


Figure 7b : Variation du pH moyen mensuel de l'eau en surface (S) et en profondeur (P) du lac de barrage de la Comoé (échantillonnage en divers endroits du barrage). Moyenne \pm écart type.

Le pH varie entre 6,52 et 10,9 (figure 7b). D'août en septembre, en profondeur on observe une chute du pH de 7,82 à 6,52 puis il augmente de nouveau de septembre en avril jusqu'à 10.84. Les valeurs en surface suivent la même évolution, et restent toujours supérieures à celles en profondeur sauf en août et en octobre. Il n'y a pas de stratification. D'une manière générale l'eau du barrage est basique sauf en septembre et en octobre où elle est légèrement acide.

La conductivité en surface diminue de 37,01 $\mu\text{s}/\text{cm}$ en août à 36,84 $\mu\text{s}/\text{cm}$ en septembre puis elle augmente jusqu'à atteindre 43,90 $\mu\text{s}/\text{cm}$ en avril. La conductivité en profondeur qui suit la même variation que celle en surface, reste toujours supérieure à cette dernière sauf en octobre (figure 7c).

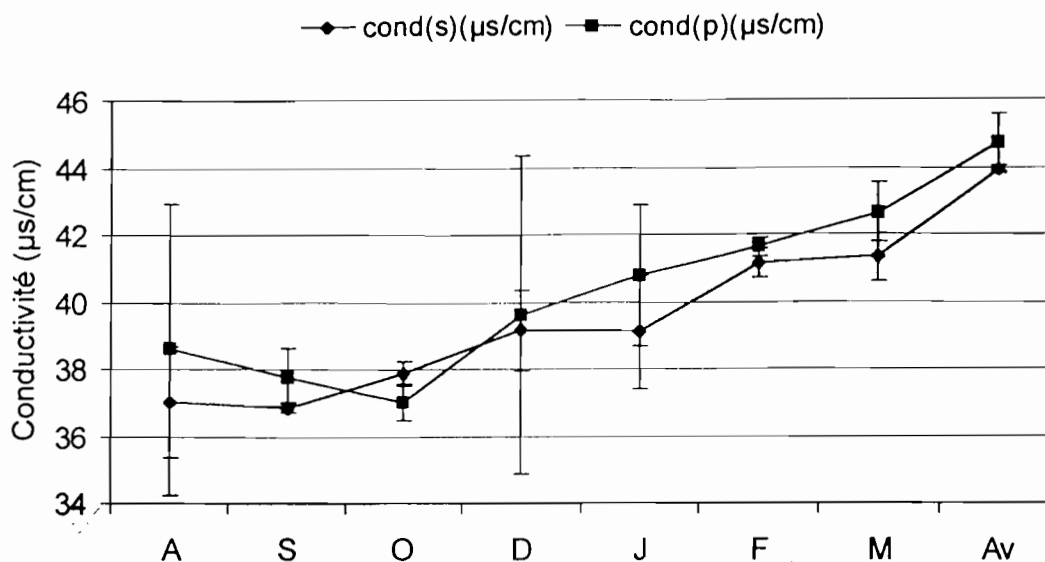


Figure 7c :Variation de la Conductivité moyenne mensuel en surface (S) et en profondeur (P) du lac de barrage de la Comoé (échantillonnage en divers endroits du barrage). Moyenne \pm écart type.

On note une forte variation dans le même sens de l'oxygène dissous en profondeur et en surface. La teneur en oxygène dissous en profondeur est toujours inférieure à la teneur en surface (figure 7d). Elle varie de 5,82 mg/l à 10,93 mg/l en surface et de 4,02 mg/l à 8,77 mg/l en profondeur. Les plus hautes valeurs sont observées en février et les plus faibles en septembre. On observe une stratification en ce qui concerne l'oxygène dissous.

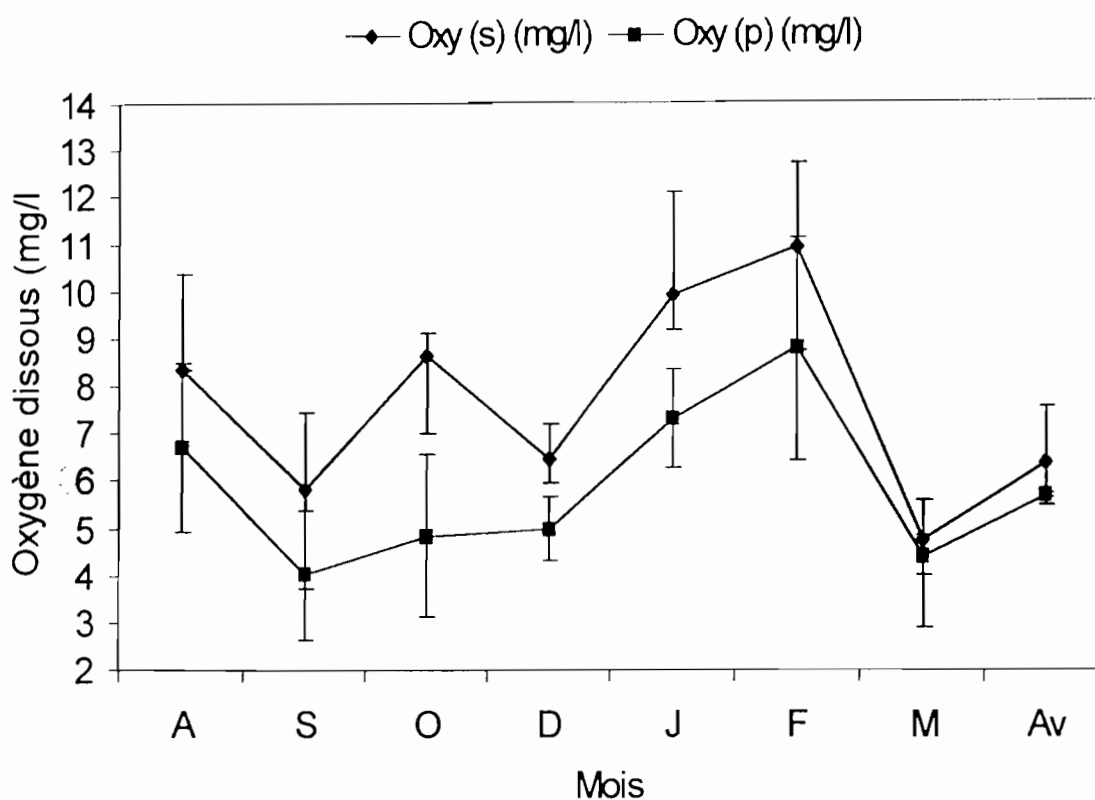


Figure 7d : Variation de la moyenne mensuelle de l'oxygène dissous en profondeur (P) et en surface (S) du lac de barrage de la Comoé (échantillonnage en divers endroits du barrage) ; moyenne \pm écart type

La transparence de l'eau augmente constamment d'août à avril avec une faible chute en mars. La turbidité la plus élevée est relevée en août avec une visibilité du disque de Secchi à une profondeur moyenne de 0,75 m (figure 7e). La plus faible turbidité a été notée en avril avec une visibilité du disque du disque de Secchi à une profondeur de 3,7 m

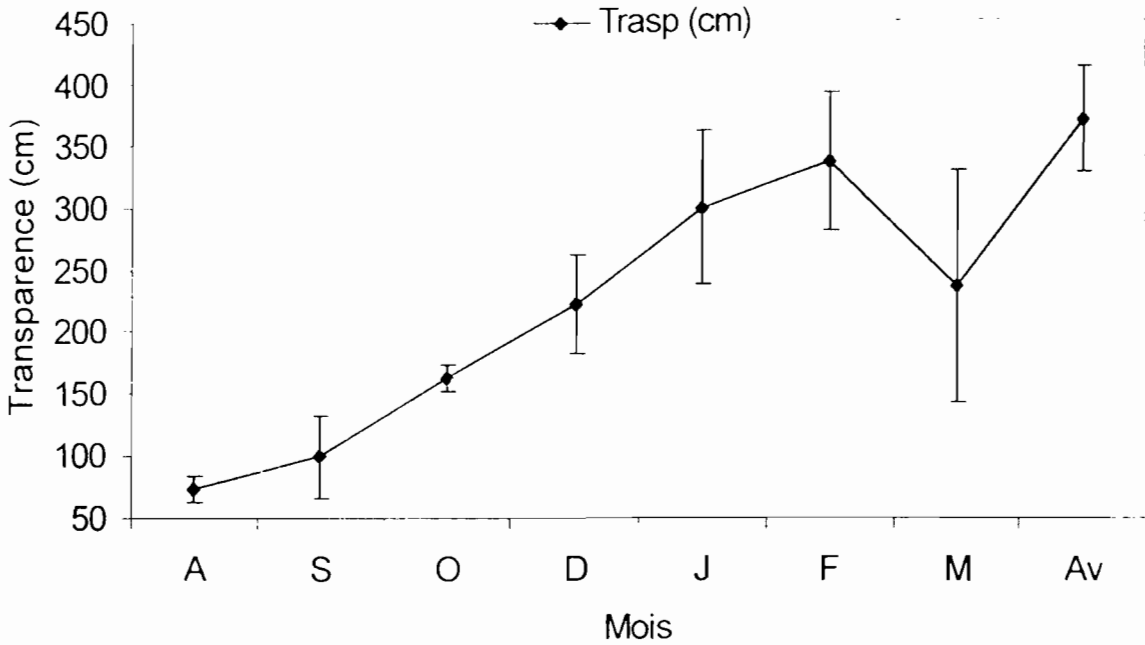


Figure 7e : Variation de la transparence moyenne mensuelle du lac de barrage de la Comoé (échantillonnage à divers endroits du barrage); moyenne \pm écart type

III-1-1-2- Niveau d'eau du barrage

La fluctuation journalière moyenne mensuelle du niveau d'eau du barrage va de -40 mm en mai à 85 mm en août (figure 8). La plus basse cote du barrage ($448,07$ m) est enregistrée en juin et la plus haute en octobre avec ($454,11$ m). En 4 mois, la cote a augmenté de $6,04$ m avec 1 m en juillet, 3 m en août, 2 m en septembre et $0,12$ m en octobre. La vitesse de perte en cote est faible par rapport à celle des gains.

Les données de la fluctuation inter annuelle du niveau d'eau de 1991 à 1999 indique que les côtes les plus basses sont enregistrés en 1991 et 1993. Elle a ensuite augmenté jusqu'en 1996 où on observe de nouveau une chute (figure 6b).

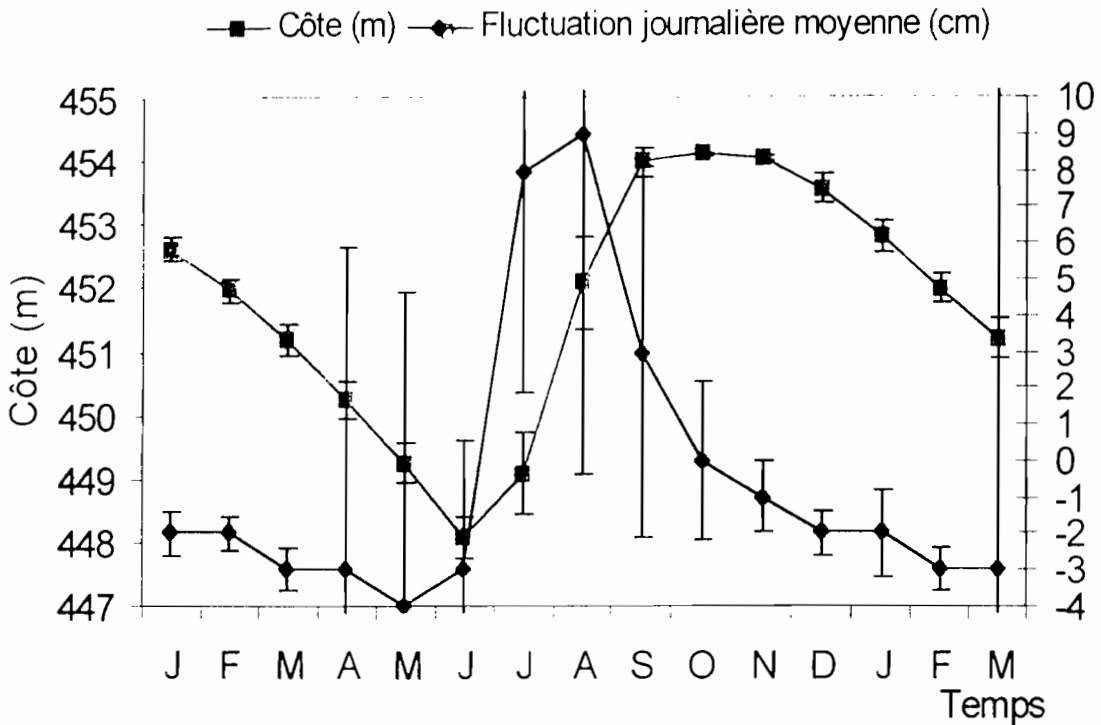
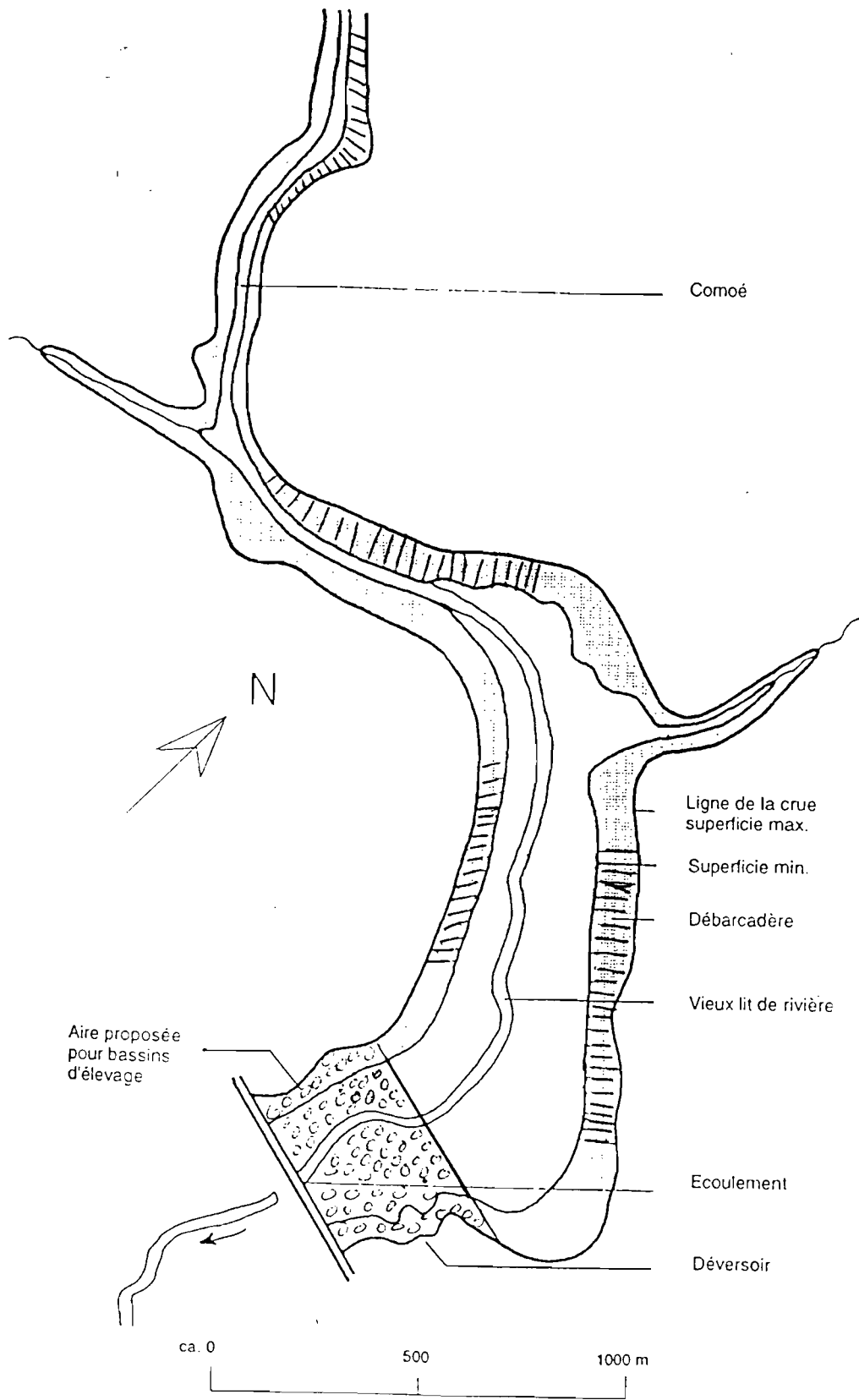


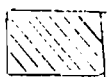
Figure 8 : Evolution comparée de la fluctuation moyenne journalière et mensuelle de la cote du barrage et de la pluviométrie moyenne mensuelle : Moyenne \pm écart type.

III-1-1-3-Zones frayères

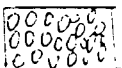
A partir des nids, des nuages d'alevins et des individus matures de *O. niloticus* capturés, les zones de frayère de cet espèce ont pu être établies. Ces zones de frayères sont matérialisées sur le plan du barrage ci-dessous (carte 3). Ils correspondent aux zones les plus fréquentées par les individus matures et sur lesquelles des alevins ont été capturés, grossis et identifiés comme étant ceux de *O. niloticus*. Sur un ensemble de 87 alevins prélevés en août et en septembre 56 ont été identifiés comme ceux de *O. niloticus*. Les 31 autres ont été accidentellement vidés lors des séances de renouvellement de l'eau des aquariums Il faut cependant noter que les individus matures et les alevins sont capturés ou observés sur toutes les zones littorales bien qu'à des densités variables.. Il faut aussi noter que ni des œufs, ni des alevins n'ont pu être trouvés dans les bouches des femelles.



Carte 2 : Zones de frayère de *O. niloticus* dans le lac de barrage de la Comoé



Zones de Frayères de *O. niloticus*



Zone protégée à la pêche.

III-1-1-4-Distribution spatio-temporale de *O. niloticus* dans le lac de barrage de la Comoé

Les résultats de la pêche expérimentale montrent une distribution verticale de *O. niloticus* en fonction de la taille des individus. Les individus de petite taille occupent les zones peu profondes tandis que ceux de grande tailles occupent les zones plus profondes (figure 9).

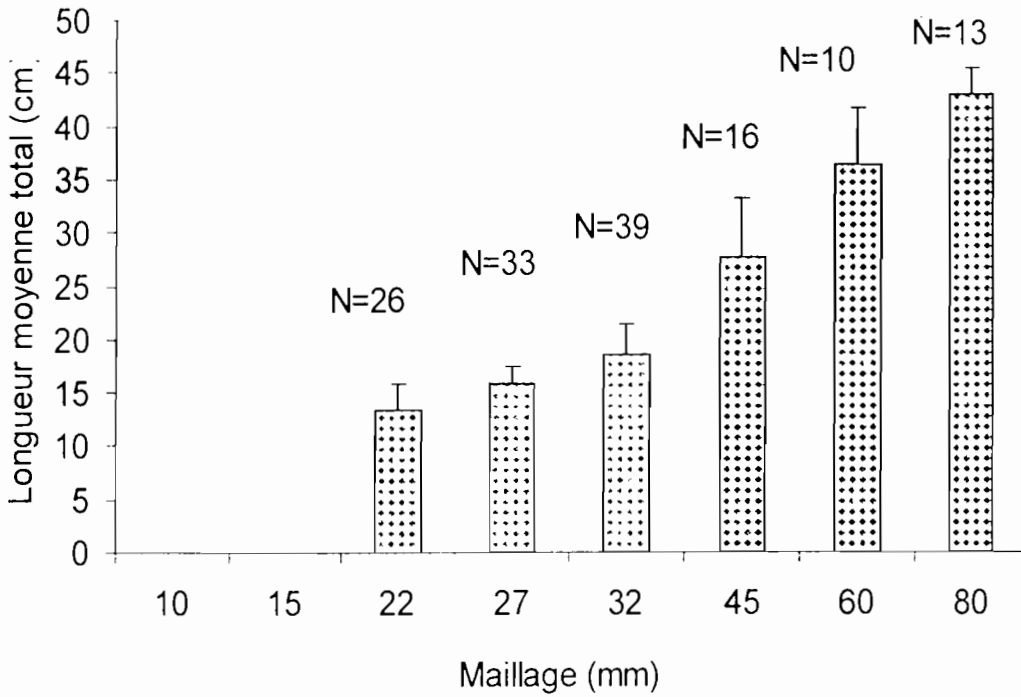


Figure 9 : Evolution de la longueur total moyenne et fréquence absolue (N) de *O. niloticus* du lac de barrage de la Comoé en fonction des maillage. Moyenne \pm écart type.

A partir des captures de nos pêches et de celles des pêches commerciales nous avons pu établir une distribution temporelle de *O. niloticus* dans le barrage. Ainsi les individus de grande taille sont capturés en août-septembre et en mars-avril tandis que les individus capturés dans les mois de novembre, décembre et janvier sont de petite taille. Cette distribution est observée tant chez les individus matures que immatures (figure 10a et 10b).

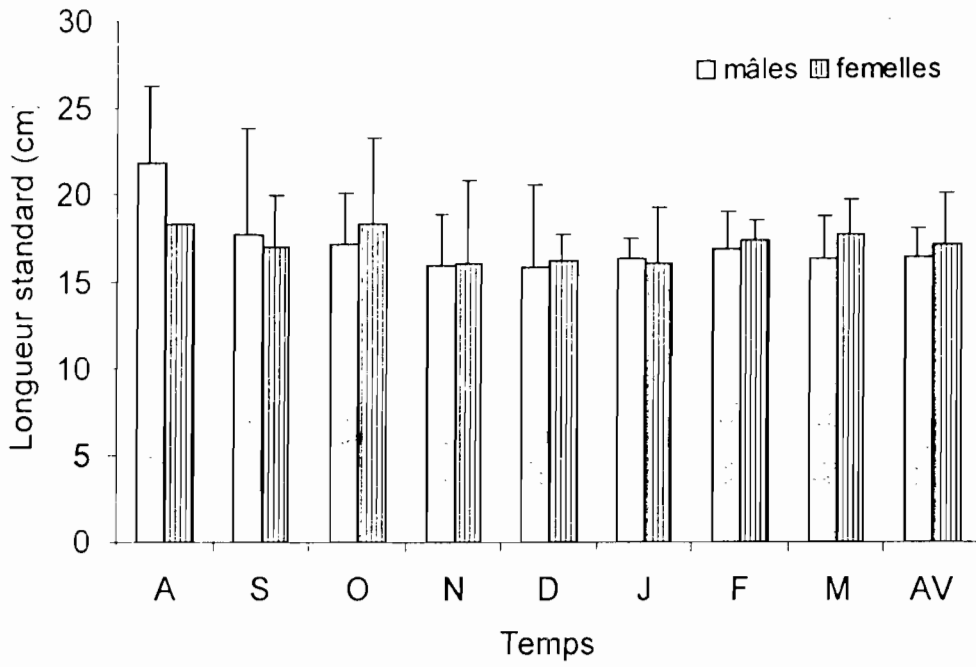


Figure 10a : Histogramme des tailles moyennes (longueur standard (cm)) des mâles et femelles immatures de *O. niloticus* dans le lac de barrage de la Comoé. Moyenne \pm écart type.

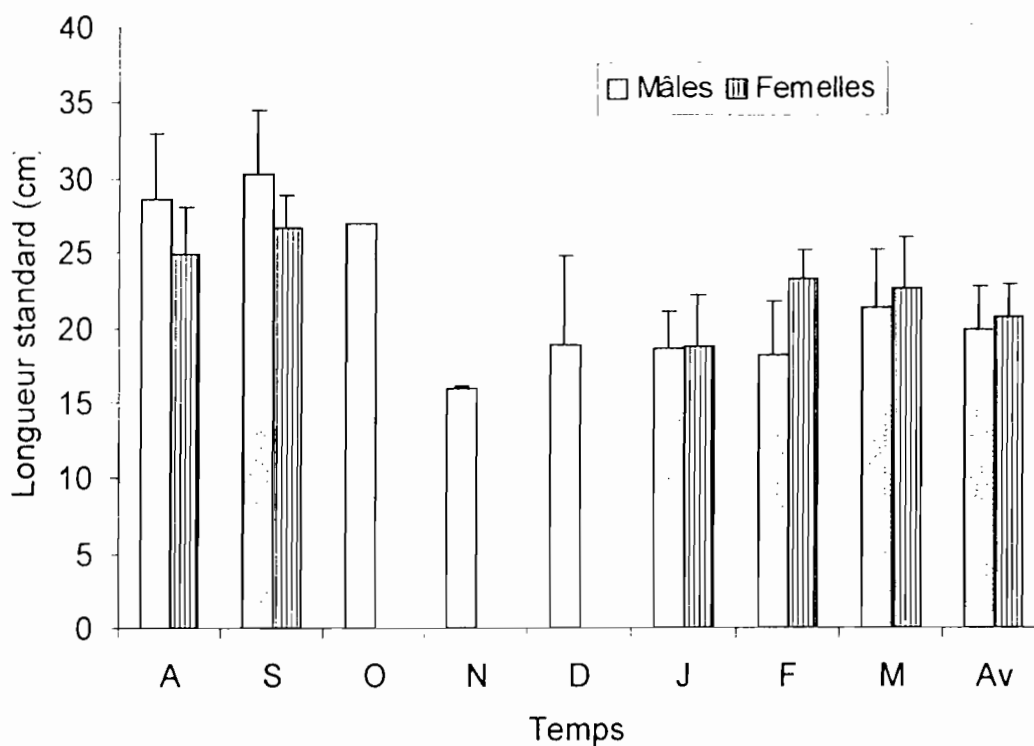


Figure 10b : Histogramme des tailles moyennes (longueur standard (cm)) des mâles et femelles matures de *O. niloticus* dans le lac de barrage de la Comoé. Moyenne \pm écart type.

III – 1-2- Les caractéristiques biologiques

III- 1-2-1-La saison de reproduction

Les fréquences absolues des femelles et des mâles par stade sexuel et par mois (figure 11a et b), ainsi que la présence de nuages d'alevins et des nids de ponte de *O. niloticus* définissent la saison de reproduction. Dans les deux sexes, tous les stades sexuels sont présents en août et en avril. Chez les mâles, les stades I, II et III sont présents durant toute la période d'étude (figure 12). Chez les femelles, on note l'absence des stades III et IV en octobre, novembre et décembre. C'est seulement à partir de janvier, que des femelles au stade III sont capturés et celles au stade IV en mars et avril (figure 11a). Tout laisse à croire que dans la période d'étude nous avons deux saisons de reproduction, une saison en août - septembre et l'autre en mars - avril.

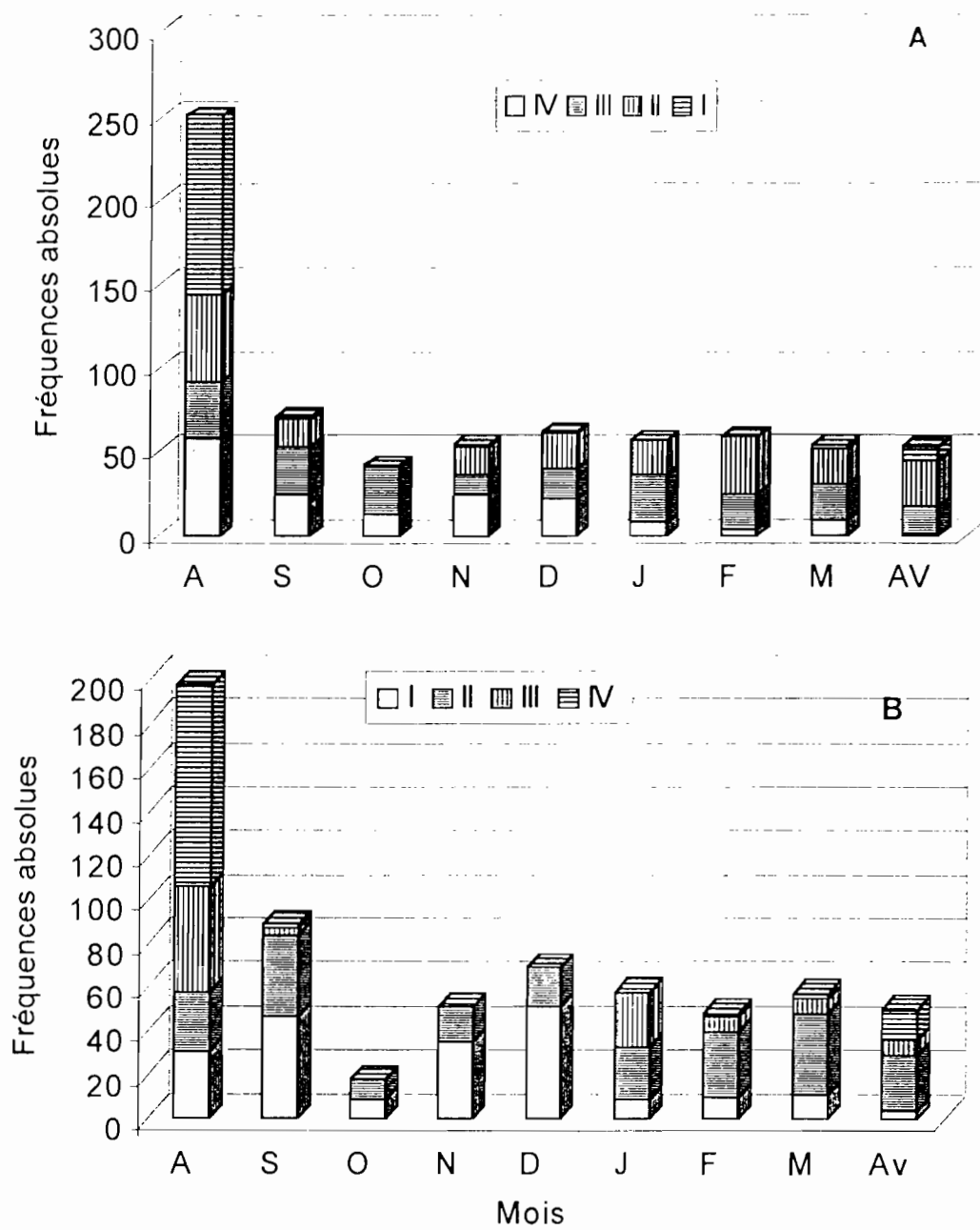


Figure 11 : Evolution des fréquences absolues des différents stades de *O. niloticus* mâles (A) et femelles (B) du lac de barrage de la Comoé de août 1999 à avril 2000

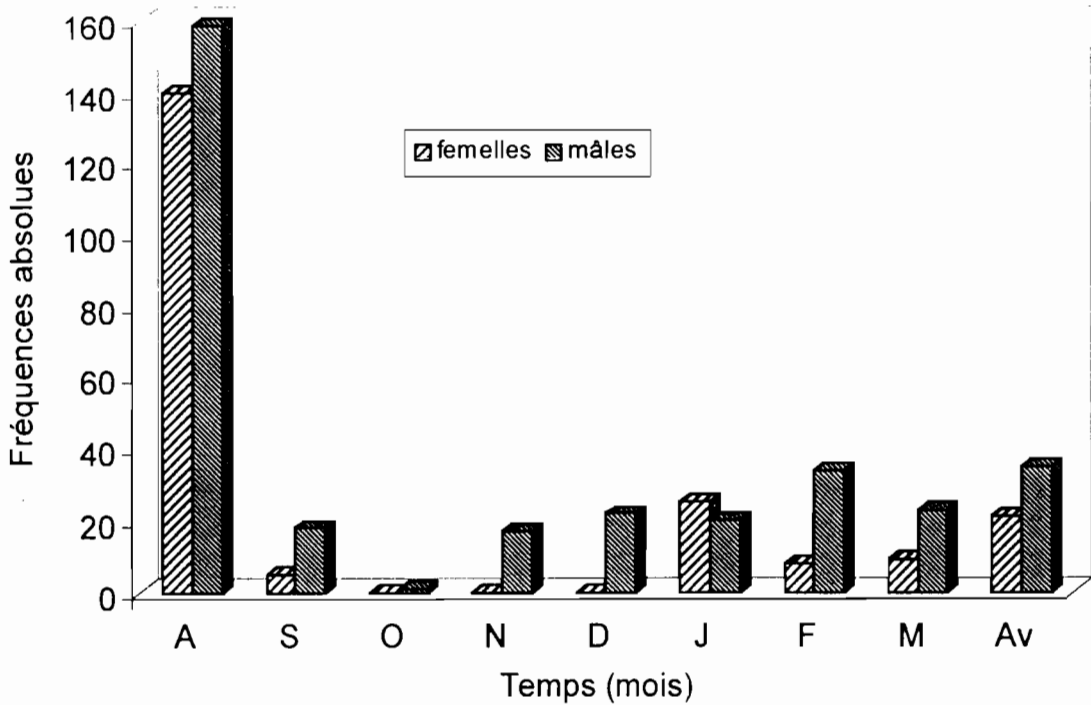


Figure 12 : Evolution des fréquences absolues des stades III et IV de *O. niloticus* mâles et femelles du lac de barrage de la Comoé de août 1999 à avril 2000

III-1-2-2-Le rapport gonado-somatique

Chez les femelles, tout comme chez les mâles, le RGS moyen mensuel, décroît de septembre à octobre (figure 13a). Le RGS moyen mensuel des femelles augmente légèrement d'octobre à janvier. On assiste ensuite à son augmentation rapide de janvier à mars puis à une chute en avril. Chez les mâles, on observe une faible variation du RGS moyen mensuel d'octobre à février, puis, il augmente ensuite de février à avril, mais à une allure nettement moindre que celle des femelles (figure 13a). Le RGS moyen mensuel des femelles est toujours supérieur ou égale à celui des mâles sauf en novembre (figure 13a). Les femelles ont un RGS moyen mensuel qui augmente du stade I au stade III puis, il chute au stade IV (figure 13c). Cette évolution du RGS moyen mensuel en fonction des stades de maturation sexuelle n'est pas nette chez les mâles (figure 13b).

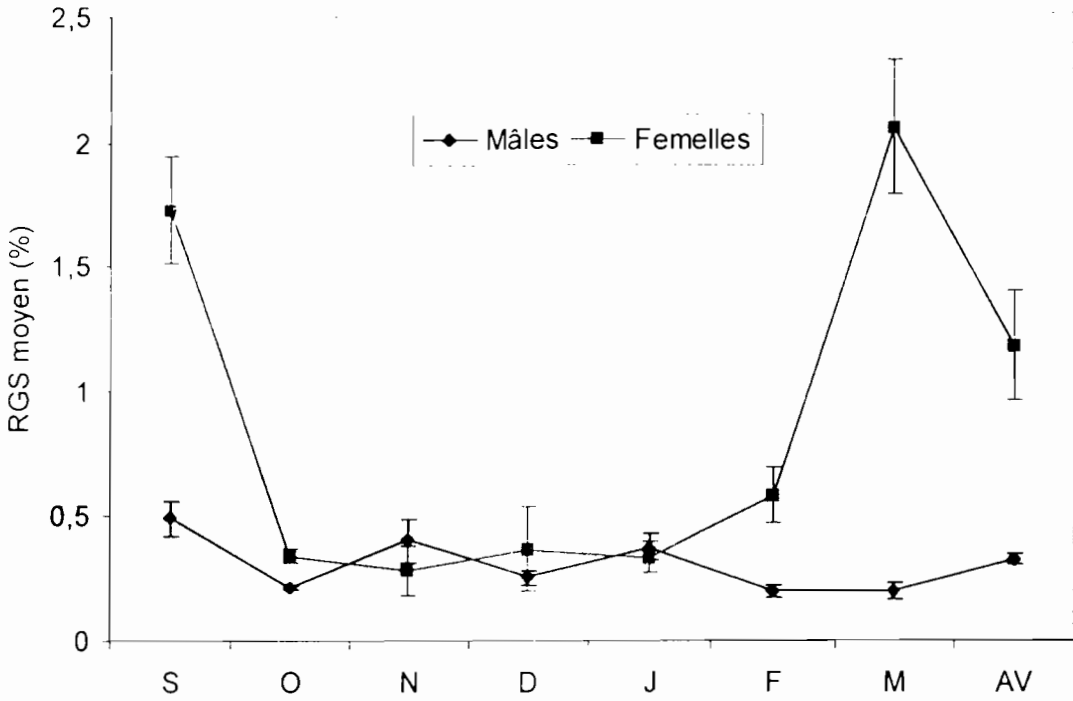


Figure 13(a): Evolution du RGS moyen mensuel des femelles et des mâles de *O. niloticus* du lac de barrage de la Comoé de septembre 1999 à avril 2000. Moyenne \pm écart type.

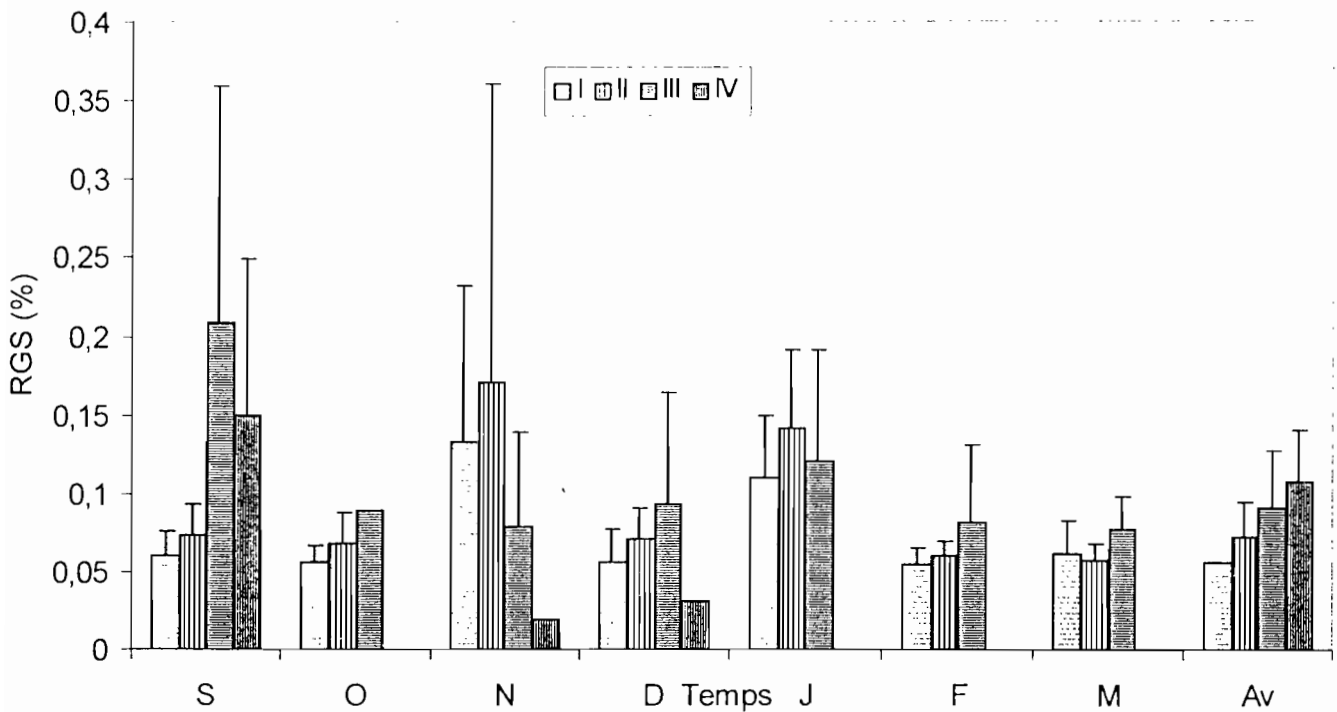


Figure 13 (b) : Evolution du RGS moyen mensuel par stade de maturation sexuelle des mâles de *O. niloticus* du lac de barrage de la Comoé de septembre 1999 à avril 2000. Moyenne \pm écart type.

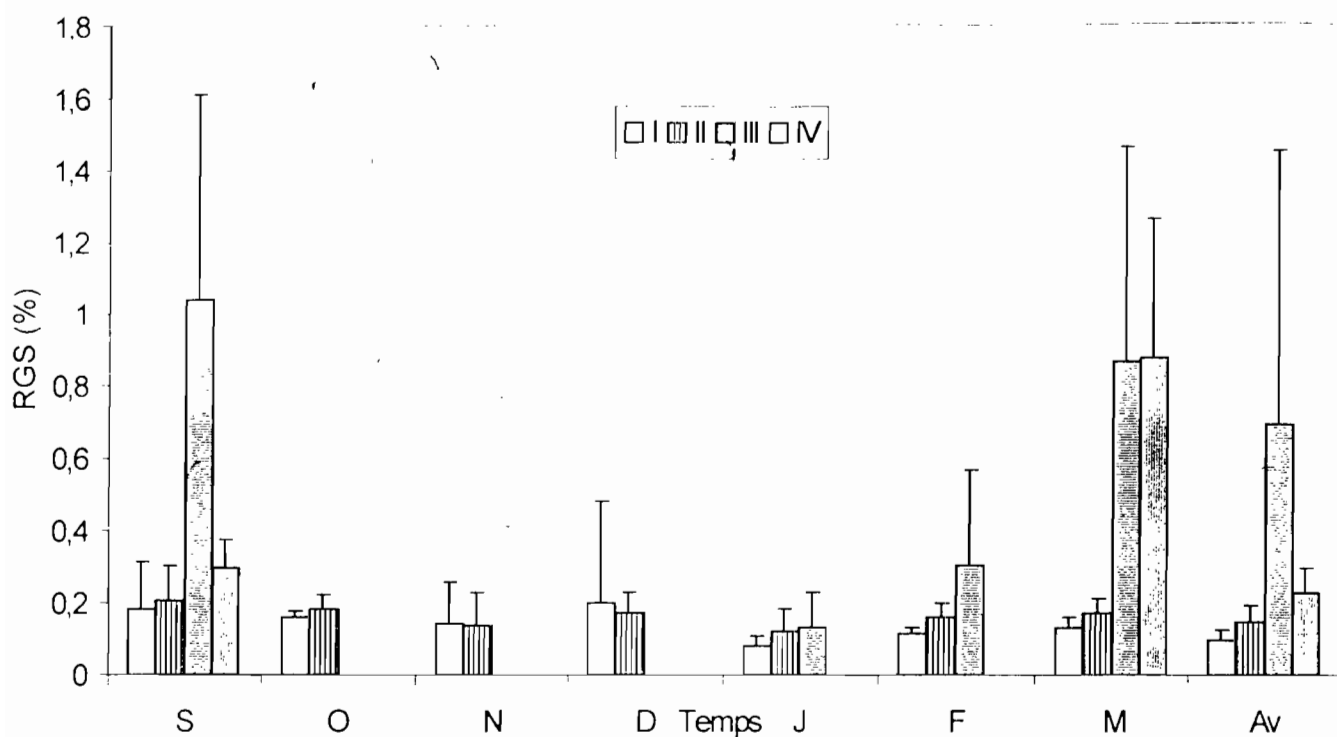


Figure 13 (c) : Evolution du RGS moyen mensuel par stade de maturation sexuel des femelles de *O. niloticus* du lac de barrage de la Comoé de septembre 1999 à avril 2000. Moyenne \pm écart type.

La comparaison de l'évolution du RGS mensuel des femelles avec celle des paramètres physico- chimiques met en évidence des variations simultanées qui, sans doute est loin d'être une simple coïncidence. Ainsi, la décroissance de la courbe du RGS moyen mensuel des femelles en octobre et en avril est simultanées à la croissance des courbes évolutives de la température de l'eau, du pH, de l'oxygène dissous et de la transparence de l'eau (figure 14a, b, c, d,). Quant à la conductivité, la décroissance de la courbe du RGS en octobre est simultanées non pas à une croissance de sa courbe mais plutôt une décroissance (figure 14 e). Les courbes des fluctuations journalières et mensuelles du niveau d'eau du barrage ne présentent pas des liaisons nettes avec celles du RGS moyen mensuel des femelles.(figure 14f et 14g).

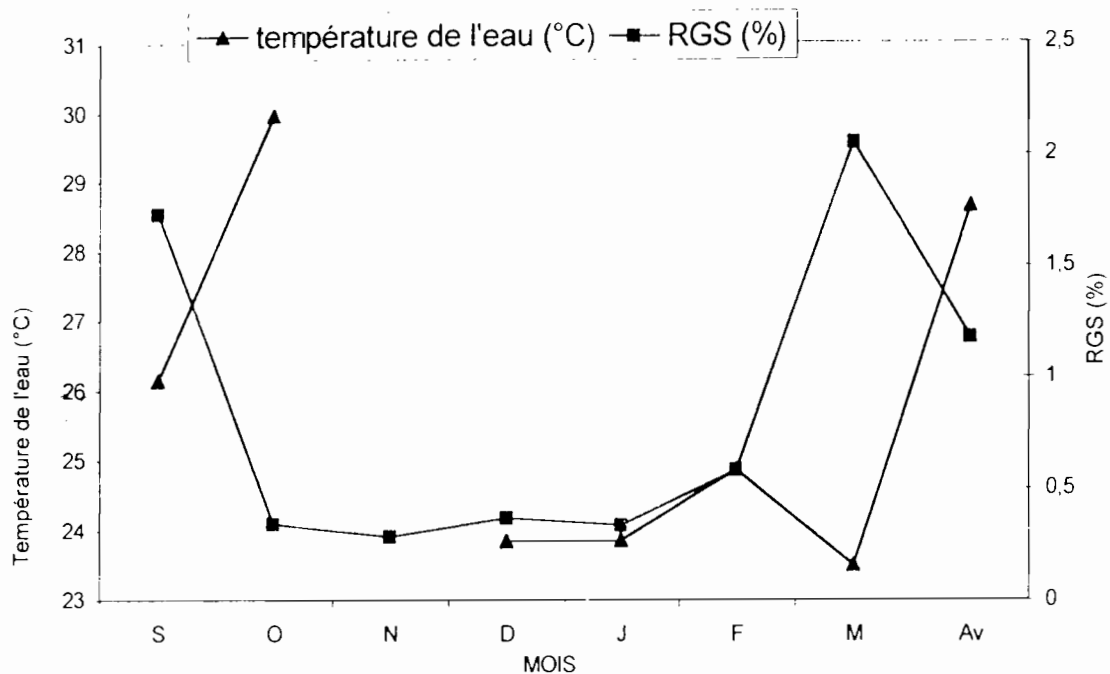


Figure 14a : Evolution comparée de la température de l'eau et du GRS moyen mensuel des femelles de *O. niloticus*

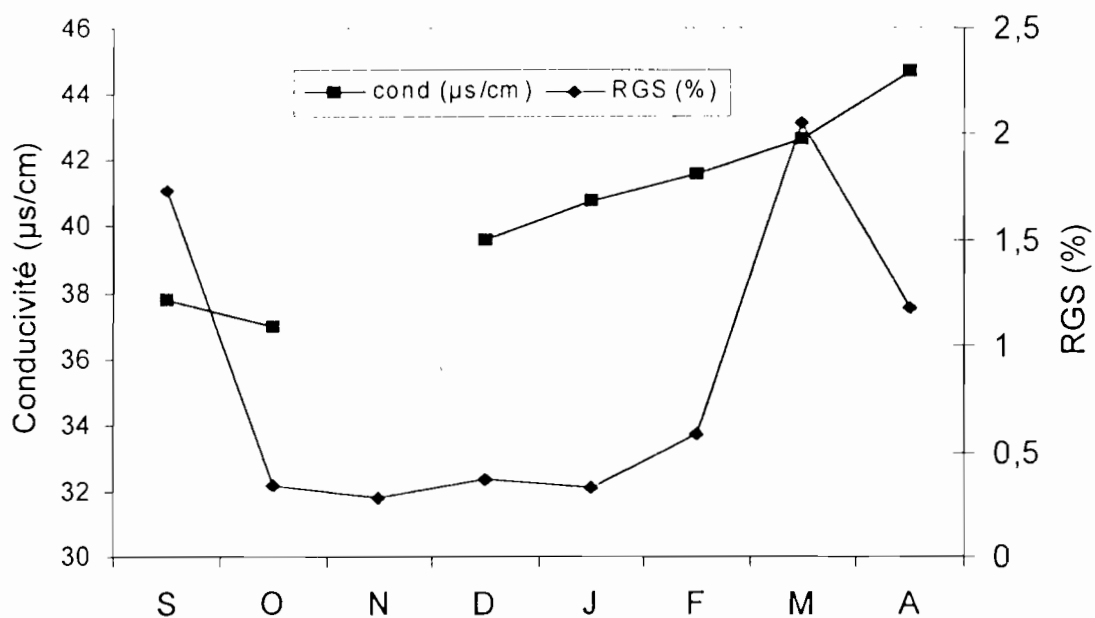


Figure 14b : Evolution comparée de la conductivité moyenne de l'eau et du rapport gonadosomatique de *O. niloticus* femelle

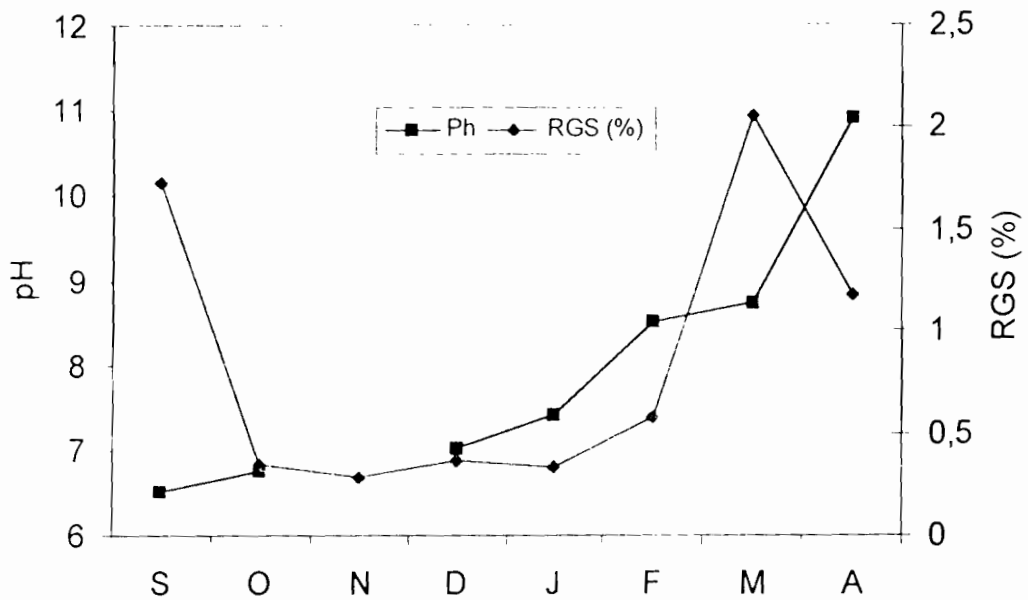


Figure 14c : Evolution comparée de la moyenne du pH de l'eau et du rapport gonado-somatique de *O.niloticus* femelle

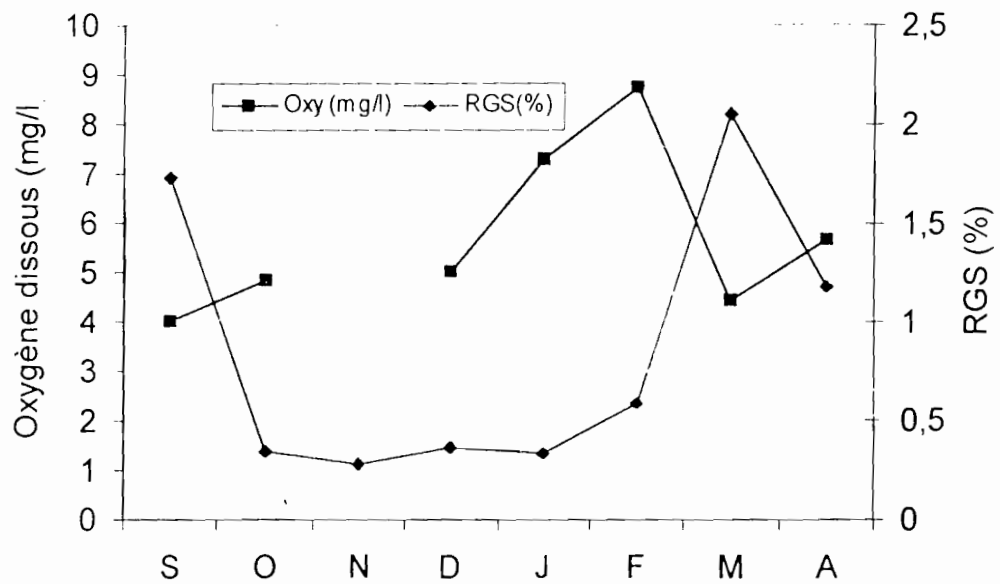


Figure 14d : Evolution comparée de la moyenne de l'oxygène dissous (mg/l) de l'eau et du rapport gonado-somatique de *O.niloticus* femelle

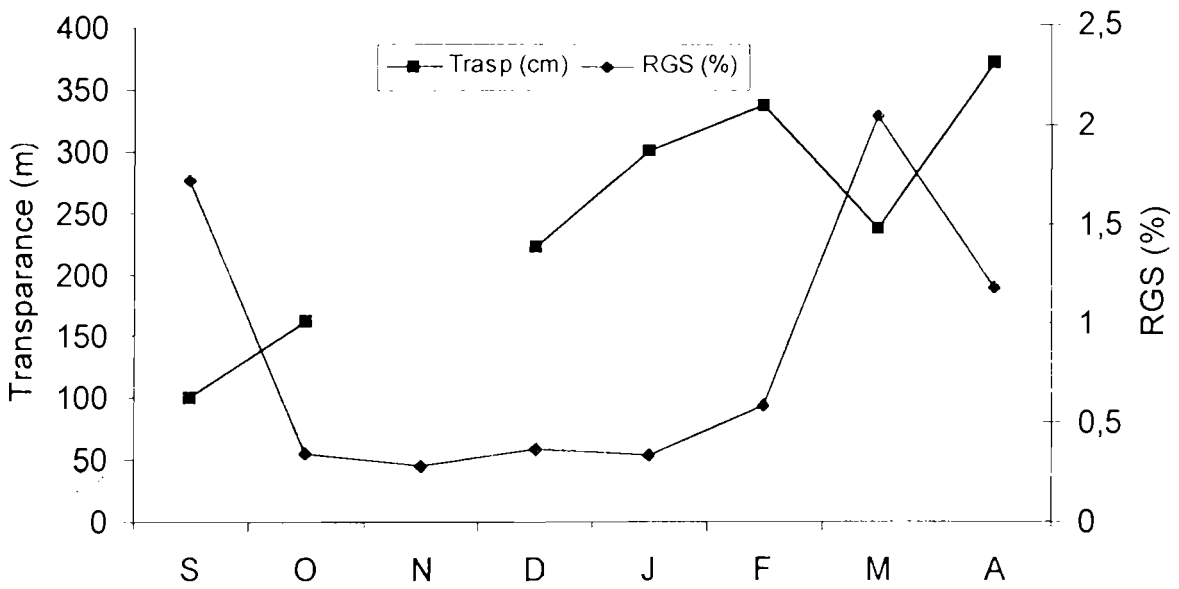


Figure 14e : Evolution comparée de la moyenne de la transparence de l'eau et du rapport gonado-somatique de *O.niloticus* femelle

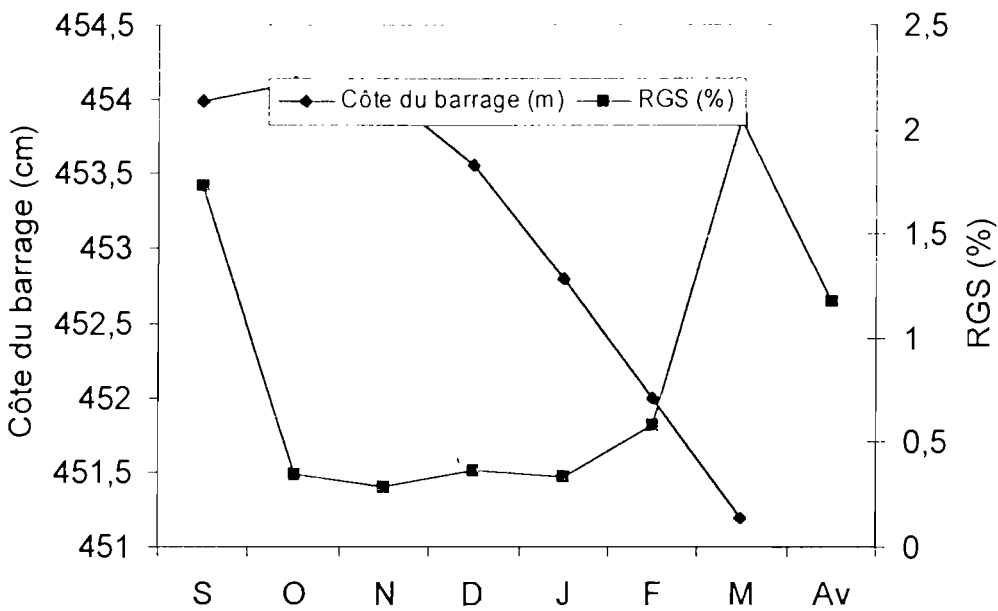


Figure 14f : Evolution comparée de la moyenne de la fluctuation du niveau d'eau et du rapport gonado-somatique de *O.niloticus* femelle

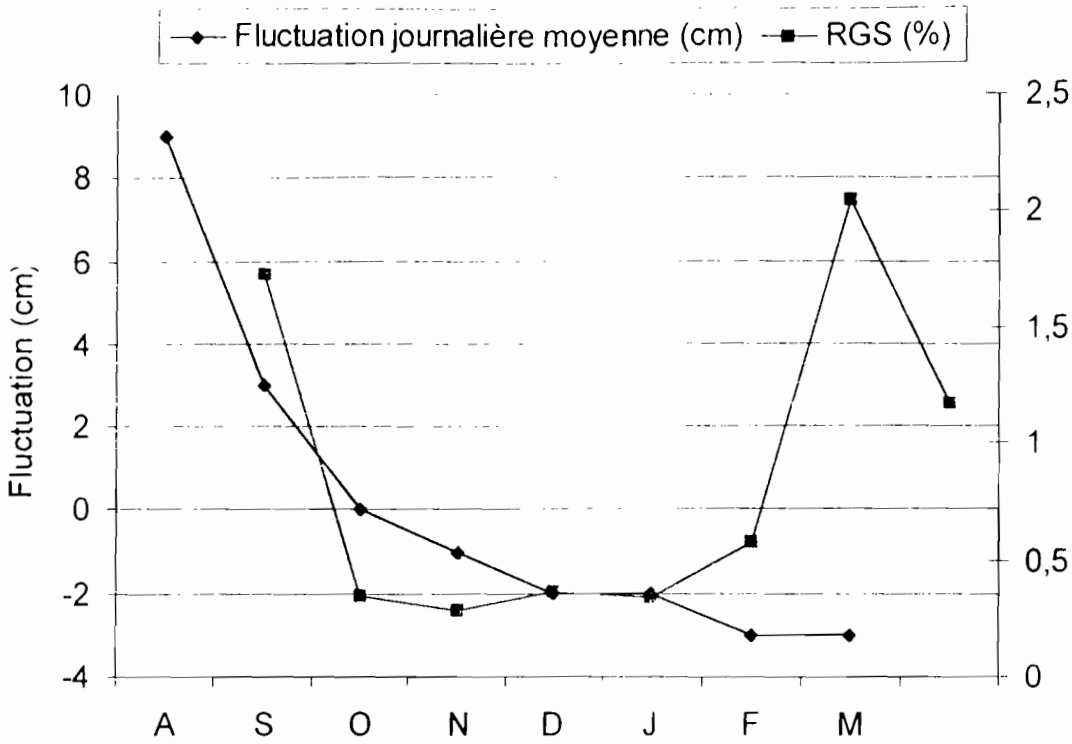


Figure 14g :Evolution comparée de la fluctuation journalière de la côte (cm) avec le RGS moyen mensuel des femelles de *O.niloticus* du lac de barrage de la Comoé.

III-1-2-3-Taille moyenne de première reproduction

Les données du mois d'août sont utilisées pour l'établissement de la taille moyenne de première reproduction.

Pour les femelles, cette taille est de 17,75 cm et de 21.28 pour les mâles (figure 15). Les stades sexuels du mois d'août ayant été déterminés par « striping », les valeurs ci-dessus doivent être confirmées par l'utilisation de l'échelle de détermination de l'état de maturité sexuel contenu dans le tableau 2. Les données du mois d'avril sont insuffisantes pour la détermination de L 50. Cependant, de nos observations directes des données du mois d'avril, les L 50 sont largement inférieures à celles trouvées en août.

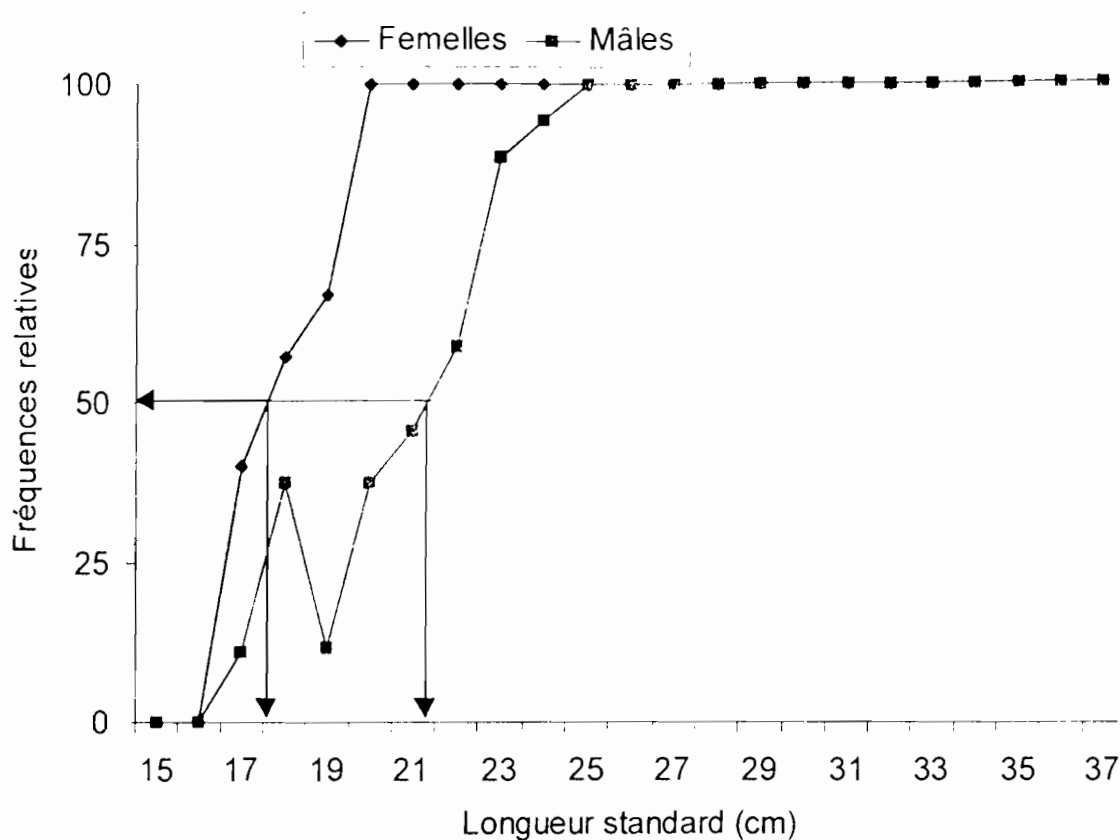


Figure 15 : Détermination de la taille de première reproduction (les flèches indiquent le niveau 50% et la L50 correspondante)

III-1-2-4 -pêches expérimentales

Au total trois pêches expérimentales ont été réalisées. Au cours de ces pêches, nous avons capturé au total 138 *O. niloticus* dont 107 individus de poids inférieur à 400 g et 111 poissons aux stades I et II. Ces pêches nous ont également permis d'établir les fréquences relatives de quatre (4) poissons prédateurs dans le plan d'eau et celle de *O. niloticus* par rapport à la capture totale. C'est ainsi que, la fréquence relative, de chacun des prédateurs pris individuellement est de loin supérieur à celle de *O. niloticus* sauf celle de *O. Clarias sp.* (Figure 16) qui est peut être lié à l'utilisation uniquement des filets de surface.

Il ressort que les filets de petits maillages tel que 10 mm et 15 mm pêchent exclusivement *H. fasciatus* et que les 45 à 80 mm capturent rien que *O. niloticus*. Les filets de maille de 22 mm, 27 mm et 32 mm pêchent ces deux espèces ; cependant les maillages de 22 mm capturent plus de *H. fasciatus* que de *O. niloticus* (figure 17)

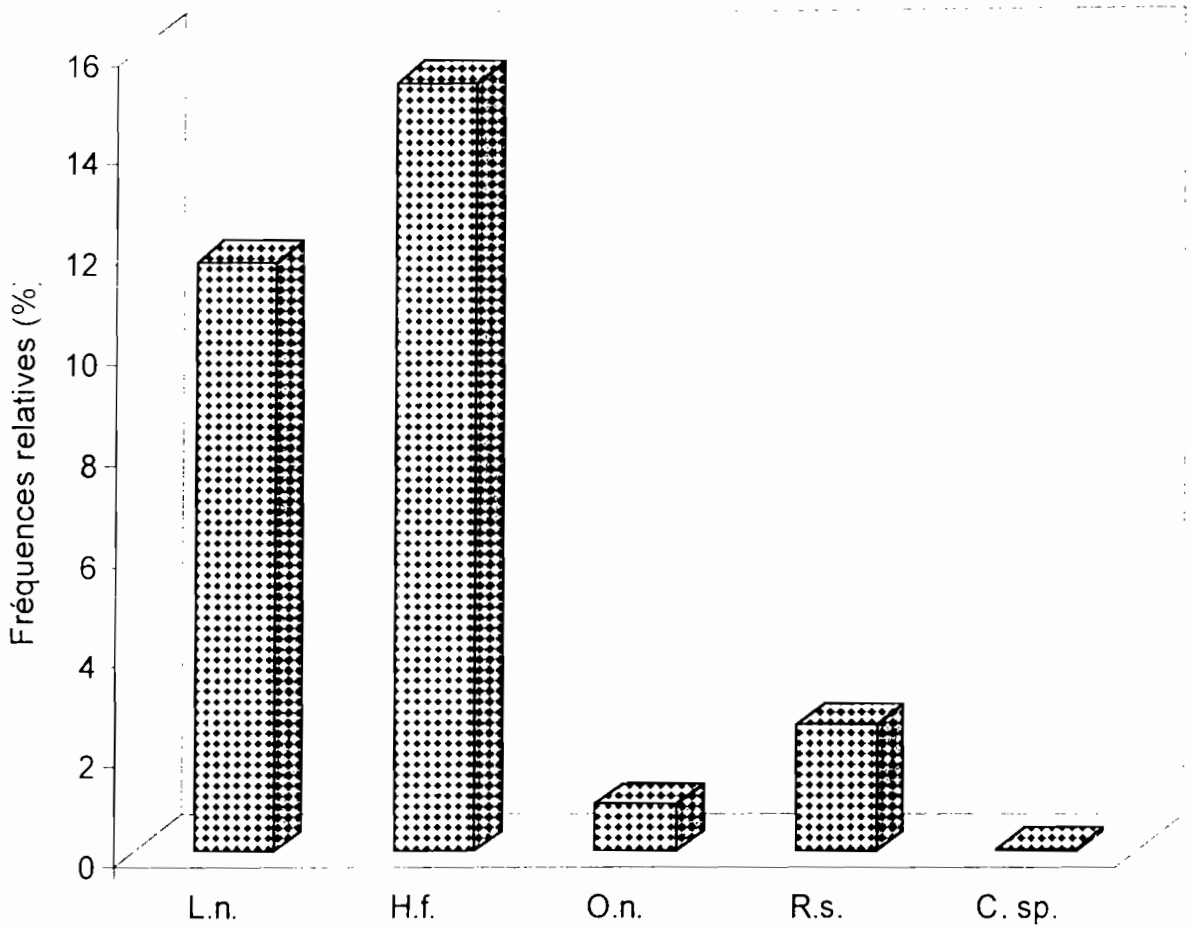


Figure 16: Fréquence relative de quatre (4) prédateurs *Lates niloticus* (L. n.), *Hemichromis fasciatus* (H. f.), *Raeamas senegalensis* (R. s.), *Clarias sp.*(C. sp.) de *O. niloticus* et de *O. niloticus* par rapport à la capture totale des pêches expérimentales

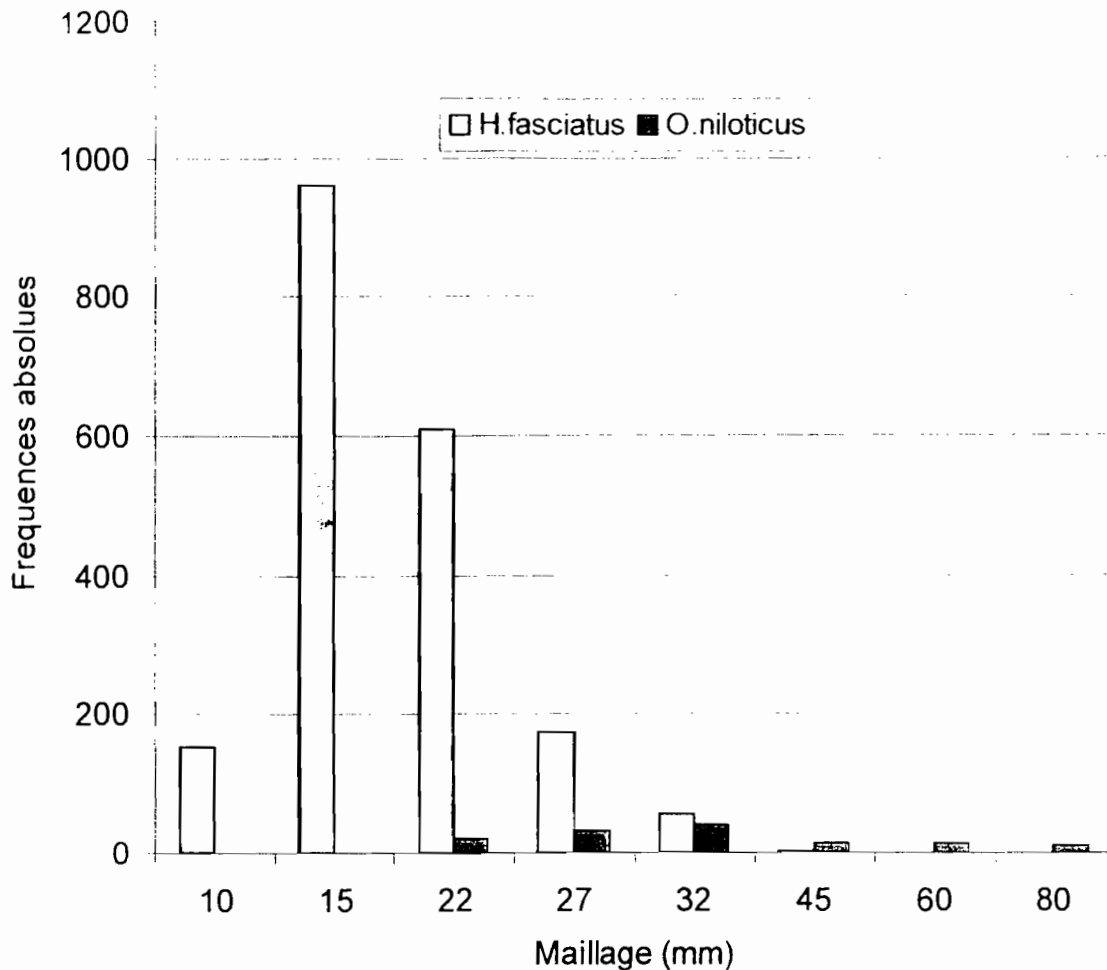


Figure 16 : Fréquence absolue de *H. fasciatus* et *O. niloticus* par maillage (mm)

III-2-DISCUSSION

Le suivi des variations spatio temporelles des paramètres physico chimiques de l'eau comme l'a indiqué **BENECH et DANSOKO (1994)**, est destiné à rattacher les événements biologiques à des changements de l'environnement. Les différentes phases du cycle de reproduction (maturation, ponte) peuvent ainsi être rattachées à des variations saisonnières de certains facteurs externes.

Les résultats des suivis mensuels des paramètres environnementaux dans le lac de barrage de la Comoé révèlent d'importantes variabilités. Nous avons donc essayé de mettre en évidence les éventuelles implications des variations de ces facteurs dans le cycle de reproduction de *O. niloticus*.

Tout au long de la période de suivi, les températures enregistrées dans le lac de barrage de la Comoé sont supérieures à la valeur minimale (22°C) requise pour la

reproduction de *O. niloticus* (KESTMONT, 1989). Dans ce barrage, d'après nos résultats, *O. niloticus* présente deux pics de reproduction. Le premier pic est situé en pleine saison pluvieuse avec des températures moyennes de l'eau comprise entre 26°(et 27°C. Ces températures se situent dans l'optimum thermique pour la reproduction de *O. niloticus* qui varie entre 25 - 28° (HUET et al. 1975). Cette période est aussi marquée par des fluctuations journalières élevées du niveau d'eau. Mais ce facteur ne semble pas avoir un impact sur la reproduction de *O. niloticus* dans ce lac. En effet à cette période, la côte du barrage est à son niveau le plus haut, conduisant à d'importantes inondations des zones côtières. Ces inondations, associées à la faible transparence de l'eau observée pendant cette période, semblent jouer un rôle plus importante dans la reproduction de *O. niloticus* dans le barrage. En effet la montée des eaux dans les arbres et herbes, permet aux alevins d'y trouver des sources de nourriture abondantes et d'abri contre la prédation (DURANT et LEVEQUE, 1981).

Le pH et l'oxygène dissous sont dans les limites favorables à la reproduction de *O. niloticus* ; le minimum de l'oxygène dissous requis étant 2 à 3 mg/l (ROSS et ROSS, 1983) et celui pour le pH de 7 à 8 (HUET, 1970). Cette période qui est relativement chaude est suivi d'une période froide dont la température moyenne de l'eau varie entre 23 et 25,5°C. Pendant cette période (décembre à février), contrairement aux mâles, très peu de femelles prêtes à se reproduire sont capturées. Les basses température semblent jouer un rôle inhibiteur dans la reproduction de *O. niloticus* comme cela a été déjà montré (BAROILLER et al., 1997). En effet la température affecte la durée de pré-ponte en augmentant ou en diminuant la « pression de reproduction » des mâles et en accélérant ou en diminuant la vitesse de synchronisation entre ceux-ci et les femelles (MELARD, 1986).

Le deuxième pic de reproduction apparaît en mars- avril, c'est à dire à la fin de la période froide où on observe une température moyenne de 24,3°C. A cette période, le pH avoisine 10, et est donc de loin supérieur au pH optimal de cette espèce. Néanmoins il faut noter que la reproduction ne peut être lié à un seul facteur, mais à l'interaction de tous les facteurs qui concourent à la vie d'une espèce. A cette même période nous observons des taux d'oxygènes qui sont de l'ordre de 4-5 mg/l donc supérieur au minimum requis, ce qui signifie que l'oxygène ne constitue pas un facteur limitant pour la reproduction de *O. niloticus*.

Toutefois, ce deuxième pic se situe dans la saison sèche où on observe de forts taux de marnage journalier et où la végétation est inexistante. De plus, nos résultats montrent une haute transparence de l'eau, et où les mêmes résultats révèlent l'existence d'une forte population de prédateurs, ce qui nous laisse penser que cette reproduction a beaucoup moins de chance d'être

un succès. Nous avons en effet noté qu'à cette période, contrairement à la saison pluvieuse, plusieurs oiseaux prédateurs fréquentent les rivages du fleuve. Aussi nous avons noté l'agglutination de nuage d'alevins soit en dessous des pirogues garées aux abords du barrage, soit en dessous des bois morts. De même, contrairement à la saison pluvieuse où les nids de reproduction de *O. niloticus* sont soit au tour des touffes de macrophytes ou en plein milieu des herbes, nous avons observé des nids disséminés, dans des zones totalement nues.

Vue les efforts énormes que *O. niloticus* déploie pour assurer le succès de cette deuxième reproduction, nous avons essayé de trouver les facteurs inducteurs de cette reproduction. Ainsi la comparaison de l'évolution du RGS des femelles avec celle de ces paramètres physico-chimiques montre :

Qu' au niveau des deux pics de reproduction, chacun de ces paramètres a subi des variations : la température de l'eau, l'oxygène dissous, le marnage journalier, le pH et la transparence ont chacun passé d'une valeur minimale à une valeur maximale. Les minima de ces paramètres coïncide avec les maxima du RGS et vis versa. La conductivité, quand à elle évolue dans le même sens que le RGS dans la première saison de reproduction tandis que dans la seconde, son évolution est contraire à celle du RGS. En assimilant le passage de la valeur maximale du RGS à sa valeur minimale à la ponte de *O niloticus*, nous pouvons suggérer que la ponte de cette espèce dans le lac est plutôt induite par les variations des paramètres physico-chimiques que par leur valeur absolue. Il est cependant particulièrement difficile d'isoler du fait des interactions entre les réponses à différents stimuli, un seul facteur inducteur de la ponte (GLASSER, 1999) . Toutefois, la transparence semble jouer un rôle important dans cette phase de la reproduction. En effet la transparence, en favorisant la pénétration de la lumière, entraîne un développement du phytoplancton, fournissant ainsi une ressource alimentaire aux alevins (GLASSER, 1999). En effet le poisson doit trouver le bon moment pour développer ses gonades : trop tôt, il perd de la croissance somatique potentielle et donc du potentiel de reproduction (relation taille / fécondité), trop tard il met en cause la survie des alevins ; il s'agit donc de maximiser la croissance avant la reproduction (MUNRO, 1990). Le bloom planctonique s'accompagne également d'un accroissement important de la matière organique en décomposition (LEVEQUE et QUENSIERE, 1988). Ce dernier constat pourrait expliquer la croissance du pH déjà signaler ci – dessus à travers la production de CO₂ qui rend basique le milieu.

On rencontre chez les mâles des individus sexuellement prêts à se reproduire sur toute la période d'études (août - avril). Ce qui est en accord avec les résultats de PLISNIER et al., (1988) sur le lac IHEMA (Rwanda). Ils ont en effet trouvé des individus mâles sexuellement

mûrs toute l'année. Ces résultats sont également en accord avec ceux de **KESTEMONT et al. (1989)** qui stipulent que la période de reproduction de *O. niloticus* est potentiellement continue pendant toute l'année, si la température de l'eau est supérieure à 22 °C. Ils ont par ailleurs noté que des pics d'activités reproductrices peuvent être induits par une augmentation de la photopériode et de l'intensité lumineuse, de la température de l'eau et du niveau d'eau.

L'importance de femelles sexuellement ^{immature ou} matures mais non mûres (100 %) en octobre, novembre et décembre suggère que cette période pourrait correspondre à la période de repos sexuel dans ce barrage. Cette période correspond au passage de la plus haute température (octobre) aux plus basses températures (novembre, décembre). La baisse de la température pourrait être à l'origine de l'inexistence d'individus ^mmatures dans les captures de cette période. En effet, **Melard (1986)** suspecte que la température de l'eau affecte la durée de la période de pré reproduction de manière indirecte, par exemple, en augmentant ou en diminuant la "pression de reproduction" des mâles et en accélérant ou ralentissant la vitesse de synchronisation entre ceux-ci et les femelles. Ce constat semble être en accord avec nos résultats car des mâles mûrs sont capturés pendant la période de novembre et décembre avec cependant une absence de femelles mûres. La température affecte la durée des inter- pontes par inhibition ou ralentissement de la vitellogenèse (**WOOTON, 1982**).

Cette observation est confirmée par le fait que la durée de la période nécessaire pour obtenir la première ponte est inversement proportionnelle à la température moyenne de l'eau, une augmentation de celle-ci ayant pour effet d'accroître la vitellogenèse (**MELARD, 1986**).

L'évolution des rapports gonado-somatiques moyens mensuels des *O. niloticus* mâles et femelles confirme les saisons de reproduction. En effet, la moyenne du RGS des femelles a chuté en octobre, puis est restée sensiblement constante jusqu'en janvier où elle a de nouveau augmenté jusqu'en mars, ce qui confirme bien la période de repos déjà signalée. Par contre la moyenne du RGS des mâles après la chute en octobre, est restée pratiquement constante jusqu'en avril, ce qui traduit une gamétogenèse stable. Cette période de repos coïncide avec les plus basses valeurs des paramètres physico chimiques, le début de la baisse du niveau d'eau du barrage et de la faible variation journalière du niveau d'eau.

Les saisons de reproduction pourraient donc se situer d'une part d'août à septembre, et d'autre part de janvier à avril avec deux pics, l'un en août et l'autre en avril.

Les zones de capture de *O. niloticus* indiqués par les pêcheurs d'une part et à travers nos pêches expérimentales d'autre part se situent pour la plus part des cas dans les zones littorales peu profondes.

Des études biologiques et écologiques faites sur les Cichlidae dans divers retenues d'eau. ont montré que les espèces qui la composent ont une distribution spatiale et temporelle en réponse aux conditions environnementales (**Philippart et Ruwet, 1982**). Dans la plupart, des cas ; ce comportement est lié à la disponibilité alimentaire convenable et à la protection de la jeune descendance des prédateurs (**Wudnech, 1998**). Les caractéristiques générales de la distribution spatiale de *O. niloticus* dans les lacs est leur restriction dans les zones littorales peu profondes (**Philippart et Ruwet, 1982**) Dans le lac Kaingi au Nigeria, **Ita (1978)** a observé que *Tilapia zillii*, *Oreochromis niloticus* et *Sarotherodon galilaeus* se rencontrent tous à une profondeur allant de 0 à 7 m. Dans le lac Tana, *O. niloticus* se confine dans les profondeurs allant de 0 à 6 m. Les captures des individus de petite taille dans les zones peu profondes est liée aux migrations journalières des juvéniles des zones fraîches la nuit vers les zones plus chaudes la journée et à la stabilité spatiale des adultes dans les zones fraîches et profondes (**Melard, 1986**). C'est une adaptation écophysologique permettant d'optimiser l'énergie (**Melard, 1986**). Ce comportement de *O. niloticus* pourrait expliquer la capture des petits individus pendant la période fraîche allant de novembre à janvier. Les adultes sont obligés de rompre avec cette stratégie pendant les périodes de reproduction car leur habitude de fraie les oblige à regagner les zones littorales où ils sont capturés. Cette contrainte à la migration littorale des géniteurs explique la capture des gros individus en août et septembre d'une part et en mars et avril d'autre part.

Dans le lac de barrage de la Comoé, *O. niloticus* mâles et femelles se reproduisent à une taille moyenne (longueur standard) respectivement de 17,75 et 21,28 cm. Dans différentes retenues d'eau, (**LOW-Mc CONNELL (1982)** ; **KOLDING (1983)** ; **ADMASSOU (1983)**) cité par **WUDNECH (1998)** ont trouvé chez *O. niloticus* des tailles de première maturation L50 variant entre 14 et 27 cm. Cette variation de L50 a été attribuée à divers facteurs dont principalement la pression de la pêche, les fluctuations du niveau d'eau, la taille des retenues d'eau et les variations de l'oxygène dissous. Dans le Golf Ferguson du Lac Turkana, la L50 de *O. niloticus* a passé de 39 à 26 cm dans une période de 29 ans (**KOLDING, 1993**). Une situation pareille a été observée sur la même espèce dans le Lac George en Uganda où la L50 est passée de 27,5 à 20 cm dans l'espace de 20 ans ; ce phénomène a été attribué à la pression de la pêche sur l'espèce.

Les résultats des pêches expérimentales, et la composition des espèces en présence dans le plan d'eau dénote une forte prédation. Les données sont très interpellateur avec la forte population de *Hemichromis fasciatus* qui selon **DAGET et DURAND (1981)**, est une espèce carnassière extrêmement vorace qui s'attaque à tous les poissons d'une taille inférieure à la

sienne. C'est aussi le constat de GRUBER. (1959) qui trouve que dès qu'il mesure 45 mm, *H. fasciatus* devient ichthyophage et commence à rechercher en étang les nuages d'alevins de tilapias et même de sa propre espèce. En grandissant *H. fasciatus* s'attaque à des proies de plus en plus grosses, sans pour autant négliger les nuages d'alevins. Selon GRUBER, *H. fasciatus* s'adresse déjà à des alevins fraîchement éclos, obligeant à le considérer comme un grand ennemi des étangs servant de frayères et de premier alevinage.

Quant au *Lates niloticus*, les adultes selon LAUZANNE (1998), sont presque exclusivement ichthyophages. Les espèces les plus couramment consommées, sont surtout les *Ciclidæ*, les *Characidae* (*alestes*, *hydrocynus*) et des *Schilbeidae*. Les *Clarias* sont des omnivores à tendance vorace. Ainsi, DAMAS, 1939 cité par HULOT, 1950 a trouvé dans le contenu stomacal de *Clarias lazera* des poissons de petites tailles (*Haplochromis* et *Tilapia*).

A cette pression ichthyophagique sur *O. niloticus* vient s'ajouter la pression humaine, les prédatons par les oiseaux. L'ensemble de ces prédatons est facilité par la transparence élevée de l'eau et l'absence de zones de refuge des alevins et de la frange jeune de l'espèce pendant la saison sèche. La pression humaine est surtout marquée non seulement par la pêche, mais aussi par sa fréquence dans les principales zones frayères mentionnées sur le plan de la retenue. En effet, tous les pêcheurs du groupement utilisent des filets maillant ; ces filets sont posés à pied dans la soirée et à une distance d'environ 10 à 40 m en moyenne de la berge. Toute les zones non interdites sont intensément exploitées. Ainsi les géniteurs qui sont obligés de regagner la zone littorale pour le fraie sont littéralement pris par les filets ; c'est pourquoi pendant les périodes de reproduction, la capture des individus aux stades III et IV est élevée. L'espèce étant introduite, le stock de géniteurs pourraient être exterminé si les conditions de sa résilience ne sont pas assurées.

La zone actuellement réservée à la reproduction d'*O. niloticus* délimitée par les pêcheurs n'est pas la meilleure pour plusieurs raisons :

- Comme l'a souligné KESTEMONT (1989), pendant la période de reproduction, les adultes migrent vers la zone littorale peu profonde et les mâles se rassemblent en arène de reproduction sur une zone en pente faible à substrat meuble, sablonneux ou argileux. Or, la zone protégée par les pêcheurs a une pente très forte du fait de sa proximité de la digue.

- Aussi, vu la stabilité de cette zone et vu sa profondeur et l'inexistence d'abris pour les alevins, même s'il y a une reproduction, la frange jeune fera l'objet d'une intense prédation ichthyophagique. Cette situation a été déjà observée dans le lac Edouard et à la Haute Semliki (milieu libre) où des coups de filets dans les endroits réservés depuis des années par rapport à ceux non réservés, montrent une "concentration anormale de prédateurs de grande taille" ; Or

ces endroits sont reconnus comme fréquentés pour les ordres II (*Tilapia nilotica*) pour la fraie et habité par les stades juvéniles de ces poissons (HULOT, 1956).

Des résultats de la présente étude, il ressort que les conditions physico chimiques du lac de barrage de la Comoé sont favorables à la reproduction de *O. niloticus*. En témoin la présence des individus matures dans les différentes captures et le grand nombre de nuages d'alevins de *O. niloticus* observés dans le plan d'eau. La frange juvénile est bien présente dans la période de notre étude, car contrairement aux constats des pêcheurs d'une part dans leurs captures et de l'équipe technique du Projet GPSO à travers leurs pêches expérimentales d'autre part de l'inexistence de cette frange, nous avons dans l'ensemble de nos échantillonnages trouvé 688 (422 mâles et 266 femelles) individus de taille < à L50 et 805 individus au stade I et II sur un ensemble de 1347 individus de l'espèce capturés. Il n'est cependant pas exclu que les constats des pêcheurs et de l'équipe technique restent une réalité pour les années antérieures. En effet, compte tenu des fluctuations de la côte du barrage de 1991 à 1999, il y a de forte chance que cette situation ait pu avoir lieu. En effet, WILLIAMS (1972) a montré que la réussite d'une saison de ponte, estimée par le rendement de la pêche deux ans plus tard est directement proportionnelle à l'importance de l'inondation des zones temporaires. De 1996 à 1998, la côte du barrage a continuellement baissé entraînant donc une zone d'inondation peu importante au cours de ces années. Pourtant, comme l'a indiqué LEVÊQUE et QUESNIERE (1988), lors de la crue, l'inondation des marais ou des prairies côtières est une source d'enrichissement et offre des conditions favorables (abris en particulier) pour le développement des alevins. L'importance des zones d'inondation a été illustrée par l'exemple des "tilapias" du lac Mweru qui se reproduisent de préférence, voir uniquement (*O. macrochir*) dans les marais du Delta de la rivière Luapula pendant les hautes eaux, alors que le reste de l'année ils colonisent les eaux libres du lac où ils sont exploités.

Il a été aussi démontré que les premières années d'existence des retenues artificielles sont marquées par de fortes productions exploitées, puis leur diminution restent marquées dans les années ultérieures. Ainsi, les travaux de JACKSON (1961) sur *Hydrocinus vitatus* du lac Kariba, montrent que ce constat est lié à la croissance. Il y a une accélération de la croissance les premières années dans les lacs nouvellement formés, puis un retour aux valeurs obtenues avant la construction du barrage 5 et 6 ans après la mise en eau (MERONA et al., 1988)

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Comme l'a déjà signalé, l'équipe technique du Projet GPSO, le lac de barrage de la Comoé, a un fort marnage journalier et mensuel ; la variation journalière va de -4 cm à 8,5 cm. En 1999 on a une amplitude de variation de la côte de 6,04 m. Ces variations sont commandées par les précipitations et les irrigations de la canne à sucre de la SOSUCO à Bérégadougou. La température moyenne minimale et maximale de l'eau sont respectivement de 23,5 ° C et de 30,5 ° C (en surface). Les plus basses températures sont enregistrées en novembre, décembre, janvier, et mars. Comme dans la plus part des retenues d'eau du Burkina Faso, on observe pas de stratification dans le barrage.

Le pH du lac reste dans les limites de tolérance de *O. niloticus* ; le minimum étant de 6,52 contre un maximum de 10,9.

L'oxygène dissous à un minimum de 5,82 mg/l et un maximum de 10,93 mg/l

Le pH, la conductivité et la transparence les plus basses sont enregistrées pendant les plus hautes eaux tandis que les plus hautes valeurs se rencontrent en cours d'étiage.

les paramètres physico chimiques sont dans l'ensemble favorables à la reproduction de *O. niloticus*.

En ce qui concerne la reproduction, la taille de première maturité chez les mâles est de 21,28 cm (longueur standard) et chez les femelles de 17,75 cm (longueur standard). Il serait souhaitable de vérifier cette taille de première maturité à partir de la dissection des poissons.

L'étude de la reproduction basée sur l'évolution de la maturité sexuelle observée par deux (2) types de graphiques complémentaires permet de repérer deux périodes de reproduction : une première plus intense en août- septembre et une deuxième moins intense en mars- avril. Pendant les autres mois, une proportion variable de la population de *O. niloticus* présente des potentialités reproductrices avec cependant une période de repos situé entre septembre et février. Cette période de repos est caractérisée par la capture d'individus de petites tailles contre une capture de gros spécimen pendant les périodes de reproduction.

Les zones de frayère, essentiellement localisées dans les zones peu profondes du Nord-Est, Nord-Ouest et Sud-Est du barrage sont matérialisées sur la carte du plan d'eau. La distribution spatio-temporale ainsi que les habitudes de fraie de *O. niloticus* restent inchangées à savoir : occupation des zones littorales peu profondes.

La présence d'une population élevée de prédateurs est signalée dans le plan d'eau à partir de nos observations directes et des pêches expérimentales.

Si les conditions physiques et chimiques du lac sont dans l'ensemble favorables à la reproduction de *O. niloticus*, il existe cependant d'énormes problèmes de recrutement pour la descendance jeune de cette espèce. Nous attribuons ce problème de recrutement à l'action conjuguée des fluctuations du niveau d'eau du barrage, des prédateurs et de l'action de l'homme.

Ainsi, dans le cadre de la gestion et de l'exploitation du lac piscicole de la Comoé, ces facteurs doivent être pris en considération. De ce fait, les zones de frayère déterminées doivent être particulièrement protégées des actions de pêche notamment pendant les périodes de reproduction. Cette disposition s'avère très importante du fait que l'effort des pêcheurs est surtout concentré sur une bande de largeur moyenne d'environ 50m de la rive. Or cette bande est la zone de prédilection pour les géniteurs et les alevins. Les périodes de reproduction doivent être bien définies après une étude sur un (1) ou deux (2) cycles de reproduction.

Compte tenu de la forte fluctuation du niveau d'eau qui réduit dans le temps et dans l'espace, les zones d'inondations qui constituent les principales zones de développement et d'abris des alevins, les dispositions suivantes doivent être prises :

- Le retrait de l'eau doit faire l'objet d'un suivi afin de déterminer pendant les périodes de reproduction les zones de reproduction qui sont mouillées. Au niveau de ces zones mouillées, compte tenu de l'absence de macrophytes au cours de l'étiage, des abris artificiels tel que des "acadja" peuvent être installés pour permettre aux jeunes descendances de se développer et d'échapper aux prédateurs. Aussi, compte tenu de la sélectivité des filets vis-à-vis de *O. niloticus* et de *H fasciatus*, des séances de pêche aux petits maillages doivent être périodiquement organisées et cela en dehors de la saison de reproduction de *O. niloticus*.

ANNEXES

ANNEXE 1														
MOYENNES ET ECARTYPE DES PARAMETRES PHYSICO-CIMIQUES ECHANTILLONNEES EN PROFONDEUR														
	jours	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	moyenne	écartype
PROF août 99	T.eau (°C)	28	25,8	24,9	26,4	26,5	25,5	27,8	28,6	27	26,3	26,4	26,65454545	1,115673462
	Oxy (mg/l)	5,7	9,4	8,8	4,6	4,8	9,3	6	5,4	5,7	7,8	6,3	6,709090909	1,789667313
	Oxy (%)	77	140	127	68	74	120	95	66	80	95	96	94,36363636	24,96106058
	Ph	8,77	10,3	9,58	6,7	7,1	7,22	7,28	6,95	6,95	7,69	7,46	7,818181818	1,19311205
	cond (µs/cm)	37	38	38	38,4	38,6	34	51	38	38,7	36	37	38,60909091	4,335078903
	jours	1	2	3	4	5	moyenne	écartype						
PROF SEPT 99	T.eau (°C)	26,6	25,4	25,2	26	27,5	26,14	0,937016542						
	Oxy (mg/l)	5,4	5,4	3,8	2,3	3,2	4,02	1,36821051						
	Oxy (%)	85	80	63	36	45	61,8	21,32369574						
	Ph	7,1	6,5	5,7	6,8	6,5	6,52	0,521536192						
	cond (µs/cm)	37,7	38,1	39	37,1	37	37,78	0,81670068						
	jours	1	2	3	4	moyenne	écartype							
PROF oct 99	T.eau (°C)	29,6	30	29,5	30,7	29,95	0,544671155							
	Oxy (mg/l)	5,7	5,9	5,5	2,27	4,8425	1,722756996							
	Oxy (%)	74	90	72	54	72,5	14,73091986							
	Ph	7,25	5,53	6,95	7,25	6,745	0,822253002							
	cond (µs/cm)	36,9	37,4	36,3	37,4	37	0,522812905							
	jours	1	2	3	4	moyenne	écartype							
PROF déc 99	T.eau (°C)	25	23,4	24,4	23,8	22,6	23,84	0,920869135						
	Oxy (mg/l)	4,7	4,5	5,1	6,1	4,6	5	0,655743852						
	Oxy (%)	48	55	64	78	52	59,4	11,9498954						
	Ph	6,83	7,1	6,84	7,2	7,16	7,026	0,177988764						
	cond (µs/cm)	42,4	43,6	39	41,3	31,7	39,6	4,730221982						
	jours	1	2	3	4	moyenne	écartype							
PROF janv 00	T.eau (°C)	23,4	23,8	25,3	22,9	23,85	1,034408043							
	Oxy (mg/l)	7,8	8,2	7,4	5,8	7,3	1,051982256							
	Oxy (%)	93	102	91	70	89	13,54006401							
	Ph	7,7	7,6	7,13	7,16	7,3975	0,294660822							
	cond (µs/cm)	43	38	41,4	40,6	40,75	2,087262961							
	jours	1	2	3	moyenne	écartype								
PROF fev 00	T.eau (°C)	23,6	25	26	24,86666667	1,205542755								
	Oxy (mg/l)	11,5	7,4	7,4	8,766666667	2,367136104								
	Oxy (%)	138	96	99	111	23,43074903								
	Ph	7,84	8,8	8,88	8,506666667	0,578734251								
	cond (µs/cm)	41,7	41,8	41,3	41,6	0,264575131								
	jours	1	2	3	moyenne	écartype								
PROF mars 00	T.eau (°C)	23,13	24,35	23,03	23,50333333	0,734917639								
	Oxy (mg/l)	4,73	3,9	4,56	4,396666667	0,438444219								
	Oxy (%)	49,6	47	56	50,86666667	4,631774318								
	Ph	8,38	8,85	8,94	8,723333333	0,300721355								
	cond (µs/cm)	43,46	42,8	41,66	42,64	0,910604195								
	jours	1	2	moyenne	écartype									
PROF avril 00	T.eau (°C)	28,6	28,7	28,65	0,070710678									
	Oxy (mg/l)	5,1	6,2	5,65	0,777817459									
	Oxy (%)	70	90	80	14,14213562									
	Ph	10,93	10,86	10,895	0,049497475									
	cond (µs/cm)	45,3	44,1	44,7	0,848528137									

ANNEXE 2

MOYENNES ET ECARTYPES DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES ECHANTILLONNEES EN SURFACE

	jours	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	moyenne	écartype	
		août-99	Température de l'air (°C)	25,9	23,3	27,1	24	23,7	23,1	35,8	25,8			29,8
	Transparence(cm)	75	60,5		80	90,5	64		70,5	80	60		72,5625	10,8181
	Température de l'eau(°C)	26,3	24,9	26	26,3	26,3	25,7	26,6	27	27	26,6	26,9	26,327273	0,626244
	Oxygene (mg/l)	6,6	10,3	11,5	6,1	7,2	10,9	5,9	6,4	7,8	9,8	9,1	8,3272727	2,060141
	Taux de saturation oxy (%)	100	149	149	92	112	158	83	90	117	145	119	119,45455	26,9717
	Ph	8,6	10,4	8,42	5,65	6,05	7,57	6,72	7,11	6,8	6,7	6,69	7,3372727	1,350985
	Conductivité(µs/cm)	37	37	37	38,2	38,3	33	36	37,7	38,3	36	38,6	37,009091	1,608387

	jours	1	2	3	4	5	moyenne	écartype
		sept-99	Température de l'air (°C)	26	27	26,8	26,9	28
	Transparence(cm)	70	70	90	130	140	100	33,1662
	Température de l'eau(°C)	25,8	26,3	26	26,5	27,8	26,48	0,78549
	Oxygene (mg/l)	8,1	6,6	5,8	4,1	4,5	5,82	1,6208
	Taux de saturation oxy (%)	128	102	87	60	71	89,6	26,7264
	Ph	7,4	6,9	6,2	7,2	6,9	6,92	0,45497
	Conductivité(µs/cm)	36,6	36,9	36,8	36,8	37,1	36,84	0,18166

	jours	1	2	3	4	moyenne	écartype
		oct-99	Température de l'air (°C)	31,5	30,5	33,9	31,1
	Transparence(cm)	160	150	175	165	162,5	10,4083
	Température de l'eau(°C)	29,8	30,3	30,9	31	30,5	0,55976
	Oxygene (mg/l)	9	8,6	9	8	8,65	0,47258
	Taux de saturation oxy (%)	129	127	126	114	124	6,78233
	Ph	6,93	5,59	6,98	7,3	6,7	0,75794
	Conductivité(µs/cm)	36,7	37,4	36,7	37,1	36,975	0,34034

	jours	1	2	3	4	5	moyenne	écartype
		déc-99	Température de l'air (°C)	26	27,2	22,7	22,6	24
	Transparence(cm)	210	170	220	280	230	222	39,6232
	Température de l'eau(°C)	25,6	26,6	25,2	24,1	23,6	25,02	1,19666
	Oxygene (mg/l)	5,4	7,1	6,3	7,3	6,2	6,46	0,76354
	Taux de saturation oxy (%)	68	92	75	88	72	79	10,4403
	Ph	7,1	7,7	6,99	6,66	6,98	7,086	0,3805
	Conductivité(µs/cm)	39,6	39,5	37	39,7	39,9	39,14	1,2054

ANNEXE 2 (suite)

MOYENNES ET ECARTYPES DES PARAMETRES PHYSICO-CIMIQUES ECHANTILLONNEES EN SURFACE

	jours	1	2	3	4	moyenne	écartype
janv-00	Température de l'air (°C)	25,8	30	28	26,8	27,65	1,80647
	Transparence(cm)	370	330	230	270	300	62,1825
	Température de l'eau(°C)	23,9	25,6	26,4	24,9	25,2	1,06145
	Oxygene (mg/l)	11,2	10,9	11	6,7	9,95	2,17025
	Taux de saturation oxy (%)	147	133	135	112	131,75	14,5459
	Ph	7,84	7,1	7,54	7	7,37	0,39141
	Conductivité(µs/cm)	39,8	37	38,6	40,9	39,075	1,67207

	jours	1	2	3	moyenne	écartype
févr-00	Transparence(cm)	400	300	310	336,6667	55,07571
	Température de l'eau(°C)	23,5	25,8	26,3	25,2	1,493318
	Oxygene (mg/l)	12,7	11	9,1	10,93333	1,800926
	Taux de saturation oxy (%)	151	140	113	134,6667	19,55335
	Ph	8,46	8,9	8,9	8,753333	0,254034
	Conductivité(µs/cm)	41,1	41,6	40,7	41,13333	0,450925

	jours	1	2	3	moyenne	écartype
mars-00	Température de l'air (°C)	25	24,9	24	24,63333	0,550757
	Transparence(cm)	340	160	210	236,6667	92,91573
	Température de l'eau(°C)	24	24,2	23,9	24,03333	0,152753
	Oxygene (mg/l)	4,16	4,25	5,73	4,713333	0,881608
	Taux de saturation oxy (%)	58,66	57,5	65,33	60,49667	4,225782
	Ph	8,74	8,8	8,82	8,786667	0,041633
	Conductivité(µs/cm)	41,86	41,5	40,53	41,29667	0,68792

	jours	1	2	moyenne	écartype
avr-00	Température de l'air (°C)	28,3	23,6	25,95	3,323402
	Transparence(cm)	400	340	370	42,42641
	Température de l'eau(°C)	30,1	28,5	29,3	1,131371
	Oxygene (mg/l)	5,5	7,2	6,35	1,202082
	Taux de saturation oxy (%)	75	93	84	12,72792
	Ph	10,7	10,97	10,835	0,190919
	Conductivité(µs/cm)	44	43,8	43,9	0,141421

ANNEXE 3

EXEMPLAIRE DE FICHE DE COLLECTE DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

Date																								
Temps																								
Vent																								
Lune																								
Niveau d'eau																								
Pression atmosphérique (mbar)																								
Température de l'air (°C)																								
Heure																								
Paramètres																								
Transparence (cm)																								
Lieu de prélèvement de l'échantillon	AVAL		AMONT		AVAL		MILIEU		AMONT		BORDURE		MILIEU		AMONT		AVAL		MILIEU		AMONT		BORDURE	
Profondeur de prélèvement de l'échantillon	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F
Température (°C)																								
Oxygène (mg/l)																								
Taux de saturation de l'oxygène (%)																								
pH																								
Conductivité (µs/cm)																								
Observations																								

ANNEXE 4

EXEMPLAIRE DE FICHE DE COLLECTE DES DONNEES BIOLOGIQUES

pêcheur	date	zone pêchée	N°	bouche des femelles		maturité		Lst	pdscorp	pdsgndf	pdsgndfch	RGS
				œufs	alevins	mâle	femelle					

pdscorp= poids corporel (g)
 pdsgndf= poids des gonades formolées (g)
 pdsgndfch =poids des gonades fraîches (g)
 RGS = rapport gonado sommatique (%)

BIBLIOGRAPHIE

- BAIJOT, E., MOREAU, J. Et BOUDA, S., 1994 – Aspects hydrobiologiques et piscicole des retenus d'eau en zone soudano-sahélienne- cas du Burkina Faso C.T.A., 250P
- BAROILLER, J. F., D. DESPREZ, Y. CARTERET, P. TACON, M.C. HOAREAU, C. MELARD et B. JALABERT, 1997-Influence of environmental and social factors on the reproductive efficiency in three tilapia species, *Oreochromis niloticus*, *O. aureus* and the red tilapia (Red florida Strain). In K. Fitzsimmons (ed), proceedings of the fourth international symposium on tilapia in aquaculture, 9-12 november. 1997, Orlando, Florida, USA, PP. 238-252
- BALARIN, J.D. ET HATTON J. P., 1979 – *Tilapia*. A guide to their biology and culture in Africa. Unit of Aquatic pathobiology, University of Sterling, Scotland
- BENECH, V., 1990 – Contribution à la connaissance de la reproduction de quelques espèces d'intérêt halieutique dans le Delta Centrale du Niger. In ORSTOM-IER, étude halieutique du Delta Centrale du Niger. Actes de l'atelier de Bamako, 20-23 novembre 1990 ; 16pp.
- BENECH, V. et OUATTARA, S., 1990 : Rôle des variations de conductivité de l'eau et d'autres facteurs externes dans la croissance ovarienne d'un poisson tropical, *Brycinus teuciscus*, (Characidae). Aquat. Living Resour., 3, pp. 153-162.
- BENECH, V. ; DANSOKO, D. F., 1994-Reproduction des espèces d'intérêt halieutique. In QUENSIERE, J. (éds), 1994-La pêche dans le Delta Centrale du Niger, Vol ; 1, Paris, ORSTOM-IER. P. 213-228
- DADGET J. et ECOUTIN J.M., 1976. Modèles mathématiques de production applicables aux poissons tropicaux subissant un arrêt annuel prolongé de croissance. Cahier ORSTOM, série Hydrobiologie, Vol. VIII (2) : 59 -69
- DAGET, J. et DURAND, J.R., 1981- « POISSON » In DURAND, J. R. et LEVEQUE, C., 1981- Flore et Faune Aquatique de l'Afrique Sahelo-Soudaniennes. ORSTOM. Doc. Tech. (45). P. 687-772.

- De BONT, J., 1951- Rapport annuel n°4 (1951) et n°5 (1952-1953) de la Station de Recherche Agricole : in Bulletin Agricole du Congo Belge Vol. XLX n°5 octobre 1954. P.1315-1348.
- De KIMPE, P., 1964 – Contribution à l'étude hydrobiologique de Luapula-Möero. Annales du Musée Royale de l'Afrique Centrale, Tervuren. Belgique, Série Zoologie, 128 : 1-238.
- DUPONCHELLE, F., 1997 – Reproduction du Tilapia (poissons, cichlidae) *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) dans les retenues artificielles de Côte d'Ivoire : Analyse comparative des modalités de reproduction et approches expérimentales de leur déterminisme. Thèse de doctorat d'état.
- DURAND, J-R. LEVEQUE C. , 1981 – Flore et Faune aquatiques de l'Afrique Sahélo-Soudanienne. ORSTOM, Paris, Tome 2.
- F.A.O.,1994- Développement de la pêche et formation des pêcheurs au Burkina Faso.Rapport terminal. Projet GCP/BKF/035/AGF.
- GLSSER F.,1999 – Reproduction et facteurs environnementaux en zone tropicale. Synthèse bibliographique. D. E. A. Biologie et Production Animale. Option Biologie Aquacole. Université de Rennes.30 P
- GEORGE, T.T., 1976 – Observation on the growth of *Tilapia nilotica* L .in tropical freshwater fish ponds treated with different fertilizers. Paper presented at the F.A.O./ C.I.F.A. Symposium on Aquaculture in Africa, 30 sept.- 2 oct. 1975 Accra, Ghana C.I.F.A/75/SE 11, 16p. F.A.O.,Rome.
- GUINKO, S., 1984- Végétation de la Haute Volta. Thèse de doctorat d'état.
- GRUBER, R. et MATHIEU, Y., 1959- *Hemichromis fasciatus* et la pisciculture. In Bulletin d'Information de l'Institut National pour l'Etude Agronomique du Congo Belge (INEAC), Vol. VIII, n°2 avril 1959. P. 421-435.
- HUET M, 1970 – Traité de pisciculture. Ed. Ch. de Wyngaert, Bruxelles, 718 p

- HULOT, A., 1950-Le régime alimentaire des poissons du Centre Africain - intérêt éventuel de ces poissons en vue d'une zootechnie économique. In Bulletin Agricole du Congo Belge 1950, Vol. XLI n°1 P. 145-176.
- HULOT, A.,1956-Aperçu sur la question de la pêche industrielle au Lac Kivu, Edouard, et Albert in In Bulletin Agricole du Congo Belge 1950, Vol. XLVII n°4 P. 815-882.
- ITA, E. O. – 1978 – An analysis of fish distribution in Lake Kainji, Nigeria. Hydrobiologia 58 : 233-344.
- JACKSON P.B.N.,1961 – Kariba Studies Ichthyology.The fish of the Middle Zambezi. Manchester University Press. 36p.
- KESTEMONT, P. ;MICHA, J. C. ; FALTER, U., 1989- Les méthodes de production d'alevins de *Tilapia nilotica*. FAO/PNUD – Programme de mise en valeur et de coordination de l'aquaculture. ADCP/REP/89/46. 131 P.
- KOLDING, J. , 1993 – Population dynamics and life-history styles of Nil tilapia, *Oreochromis niloticus* ; in Ferguson's Gulf, Lake Turkana, Kenya. Environmental Biology of Fishes 37 : 25-46
- LAUZANNE, L. ,1988-Feeding habits of african freshwater fishes. In LEVEQUE, C. ; BRUTON, M.N. ;SSENTONGO, G. W., 1988- Biologie and Ecology of African Freshwater Fishes, P. 221- 233
- LAW-MC CONNELL, R. H., 1958- Observations on the Biology of *Tilapia niloticus* L. IN East African Waters. Rev. Zool. Bot. Afr. 57 : 129-170
- LAW-MC CONNELL, R. H.1982 – Tilapia in fish communities, p. 83-113 in RSV Pullin et R.H. Lowe –McConnell (éds). The biology and culture of tilapias. ICLARM Conference proceeding 7, 432p. International Center for living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines.
- LEGENDRE, M. and ECOUSTIN, J.M., 1996- Aspects of the reproductive strategy of *Sarotherodon melanotheron* : comparaison between a natural population (Ebrie Lagon, Cote d'Ivoire) and different cultured population, pp. 320-325. In R.S.V.

Pullin, J. Lazard, M. Legendre, I.B. Amon Kothia and D. Pauly (éds). The third international symposium on Tilapia and aquaculture. ICLARM Conf.Proc. 41, 575 PP.

LEVÊQUE,C., PAUGY,D.et TEUGELS. G.G. 1992, Flore et Faune aquatiques de l'Afrique Sahelo-Soudanienne. ORSTOM, Pars, Tome 2

LEVÊQUE,C., PAUGY,D.et TEUGELS, G.G. 1992.- Faune des Poissons d'eau douce et saumâtre de l'Afrique de l'Ouest. Faune Tropicale XXVIII, ORSTOM Paris Tome 2.

LEVEQUE, C. ; J. QUENSIERE, 1988 - Peuplements Ichtiologiques des lacs peu profonds. In : LEVEQUE, C. ; BRUTON M.N. ; et SSENTONGO, G.W. (éds), Biologie et Ecologie des Poissons d'eau douce Africains. Paris, ORSTOM Coll. Trav. Et Doc. 216 : 303-324.

MAGID, A. et M.M.BABIKER, 1975- Oxygen consumption and respiratory behaviour of tree Nil feshes. Hydrobiologia, 46 :359-367.

MELARD, Ch. et J.C.PHILIPPART, 1981a- Pisciculture intensive du Tilapia *Sarotherodon niloticus* dans les effluents thermiques d' une centrale nucléaire Belgique P 637-658. In proceedings word symposium on aquaculture in heated effluents and recirculation systems, Stavanger, 28-30 May 1980, Vol.1, Berlin.

MELARD, Ch. et J.C. PHILIPPART, 1981b- La production de Tilapia de consommation dans les rejets industriels d'eau chaude en Belgique. Cahiers d'Ethol. Appl., 2, Suppl. 2 : 122p.

MELARD, Ch., 1986- Recherche sur la biologie d'*Oreochromis (Tilapia) niloticus* L. (piscies Cichlidae) en élevage expérimental : reproduction, croissance, bioénergétique. Thèse de doctorat en Sciences Zoologiques, Université de Liège, 192 pages.

MENORA B. de, HECHT T. et MOREAU J., 1988 – Croissance des poissons d'eau douce african. In Lévêque C., Bruton M. N. et Ssentongo G. W. (eds), Biologie et Ecologie des poissons d'eau douce Africains. Paris, ORSTOM : 191-219

- MIRES, D.,1982 – A study of the problems of the mass production of hybrids tilapia fry, P317-329. In R.S.V. PULLIN ET R.H. LOWE-Mc CONNEL (éds). The biology an culture of tilapia. I.C.L.A.R.M. Conference proceedings 7,432P. International Center for living Aquatic ressources Managements, Manila, Philippine.
- MORYARTY,C.M. et D.J.W.MORYARTY, 1973a- Quantitative estimation of the daily ingestion of phytoplankton by *Tilapia nilotica* and *Haplochromis nigripinnis* in Lake George, Uganda. J. Zool. Land. ,171 : 15-24
- MORYARTY,D.J.W., 1973 – The physiology of digestion of blue-green algae in the Cichlid fish, *Tilapia nilotica*. J. Zool. Land., 171 : 25-39
- PHILIPPART, J. C. et J.C.RUWET, 1982- Ecology and distribution of Tilapia, p. 15-59. In R.S.V. Pullin et R.H. Lowe- Mc Connell (eds). The Biology and culture of Tilapia.ICLARM conference proceedings 7,432p. International center for living Aquatic Ressources Management, Manila, Philippines.
- PHILIPPE TACON, 1995 – Contrôle de la reproduction chez la femelle Tilapia *Oreochromis niloticus* (Poisson, Cichlidae) : Interactions entre les phénomènes de comportement parental et l'ovogenèse, et le rôle des facteurs endocriniens. Thèse de doctorat enSciences Biologiques, université de Renne I, 107 P.
- PLISNER, P.D. ;J. C. MICHA et V. FRANK, 1988- Biologie et Exploitation des poissons du Lac IHEMA (Bassin Akagera, RWANDA) O.R.T.P.N-A.G.D, C.E.C.O.D.E.L. (UIG), U.N.E.C.E.D. (F.N.D.P.) : 212
- ROSS, B. et L. G. ROSS, 1983 – The oxygen requirements of *Oreochromis niloticus* under adverse conditions, p.134-143.International symposium on tilapia in aquaculture : proceedings, Nazareth, Israël, May 8-13, 1983. Tel Aviv Univ. (ed). Tel Aviv, Israël. 624P.

- RUWET, J. C. 1963 -- Observations sur le comportement sexuel de *Tilapia macrochir* (Blgr) (Pisces Cichlidae) au lac retenu de la Lufira (Katanga). Rev. Zool. et Bot. africaine. LXVI, Fax. 3-4 : 243-275.
- RUWET, J.C. ; VOSS, J. ; HANON, L. et MICHA, J.C., 1976 -- Biologie et élevage du Tilapia, pp. 332-364. In Symposium on aquaculture in Africa. C.I.F.A. Tech. Pop., 4 (Suppl. 1) : 791 Pages
- TREWAVAS, E. , 1983.- Tilapine fishes of the genera *Sarotherodon*, *Oreochromis*, and *Danakilia*. British Museum (Natural History), London.
- V.P.H. , 1993, Etude socio-anthropologique : Rapport définitif.
- VOSS, J. et RUWET, J.C., 1966 -- Inventaire des mouvements d'expression chez *Tilapia guineensis* (Blgr, 1983) et *T. macrochir* (Blgr, 1912) (poissn, Cichlidae). Ann. Soc. Roy. Zool Belg., 96 (2-3) : 146-187.
- WILLIAMS, R. , 1972 -- Relationship between the water levels and the fish catches in Lakes Mweru and Mweru Wa Ntipa, Zambia. Afri. J.Trop. Hydrobiol. Fish., 2(1) : 21-32.
- WOODTTON, R.J., 1982 -- Environmental factors in fish reproduction, pp 210- 219. In reproductive physiology of Fish, C.J.J. Richter et H.Th ; Goos (eds). Pudoc, Wageningen (1982).
- WOYNAROVICH, E. et L. HORVATH, 1981- la reproduction artificielle des poissons en eau chaude : manuel de vulgarisation. FAO Doc. Tech. Pêches, (201) : 191p.
- WUDNECH T. , 1998 -- Biology and management of fish stocks in Bahir Dar Gulf, Lake Tana, Ethiopia. 144 P