

Effets de la densité de stockage sur la croissance des alevins de Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) en cages fixes dans le Lac de Guiers, Sénégal

Elhadji FAYE¹, Serigne Modou SARR^{1*}, Mamoudou Abdoul TOURE², Saliou GUEYE¹
et Malick GUEYE³

¹ Université de Thiès, Institut Supérieur de Formation Agricole et Rurale, BP 54, Bambey, Sénégal

² Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA), Centre de recherches Zootechniques de Dahra Djoloff, BP 01, Sénégal

³ Ministère de l'Environnement et du Développement Durable, Direction des Eaux et Forêts, BP 4055, Sénégal

* Correspondance, courriel : sarmodou@yahoo.fr

Résumé

L'objectif de cette étude est de (i) déterminer les variables physicochimiques (température, pH et oxygène) optimales pour la culture de Tilapia (*O. niloticus*) en cages fixes et flottantes et (ii) étudier l'influence du temps de contrôle et de la densité sur le poids moyen, la croissance et la survie des Tilapia en cages fixes et flottantes. L'étude est effectuée au niveau du Lac de Guiers au Sénégal. Les alevins de Tilapia utilisés proviennent de la station piscicole de l'Agence Nationale de l'Aquaculture (ANA). Le matériel d'élevage utilisé est composé de neuf (09) cages fixes en filet norten de maille 7mm avec une ouverture. Une moustiquaire de 20cm de large entoure chaque cage. Une balance numérique est utilisée pour les pesées. Un pH-mètre Scan1 et un thermomètre sont utilisés pour les mesures du pH et de la température de l'eau. Un dispositif complètement aléatoire avec trois (3) traitements (Densité 1 = 5 kg, Densité 2 = 7,5 kg et Densité 3 = 9 kg) et de trois répétitions est mis en place dans des cages fixes de 1,30 m³ de volume total dont 1 m³ de volume productif. Une distance de 50 cm est laissée entre la cage et le fond du plan d'eau. Les variables physicochimiques (température, pH et oxygène) et biologiques (poids moyen, croissance et survie) sont mesurées en fonction du temps de contrôle (15 jours, 30 jours et 45 jours). Les résultats obtenus montrent une température moyenne de 27,66 °C, un pH moyen de 7,66 et une valeur d'oxygène dissouts moyenne de 5,19mg/L. Le nombre d'individu mort est fonction du temps ($p < 0,001$). Les meilleures performances de croissances sont observées lors de la troisième quinzaine (29g). Le poids moyen le plus important (25,1g) est obtenu avec la densité 1. La croissance ($p < 0,001$) et le taux de survie ($p < 0,001$) sont fortement influencés par la densité et le temps de contrôle. L'Indice de consommation est plus important avec les densités 2 et 3 (en moyenne 2,54) et plus faible avec la densité 1 (en moyenne 1,35).

Mots-clés : Lac de Guiers, *Oreochromis niloticus*, densité de stockage, survie, vitesse de croissance.

Abstract

Effects of storage density on the growth of Tilapia fry (*Oreochromis niloticus* L.) in fixed cages in Lac de Guiers, Senegal

The objective of this study is to: (i) determine the optimum physicochemical variables (temperature, pH and oxygen) for growing Tilapia (*O. niloticus*) in fixed and floating cages and (ii) study the influence of control and density on average weight, growth and survival of Tilapia in fixed and floating cages. The study is conducted

at the Lac de Guiers in Senegal. The tilapia fry used come from the fish station of the National Agency of Aquaculture (ANA). The breeding equipment used is composed of nine (09) fixed cages in norten net of mesh 7mm with an opening. A (mosquito net) 20cm wide surrounds each cage. A digital scale is used for weighing. A Scan1 pH meter and a thermometer are used for pH and water temperature measurements. A complete randomized device of three (3) treatments (Density 1 = 5 kg, Density 2 = 7.5 kg and Density 3 = 9 kg) and three repetitions is set up in fixed cages of 1.30 m³ of volume. total of which 1 m³ of productive volume. A distance of 50 cm is left between the cage and the bottom of the body of water. The physicochemical variables (temperature, pH and oxygene) and biological variables (average weight, growth and survival) are measured according to the control time (15 days, 30 days and 45 days). The results obtained show an average temperature of 7.66 ° C, an average pH of 7.66 and an average dissolved oxygen value of 5.19 mg / L. The number of dead individuals is a function of time ($p < 0.001$). The best growth performances are observed during the third fortnight (29g). The highest average weight (25.1g) is obtained with density 1. Growth ($p < 0.001$) and survival rate ($p < 0.001$) are strongly influenced by density and control time. The conversion rate is higher with densities 2 and 3 (average 2.54) and lower with density 1 (average 1.35).

Keywords : *Guiers Lake, Oreochromis niloticus, storage density, survival, growth rate.*

1. Introduction

En Afrique, l'aquaculture a connu une évolution mouvementée et, depuis les années 50, son développement consiste surtout à privilégier des méthodes d'aquaculture en étangs permettant d'assurer un niveau minimum de subsistance. En effet, le Tilapia (*Oreochromis niloticus*) est une espèce de la famille des Cichlidae. Il fait partie des espèces les plus utilisées en élevage aquacole. Il 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 : *O. 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 [1]. Le Tilapia atteint sa maturité sexuelle quand il mesure entre 10 et 30 cm de longueur totale. La maturité sexuelle dépend de la taille maximale atteinte dans une population donnée, de la nourriture disponible et de la température. La reproduction n'est possible qu'à plus de 20°C [2]. Plusieurs études sont effectuées sur la faisabilité et la promotion de la culture de Tilapia. Ainsi, l'âge et la croissance du Tilapia du Nil (*O. niloticus*) et du Tilapia estuarien (*Sarotherodon melanotheron*) capturés dans le lac de barrage d'Ayamé sont déterminés à partir du comptage des zones opaques présentes sur l'otolithe. Avec respectivement 5 et 6 classes d'âge, l'âge maximum enregistré est de 4 ans pour *O. niloticus* et 5 ans pour *S. melanotheron* [3]. Quelques travaux sont menés en Afrique sur la densité de stockage et la croissance des alevins en étang mais plus rarement en cages. En Côte-d'Ivoire, en élevage standard, le poids moyen augmente en trois mois de 120 à 200 g suivant que la biomasse initiale est élevée (20 kg.m⁻³) ou moyenne (10-14 kg.m⁻³). Pour une densité de stockage de 14 kg et un poids moyen des individus de 29 g (*Tilapia nilotica*), il récolte en 121 jours d'élevage des poissons de 67,6 g de poids moyen avec une mortalité de 5,9 % et un Indice de consommation alimentaire de 2,8. La densité de stockage de 7,5 kg donne les meilleures performances de croissances des individus de poids moyen de 22g dans le fleuve Sénégal avec un poids moyen final de 53,24g [4]. Selon [5], il faut 800 à 1300 individus de densité de stockage pour des alevins de 10g élevé en cages. Selon [6], pour une meilleure conversion alimentaire et une croissance normale des alevins de Tilapia, il faut une densité de 10 à 13 individus.m⁻² dans les cages d'élevage. Une étude de *O. niloticus* en association avec le riz Djoukèmin (*Oryza sativa*) en étang montre que le gain de poids journalier en pisciculture (0,50 g.j⁻¹) est resté inférieur à celui obtenu en rizipisciculture (0,71 g.j⁻¹) [7]. Selon [8], le

développement d'une pisciculture continentale se trouve confronté à des cas de mortalité massive et inexplicable et aussi à des comportements anormaux des Tilapias en étangs et cages. Selon [9], avec 387 365,2 tonnes en 2005, la production aquacole du Sénégal contribue pour 87,89% de la production halieutique totale, contre 12,08 % pour la pêche continentale (53 263,3 tonnes). Aujourd'hui, les tilapias constituent le deuxième groupe de poissons le plus élevés après les carpes et avant les saumons. La production aquacole mondiale a connu un essor très important ces dernières années avec une production totale de 73,8 millions de tonnes. L'aquaculture approvisionne 50 % du poisson mondial destiné à la consommation humaine [10]. Le Sénégal a lui aussi enregistré des avancées notoires l'aquaculture. La production aquacole a passé de 334 tonnes en 2011 à 1095 tonnes en 2014 [10]. Pour faire face à la diminution des stocks des ressources halieutiques dans les eaux maritimes et côtières et booster la pêche, le gouvernement du Sénégal a mis en place l'Agence Nationale de l'Aquaculture (ANA) pour permettre aux producteurs de disposer d'alevins, de l'aliment et de l'encadrement de proximité. Au Sénégal à notre connaissance aucune étude n'est réalisée pour déterminer la densité des alevins de *O. niloticus* en cages fixes et flottantes. Les études réalisées tournent autour du régime alimentaire, de la densité de stockage par rapport aux performances alimentaires dans des bassins piscicoles. C'est dans ce contexte que cette étude est menée sur *O. niloticus* en cages fixes et flottantes dans le Lac de Guiers au Nord du Sénégal. L'objectif est de : (i) déterminer les variables physicochimiques (température, pH et oxygène) optimales pour la culture de Tilapia en cages fixes et flottantes au niveau de Lac de Guers et (ii) étudier l'influence du temps de contrôle et de la densité sur le poids moyen, la croissance et la survie des Tilapias.

2. Matériel et méthodes

Cette étude est effectuée au niveau du Lac de Guiers situé dans le nord du Sénégal, à environ 10 km au sud-ouest de Richard Toll, le lac de Guiers (15°55' - 16°25' Nord et 15°45'-16°00' Ouest) occupe le centre d'une vaste dépression naturelle. Long de 50 km et large de 7 km, c'est un grand lac peu profond (2 m de profondeur en moyenne) qui constitue la principale réserve d'eau douce du Sénégal. Il est alimenté à son extrémité nord par le fleuve Sénégal via le canal de la Tahovey. Les principaux apports en eau du lac proviennent de l'approvisionnement fluvial, les rejets d'eau de drainage des cultures irriguées et les précipitations (apports directs et ruissellement).

2-1. Matériel

2-1-1. Matériel biologique

Les alevins de Tilapia (*O. niloticus*) utilisés sont produits dans les étangs de la station piscicole de l'Agence Nationale de l'Aquaculture (ANA). Leur transport jusqu'à la station expérimentale a nécessité une bassine et une bouteille à oxygène pour réduire leur mortalité. Le choix de cette espèce s'explique par sa robustesse face aux variations physico-chimiques mais également pour sa bonne croissance.

2-1-2. Matériel expérimental

Le matériel d'élevage utilisé est composé de neuf (09) cages de 1 m³ en filet norten de maille 7mm. Ces cages sont fixées sur des poteaux en fer. Chaque cage est dotée d'une couverture pour lutter contre la prédation aviaire. Une bande de grillage (moustiquaire) de 20cm de large entoure chaque cage et sert de robe de contention afin d'éviter les pertes d'aliment. En outre, le dispositif est sécurisé par un filet de pêche pour éviter l'attaque des poissons carnivores. Une balance numérique de marque Camry avec une précision 0,01g est utilisée pour les différentes pesées. Un pH-mètre Scan1 de précision +/-0,2 et un thermomètre sont utilisés pour mesurer le pH et la température de l'eau.

2-2. Méthodes

2-2-1. Dispositif expérimental

Pour déterminer la densité optimale d'élevage en cages *O. niloticus*, un dispositif complet aléatoire de trois (3) traitements et de trois répétitions est mis en place dans des cages fixes (**Photo 1**) de 1,30 m³ de volume total dont 1 m³ de volume productif (**Tableau 1**). Une distance de 50 cm est laissée entre la cage et le fond du plan d'eau.

Tableau 1 : Structure d'élevage en cages

Traitements (kg)	Volume d'eau (m ³)	Poids moyen initial (g)	Fréquences de contrôle (j)	Nb de répétitions
Densité 1 = 5	1	10	15	3
Densité 2 = 7,5	1	10	15	3
Densité 3 = 9	1	10	15	3



Photo 1 : Dispositif expérimental dans les eaux du lac de Guiers. (Crédit photo Guèye S., juillet, 2013)

Le traitement 2 est le témoin pour faire référence aux travaux de [4]. Pour les besoins du test, un aliment importé de Hong Kong dans le cadre du programme TCP (Technical Cooperation Projet) FAO/SEN/3305 est utilisé. Cet aliment, jugé performant par les essais précédents, contient un taux de protéine acceptable et se présente sous forme de granulé. La composition de l'aliment est indiquée dans le **Tableau 2**.

Tableau 2 : Composition de l'aliment

Taux de protéines (%)	Taux de lipides (%)	Coefficient de nutrition
30-35	7	1,6

L'expérience est conduite pendant 45 jours, du 05 juillet au 20 août, afin d'apprécier l'effet de la densité sur la croissance. Le suivi des élevages porte sur les variables physico chimiques et biologiques, la ration alimentaire et la fréquence de nourrissage. Des fiches de suivi sont confectionnées à cet effet.

2-2-2. Les variables mesurées

2-2-2-1. Physicochimiques

Les variables physicochimiques portent sur le pH et la température dont les relevés sont faits quotidiennement à 08 heures et à 15 heures à l'aide d'un pH-mètre Scan1 et d'un thermomètre.

2-2-2-2. Biologiques

Les paramètres biologiques portent sur la croissance, le taux de survie et le Indice de consommation :

- *La croissance*

Un échantillonnage est effectué chaque 15 jour. La taille de l'échantillon est calculée à partir de la **Formule** de Benoit le Maux :

$$n' = \frac{n}{\frac{1+n}{N}} \tag{1}$$

n' étant la taille de l'échantillon, *N* la population mère et *n* la valeur obtenu à partir du tableau de la loi de Poisson en relation avec un seuil de confiance et une marge d'erreur.

Un seuil de confiance de 95 % est choisi avec une marge d'erreur de 5% correspondant à *n* = 385. Les individus sont comptés et pesés pour chaque type de traitement. La croissance est caractérisée par la vitesse de croissance exprimée en g/jour/individu. La **Formule** de la vitesse de croissance est :

$$VC(g/individu.j^{-1}) = \frac{Pmf - Pmi}{t} \tag{2}$$

VC étant la vitesse de croissance des individus, *Pmf* le Poids moyen final ; *Pmi* le Poids moyen initial ; *t* durée d'élevage.

- *Le taux de survie*

Il est calculé tel que :

$$S(\%) = 100 - M(\%) \tag{3}$$

M étant le taux de la mortalité naturelle

- *M : taux de mortalité.*

$$M = 100 * (N_i - N_f) / N_i - 1 \tag{4}$$

N_i désigne le nombre initial de poissons et *N_f* le nombre final de poissons.

- *Indice de consommation (IC)*

C'est le rapport entre la quantité d'aliment distribuée et la Biomasse corrigée (avec, Biomasse corrigée = biomasse des + biomasse des morts). Biomasse = poids moyen individu (g) * Nombre d'individu

$$IC = \frac{\text{Quantité aliment distribué}}{\text{Biomasse corrigée}} \tag{5}$$

- *Ration alimentaire et fréquence de nourrissage*

Le taux de nourrissage est fixé à 7 % de la biomasse les 60 premiers jours, à 5 % les 30 suivant et à 3 % le reste de l'élevage [11]. L'aliment est distribué à la volée et en trois fois dans la journée (9 h, 13h et 17 heures).

2-3. Analyses statistiques

Les poids moyens des poissons élevés aux différentes densités et la mortalité sont comparés par l'analyse de variance et le test de Fisher. Les analyses sont obtenues grâce à l'utilisation du logiciel statistica. Le calcul des indices de consommation et les taux de croissance journalière est fait avec le logiciel Excel.

3. Résultats

3-1. Variables physicochimiques

La température est relativement élevée dans les cages expérimentales (*Figure 1*). Elle varie globalement entre 27,1 et 27,6 °C et la moyenne enregistrée est de $27,2 \pm 1,24$ °C. Les valeurs du pH varient en général entre 7,4 et 7,8 avec une moyenne globale de $7,66 \pm 0,13$.

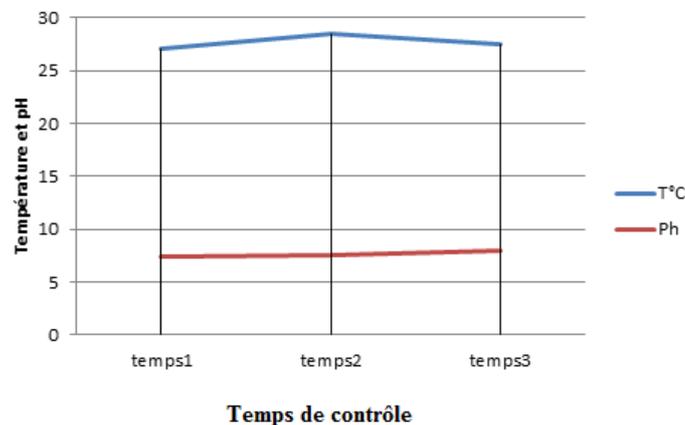


Figure 1 : *Évolution de la température et du pH en fonction du temps*

Par ailleurs, la turbidité varie entre 19,1 et 25 cm avec une moyenne de $21,46 \pm 2,44$ cm. Les valeurs d'oxygène dissouts enregistrées varient de 4,4 à 6,1 mg/L avec une moyenne globale de $5,19 \pm 0,92$ mg/L.

3-2. Variables biologiques

3-2-1. Influence du temps de contrôle sur la mortalité

La *Figure 2* montre le nombre d'individu mort en fonction du temps ($p < 0,001$). Les plus fortes pertes de poissons sont observées lors des quinze premiers jours d'élevage (en moyenne 69). Cette perte est moins importante lors de la deuxième (15) et de la troisième (6) quinzaines.

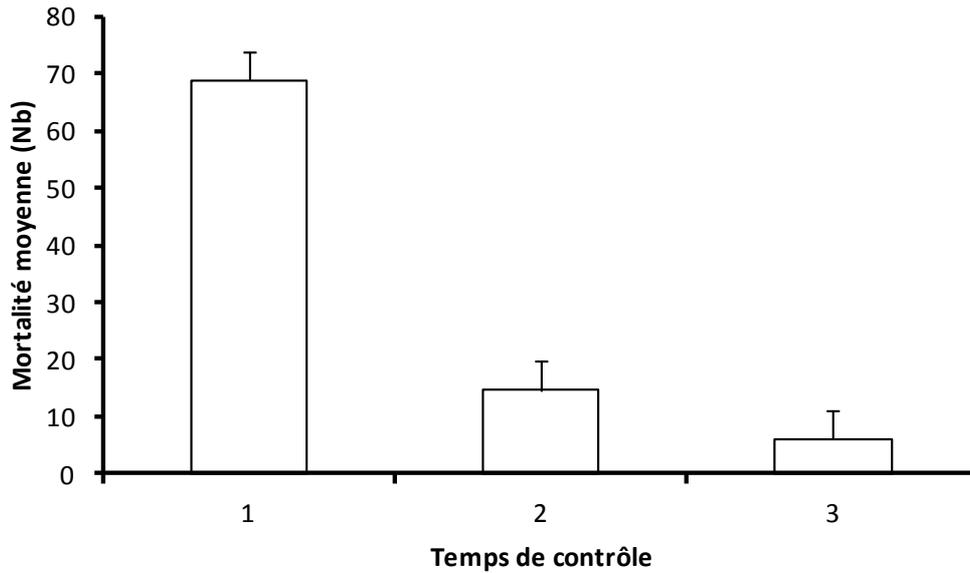


Figure 2 : Mortalité de *Tilapia* au cours du temps de contrôle (1^{er}, 2^e et 3^e quinzaines)

3-2-2. Influence du temps de contrôle sur le poids moyen

La **Figure 3** montre l'effet hautement significatif du temps de contrôle sur le poids moyen ($p < 0,001$). Les meilleures performances de croissances sont observées lors de la troisième quinzaine (29 g). A la deuxième quinzaine, le poids moyen est de (21 g). Le poids moyen le plus faible (14 g) est obtenu lors de la première quinzaine.

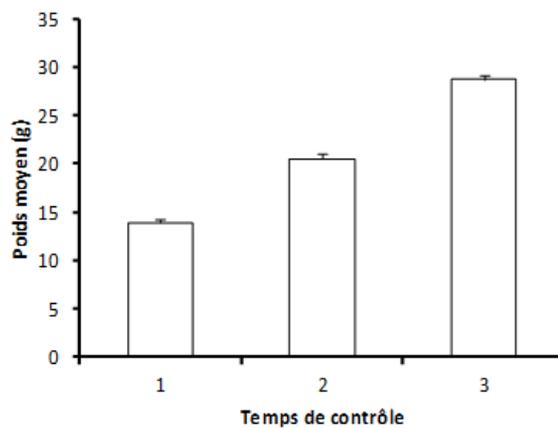


Figure 3 : Évolution du poids moyen de *Tilapia* en fonction du temps de contrôle (1^{er}, 2^e et 3^e quinzaines)

3-2-3. Influence de la densité sur le poids moyen

Le poids moyen est significativement influencé par la densité ($p < 0,001$: **Figure 4**). Le poids moyen le plus important ($25,1 \pm 9,1$ g) est obtenu avec la densité 1. Les poids moyens les plus faibles sont obtenus par contre avec la densité 2 ($19,51 \pm 6,50$ g) et la densité 3 ($18,52 \pm 6,55$ g).

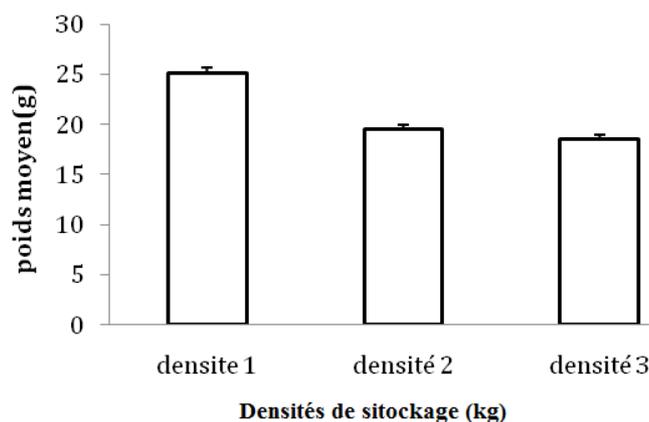


Figure 4 : Poids moyens après 45 jours d'élevage selon la densité (densité 1 = 5kg, densité 2 = 7,5kg et densité 3 = 9 kg)

3-2-4. Influence de la densité et du temps de contrôle sur la croissance

La croissance est aussi fonction de la densité et du temps de contrôle ($p < 0,001$: **Figure 5**). Au cours de la première quinzaine, bien que faible, la croissance est plus importante avec la densité 1 (0,14g/jour) qu'avec les densités 2 et 3 (en moyenne 1,08g/jour). Cette tendance est maintenue lors du 2^e contrôle (0,57g/jour pour la densité 1 et 0,37 g/jour pour les densités 2 et 3) et du 3^e contrôle (0,65g/jour pour la densité 1 et 0,49g/L pour les densités 2 et 3).

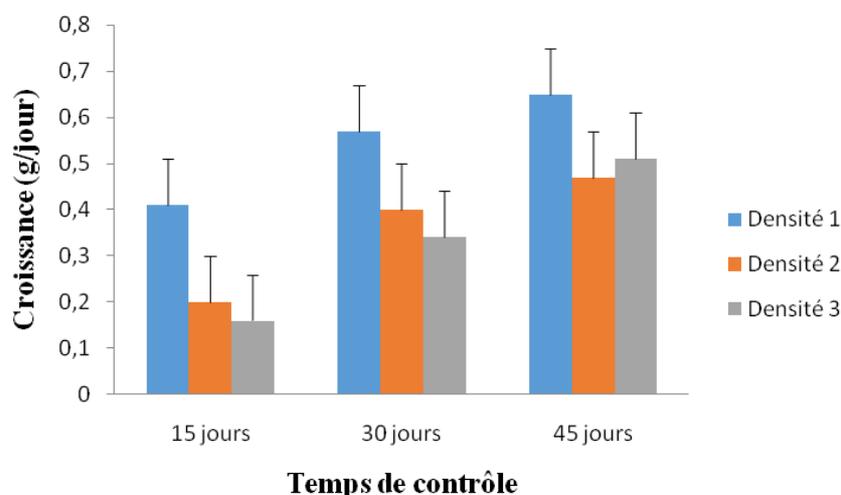


Figure 5 : Influence de la densité (densité 1 = 5kg, densité 2 = 7,5kg et densité 3 = 9kg) et du temps de contrôle (1^{er}, 2^e et 3^e quinzaines) sur la croissance

3-2-5. Influence de la densité et du temps de contrôle sur la survie

Le taux de survie est influencé par la densité et le temps de contrôle ($p < 0,001$; **Figure 6**). Pour la densité 1, le taux de survie est le même pour tous les temps de contrôle, en moyenne 97,67%. Pour la densité 2, le taux de survie est plus élevé aux 2^e et 3^e contrôles, en moyenne 98,5 % que lors du 1^{er} contrôle (89 %). Pour la densité 3, le taux de survie est plus faible lors du 1^{er} contrôle (87 %) que lors des deux derniers contrôles (en moyenne 97 %). Cependant, aucune différence significative est notée pour le taux de survie entre les densités au cours du 1^e contrôle (en moyenne 90,33 %), 2^e contrôle (en moyenne 97,67 %) et 3^e contrôle (98,67 %).

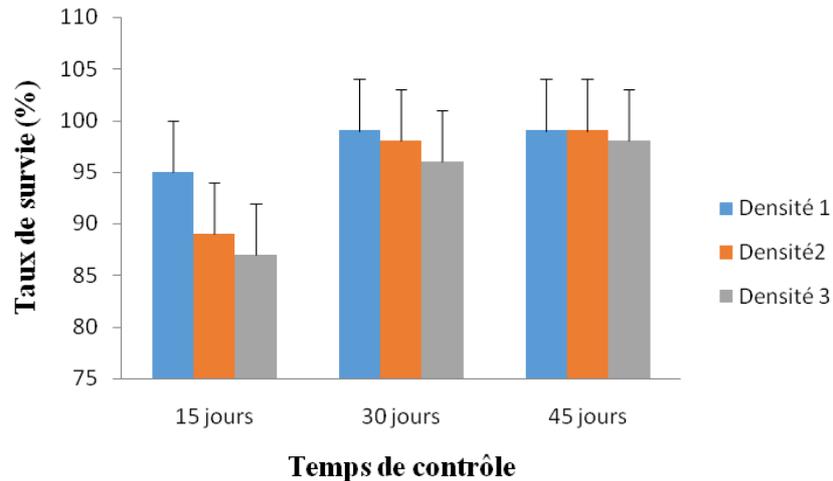


Figure 6 : Taux de survie en fonction de la densité (densité 1 = 5kg, densité 2 = 7,5kg et densité 3 = 9kg) et du temps (1^{er}, 2^e et 3^e quinzaines) de contrôle

3-2-6. Indice de consommation en fonction de la densité

L'Indice de consommation (**Figure 7**) est fonction de la densité. Ce taux est plus important avec les densités 2 et 3 (en moyenne 2,54) et plus faible avec la densité 1 (en moyenne 1,35).

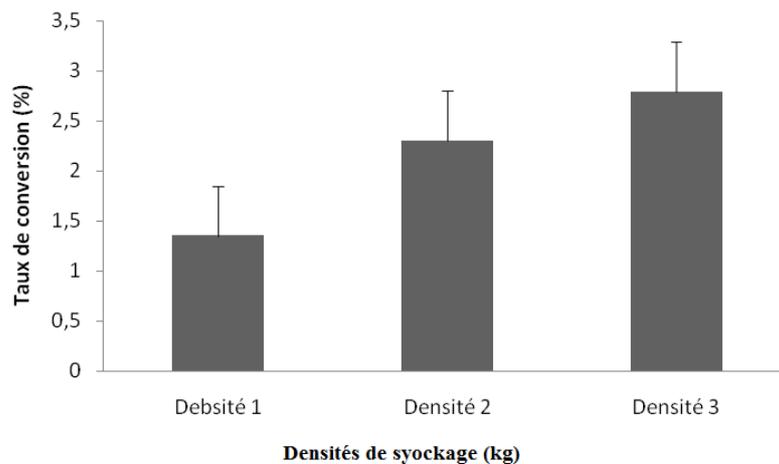


Figure 7 : Indice de consommation en fonction de la densité (densité 1 = 5kg, densité 2 = 7,5kg et densité 3 = 9kg)

4. Discussion

4-1. Variables physicochimiques

La température moyenne durant toute cette étude est de $27,2 \pm 1,24^{\circ}\text{C}$. Ce résultat est semblable à celui obtenu ($27,4$ et $29,2^{\circ}\text{C}$) avec de l'eau dans les étangs avec la même espèce par les auteurs [12]. Ce résultat confirme également ceux de [13] pour la culture de Tilapia dans le Nil en Egypte. Une étude sur la culture mixte-sexe et monosex de Tilapia à Mexico montre une différence non significative ($p = 0,147$) de la température dans les deux étangs étudiés. Par contre, une différence significative ($p = 0,045$) est noté dans

la température de l'eau entre les mois [14]. Une température moyenne de $28,2 \pm 1,5$ °C est obtenue avec la culture de *Heterobranchus longifilis* dans des bassins [15]. La température moyenne journalière au niveau du Lac évolue autour de 26°C à 29°C pendant la durée de l'expérience. Cette température est favorable à la croissance des poissons tropicaux. Les concentrations en oxygène dissout sont généralement élevées 4,4 à 6,1 mg/L. Les températures létales inférieures et supérieures pour ce poisson sont de 11-12 °C et 42 °C, respectivement, alors que les températures optimales varient entre 31 et 36 °C. Les performances de croissance du Tilapia du Nil ne diminuent pas significativement ($p > 0,05$) de à 20 et 24°C [16]. Donc les températures obtenues lors des 45 jours d'expériences correspondent aux valeurs optimales pour une bonne croissance de l'espèce. Des pH de l'eau variant entre 7,8 et 8,6 sont obtenus durant la culture de Tilapia [12] alors que dans cette étude les valeurs du pH varient entre 7,4 et 7,8 avec une moyenne globale de $7,66 \pm 0,13$. Dans l'étude effectuée à Mexico sur le Tilapia, le pH de l'eau de surface fluctue entre une alcalinité légère à modérée. Aucun pH acide n'est enregistré [14]. Une bonne croissance de l'espèce *O. niloticus* est obtenue à un pH compris entre 7 et 9 [17]. *O. niloticus* peut vivre dans les eaux à pH compris entre 5 et 11 [18]. Des pH de 7,52 minimum et de 7,95 maximum sont obtenus dans la culture du Tilapia du Nil [16]. Les valeurs d'oxygène dissouts enregistrées dans cette étude varient de 4,4 à 6,1 mg/l avec une moyenne globale de $5,19 \pm 0,92$ mg/L. Dans l'étude de culture mixte-sexe et monosexue de Tilapia, l'oxygène dissout fluctue entre le plus bas de $5,2 \pm 0,7$ mg / L obtenu en août pour les populations mixtes et le plus élevé de $10,3 \pm 0,25$ mg / L enregistré en juin chez le Tilapia mâle monosexué. Il n'y a pas de différence statistique dans la concentration d'oxygène dissout entre les bassins ($p = 0,203$), mais il y a une différence entre les mois ($p < 0,017$) [12]. [15] rapportent que dans l'étude de l'effet de densité initiale de mise en charge sur la survie et la croissance des larves d'*Heterobranchus longifilis*, les concentrations moyennes journalières d'oxygène dissout dans tous les bassins varient autour de $6,6 \pm 1,2$ mg.L-1. Les concentrations extrêmes enregistrées sont de 5,5 et de 13 mg.L-1.

4-2. Variables biologiques

Le poids moyen est fonction de plusieurs facteurs. En effet, la densité et le temps de contrôle influencent positivement le poids moyen, la croissance et la survie de Tilapia. Le nombre d'individu mort est fonction du temps. Les pertes de poissons les plus importantes sont observées lors des quinze premiers jours d'élevage (69). Ces fortes mortalités peuvent être expliquées entre autres par le stress et la densité forte lors du transport de leur milieu d'origine. Des taux de mortalité plus faible (non traité 5 % et traités 3,5 %) sont obtenus avec des alevins pré-grossis traités avec l'hormone Andréol testostérone [19]. Le poids moyen est influencé aussi par le temps de contrôle. Les poids moyens les plus importants sont observés lors de la 3^e quinzaine (29g). A la deuxième quinzaine le poids moyen est de (21g). Le poids moyen le plus faible (14g) est obtenu lors de la première quinzaine. Ces résultats confirment ceux de [14] sur le poids corporel moyen de Tilapia mâles monosexes. En effet, ce poids est passé de 0,21g à 192,2g de mai à novembre. Par contre, après les 28 jours d'élevage de *Heterobranchus longifilis*, aucune différence significative n'est observée entre les poids moyens finaux obtenus aux densités (300 individus/m², 400/m², 500/m² et 600 individus/m²) [15]. Une différence significative est observée entre la croissance pondérale des alevins traités avec l'hormone Andréol testostérone (13,2g) et les alevins non traités (12,3g). Chez *O. niloticus* cultivées en cages un gain de poids quotidien moyen de 1,38g est obtenu tandis que chez *S. galilaeus* cultivé en hapa-en-étang le poids quotidien est de 0,23g [20]. Le poids moyen est également significativement influencé par la densité ($p < 0,001$). Le poids moyen le plus important (25,1g) est obtenu avec la densité 1. Ce poids est suivi par celui obtenu (19,51g) avec la densité 2. Le poids moyen le plus faible (18,52g) est obtenu avec la densité 3. [21] rapportent également des poids moyens plus élevés pour une densité de 2 poissons/m², 160,6 g, 164,8 g, 183,6 g, 161,5 g et 168,2 g pour des densités de crevettes de 0, 3, 6, 9 et 12 crevettes /m², respectivement. Par contre, la culture multitrophique intégrée du Tilapia du Nil et de la crevette amazonienne en eau saumâtre a montré que la densité d'ensemencement des crevettes n'affecté pas significativement le poids final moyen

des Tilapias ($p = 0,59$) [12]. La croissance est fonction de la densité et du temps de contrôle. Les résultats de la 1^e quinzaine montrent une vitesse de croissance faible liée en partie à l'adaptation des individus aux nouvelles conditions d'élevage. Pour les 2^e et 3^e quinzaine une meilleure vitesse de croissance est notée. Les meilleurs résultats sont obtenus avec le traitement 5kg (densité 1). Le meilleur taux de croissance obtenu 0,54g/j pour la densité 5kg se rapproche des valeurs rapportées par plusieurs auteurs pour un régime alimentaire incorporant plus de 30% de protéine en phase de prégrossissement [5 - 22]. Les auteurs [17 - 22] estiment du stade alevin à une biomasse de 300gr, une population (mâle et femelle) de Tilapia grandit en moyenne de 1g/jour/individu. Pour chaque période de contrôle, aucune différence significative n'est notée entre les densités, au 15^e jour (90,33 %), au 30^e jour (97,67 %) et au 45^e jour (98,67 %). Les taux de survie obtenus lors des 45 jours d'expérience sont en parfaites adéquation avec les valeurs optimale pour ce type d'élevage concernant plusieurs espèces. Ces résultats sont satisfaisants comparés à ceux de [5 - 22] qui ont obtenu plus de 97 % du taux de survie avec des aliments à base de sous-produits locaux respectivement au Gabon et au Sénégal. Ces taux de survie sont largement supérieurs à ceux obtenus (67,1 à 70,5 %) par les auteurs de [18] en étangs. Ils sont aussi meilleurs que ceux obtenus avec les alevins de Tilapia 71,87 % (densité de stockage 750/m²) et 76,22 % ((densité de stockage 1050 /m²) [23].

En Alabama, il varie de 74 à 99 % pour cinq mois d'élevage de *Tilapia aurea* [24]. Des taux de survies variant de 89 à 95,02 % sont obtenus avec *Clarias jaensis* [25]. Donc, la mortalité des poissons élevés en cages est généralement peu élevée si les principes d'élevage sont correctement appliqués. D'une façon générale, la croissance des Tilapias varie énormément d'une espèce à l'autre et d'une population à l'autre. Cette variation est liée (1) à la disponibilité des ressources alimentaires, (2) à la structure démographique des populations, (3) à la sélectivité des captures et/ou de la prédation et (4) à la taille de la retenue [3]. L'Indice de consommation 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. Le meilleur Indice de consommation obtenu (1,35) pour la densité 5kg est en parfaite adéquation avec les Indices de consommation généralement obtenus pour ce type d'élevage de *O. niloticus*. Ce taux reste dans les limites acceptables (en dessous de 2) pour espérer à une rentabilité économique. Cet Indice de consommation reflète également la bonne qualité de l'aliment utilisé pour nourrir les poissons. Mais il faut savoir aussi que le taux de croissance diminue lorsque la biomasse des poissons augmente. Ce phénomène est observé en cages pratiquement pour toutes les espèces piscicoles [24].

Ce qui fait que les densités de stockages de 7,5 et 9 kg ont des Indices de consommation (2,3 et 2,7) qui sont de loin derrière les Indices de consommation obtenus dans les études antérieures. Pour cette présente étude (Lac de Guiers où la vitesse du courant est relativement faible), le meilleur résultat est obtenu avec la densité 5 kg différent du résultat (7,5 kg comme meilleure densité) obtenu par les auteurs [3] dans le fleuve Sénégal où la vitesse du courant est forte. Ce qui fait que ces meilleurs Indices de consommation sont obtenus dans les lots expérimentaux de fortes densités de peuplement (7,5 et 10 kg). Cela peut s'expliquer par une prise alimentaire plus efficace [26]. En plus, l'aliment n'est pas flottant, le nombre d'individus dans ces cages a permis une bonne prise de l'aliment distribué avant qu'il ne passe à travers les mailles au fond de la cage, ce qui n'est pas le cas pour la présente étude où l'aliment est flottant avec un taux de protéine de plus de 32 % et une robe de contention qui aide à éviter la sortie des granulés hors des cages. Dans le Lac, les teneurs sont faibles pendant la saison des pluies, l'environnement du Lac étant moyennement ou faiblement influencé par la turbidité. Le Lac est aussi riche en phyto et zooplancton, ce qui a permis aux poissons de profiter de cette production primaire. Ce qui fait que l'Indice de consommation obtenu pour la densité 5kg est meilleur que le coefficient de nutrition (1,6) contenu dans l'aliment distribué.

5. Conclusion

La température moyenne durant toute cette étude est de 27,2°C avec en moyenne un pH de 7,66 et 5,19mg/L d'oxygène dissouts. Ces variables physicochimiques demeurent adéquates pour la culture du Tilapia. La mortalité est plus importante lors des premières quinzaines de l'expérience d'où l'intérêt de prendre toutes les précautions pour diminuer cette mortalités en diminuant ou supprimer le stress lors du transport des Tilapia de leur milieu d'origine mais également réduire la densité au moment de la phase d'acquisition du matériel biologique. Le poids moyen est plus important lors du troisième contrôle ce qui signifie que l'alimentation utilisée est de la bonne qualité et les conditions d'expériences favorisent une bonne augmentation du poids moyen. La densité 5 kg (densité 1) est plus favorable pour la culture de Tilapia en cage au niveau de Lac de Guer. La densité et le temps de contrôle ont une influence positive sur le taux de survie de Tilapia. Le taux de survie reste supérieur à +85 % quelque soit le temps de contrôle. Cependant, l'Indice de consommation idéale (< 2) et favorable à une rentabilité économique est obtenu avec la densité 1 (1,35).

Références

- [1] - E. LACROIX, GFA terra system, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammen-arbeit, GTZ, GmbH, (2004) 231 p.
- [2] - FAO, "Tilapia du Nil - *Oreochromis niloticus*. Système d'information sur les ressources alimentaires et d'engrais en aquaculture" [En ligne], 2018. Disponible sur : <<http://www.fao.org/fishery/affris/profil-des-especes/nile-tilapia/tilapia-du-nil-accueil/fr.>> (Consulté le 24 avril 2018)
- [3] - N. I. OUATTARA, A. IFTIME, L. E. MESTER, Travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle «Grigore Antipa», 3 (2009) 313 - 324, <https://www.researchgate.net/publication/242520866>
- [4] - T. A. CAMARA, "Effet de la densité de stockage sur la croissance et la survie des juvéniles de deux souches de *Oreochromis niloticus* (L.1978) de la vallée du fleuve sénégal", mémoire de fin d'étude, Institut Universitaire de Pêche et d'Aquaculture, Université Cheikh Anta Diop, Sénégal, (2008) 35 p.
- [5] - R. IGA-IGA, IGA-IGA R, "Contribution à la mise au point d'aliments pour tilapia (*Oreochromis niloticus*) à base d'intrants locaux : cas du Gabon". Master Sciences Agronomiques et Agroalimentaires, Spécialité Sciences Halieutiques et Aquacoles, Dominante Aquaculture, Institut de Recherches Agronomiques et Forestières (IRAF), Gabon, (2008) 47 p.
- [6] - Y. BAMBA, A. D. A. OUATTARA, K. S. COSTA, G. GOURENE G, *Sciences & Nature*, 5 (1) (2008) 89 - 99
- [7] - J B L F AVIT, Y K BONY, F K KONAN, C N KOUASSI, S TRAORE et W A YTE, "Paramètres environnementaux du grossissement de *Oreochromis niloticus* (Linne, 1758) (cichlidae, perciformes) en association avec le riz Djoukèmin (*Oryza sativa*) en étang", [En ligne], *Livestock Research for Rural Development*, 26 (7) (2014), Disponible sur : <<http://www.lrrd.org/lrrd26/7/avit26123.html>> (Consulté le 24 avril 2018)
- [8] - M. KONE, M. CISSE, M. OUATTARA M. et A. FANTODJI A, *Tropicultura*, 30 (2) (2012) 117 - 121
- [9] - S. GUEYE S, "Contribution à la détermination de la densité optimale pour l'élevage des alevins de 10 g de *Oreochromis niloticus* en cages fixes dans le lac de Guiers". Mémoire de fin d'études, Institut Supérieur de Formations Agricole et Rurale/Université de Thiès, (2013) 32 p.
- [10] - SENEPLUS, "Etude sur l'offre, la demande et la consommation de produits halieutiques au Sénégal", [En ligne], 2018. Disponible sur : <<http://www.seneplus.com/article/le-senegalais-consomme-26-kg-de-poisson-par-contre-16-kg-au-niveau-mondial>>, (Consulté le 26 avril 2018)
- [11] - CRODT (Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye), Appui à l'amélioration des rendements piscicoles au Sénégal, (2003) 18 p.

- [12] - G. G. HENRY-SILVA, C. S.P. MAIA, R. S. T. MOURA, A. P. BESSA JUNIOR, W. C. VALENTI, *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 67, 1 (2015) 265 - 273
- [13] - M. B. NEW, W. C. VALENTI, J. H. TIDWELL, (Eds). *Freshwater prawns: biology and farming*. Oxford : Wiley-Blackwell, (2010) 560 p.
- [14] - J. L. GÓMEZ-MÁRQUEZ, B. PEÑA-MENDOZA, M. D. C. ALEJO-PLATA, J. L. , GUZMÁN-SANTIAGO, *Agricultural Sciences*, 6 (2015) 187 - 194
- [15] - H. AGADJIHOUEDE, A. CHIKOU, E. MONTCHOWUI, P. LALEYE, *Journal of Applied Biosciences*, 84 (2015) 7644 - 7653
- [16] - C. MIREA, V. CRISTEA, I. R. GRECU, L. DEDIU, *Lucrări Științifice-Seria Zootehnie*, Vol. 60, (2013) 227 - 231
- [17] - M. H. BAHNASAWY, A. E. EL-GHOBASHY et N. F. NF. ABDEL-HAKIM, *Egypt J. Aquat. Biol. & Fish.*, 13, 2 (2009) 1110 - 1131
- [18] - Y. ABOU, E. D. FIOGBE, J-C, MICHA, *Journal of Applied Aquaculture*, 19 (4) (2007) 55 - 69
- [19] - I. TAABLI, S. MADAXHE & M. HAMIDET, 2^{ème} Journées d'Aquaculture, 9 et 10 (2014), Ouargla, Algérie
- [20] - E. T-D. MENSAH, F. K. Y. ATTIPOE, K. ATSAKPO, *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 1 (5) (2014) 53 - 59
- [21] - A. P. BESSA-JUNIOR, C. M. S. B. AZEVEDO, F. E. THÉ-PONTES, G. G. HENRY-SILVA, *Rev. Bras. Zootec*, 47 (2012) 1561 - 1569
- [22] - S. M. SARR, M. SÈNE, A. THIAM, E. H. FAYE et M. NDIAYE, *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9(5) (2005) 2598 - 2606
- [23] - M. KUNDA, A. HARUN-AL-RASHID, F. MORSHED, M. A. ISLAM and S. K. MAZUMDER, *Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)*. 7, Issue 10 Ver. I (2014) 29 - 35
- [24] - C. S. K. NOBAH, T. KONE, I. N. OUATTARA, P. E. KOUAMELAN, V. N'DOUBA et J. SNOEKS. *Cybium*, 32 (2) (2008) 131 - 136
- [25] - D. E. ANGONI, M. T. EYANGO, D. AMBELA, J. TCHOUMBOUÉ, *International Journal of Innovation and Applied Studies - ISSN 2028-9324*, 17 (4) (2016) 1324 - 1333
- [26] - BEVERIDGE, " *Reproduction et alevinage en happas et en cages*", [En ligne], 1987. Disponible sur : <http://www.fao.org/> (Consulté le 3 mai 2018)