

## LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

<b>Figure 1.</b> <i>Oreochromis niloticus</i> (L., 1758).....	<b>11</b>
<b>Figure 2.</b> Coupes schématiques d'une cage de 1m <sup>3</sup> .....	<b>15</b>
<b>Figure 3.</b> Illustration du suivi de l'expérience. <b>A</b> : pêche de juvéniles en étangs ; <b>B</b> : constitution des lots expérimentaux, <b>C</b> : module de 12 cages installé sur site ; <b>D</b> : déversement des poissons dans des cages après contrôle de croissance.....	<b>16</b>
<b>Figure 4.</b> Évolution des poids moyens au cours des 45 jours d'élevage et en fonction des souches.....	<b>24</b>
<b>Tableau 1.</b> Synthèse des paramètres d'étude et des résultats de la "souche" Fleuve Sénégal.....	<b>21</b>
<b>Tableau 2.</b> Synthèse des paramètres d'étude et des résultats de la "souche" Lac de Guiers.....	<b>21</b>
<b>Tableau 3.</b> Évolution de la croissance et de la survie par souche en fonction de la densité au cours des 45 jours d'expérimentation (moyenne des répliquats).....	<b>22</b>
<b>Tableau 4.</b> Paramètres d'étude de rentabilité économique des élevages réalisés....	<b>25</b>

**Sujet.** Élevage intensif en cage : effet de la densité de stockage sur la croissance et la survie des juvéniles de deux souches d'*oreochromis niloticus* de la vallée du fleuve Sénégal.

**Nom du candidat :** Ahmadou Tidiane CAMARA

**Nature du mémoire:** Diplôme d'études Supérieures Spécialisées (DESS) en Pêche et Aquaculture

**Jury :**

<b>Président :</b>	M.	Papa	NDIAYE	Maitre de recherche, IFAN
<b>Membres :</b>	MM.	Mamina Tidiane	DAFFE BOUSSO	Enseignant-chercheur, IUPA Chercheur au CRODT/ISRA
		Omar Thiom	THIAW	Professeur, FST/IUPA

**Résumé :**

Un élevage en cage de type intensif est réalisé avec deux souches d'*oreochromis niloticus* à savoir la souche du lac de Guiers et celle du Fleuve Sénégal, le but de cette expérience est de connaître l'effet de la densité de stockage sur la croissance et la survie des spécimens. Le modèle de cage utilisé pour ces expériences a une forme carrée, elle est recouverte sur toutes les six faces par un grillage plastique de maille 8mm. Les cages sont reliées entre elles de façon à former un système modulable dont l'unité de base est constituée par un ponton flottant fait en bois.

Les poissons utilisés sont sexuellement inversés (monosexes mâles), et trois densités de stockage sont testées à savoir 5 kg, 7,5 kg et 10 kg, en répliquats et par souche.

Au bout de 45 jours d'élevage, les poissons provenant du fleuve Sénégal dont les poids moyens initiaux étaient de 24 g ; 22 g ; 23 g se sont retrouvés avec des poids moyens de 45,06 ; 53,2 et 52,16g respectivement pour des densités de 5 kg ; 7,5 kg et 10 kg avec des taux de survie respectifs de 85%, 91% et 90 % ; alors que les poissons venant du lac de Guiers qui avaient des poids moyens de 20 g ; 18 g et 19g se sont retrouvés avec des poids de 36,34 ; 46,74 ; 44,34 g avec des survies de 75 % ; 85% et 89% pour les densités respectives de 5 kg, 7,5 kg et 10 kg.

Pour toutes les deux souches, la vitesse de croissance est plus importante avec une densité de stockage de 7,5 kg avec près de 1g/jour mais aussi c'est dans ce même traitement qu'on a obtenu le meilleur taux de conversion qui est de 2,3 pour la souche lac et 2,7 pour celle du fleuve.

**Mots clés:** *Oreochromis niloticus*, densité de stockage, vitesse de croissance, survie, élevage intensif en cage.

# SOMMAIRE

<b>I. INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>II. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE .....</b>	<b>3</b>
2.1. L'alimentation des poissons élevés en cages.....	4
2.2. Effets des facteurs environnementaux sur la croissance des poissons élevés....	5
2.3. Croissance et densité d'élevage en cages flottantes.....	5
2.4. Place du Tilapia dans l'aquaculture.....	6
2.5. La répartition géographique originelle et actuelle.....	6
2.6. Les exigences écologiques.....	7
2.7. La croissance.....	7
2.8. Le régime alimentaire.....	8
2.9. La biologie de reproduction.....	8
2.10. Techniques de masculinisation des individus.....	9
<b>III. MATERIELS ET METHODES.....</b>	<b>11</b>
<b>3.1. Matériels.....</b>	<b>11</b>
3.1.1. Matériel biologique.....	11
3.1.2. Matériel expérimental.....	12
<b>3.2. Méthodes.....</b>	<b>13</b>
3.2.1. Provenance des poissons.....	13
3.2.2. Les densités utilisées.....	13
3.2.3. Contrôle de la croissance et suivi de l'expérience.....	13
3.2.4. Mesure des paramètres physiques et chimiques.....	14
<b>3.3. Expression des résultats et analyse statistique.....</b>	<b>17</b>
<b>IV. RESULTATS ET DISCUSSIONS.....</b>	<b>18</b>
<b>4.1. Résultats.....</b>	<b>18</b>
4.1.1. Évolution des paramètres physiques et chimiques.....	18
4.1. 2. Croissance et hétérogénéité des tailles.....	18
4.1.3. La survie et la production.....	20
<b>4.2. Discussions.....</b>	<b>26</b>
4.2.1. Croissance et hétérogénéité des tailles.....	26
4.2.2. Influences des facteurs environnementaux.....	27
<b>V. CONCLUSION.....</b>	<b>29</b>
<b>IV. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>	<b>31</b>

## I. Introduction

L'épuisement de la production halieutique marine est un phénomène global auquel la ressource marine sénégalaise n'échappe pas. En 1997, 426 366 tonnes de poissons ont été produites des eaux marines sénégalaises. Cette production est tombée à 382 872 tonnes en 1998 et à 378.125 tonnes en 1999. En 2002, elle était de 355 824 tonnes, soit une diminution de 16,5 % par rapport à la production de 1997. Au cours de la même période, la production de la pêche continentale a constamment chuté et de façon plus accélérée. Elle est passée de 31.000 tonnes en 1997 à près de 20 000 tonnes en 2002, soit une baisse de 35,5 %.

En même temps, la production nationale destinée à la consommation locale a sensiblement diminué. Cette réduction s'explique non seulement par la chute progressive de la production de capture, mais aussi par le besoin du pays de se procurer des devises à travers les exportations. En 1997, les exportations des produits de la pêche se chiffraient à 87 991 tonnes contre 103 004 tonnes en 2002. En d'autres termes, près de 27,4 % de la production de 2002 était exportée comparée à 19,2% en 1997. Cette diminution de la disponibilité du poisson pour la consommation nationale pourrait s'aggraver encore davantage aux yeux de la croissance démographique du pays qui est de l'ordre de 2,7 % par an (Hishamunda et Bousso 2005).

Toutefois, la pêche maritime est appelée à continuer à jouer deux rôles primordiaux dans la société sénégalaise, d'abord comme pourvoyeuse principale de poissons de consommation, ensuite comme source importante de devises. La complexité du fonctionnement de l'écosystème marin rend difficile la plupart des tentatives de gestion et de contrôle par les moyens logistiques dont dispose le pays. Quelques initiatives de gestion responsable comme la mise en « repos biologique » des stocks exploités ont été lancées mais l'idée est restée très controversée et sa mise en œuvre difficile.

Devant la baisse ou la stagnation des ressources halieutiques marines, les autorités sénégalaises ont adopté, entre autres politiques, de développer la pêche continentale et l'aquaculture comme une des solutions probables au problème de déficit alimentaire pour les années à venir. Une aquaculture ne peut être durable si une recherche d'accompagnement n'est pas prise en compte. C'est dans ce contexte que, l'Institut Universitaire de pêche et d'aquaculture s'attèle depuis quelques années à mener des activités de recherche d'optimisation de systèmes de production. Il faudrait bien noter pour mieux appréhender la stratégie de l'IUPA, qu'un système de production aquacole consiste en une combinaison de : type d'unité de culture (étangs, cages, bassins, ...), niveau d'intensité, espèces élevées et échelle ou dimension de la ferme. A l'heure actuelle cette recherche est menée dans le cadre d'un programme de coopération entre l'IUPA et le Centre de Formation et de Recherche en Aquaculture de la Faculté des Sciences de l'université de Liège. Le programme en question est intitulé ***Valorisation du potentiel écologique et hydro- agricole de la vallée du Fleuve Sénégal dans le département de DAGANA par l'aquaculture intensive d'Oreochromis niloticus.***

L'objectif de ce projet au plan zootechnique, est d'optimiser les conditions d'élevage en vue d'assurer une productivité (croissance-survie) maximale. Dans le cadre de cette étude les principaux facteurs testés sont la densité d'élevage et l'effet souche de tilapia en fonction de la situation géographique des cages, les fluctuations des facteurs physico-chimiques (température, turbidité, oxygène dissous). L'objectif final est de modéliser la production en intégrant ces différents facteurs en vue de prédire les résultats de production et d'extrapoler ces informations à l'échelle d'exploitations commerciales. D'autre part, l'analyse des résultats de production permettra, le cas échéant, de déterminer, lequel des trois sites expérimentaux testés c'est-à-dire Guidakhar (16°31'22"N / 15°37'23"W), le Taouey (16°27'36"N/15°41'37"W), Bountou Bath (16°22'52"N/15°47'44"W) est plus favorable à l'élevage en cages.

Ce document présente seulement les résultats de l'expérience menée sur un seul site, celui du fleuve Sénégal à Guidakhar. Il est articulé en quatre parties en plus de l'introduction que sont la synthèse bibliographique, le matériel et la méthodologie appliquée, les résultats obtenus suivis de discussions et enfin une conclusion ouvrant des perspectives de développement à court terme.

## II. Synthèse bibliographique

L'élevage de poissons en cages consiste par définition à élever un groupe de poissons, en général, depuis le stade juvénile jusqu'à la taille commerciale, dans un volume d'eau enclos de tous cotés, y compris le fond, tout en permettant la libre circulation de l'eau à travers la "cage" ainsi matérialisée (Coche, 1978).

Le concept d'élever des poissons en cages est loin d'être nouveau. Cette méthode décrite pour la première fois par Lafont et Saveun en 1951 (cité dans Hickling, 1962) est traditionnellement utilisée depuis près d'un siècle au Kampuchéa (Cambodge) et pratiquée au Japon depuis 1950.

Coche (1978) définit trois types de cages :

- les cages reposant en faible profondeur sur le fond du milieu aquatique, immergées ou non ;
- les cages flottantes à la surface de l'eau ;
- les cages immergées en profondeur, flottantes ou posées sur le fond.

La forme la plus généralement adoptée pour les cages d'élevage est le parallélépipède droit de base carré ou rectangulaire. En eau saumâtre, Tatum (1974) a utilisé un modèle cylindrique de faible capacité adapté aux besoins de la recherche. Des formes plus élaborées (octogonale, décagonale, dodécagonale par exemple) ont été étudiées en mariculture industrielle (Milne, 1972 ; Moller, 1976).

Les dimensions des cages d'élevage varient beaucoup (en général de 1 m<sup>3</sup> à plus de 100 m<sup>3</sup>) suivant le matériau de construction utilisé, le type d'élevage considéré et les conditions locales. Pour les besoins de la recherche ce sont les cages de faible capacité (0,7 à 10 m<sup>3</sup>) qui sont généralement préférées (Coche 1978).

Pour la production commerciale de poisson-chat aux Etats-Unis (250 kg/an par cage), Kelley (1973) recommande une capacité d'un mètre cube, facilitant les manipulations d'élevage et la récolte.

La flottaison des cages à la surface de l'eau peut être assurée par diverses manières, par exemple Fûts métalliques ou plastique, tuyaux scellés en PVC ou flotteurs en polystyrène. Milne (1972) et Dahm (1975) présentent les différentes solutions adoptées qui se classent dans l'une des quatre possibilités suivantes:

- (1) flotteur simple, sans structure de surface (cage filet);
- (2) structure de surface sur élément de flottaison (cage filet);
- (3) structure de surface auto flottante (cage filet);
- (4) cadre de soutien rigide et flotteurs (cages grillagées).

## 2.1. L'alimentation des poissons élevés en cages flottantes

La composition et la présentation de l'aliment distribuée aux poissons en cages influencent grandement la production piscicole réalisée ainsi que le rendement de l'aliment. En élevages traditionnels, ce sont principalement des sous-produits locaux non traités qui sont distribués dans les cages (Kampuchéa, Thaïlande et VietNam) Coche (1978).

Aux philippines, les poissons élevés en cages (*Oreochromis niloticus*) ont été nourris avec de la farine de poissons et du son de riz (Guerrero, 1977) à 24% de protéines mais en Cote d'Ivoire ils sont nourris avec des granulés à 25% de protéines (Coche 1977).

Il est recommandé que la teneur en protéines soit augmentée. Pour plusieurs espèces de poissons, une teneur d'environ 40 % de protéines brutes donne la meilleure croissance. Cependant, compte tenu du prix des sources protéiques, le pourcentage en protéines est souvent inférieur à l'optimum pour la croissance (Hastings and Dickie, 1972).

En élevage plus intensif, la ration alimentaire journalière varie, en général, de 2 à 6 % du poids vif pour *Oreochromis niloticus* selon Coche (1978) et elle dépend essentiellement de l'espèce piscicole, de la taille des individus, de la qualité de l'alimentation et de la température de l'eau.

## 2.2. Effet de facteurs environnementaux sur la croissance des poissons élevés en cages flottantes

La croissance moyenne individuelle des poissons élevés en cage diminue lorsque les conditions physico-chimiques deviennent défavorables. À Kossou, une diminution de la croissance de *T. nilotica* a été observée lorsque la teneur en oxygène dissous dans les cages a atteint des valeurs critiques suite au retournement total de la masse d'eau lacustre (Coche, 1977). Il a été observé que le *T. nilotica* cesse de digérer au dessous de 3mg/l; l'aliment reste dans l'estomac et peut être une cause de mortalité. (Kassoum et Campbell, 1976).

## 2.3. Croissance et densité d'élevage en cages flottantes

Le taux de croissance varie avec la densité de stockage qui est égale à la quantité de poissons élevés par unité de volume, facteur clé dans l'économie des élevages de poissons. C'est pourquoi la recherche de la densité optimale de croissance reste impérative. Celle-ci dépendrait de la méthode d'élevage, de l'espèce, de la taille et de l'âge du poisson. Les densités d'élevage en dessous de celles optimales entraînent de grandes différences de taille ce qui conduirait à des interactions sociales susceptibles de baisser la production (Notes de cours, DAFPE 2007). A l'opposée, le taux de croissance diminue également lorsque la biomasse des poissons augmente. Ce phénomène a été observé en cages pratiquement pour toutes les espèces piscicoles : *I. punctatus* (Collins, 1972), *C. carpio* (Gribanov et al., 1968), *S. gairdneri* (Boydston et Hopelain, 1977), *T. aurea* (Pagan, 1970), *T. nilotica* (Coche, 1977).

En Côte-d'Ivoire, en élevage standard, le poids moyen a augmenté en trois mois de 120 à 200 g suivant que la biomasse initiale a été élevée (20 kg /m<sup>3</sup>) ou moyenne (10-14 kg /m<sup>3</sup>). En quatre mois, la croissance y a atteint généralement 150 -180 g en charge moyenne (Coche, 1977). Pour une densité de stockage de 14 kg et un poids moyen des individus de 29 g (*Tilapia nilotica*) il récolte en 121jours d'élevage des poissons de 67,6 g de poids moyen avec une mortalité de 5,9 % et un taux de conversion alimentaire de 2,8.



## 2.4. Place du Tilapia dans l'aquaculture et ses caractéristiques

Le tilapia fait partie des espèces les plus utilisées en élevage aquacole.

En effet le Tilapia se classe au deuxième rang mondial, après la carpe, pour l'importance des activités d'aquaculture. L'élevage commercial à grande échelle du Tilapia est limité presque exclusivement à trois espèces : *Oreochromis niloticus*, *O. mossambicus* et *O. aureus*. Parmi ces trois espèces au potentiel d'aquaculture reconnu, le Tilapia du Nil, *O. niloticus*, est de loin la plus utilisée en aquaculture à l'échelle mondiale (Fitzsimmons, 2006).

## 2.5. La répartition géographique originelle et actuelle

*O. niloticus* présente une répartition originelle strictement africaine couvrant les bassins du Nil, du Tchad, du Niger, des Volta, du Sénégal et du Jourdain ainsi que les lacs du Graben est africain jusqu'au lac Tanganyika (Philippart et Ruwet, 1982).

Signalons que l'espèce étudiée est divisée en sept sous-espèces à distribution naturelle bien déterminée (Trewavas, 1983). Cette espèce est largement introduite en Afrique hors de sa zone d'origine pour compléter le peuplement des lacs naturels ou de barrages déficients ou pauvres en espèces planctonophages ainsi que pour développer la pisciculture. Ainsi son introduction est signalée par Welcomme (1988) au Burundi et au Rwanda en 1951, à Madagascar en 1956, en République Centrafricaine et en Côte d'Ivoire en 1957, au Cameroun en 1958, en Tunisie en 1966, en Afrique du Sud en 1976 et à des dates inconnues au Zaïre et en Tanzanie.

*O. niloticus* est également cultivée, hors de sa zone originelle dans de petits bassins versants au Gabon (oyem), au Ghana, au Kenya (Baobab farm près de Mombassa), au Nigeria (arac, port – harcourt), etc. Mais Welcomme (1988) mentionne la présence *O. niloticus* dans les lacs, les fleuves et les piscicultures aussi bien d'Amérique Centrale (Guatemala, Mexique, Nicaragua, Honduras, Costa Rica, Panama), d'Amérique du Sud (Brésil), d'Amérique du Nord (Auburn, etc.) et d'Asie (Sri Lanka, Thaïlande, Bengladesh, Vietnam, Chine, Hong Kong, Indonésie, Japon, Philippines), ce qui lui vaut une distribution actuelle pan-tropicale. Enfin, cette espèce commence également à être cultivée dans les eaux chaudes industrielles en régions tempérées. C'est le cas en Europe (Allemagne, 1977 et Belgique, 1980).

## 2.6. Les exigences écologiques

De nombreuses études de terrain et de laboratoire (Pullin et Lowe-McConnell, 1982; Fishelson et Yaron, 1983; Plisnier *et al*, 1988; etc.) montrent que *O. niloticus* est une espèce relativement euryèce et eurytope adaptée à de larges variations des facteurs écologiques du milieu aquatique et colonisant des milieux extrêmement variés.

Ainsi, *O. niloticus*, espèce thermophile, se rencontre en milieu naturel entre 13.5° et 33°C mais l'intervalle de tolérance thermique observé en laboratoire est plus large: 7 à 41°C pendant plusieurs heures (Balarin et Hatton, 1979). Quant à la température optimale de reproduction elle se situe entre 26 et 28°C, le minimum requis étant 22°C.

L'euryhalinité d'*O. niloticus* est également bien connue car, on la rencontre dans des eaux de salinité comprise entre 0,015 et 30 ‰ (Philippart et Ruwet, 1982) et le pH varie de 8 à 11 (Georges, 1976).

*O. niloticus* survit durant plusieurs heures à des teneurs en oxygène dissous très faibles de l'ordre de grandeur de 0,1 ppm. Ainsi jusqu'à 3 ppm d'oxygène dissous *O. niloticus* ne présente pas de difficulté métabolique particulière mais en dessous de cette valeur, un stress respiratoire se manifeste bien que la mortalité ne survienne qu'après 6 h d'exposition à des teneurs de 3.0 ppm (Magid et Babiker, 1975, Mélard et Philippart, 1981 a et b).

## 2.7. La croissance

En général, *O. niloticus* est connu pour sa croissance rapide (Lowe-McConnell, 1982) et présente un indice de croissance plus performant que les autres espèces de tilapia (Pauly *et al*, 1988). Sa durée de vie est relativement courte (4 à 7 ans), sa vitesse de croissance est extrêmement variable selon les milieux. Ainsi, d'après Moreau (1979) *O. niloticus* grandit plus vite dans le lac Albert (34 cm à 4 ans) que dans le lac Tchad (26 cm à 4 ans) ou le lac Mariout (24 cm à 4 ans).. La croissance la plus lente et la durée de vie la plus courte sont observées dans le lac Alaotra (± 20 cm à 4 ans) où cette espèce est introduite. La croissance la plus rapide et la longévité la plus longue (7 ans et 38 cm) sont observées dans le lac Albert. Toutefois

le plus grand spécimen est capturé dans le lac Turkana (= Rodolphe) avec une longueur totale de 64 cm, (Trewavas, 1983).

Une autre grande caractéristique d'*O. niloticus* concerne son dimorphisme sexuel de croissance. Dès que les individus atteignent l'âge de maturité (1 à 3 ans selon le sexe et le milieu), les individus mâles présentent une croissance nettement plus rapide que les femelles. Ainsi dans le lac Itasy, les mâles vivent plus longtemps et atteignent une taille maximale de 38 cm soit 2000 g alors que les femelles ne dépassent pas 28 cm soit 950 g. Toutefois, d'après Lowe-McConnel (1982), dans les grands lacs où la croissance est bonne, mâles et femelles atteignent des tailles identiques.

## **2.8. Le régime alimentaire**

*O. niloticus* est essentiellement phytoplanctonophage en milieu naturel, et consomme de multiples espèces de Chlorophycées, Cyanophycées, Euglenophycées, etc...; ce qui ne l'empêche pas d'absorber du zooplancton et même des sédiments riches en bactéries et Diatomées.

En milieu artificiel (systèmes de pisciculture), cette espèce est pratiquement omnivore (euryphage) (Dabbadie, 2005).

Cette capacité d'adaptation à divers aliments et déchets est phénoménale et est à la base de sa haute aptitude pour la pisciculture.

## **2.9. La biologie de la reproduction**

*O. niloticus* fait partie du groupe des tilapias relativement évolués: les incubateurs buccaux uniparentaux maternels.

C'est lorsque les conditions abiotiques deviennent favorables, que 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 où ils délimitent chacun leur petit territoire et creusent un nid en forme d'assiette creuse. Les femelles vivent en groupe à l'écart des arènes de reproduction où elles effectuent de brefs passages. En allant d'un territoire à l'autre, elles sont sollicitées successivement par les mâles. En cas d'arrêt au-dessus d'un nid et après une parade nuptiale de synchronisation sexuelle, la femelle dépose un lot d'ovules que le mâle

féconde immédiatement et que la femelle reprend en bouche pour les incubes. Cette opération peut être recommencée avec le même mâle ou un voisin (Ruwet et al, 1976). Après ces pontes successives, la femelle quitte l'arène et va incubes les oeufs fécondés dans la zone peu profonde.

A cette époque, la femelle présente un abaissement du plancher de la bouche, des opercules légèrement écartés et la mâchoire inférieure devient légèrement proéminente. L'éclosion des oeufs a lieu dans la bouche, 4 à 5 jours après fécondation. Une fois leur vésicule vitelline résorbée ( $\pm$  10 jours après éclosion) les alevins capables de nager sont encore gardés par la femelle pendant plusieurs jours. Ils restent à proximité de leur mère et, au moindre danger, se réfugient dans sa cavité buccale. À la taille d'environ 10 mm, les alevins, capables de rechercher leur nourriture, quittent définitivement leur mère et vivent en petits bancs dans les eaux littorales peu profondes.

## 2.10. Techniques de masculinisation des individus d'*Oreochromis niloticus*

Chez *O. niloticus*, les mâles présentent un potentiel de croissance plus élevée que celle des femelles (Hanson et al, 1983 ; Melard, 1986).

C'est pour cette raison que l'élevage des populations monosexes mâles de ce tilapia est la méthode la plus utilisée en aquaculture.

Actuellement plusieurs procédés permettent d'obtenir des populations monosexes mâles chez le tilapia. Parmi ceux-ci, on peut citer le sexage manuel, l'hybridation, l'inversion hormonale en utilisant du méthyl testostérone (Wohlfart et Hulata, 1981 ; Guerrero, 1982 ; Hunter et Donaldson, 1983), l'utilisation de géniteurs à génotype-phénotype opposés (Pandian et Varadaraj, 1980 ; Machintosh et Little, 1995 ; Mair, 1997) et l'inversion par les facteurs environnementaux comme les hautes températures (Baroiller et al, 1996 ; Desperez et Melard, 1998).

**Le sexage manuel** consiste à trier les mâles des femelles par observation de leur papille génitale. Cette technique demande non seulement beaucoup de mains d'oeuvre, du temps, mais présente également une marge d'erreurs de 10% (Chervinsky et Rothbard, 1982 ; Melard et al, 1989).

**L'hybridation interspécifique** : exemple croisement de femelle *O. niloticus* XX avec un mâle *O. aureus* de mâle ZZ) qui engendre en théorie des sexes ratio de 100% mâles (ZX) sont en pratiques aléatoires (100 à 60 % de mâles Majumdar et Marc Andrew, 1983 ; Hulata et al, 1980 et 1983). Ce qui suggère l'existence d'un déterminisme polygénique du sexe.

**L'inversion hormonale** par des stéroïdes est actuellement la méthode de production de populations monosexes mâles la plus utilisée (Yamazaki, 1984) mais aussi la plus performante et la plus rentable économiquement.

Cependant les effets des hormones sur la santé du consommateur beaucoup moins probable (Goudier et al, 1986) et surtout sur l'environnement ont suscité le développement de procédés alternatifs comme la production de géniteurs à génotype phénotype opposés produisant des descendants monosexes mâles et la manipulation de facteurs environnementaux comme la température.

L'inversion du sexe par une exposition des alevins à de fortes températures (de 26°C à 37°C) a permis l'obtention d'un pourcentage de descendance mâle compris entre 80 et 100%.

Cependant Baras et al (2001) ont montré que ces fortes températures (37°C) provoquent un ralentissement de la croissance pendant la phase de traitement qui ne peut être compensée au stade adulte mais également des difficultés de son application à grande échelle avec des risques de mortalités élevés (températures presque létales).

### III. Matériels et méthodes

#### 3.1. Matériels

##### 3.1.1. Matériel biologique

Ce travail porte sur deux souches de juvéniles d'*O. niloticus* à savoir celle du Lac de Guiers et celle du Fleuve Sénégal.



**Figure 1.** *Oreochromis niloticus* (L., 1758)

#### - Position systématique :

Règne	: Animal
Embranchement	: Vertébrés
Super-classe	: Poissons
Classe	: Ostéichtyens
Sous-classe	: Actinoptérygiens
Super-ordre	: Téléostéens
Ordre	: Perciformes
Sous-ordre	: Labroidei
Famille	: Cichlidae
Genre	: <i>Oreochromis</i>
Espèce	: <i>Oreochromis niloticus</i>

Les principaux synonymes de cette espèce, que l'on peut trouver dans la littérature récente, sont:

- *Oreochromis niloticus*
- *Tilapia(Sarotherodon) nilotica*
- *Sarotherodon niloticus*

*Oreochromis niloticus*, comme toutes les espèces de la famille des Cichlidae, présente un certain nombre de caractères morphologiques standard :

- Une tête portant une seule narine de chaque côté
- Un os operculeux non épineux
- Un corps comprimé latéralement, couvert essentiellement d'écailles cycloïdes et parfois d'écailles cténoïdes.
- Une longue nageoire dorsale à partie antérieure épineuse ;
- Une nageoire anale avec au moins les trois rayons épineux (FAO, 1999).

En plus l'espèce d'*O. niloticus* a des traits distinctifs qui lui sont propres. La nageoire caudale est pourvue de rayures alternées blanches et noires...

La taille maximale observée est 395mm (longueur standard), (Teugels et al, 1992).

### 3.1.2. Matériel expérimental

L'expérience a été menée dans des cages de 1 m<sup>3</sup> regroupées en un module de 12 cages (Fig C). Chaque module est composé d'un ponton flottant fait en bois et mesure 7 m de longueur et 1 m de largeur. La flottaison du ponton est assurée par des fûts en plastique de 20 litres disposés en deux rangées dans le sens de la longueur et coincés entre les poutrelles dans le sens de la longueur. Ces fûts plastiques ont été ensuite solidement attachés au cadre en bois avec du fil de fer inoxydable. Sur chaque côté du ponton (dans le sens de la longueur) sont accrochées 6 cages flottantes d' 1 m<sup>3</sup>, dont la flottaison est assurée par des PVC de diamètre 110 mm. Chaque cage est dotée d'une couverture pour lutter contre la prédation aviaire. L'ensemble du dispositif est stabilisé sur le plan d'eau à l'aide de vilbrequins de 27 kg attachés aux quatres coins du ponton.

## 3.2. Méthodes

### 3.2.1. Provenance des poissons

Les poissons utilisés dans cette expérience proviennent de la station piscicole de Richard Toll (Projet PIC) située au nord du Sénégal, à 365 Km de Dakar. Cette station comprend 8 étangs en terre de 1500 m<sup>2</sup> de superficie chacun et 8 bassins en bétons de 10 m<sup>2</sup> de surface.

Ces bassins et étangs sont alimentés en eau par le fleuve Sénégal via un canal. Cette prise d'eau est réalisée grâce à un gros tuyau de béton pourvu d'une vanne noyée constituée d'une planchette coulissante entre deux rainures de béton, permettant de régler le débit entrant.

### 3.2.2. Densités utilisées

Deux souches d'*O. niloticus* à savoir la souche du lac de Guiers et celle du Fleuve Sénégal ont été utilisées pour cette étude. Ces juvéniles ont été sexuellement inversés au 17 $\alpha$  méthyle testostérone pendant 30 jours et prégrossis pendant 45 jours en étangs fertilisés à raison de 200 kg de fiente de poule par étang. Des individus de poids moyen inférieur à 30 g obtenus après des tris ont été utilisés. Ils ont été pêchés des étangs avec une senne de plage et stockés dans un bassin (Fig A) de 10 m<sup>3</sup>. Des lots expérimentaux de 5 kg, 7, 5 kg et 10 kg (en réplicats) des deux souches ont été constitués et transportés dans des sachets en plastiques insufflés à l'oxygène au niveau du site expérimental du Fleuve Sénégal, à Guidakhar (16°31'22"N / 15°37'23"W) où ils sont chargés dans des cages en fonction des densités (Fig D).

### 3.2.3. Contrôle de la croissance et suivi de l'expérience

Au démarrage, 100 poissons ont été pesés (balance Ahaus, 0,1g) par traitement et par souche et mesurés (LT en cm) à l'aide d'un ichtyomètre. (Fig B)

La croissance a été contrôlée tous les 15 jours par la prise de la biomasse totale la mesure de poids individuels de 50 poissons par traitement et par souche.

Les poissons sont nourris 3 fois par jour à la main à 9 h, 13 h, 17 h, avec de l'aliment Sentenac (20 % de matières protéiques, 12 % de matières cellulosiques, 10 % de matières minérales et 3 % de matières grasses) à la ration maximale

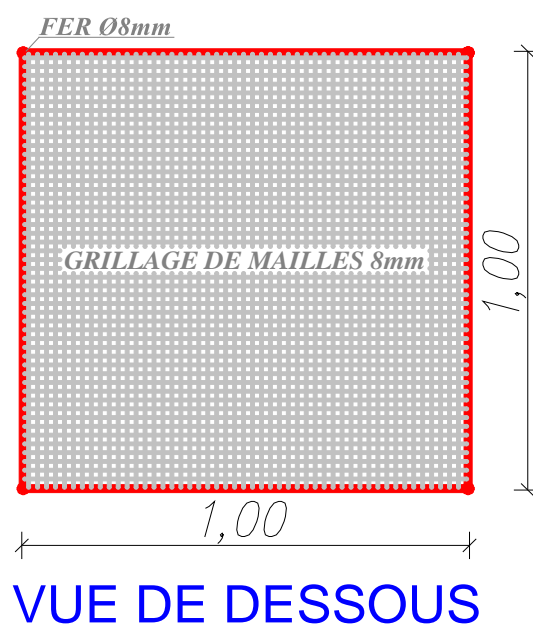
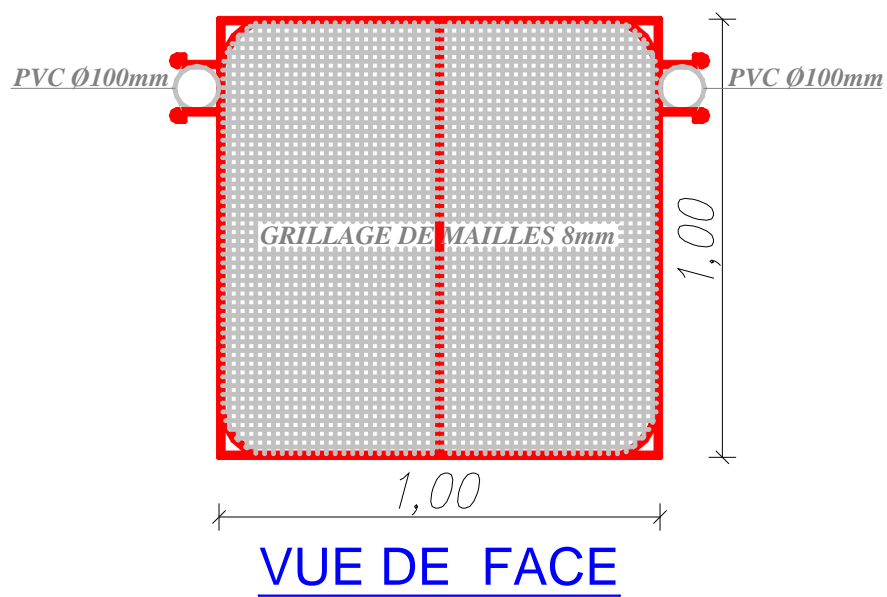


( $R_{\max} \% = 19,24 P_m^{-0.32}$ , Mélard 1986) avec  $R_{\max}$  = Ration maximale ;  $P_m$  = poids moyen. Cette ration est ajustée au cours de l'expérience en fonction de la croissance observée à l'issu d'un contrôle bi- hebdomadaire.

#### **3.2.4. Mesure des paramètres physiques et chimiques**

Les paramètres environnementaux comme la température et le taux d'oxygène dissous sont relevés quotidiennement (9 et 17 heures) à l'aide d'un oxymomètre HQ 30d Flexi. La turbidité est mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre HATCH 2010 ainsi que les taux de nitrates, nitrites et ammoniac tous les trois jours.

Aussi, les morts sont relevés tous les jours afin de connaître le taux de survie par traitement.



**Figure 2.** Coupes schématiques d'une cage de 1m<sup>3</sup>



**Figure 3.** Illustration du suivi de l'expérience. **A** : pêche de juvéniles en étangs ; **B** : constitution des lots expérimentaux, **C** : module de 12 cages installé sur site ; **D** : déversement des poissons dans des cages après contrôle de croissance.

### 3.3. Expression des résultats et analyses statistiques

- **La croissance :**

La croissance des géniteurs est exprimée en :

- taux de croissance journalière  $G$  (g.ind.j<sup>-1</sup>), tel que  $G = (P_2 - P_1) / (t_2 - t_1)$  et  $P_2$  ;

- **Le taux de survie :**

Il est calculé tel que  $S (\%) = 100 - M (\%)$  avec  $M$  le taux de mortalité.

$M = 100 \times (N_i - N_f) / N_i$ , où  $N_i$  est le nombre initial de poissons et  $N_f$  le nombre final de poissons.

- **Le taux de conversion :**

$Q_n = \text{Quantité d'aliment distribuée} / \text{Biomasse corrigée (avec, Biomasse corrigée = biomasse des vivants + Biomasse des morts)}$

- **Analyses statistiques :**

Les poids moyens des poissons élevés aux différentes densités sont comparés par l'analyse de variance et le test de Fisher. Les coefficients de variation des poids sont comparés par le test d'égalité des variances (Equality of variance F-test). Les taux de croissance journalière et la mortalité à l'échelle hebdomadaire sont comparés deux à deux par le test exact de Fisher (sur les effectifs), les taux de conversion sont comparés par le test de Scheffé. Les hypothèses nulles sont rejetées au seuil 5%.

Les analyses sont obtenues grâce à l'utilisation du logiciel statView.

## V. Résultats et discussions

### 4. 1. Résultats

#### 4.1.1. Évolution des paramètres physiques et chimiques

- Durant 45 jours d'expériences la température et le taux d'oxygène mesurés à l'intérieur des cages sont en parfaite adéquation avec les valeurs optimales souhaitées pour une bonne croissance et une meilleure survie pour cette espèce. Nous avons en effet enregistré une valeur moyenne de température de  $29 \pm 0,7$  °C et d'un taux d'oxygène moyen de  $6,01 \pm 0,3$  mg/L.
- quand à la turbidité, mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre nous avons noté une évolution que nous pouvons subdiviser en deux périodes. Une période de forte turbidité avec une valeur de 340 FAU observée durant les trois premières semaines d'expérience et une deuxième période caractérisée par une baisse de la concentration de ce paramètre environnemental jusqu'à atteindre la valeur de 150 FAU lors de la dernière semaine.
- La teneur en ammoniac, nitrate et nitrite mesurés à l'aide du spectrophotomètre ont été respectivement de 1,5 ppm, 2,1 ppm et 0 ppm.

#### 4.1.2. Croissance et hétérogénéité des tailles

##### La croissance :

Les résultats de l'expérience sont consignés dans les tableaux 1 et 2 respectivement pour les poissons en provenance du fleuve Sénégal et du Lac de Guiers. Au terme des 45 jours d'expérimentation, les meilleures croissances ont été observées sur les poissons du fleuve. Au regard des densités d'élevage, les taux de croissance obtenus sont significativement différents (Test de Fisher,  $p > 0,05$ ) avec respectivement des croissances journalières de 0,36 ; 0,64 et 0,56 g/j pour les densités de 5 ; 7,5 et 10 kg, pour ce qui concerne la souche Lac de Guiers. Par ailleurs, la croissance n'a pas été proportionnelle à la densité de mise en charge, ce qui fait ressortir la densité 7,5 kg comme celle ayant donné la meilleure croissance individuelle.

Cette même tendance a été observée, pour la souche du Fleuve Sénégal (tableau 3.). Les taux de croissance obtenus pour cette dernière ont été de 0,47 ; 0,7 et 0,65 g/j respectivement pour les densités de mise en charge de 5 ; 7,5 et 10 kg, avec toujours une meilleure croissance (0,7g/j) observée pour la densité 7,5 kg. L'évolution bihebdomadaire de la croissance exprimée en poids moyen (g) est illustrée sur la figure 4. Pour ce qui concerne, la souche du Fleuve, les poids moyens obtenus au bout de 45 jours sont significativement différents (Test de Fisher :  $F = 267,161$  ;  $p < 0,001$ ). Le poids moyen le plus élevé ( $P_m = 53,24 \pm 12,13$ ) a été obtenu dans le traitement 7,5 kg alors que le moins bon est donné par le traitement 5 kg avec  $P_m = 45,06 \pm 12,66$ . Le même constat a été fait pour la souche du Lac de Guiers : le test de Fisher a révélé des différences significatives entre traitements ( $F = 112,25$  ;  $p < 0,001$ ), avec une meilleure croissance ( $P_m = 46,74 \pm 7,17$ ) au traitement 7,5 kg et la moins bonne ( $P_m = 36,34 \pm 4,85$ ) pour le traitement 5 kg. Proportionnellement (ie., en terme de rapport pondéraux) la croissance était meilleure pour les densités de 7,5 kg quelque soit la souche (quotients de 2,4 et 2,59, respectivement pour la souche Fleuve et la souche Lac de Guiers). Les quotients obtenus pour les densités de 5 et 10 kg sont respectivement 1,87 et 2,2 (Fleuve Sénégal) ; 1,8 et 2,3 (Lac de Guiers). Ces analyses indiquent une meilleure croissance pour la souche Fleuve Sénégal et la densité d'élevage 7,5 kg comme celle ayant donnée la meilleure croissance quelque soit la souche étudiée.

L'analyse de la croissance basée sur les trois périodes subdivisées en 15 jours, révèle que le meilleur résultat a été obtenu lors de la première quinzaine d'expérimentation au profit de la souche du Fleuve Sénégal. Mais au regard de l'évolution des paramètres environnementaux enregistrés, la turbidité était plus forte avec 340 FAU durant ces 15 premiers jours. Elle a baissé lors des 15 derniers jours d'expérience jusqu'à atteindre 115 FAU en fin d'expérience. Cette observation montre une probable influence de la turbidité spécifiquement sur la souche Lac de Guiers (explications dans la partie Discussions).

#### Hétérogénéité des tailles :

Comme l'illustrent les tableaux 1; 2 de synthèse des résultats de l'expérience, les coefficients de variation obtenus au début et à la fin de l'expérience montrent que les lots n'étaient pas homogènes (Anova, Test Fisher ;  $F = 3,753^{E14}$  ;  $p < 0,001$ ) entre

traitement même s'ils l'étaient au sein du même traitement. Cette tendance a été maintenue jusqu'à la fin de l'expérience (Anova, Test de Fisher ;  $F = 4,155^{E14}$ ;  $p < 0,001$ ) (tableau 3). Les tailles étaient cependant beaucoup plus hétérogènes au sein du traitement de 5 Kg ( $Cv = 28 \%$ ) suivi du lot à 10 kg ( $Cv = 23 \%$ ) et enfin des lots à 7,5 kg ( $Cv = 22 \%$ ) pour les populations du fleuve Sénégal. Pour les poissons du Lac, la plus forte hétérogénéité a été observée chez les poissons élevés à la densité de 7,5 kg ( $Cv = 15,3 \%$ ) de ceux élevés à la densité de 10 kg ( $CV = 13,8 \%$ ) et enfin des lots de poissons élevés à 5 kg ( $Cv = 13,4 \%$ ). La comparaison des CV, globalement entre souches, révèle que les poissons du fleuve ont été plus hétérogènes dans leur croissance que ceux en provenance du lac de Guiers.

#### **4.1.3. La survie et la production**

Globalement la survie a été bonne. Les valeurs obtenues avoisinent 90 % pour les poissons provenant du fleuve et près de 80 % pour les poissons venant du lac au terme de 45 jours d'élevage. Vue en fonction des traitements, et des souches élevées, les plus fortes pertes de poissons ont été observées lors des quinze premiers jours d'élevage et concernaient les souches du Lac. Les survies obtenues dans cette population ont été de 77 ; 79 et 67 % respectivement pour les densités d'élevage de 5 ; 7,5 et 10 kg. Les meilleures survies ont été obtenues au sein des lots d'élevage de la population du Fleuve Sénégal, avec 82 ; 88 et 83 % respectivement pour les densités d'élevage de 5 ; 7,5 et 10 kg. Les survies obtenues dans les lots d'élevage de 5 et 10 kg sont comparables (test de Fisher sur les égalités de variance,  $p > 0,05$ ), mais ces dernières seraient significativement différentes à la survie obtenue dans les lots à 7,5 Kg qui du reste a été la meilleure durant ces 15 premiers jours.

**Tableau 1.** Synthèse des paramètres d'étude et des résultats de la "souche" Fleuve Sénégal. Sur la même ligne, les valeurs portant la même lettre ne sont pas significativement différentes ( Anova, Test Fisher ;  $p < 0,001$ ) pour les tableaux 1 et 2

Densité de stockage	5kg	7,5kg	10kg
Durée (j)	45	45	45
Biomasse initiale (kg)	5	7,5	10
Biomasse finale (kg)	7,5	12,7	13,8
Pm initiale (g) $\pm$ SD	24 $\pm$ 2,55	22 $\pm$ 2,54	23 $\pm$ 2,55
Pm finale (g) $\pm$ SD	45, 06 $\pm$ 12, 66 <sup>a</sup>	53, 24 $\pm$ 12, 13 <sup>b</sup>	52, 16 $\pm$ 12, 07 <sup>c</sup>
Production (g)	2500	5200	3800
Aliment distribué (g)	11831,05	18452,44	24228,8
Indice de conversion	2,9	2,7	3,4
G (g/j)	0,47 <sup>a</sup>	0,7 <sup>b</sup>	0,65 <sup>b</sup>
CV initiale (%)	9	11	12
CV Finale (%)	28 <sup>a</sup>	22 <sup>b</sup>	23 <sup>b</sup>
Survie (%)	85	91	90

**Tableau 2 :** Synthèse des paramètres d'étude et des résultats de la "souche" Lac de Guïers .

Densité de stockage	5 kg	7,5 kg	10 kg
Durée (J)	45	45	45
Biomasse initiale (kg)	5	7, 5	10
Biomasse finale (kg)	6,8	12	13,5
Pm initiale (g) $\pm$ SD	20 $\pm$ 3,5	18 $\pm$ 3,57	19 $\pm$ 2,4
Pm finale (g) $\pm$ SD	36,34 $\pm$ 4,85 <sup>a</sup>	46,74 $\pm$ 7,17 <sup>b</sup>	44,34 $\pm$ 6,12 <sup>c</sup>
Production (g)	1800	4500	3500
Aliment distribué (g)	11840	17874,46	20966
Indice de conversion	2,9	2, 3	2,4
G (g/j)	0,36 <sup>a</sup>	0,64 <sup>b</sup>	0,56 <sup>b</sup>
CV initiale (%)	7	6	5
CV finale (%)	13,4 <sup>a</sup>	15,3 <sup>b</sup>	13,8 <sup>b</sup>
Survie (%)	75	85	89



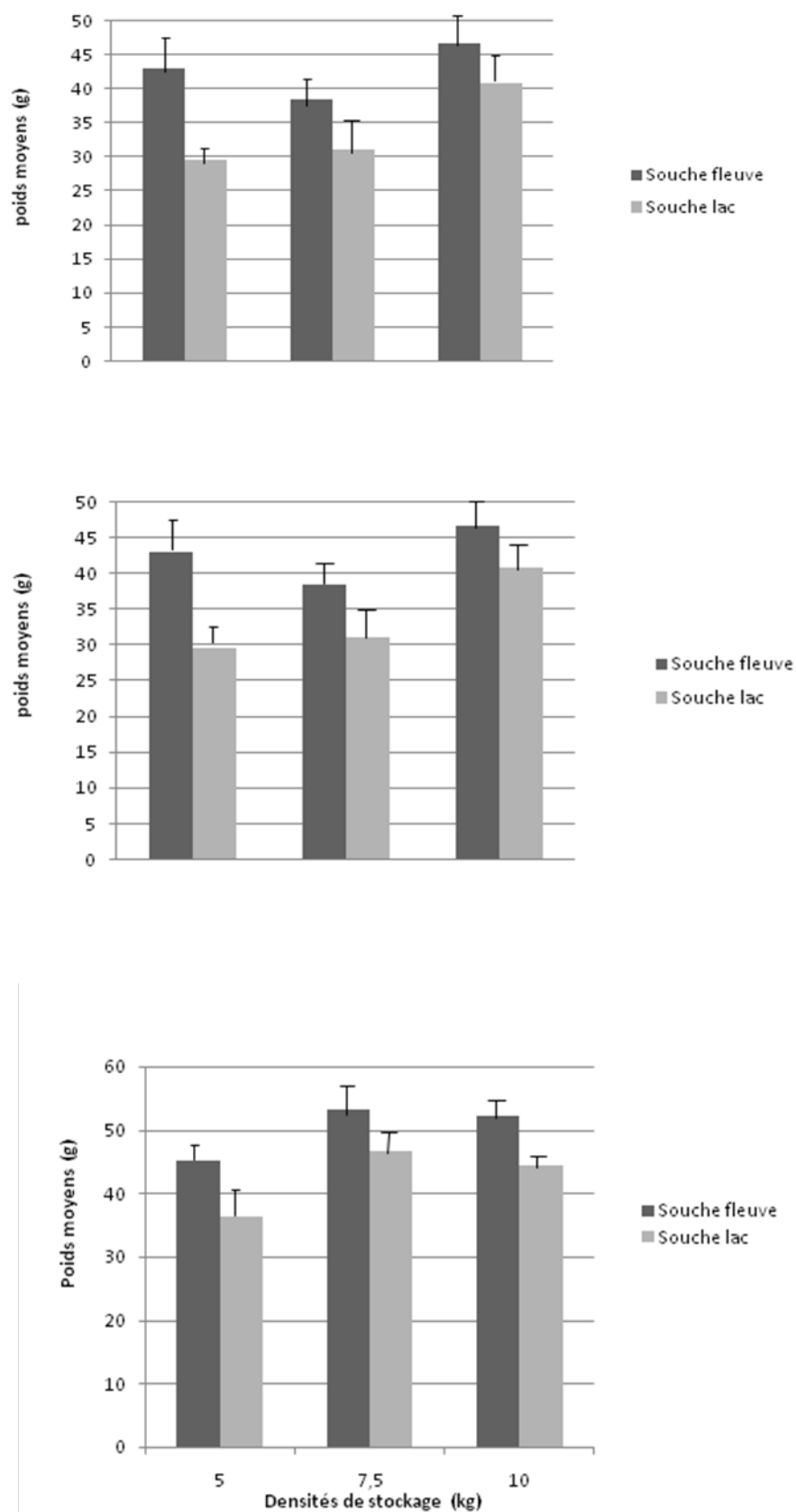
**Tableau 3.** Évolution de la croissance et de la survie par souche en fonction de la densité au cours des 45 jours d'expérimentation (moyenne des répliquats).

	Souche Fleuve Sénégal			Souche Lac de Guiers		
Première quinzaine (15 jours)						
Densité (kg)	5	7,5	10	5	7,5	10
G (g/j)	0,4	0,8	0,8	0,3	0,4	0,6
Survie (%)	82	88	83	77	79	67
Deuxième quinzaine (30 jours)						
Densité (kg)	5	7,5	10	5	7,5	10
G (g/j)	0,8	0,7	0,6	0,3	0,8	0,7
Survie (%)	89	93	88	85	86	82
Troisième quinzaine (45 jours)						
Densité (kg)	5	7,5	10	5	7,5	10
G (g/j)	0,5	0,9	0,4	0,5	1	0,5
Survie (%)	90	95	89	87	90	89

Les données ayant permis de calculer la production en fonction de la densité d'élevage sont consignées dans le tableau 4. La lecture de ce tableau montre une production plus élevée pour les densités d'élevage de 7,5 quelque soit la souche étudiée. La plus faible production a été obtenue au niveau des densités d'élevage de 5 kg, les densités de 10 kg ont donné des résultats intermédiaires.

Les taux de conversion sont pratiquement élevés et avoisinent 3 (Tableaux 1 ; 2 et 4). Les valeurs obtenues aussi bien pour les densités de 5 que 7,5 kg des deux populations étudiées ne sont pas significativement différentes au seuil 5 %, du test de Scheffe ( $p > 0,05$ ). Le meilleur taux de conversion a été cependant obtenu pour le traitement 7,5 kg de la souche du Lac de Guiers avec 2,3 ; suivi du traitement 10 kg au sein de la même population avec 2,4. Prise à part la souche Fleuve Sénégal a connu le meilleur taux de conversion dans le traitement 7,5 kg avec 2,7 ; suivi de celui de 5 kg avec 2,9.

Toutefois, le meilleur taux de conversion obtenu (2,4) est de loin derrière les taux de conversion généralement obtenu pour ce système d'élevage où *O. niloticus* est élevé (valeur autour de 1,6). Il en est de même pour la plupart des espèces commerciales élevées. Un taux de conversion en dessous de 2 est généralement recherché pour la rentabilité économique d'une exploitation (argumentaire, dans la partie discussions).



**Figure 4.** Évolution des poids moyens au cours des 45 jours d'élevage et en fonction des souches.



**Tableau 4.** Paramètres d'étude de rentabilité économique des élevages réalisés.

	Souche Fleuve Sénégal			Souche Lac de Guiers			
Densités étudiées	(kg)	5	7,5	10	5	7,5	10
Biomasse des morts J15 (g)		750	818	1478,3	1150	1750	3473,7
Biomasse des morts J30 (g)		404	318,7	773	612	778	1042
Biomasse des morts J45 (g)		295	272	906	469,6	528,9	486,2
Total Biomasse morts (g)		1449	1408,7	3157,3	2231,6	3056,9	5001,9
Biomasse initiale (g)		5000	7500	10 000	5000	7500	10000
Biomasse Finale (g)		7500	12700	13800	6800	12000	13 500
Production nette (g)		2500	5200	3800	1800	4500	3500
Production corrigée (g)		3949	6608,7	6957,3	4031,6	7556,9	8501,9
Total aliment distribué (g)		11831,05	18452,44	24228,8	11840,1	17874,46	20966,82
Taux de conversion		2,995961	2,79214369	3,4825004	2,93682409	2,36531647	2,46613345

## 4. 2. Discussions

### 4.2.1. Croissance et hétérogénéité des tailles

Avec un poids moyen individuel au départ de 25 g, les résultats obtenus durant les six semaines d'expérience, ont révélé la performance des deux souches étudiées par rapport à la densité d'élevage. Les croissances obtenues dans cette étude (toutes souches confondues) sont inférieures à la majorité des études où la croissance d'*Oreochromis niloticus* a été étudiée (Mpo'N'Tcha, 2000 ; Baras, 2001) de même que chez les poissons chat *Clarias gariepinus*. La qualité et l'état physique (texture et granulation) de l'aliment distribuée seraient à l'origine de cette contre performance. Sur la plan de la qualité, l'aliment SENTENAC contiendrait moins de 20 % en protéines animales, ce qui semble très faible pour la croissance. En effet beaucoup d'auteurs (Tacon et Cowey, 1985 ; Mazid, 1979 ; Davis et Stickney, 1978) ont prouvé l'action positive des protéines sur la croissance d'*O. niloticus*, tout comme chez les autres espèces du genre *Oreochromis* et des tilapias en général. Pour ces auteurs un taux de protéines de l'ordre de 32 % dans l'aliment favorise une bonne croissance chez le tilapia.

Le taux de conversion alimentaire est défini comme étant la quantité d'aliment distribuée pour produire un kilogramme de poisson. Plus il tend vers 1, plus l'efficacité de conversion est bonne. Généralement, il est souhaité que ce taux de conversion à défaut d'être égal à 1, se situe entre 1 et 2. Lorsque l'aliment est de bonne qualité, le taux de conversion toutes autres causes restant égales, est meilleur, par conséquent les taux de conversion obtenus dans cette étude reflètent, la mauvaise qualité de l'aliment utilisé pour nourrir les poissons. Mais il faudrait aussi savoir qu'en situation réelle de production ce taux dépend aussi de la manière de distribution de l'aliment. Il a été souvent observé que le pisciculteur influence beaucoup ce taux en distribuant peu ou trop l'aliment.

Mais aussi l'entrée et la résidence ultérieure des poissons sauvages à l'intérieur des cages peuvent également affecter le rendement des élevages notamment en modifiant les densités d'empoisonnement, les taux de conversion et les croissances ainsi qu'en agissant comme vecteurs de parasites et maladies (Jordan et Pagan, 1973 ; Sullivan, 1977).

André Coche (1977) dans ces travaux renseigne aussi que Le rendement de l'alimentation peut aussi être grandement diminué si les pertes de nourriture hors des cages sont trop importantes. Ces pertes sont en général causées principalement soit par les poissons d'élevage eux-mêmes lors de la distribution des granules (agitation excessive), soit par un courant d'eau trop rapide entraînant la nourriture à l'extérieur de la cage (coche, 1977).

Toutefois, les meilleurs taux de conversion en faveur de lots expérimentaux de fortes densités de peuplement (7,5 et 10 kg), peuvent s'expliquer par une prise alimentaire plus efficace contrairement dans les lots à faibles densités (5 kg). L'aliment n'étant pas flottant, le nombre de poissons dans ces cages aura permis une bonne prise de l'aliment distribué avant leur passe à travers les mailles au fond de la cage, ce qui n'est pas le cas pour les lots de 5 kg où le nombre d'individus est beaucoup plus faible.

#### **4.2.2. Influences des facteurs environnementaux sur la croissance et la survie**

La température est l'un des facteurs environnementaux qui influencent la prise alimentaire, l'efficacité de transformation d'énergie, le sexe et la survie (Jobling, 1994, Kestemont et Baras, 2001). La température moyenne mensuelle au niveau du fleuve a évolué autour de 29 °C - 29,7 °C pendant la durée de l'expérience. Cette température est favorable à la croissance des poissons tropicaux. Chez les tilapias du genre *Oreochromis* et les poissons-chats comme *Clarias gariepinus*, les meilleures croissances sont obtenues à des températures d'élevage comprises entre 26 et 32°C (Mélard, 1986 ; Daffé, 2002). Ce facteur n'a pas négativement influencé la croissance des poissons.

Par contre, la turbidité observée en début d'expérience est à l'origine des fortes mortalités observées au sein des lots des poissons en provenance du Lac de Guiers. . En effet, cet environnement est connu pour être moyennement ou faiblement influencé par la turbidité observée dans le fleuve Sénégal pendant la saison des pluies. D'origine terrigène, elle commencerait avec l'ouverture du barrage de Manantali et se propage jusqu'à Saint Louis. La fermeture du canal de la Taouey pendant cette période ainsi que le rôle d'épuration naturelle des typhas qui peuplent le Lac de Guiers font que les eaux du Lac restent '' claires'' durant toute

l'année. C'est dire donc que l'origine géographique des poissons a une conséquence réelle sur leur comportement vis-à-vis de certains paramètres environnementaux, s'agissant de la turbidité. Pour preuve, en fin d'expérience avec la baisse de la turbidité les croissances individuelles des poissons du Lac ont sensiblement augmenté au point de dépasser celles des poissons du fleuve. L'influence des matières en suspension a fait l'objet de travaux chez *O. niloticus* et *O. aureus* (Mélard, 1986 ; Baras et al 2002). Ces auteurs ont montré l'effet négatif des matières en suspension sur la croissance des jeunes poissons. Ces particules en suspension agissent sur leur respiration par encombrement des branchies, réduisent ainsi les échanges gazeux et par conséquent le métabolisme. Un stress mécanique est conjointement créé, ce qui affecterait aussi la prise alimentaire et la santé des poissons. Les particules en suspension causent par ailleurs, une réduction de la visibilité limitant de ce fait l'accès à l'aliment et donc à la consommation de la nourriture.

## V. Conclusions

Notre étude a dans l'ensemble mis en évidence l'effet de la densité sur la dynamique croissance – survie chez le tilapia du Nil, du Sénégal. Nous avons observé que le gain de poids n'était pas contrebalancé par une diminution accentuée de la survie, ce qui est intéressant au plan économique. Il existerait aussi, au sortir de cette étude, l'apparition d'une densité optimale de stockage permettant une meilleure productivité de l'exploitation. Notre étude a révélé que celle – ci tournerait autour 7 – 8 kg / m<sup>3</sup>, pour des poissons dont le poids moyen est compris entre 20 et 30 g démarrage du cycle de production.

Nos résultats suggèrent toutefois l'utilisation d'un aliment flottant, dont la teneur en protéines se rapprocherait de 32 %, puisque ce système d'élevage offre moins de possibilités aux poissons (d'ailleurs planctonophages) pour profiter de manière optimale de la nourriture naturelle. Ainsi, un aliment équilibré donnerait d'excellents résultats. Dès lors, l'aliment SENTENAC, trouvé dans le commerce local ne serait donc pas adapté pour ce type de production. En effet, il ne contient pas plus de 20 % de protéines, il est de mauvaise texture puisque étant trop dur et surplombant pour combler le tout. Il offre donc toutes les caractéristiques d'un très mauvais aliment pour l'élevage en cage.

Au plan environnemental, la période des saisons de pluies caractérisée par une forte turbidité de l'eau du Fleuve Sénégal constituerait une des contraintes majeures du développement de la pisciculture en cage dans la vallée du Fleuve Sénégal. Les contraintes physiologiques (stress mécanique, déplétion de la respiration) et nutritionnelles (stress, mauvaise visibilité de l'aliment) causées chez les plus jeunes individus qui par ailleurs ont besoin de plus d'énergie pour leur métabolisme, sont en défaveur d'une augmentation du rendement. C'est pourquoi, le grossissement d'individus plus âgés (ie, plus de 50 g) pendant cette période sera conseillé d'autant plus qu'il a été prouvé par plusieurs auteurs que l'effet néfaste des matières en suspension sur la croissance et la survie des poissons est moins ressenti chez ces derniers. Par conséquent, un schéma de gestion des exploitations consistant à élever



les poissons de taille beaucoup plus inférieure en milieu contrôlé pendant cette période de forte turbidité, est fortement conseillé.

Au plan de l'espèce elle – même, notre étude a révélé un léger avantage en terme de croissance au profil de la souche du fleuve Sénégal, du moins à ce stade de vie. Des études ultérieures pourraient certainement révéler d'autres informations allant dans le sens de l'amélioration de la production de cette espèce.

Si la production de larves est effectuée en étang de ponte, le prégrossissement en cages permet de réduire considérablement les surfaces en étangs (une cage de 1 m<sup>3</sup> peut remplacer un étang de 50 à 100 m<sup>2</sup> suivant les conditions d'alimentation en eau) et par conséquent, réduire les investissements nécessaires à la construction de ces étangs (Vincke, 1985).

Quelques importantes limitations et difficultés doivent cependant être prises en considération et solutionnées localement avant de pouvoir envisager le développement à grande échelle d'élevages piscicoles en cages:

- La fourniture régulière des alevins nécessaires ;
- La distribution régulière d'un aliment approprié ;
- L'existence et le maintien d'un certain courant d'eau à travers les cages;
- La présence d'oxygène dissous en quantité suffisante dans le milieu aquatique;
- Le maximum de garantie quant aux risques de pollutions;
- Le soutien technique d'un service de vulgarisation compétent.

## VI. Références bibliographiques

**BALARIN J.D. et HATTON J.D. (1979).** Tilapia : A guide to their biology and culture in Africa. Unit of Aquatic Pathobiology, Stirling University, 174 p.

**BOYDSTUN L.B. et HOPELAIN J.S. (1977).** Cage rearing of steelhead rainbow trout in a freshwater impoundment. *Progr. Fish. Cult.*, 39: 70-75.

**BARAS E. et JOBLING M. (2002).** Dynamics of intracohort cannibalism in cultured fish. *Aquac. Res*, 33, 461-479.

**BEROILLER J.-F., CLOTA F. et GERAZ E. (1996).** Temperature sex determination in two tilapias species, *Oreochromis niloticus* and the red tilapia (Red Florida strain): effect of high or low temperatures. Pp. 158-160 In F. Goetz & P Thomas (eds) *Proceeding of the Fifth International Symposium on the Reproductive Physiology of fish*. Austin University, Texas.

**BRETT J.R. (1974).** Marine fish aquaculture in Canada. En: H.R

**CHERVINSKY J. et ROTHBARD S. (1982).** Cold tolerance of tilapia species and hybrids.

**COCHE A.G. (1978).** Revue des pratiques d'élevage de poissons en cages dans les eaux continentales. *Aquaculture*, 13: 157-189

**COCHE A.G. 1977.** Premiers résultats de l'élevage en cages de *Tilapia nilotica* (L.) dans le Lac Kossou, Côte-d'Ivoire. *Aquaculture*, 10: 109-140.

**COLLINS R.A. (1972).** Cage culture of trout in warmwater lakes. *Am. Fish Farmer*, 3: 4-7

**DABBADIE L. (2005).** L'alimentation du Tilapia du Nil *Oreochromis niloticus*. 18 pages

**DAFFE. M. (2001).** Effet de la température sur la croissance, la survie et le sexe phénotypique chez les larves du poisson chat africain *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). Mémoire de DES, Université de Liège. 31 pages

**DAHME E. (1975).** Die Verwendung von Netzküfgen zur Fischintensivzucht. Eine Übersicht, protokolle zur Fischereitechnik, Inst. Fangtechnik, Hambourg, 63: 319-358.

**DESPREZ D et MELARD C. (1998).** Effet of water temperature on sex determination in blue tilapia *Oreochromis aureus*, *Aquaculture*, 162, 79-84

**FISHELSON L. et YARON Z. (1983).** The First International Symposium on tilapia in aquaculture, Nazareth, Israel, 8-13 May 1983. Tel Aviv University, Tel-Aviv, Israel, 624p.

**GEORGE T.T. (1975).** Observations on the growth of *Tilapia nilotica* (L) in tropical fish ponds treated with different fertilizers. Proc. FAO/CIFA Symp. on Aquaculture in Africa, Accra, Ghana. CIFA/75/SE.11: 16p

**GOUDIER M.J., GANAM, G. et RAOUL, Y. (1986).** Randomized trial comparing six Versus three cycles of Epirubicin- Based Adjuvant chemotherapy

**GRIBANOV L.V., KORNEEV A.N. et KORNEEVA L.A. (1968).** Use of thermal waters for commercial production of carps in floats in the U.S.S.R. FAO Fish. Rep., 44(5): 218-266.

**GUERRERO R.D. III et GARCIA A.M. (1983).** Studies on the fry production of *Sarotherodon niloticus* in a lake-based hatchery, 388-393. In: Fishelson, L. et Yaron, S. Eds, The First International Symposium on Tilapia in Aquaculture, Nazareth, Israel May 8-13, 1983, Tel Aviv University, 624p

**GUERRERO R.D. (1977).** Recent developments in freshwater aquaculture in the Philippines. En: First ASEAN Meet. Experts Aquacult, Techn. Rep., pp. 99-102.

**HANSON T.R., SMITHERMAN R.O., SHELTON W.L. et DUNHAM R.A. (1983).** Growth comparisons of monosex tilapia produced by separation of sexes, hybridization and sex reversal, 570-579. In: Fishelson, L. et Yaron, S. Eds. The First International Symposium on tilapia in aquaculture, Nazareth, Israel, May 8-13, Tel Aviv University, 624p

**HASTINGS W. H. et DICKIE L.M. (1972).** Feed formulation and evaluation. En: Fish nutrition, J. E. Halver (Ed.) London, Academic Press, p. 327-374.

**HICKLING C.F. (1962).** Fish Culture. Faber and Faber, London, 295 pp

**HISHAMUNDA N et BOUSSO T. (2005).** Plan de redressement du sous secteur de la

pêche et de l'aquaculture, rapport FAO/ TCP/SEN .33 pages

**JOBLING M. (1994).** Fish bioenergetics. London : Chapman et Hall.

**JORDAN D.T. et PAGAN F.A.(1973).** Developments in cage culture of *Tilapia aurea* in a rock-quarry pond in Puerto Rico, Commun. 10th Ann. Meet. Ass. Islands Mar. Lab. Carib., p. 59 (resume).

**KASSOUM T. et CAMPBELL D. (1976).** La circulation des eaux du lac de Kossou, ses causes, ses manifestations et ses conséquences. Rapport d'information AVB/IUET (mimeo).

**KELLEY J.R. (1973).** An improved cage design for use in culturing channel catfish. Progr. Fish. Cult., 35: 167-169

**LOWE-McCONNELL R.H. (1982).** Tilapia in fish communities. In: Pullin R.S.V. and Lowe-McConnell R.H. Eds: The biology and culture of tilapias. ICLARM Conference Proceedings, 7, Manila, Philippines, 83-114.

**MACINTOSH D.J. et DA SILVA S.S.(1984).** The influence of stocking density and food ration on fry survival and growth in *Oreochromis mossambicus* and *O. niloticus* female × *O. aureus* male hybrids reared in a closed circulated System. Aquaculture, 41, 345-354

**MAGID A et BABIKER M. (1975).** Oxygen consumption and respiratory behaviour in three Nile fishes. Hydrobiologia, 46, 359-67.

**Mazid M.A.(1978).** Metabolism of amino acids on aquatic animals. III. Indispensable amino acids for *Tilapia zillii*. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 44: 739-742.

**MELARD C. et PHILIPPART J .C. (1981).** Pisciculture intensive du Tilapia *Sarotherodon niloticus* dans les effluents thermiques d'une centrale nucléaire en Belgique. pp. 637-658. In: Proceedings world symposium on aquaculture in heated effluents and recirculation systems, Stavanger (Norway), 28-30 May 1980, vol.1, Berlin

**MILNE P.H. (1972).** Fish and Shellfish Farming in Coastal Waters. Fishing News Books Ltd., Farnham, Surrey, 208 pp.

**MICHEL P. (1973).** Les bassins des fleuves Sénégal et Gambie. Étude géomorphologique. Thèse Strasbourg (1970). Mémoire ORSTOM, Paris, no 63,3 tomes, 752 p., 6 cartes couleurs au 11200 000.

**MOLLER D. (1976).** Recent developments in cage and enclosure aquaculture in Norway. FAO Techn. Conf. Aquacult., Kyoto. Comm. FIR:AQ/Conf./76/R.20. FAO, Rome, 12 PP.

**MPO'N'TCHA A. (2000).** Etude de la variation ontogénétique de l'optimum thermique de croissance chez le tilapia bleu *Oreochromis aureus*. Travail de fin d'Etudes, Université de Liège, 30 pp.

**PANDIAN, T.J. et VARADARAJ. K., 1990.** Development of monosex female *Oreochromis mossambicus* broodstock by integrating gynogenetic technique with endocrine sex reversal. J. Exp. Zool., 255: 88-96.

**PAGAN F.A. (1970).** Cage culture of Tilapia. FAO Aquacult. Bull., 3(1): 6.

**PAULY D., MOREAU J. et PREIN M. (1988).** A comparaison of overall growth performance of *Tilapia* in open waters and aquaculture. 469-479. In: R.S.V. Pullin et al: The Second International Symposium on tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceedings 15, 623p

**PHILIPPART J.C1. et RUWET J.C. 1982.** Ecology and distribution of tilapias. In: The biology and culture of tilapias (Pullin et Lowe Mc Connell, Eds.). ICLARM Conférence Proceedings, 7, Manila, Philippines, 15-59

**PLISNIER P.D., MICHA J.C1. et FRANK V. (1988).** Biologie et exploitation des poissons du lac Ihema (Bassin de l'Akagera, Rwanda). Presses Universitaires de Namur, Namur, Belgique, 212p.

**PULLIN R.S.V. et McCONNEL L.R.H. (1982).** The Biology and culture of Tilapia. ICLARMC conference proceeding 7, Manila, Philippines, 432 Pages

**RUWET J.C. (1975).** Biologie et élevage des Tilapias symposium FAO/CPCA sur

l'aquaculture en Afrique, Accra, Ghana 27 pages.

**SULLIVAN C. (1977).** Editor on the go in Arkansas. Fisheries (Am. Fish. Soc.), 2(1): 28-32.

**TATUM W.M. (1974).** Experiments in the culture of marine species in floating baskets. Proc. Fish Farming Conf. and Annu. Convention Catfish Farmers Texas, pp. 45-49.

**TACON A.G.J. et C.B. CONEYT. (1985).** Protein and amino acid requirements. In Fish Energetics - new perspectives (P. Calow and P. Tytler, eds). Croom Helm Press Ltd. London, pp. 155 – 183.

**TOGUYENI A. (1996).** Plasma Thyroid hormones and hepatic nucleic acids in relation to sex of tilapia *Oreochromis niloticus*

**TREWAVAS E. (1983).** Tilapiine Fishes of the Genera *Sarotherodon* *Oreochromis* and *Danakilia*. British Museum Nat. Hist., 583p.

**TREWAVAS E. (1981).** Nomenclature of Tilapia of Southern Africa. J. Limnol. Soc. Sth. Afr. 7(1), 42p.

**VINCKE P. (1985).** La pisciculture de *Tilapia nilotica* (= *Sarotherodon niloticus*) dans les eaux continentales de Côte d'Ivoire. Tropicultura, 1985, 3, 3, 93-103.

**WOHLFARTH GW et HULATA GI. (1981).** Applied genetics of tilapias. Iclarm Studies and Reviews 6: 26 p.

**YAMAZAKI Y. (1984).** Photoelectric conversion device and method manufacturing sa

**WELCOMME R.L. (1988).** International Introductions of Inland Aquatic Species. FAO Fish Techn. Rep. (294): 318 p.