

Effet de la fréquence de rationnement sur l'optimisation de la croissance des alevins de "Souche S2 Inrab" de Tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)

Luc GANGBE^{1,2*}, Eugène DESSOUASSI², Djima LEDEROUN², David DJIMENOU^{1,2}
et Antoine CHIKOU²

¹ Institut National des Recherches Agricoles du Bénin, 01BP 884 Cotonou, Bénin

² Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 526 Cotonou, Bénin

(Reçu le 26 Juillet 2022 ; Accepté le 21 Septembre 2022)

* Correspondance, courriel : gangluc02@yahoo.fr

Résumé

L'objectif de cette étude est de déterminer la fréquence de rationnement permettant une croissance optimale des alevins de la Souche "S2 Inrab" de Tilapia *Oreochromis niloticus*. Pour ce faire, des alevins de poids moyen $6,94 \pm 0,42$ g et de longueur moyenne $8,53 \pm 0,23$ cm ont été élevés durant 90 jours. Ils ont été mis en charge à une densité de 20 individus par mètre carré dans neuf (9) bassins de 1 m² chacun disposés par randomisation totale. Trois fréquences de rationnement avec trois répétitions correspondant respectivement aux traitements T1 (24 heures), T2 (48 heures) et T3 (72 heures) ont été testées. Les résultats ont montré que les moyennes de l'oxygène dissous, de la température et du pH sont respectivement de $3,31 \pm 0,53$ mg/l, $28,37 \pm 0,04$ °C et de $8,22 \pm 0,33$. Tous les lots d'alevins ont enregistré un gain en poids significatif (t Student $p = 0,0000$) et les poids finaux diffèrent significativement entre eux ($p < 0,0001$). Le poids moyen le plus élevé a été obtenu avec le traitement T1 ($25,46 \pm 0,44$ g) tandis que le plus faible est observé avec T3 ($15,75 \pm 2,67$ g). Le T3, malgré sa faible performance a enregistré une croissance allométrique positive ($b = 3,265$), tout comme T1 ($b = 3,093$) contre une croissance allométrique négative au niveau de T2 ($b = 2,784$). Le rendement le plus élevé a été obtenu avec le traitement T1 ($352,73 \pm 31,32$ g/m²) contre le traitement T2 ($274,8 \pm 45,12$ g/m²) et le traitement T3 ($149,4 \pm 67,74$ g/m²). Il ressort de cette étude que le rationnement quotidien T1 est le mieux adapté. Toutefois, le rationnement T2 est préconisé puisqu'il permet d'économiser sur la quantité d'aliment tout en offrant un rendement proche de celui du traitement T1.

Mots-clés : croissance, *Oreochromis niloticus*, fréquence du rationnement, Bénin.

Abstract

Frequency effect of rationing on growing optimization of *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) alevins from "Strain S2 Inrab"

This study aims to determine the rationing frequency for optimal growth of Tilapia *Oreochromis niloticus* strain "S2 Inrab" fry. For this purpose, fry of average weight 6.94 ± 0.42 g and average length 8.53 ± 0.23 cm were reared during 90 days. They were stocked at a density of 20 individuals per square meter in nine (9) tanks of 1 m² each arranged by total randomization. Three feeding frequencies with three replicates

corresponding to treatments T1 (24 hours), T2 (48 hours) and T3 (72 hours) respectively were tested. The means of dissolved oxygen, temperature and pH were 3.31 ± 0.53 mg/l, $28.37 \pm 0.04^\circ\text{C}$ and 8.22 ± 0.33 respectively. All batches of fry showed significant weight gain (t Student $p = 0.0000$) and final weights differed significantly among them ($p < 0.0001$). The highest average weight was obtained with the T1 treatment (25.46 ± 0.44 g) while the lowest was observed with T3 (15.75 ± 2.67 g). The batch T3, despite its low performance recorded a positive allometric growth ($b = 3.265$), as did T1 ($b = 3.093$) against a negative allometric growth at T2 ($b = 2.784$). The highest yield was obtained with treatment T1 (352.73 ± 31.32 g/m²) against treatment T2 (274.8 ± 45.12 g/m²) and treatment T3 (149.4 ± 67.74 g/m²). This study shows that T1 daily rationing is the most suitable. However, T2 rationing is recommended since it allows to save on the quantity of feed while offering a performance close to that of T1 treatment.

Keywords : *growth, Oreochromis niloticus, rationing frequency, Benin.*

1. Introduction

L'aquaculture est un outil important de développement en tant qu'activité devant permettre d'améliorer les revenus des populations locales [1]. Elle contribue à enrichir l'alimentation des populations en protéines et en vitamines [2]. Parmi les ressources aquacoles au Bénin, les poissons occupent la première place de par leur importance dans l'alimentation quotidienne et le rôle sensible qu'ils jouent pour la création des emplois [3]. L'exploitation des poissons constituent l'une des filières porteuses et un maillon important à considérer dans les pôles de développement agricole [4]. Cependant, la production halieutique au Bénin est jusqu'à ce jour, essentiellement basée sur la pêche dans les cours et plans d'eau [5]. Ainsi, la demande en poissons au Bénin est largement en dessous de l'offre. La production nationale est évaluée à environ 40 000 tonnes contre des besoins en produits halieutiques de 82 000 tonnes en 2000 et à plus de 90 000 tonnes en 2006 [6]. Face à ce constat, la pisciculture apparaît comme une meilleure alternative pour combler ce gap afin de maintenir un équilibre entre l'offre et la demande. Parmi les Cichlidés d'élevage au Bénin, l'espèce exotique de tilapia *Oreochromis niloticus* se prête mieux à l'élevage dans les eaux douces au sud-Bénin. Deux problèmes majeurs ralentissent la réussite de la pisciculture au Bénin : la disponibilité en semences aquacoles de bonne qualité et une méthode d'alimentation capable d'induire une bonne croissance. Dans ce dernier cas, les pisciculteurs sont confrontés soit à un aliment de mauvaise qualité, soit à une suralimentation conduisant à la pollution du milieu d'élevage et à la mortalité des poissons ou soit à une sous-alimentation entraînant un retard de croissance. Dans tous les cas, l'activité n'offre pas des possibilités de retour sur investissement [7]. Ces problématiques demeurent des préoccupations majeures pour la recherche surtout la recherche développement. Les actions de recherche envisagées ont abordé l'amélioration des performances de croissance par la production mono sexe mâle [7], par l'amélioration des caractéristiques de reproduction à travers la sélection des souches, l'amélioration de l'alimentation des poissons par incorporation des sous-produits locaux et par utilisation des phytoplanctons et zooplanctons [8]. Malgré ces nombreuses interventions de la recherche, l'activité piscicole peine à nourrir ses pratiquants. L'aquaculture béninoise est encore peu développée et beaucoup plus concentrée dans les 7 départements du Sud avec une production totale évaluée à 308 tonnes [7]. La production aquacole nationale est estimée en 2010 à 386 tonnes et représente environ 1% de la production halieutique totale [9]. C'est dans le but de contribuer au développement et la rentabilité de la production aquacole en station que la présente étude est initiée et vise à réduire le coût d'alimentation afin d'optimiser le grossissement en bassins des alevins de tilapia *Oreochromis niloticus* au Bénin.

2. Matériel et méthodes

2-1. Lieu et infrastructures d'expérimentation

L'expérimentation s'est déroulée au niveau de la station d'expérimentation aquacole du Programme de Recherches Halieutiques du Laboratoire de Recherches Zootechniques Vétérinaires et Halieutiques (LRZVH) du Centre de Recherches Agricoles d'Agonkanmey dans la commune d'Abomey-Calavi (Bénin). Elle a duré trois (03) mois allant d'août à novembre 2021. Les infrastructures utilisées sont des bassins de 1 m³ remplis d'eau de forage jusqu'au deux tiers (2/3) de leur volume.

2-2. Origine et caractéristiques des alevins

Les alevins utilisés sont ceux de la "Souche S2 Inrab" [8] du tilapia *Oreochromis niloticus* reproduis surplace. Des lots homogènes d'alevins sont constitués à l'aide d'une table de tri, pesés au moyen d'une balance électronique (LUTRON GM-300P, portée 300 g, précision 10⁻²) et mesurés à l'aide d'un ichtyomètre. Des individus de poids moyen $6,94 \pm 0,42$ g et de taille moyenne $8,53 \pm 0,23$ cm ont été mis en charge à une densité vingt (20 individus/m²) [10]. Ils sont laissés à jeun dans les bassins pour une phase de stabulation durant quarante-huit heures (48).

2-3. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est un bloc complètement aléatoire à un facteur (rationnement) avec modes de rationnement (modalités) et trois répétitions (**Tableau 1**). L'essai porte sur trois traitements correspondant aux trois modes de rationnement (T1, T2 et T3), ce qui fait au total neuf (9) unités expérimentales correspondant à neufs (9) bassins d'expérimentation (**Tableau 1**). Ainsi pour chaque modalité de rationnement, 60 alevins ont été répartis dans chaque triplicata.

Tableau 1 : Schéma du dispositif expérimental des bassins de grossissement des alevins

T1 - 3	T1 - 1	T3 - 2
T3 - 1	T2 - 1	T2 - 2
T2 - 3	T3 - 3	T1 - 2

Chaque case abritant un lot (T) représente un bassin

2-4. Alimentation des alevins en grossissement

Les alevins ont été nourris avec le même aliment en granulé de 3 mm de diamètre fabriqué surplace à partir des sous-produits agro-alimentaires locaux ou des ingrédients alimentaires achetés dans le commerce (**Tableau 2**). Le taux de protéine des granulés s'élève à 25,75 % de la matière sèche. Le tableau 1 présente les ingrédients alimentaires et leur taux d'incorporation dans l'aliment préparé.

Tableau 2 : Composition centésimale des granulés

Ingrédients alimentaires	Taux d'incorporation (%)
Son de blé	60
Farine de poisson	20
Tourteau de soja	10
Tourteau de coton	8
Farine de blé	2
Huile rouge	trace
Taux de protéine (%)	25,75

Source : [8]

2-5. Rationnement des alevins en grossissement

Les alevins sont nourris au taux de 15 % de leur poids vif au départ réajusté progressivement à 5 % vers la fin des essais [11]. La ration est servie aux poissons en deux repas quotidiens, l'un le matin à 08 heures et l'autre le soir à 17 heures. Ils sont nourris suivant trois modalités de rationnement à savoir :

- T1 : rationnement tous les jours ;
- T2 : rationnement tous les deux jours ;
- T3 : rationnement tous les trois jours.

2-6. Suivi quotidien et mesure des paramètres physico-chimiques

Les poissons sont suivis chaque jour et les mortalités sont dégagées et enregistrées. Les paramètres physico-chimiques de l'eau mesurés sont : l'oxygène dissous et la température mesurés au moyen d'un oxymètre multifonction (VOLTCRAFT DO-100) et le pH mesuré avec un pH mètre portable (ATC, précision 10^{-2}). La mesure des paramètres est réalisée tous les 48 heures et deux fois par jour, l'un à 8 heures et l'autre à 17 heures.

2-7. Contrôle de la croissance des poissons

Des pêches de contrôle régulières ont été effectuées par quinzaine pour apprécier la croissance des alevins nourris selon les trois modalités de rationnement. Au cours de cette opération l'eau des bassins a été diminuée et 50 % des alevins survivants sont pris au hasard et mesurés. Toutes les données ont été enregistrées sur une fiche de note.

2-8. Analyse des données

Les données collectées ont été encodées et enregistrées dans un tableur Excel (Excel 2013.Ink). Pour analyser l'effet des différents traitements sur la survie et la croissance des alevins de poisson, une série de méthodes a été utilisée. Il s'agit des courbes, des graphes et des tableaux regroupant les valeurs des paramètres physico-chimiques des milieux d'élevage, des paramètres d'appréciation des performances zootechniques. L'homogénéité des variables physico-chimiques et des variables biotiques des différents traitements alimentaires a été testée [12, 13]. Les différentes moyennes sont comparées au seuil de 5 % (ANOVA). Pour cela, l'analyse de variance à un seul facteur (ANOVA) [14, 15] et le LSD (Least Significant Difference) de Fisher [16] a été utilisée. Toutes ces analyses ont été réalisées avec les logiciels STATISTICA version 6 et StatView version 5.0.1.

2-9. Relations poids-longueur et facteur de condition K

Elles sont représentées par la relation : $P_t = aL_t^b$ [17] où P_t est le poids corporel du poisson pesé en gramme (g); L_t est la longueur totale du poisson mesurée en centimètre (cm); a et b étant les paramètres caractéristiques du milieu et de l'espèce. Selon la valeur prise par b (entre 2 et 4), le modèle de croissance est déterminé [18, 19]. Le facteur de condition K est défini par le rapport entre le poids et la taille d'un poisson [20]. Il est donné par la **Formule** :

$$K = 100 \times (P_t / L_t^b) \quad (1)$$

2-10. Paramètres zootechniques

Les données collectées ont permis de calculer les paramètres suivants :

- GP : Gain en Poids (g) = $P_{mf} - P_{mi}$;
- GMQ : Gain moyen quotidien (g/j) = $(P_{mf} - P_{mi})/T$;
- TCS : Taux de croissance spécifique (g/j) = $(\text{Log}P_{mf} - \text{Log}P_{mi}) \times 100/T$;
- TS (%) : Taux de survie = $(N_f \times 100)/N_i$;

P_{mi} = Poids moyen initial, P_{mf} = Poids moyen final, N_i = Nombre initial, N_f = Nombre final ; T = durée de l'expérimentation, Log = logarithme à base 10.

2-11. Paramètres d'appréciation de l'efficacité alimentaire

- IC : Indice de Conversion alimentaire = (Quantité d'aliment consommé)/ (Gain en Poids) ;
- TEP : Taux d'efficacité protéinique = Protéine consommée/ Gain en Poids [21] ;
- Rend : Rendement de la récolte (g/m²) = (GP)/Surface.

3. Résultats

3-1. Caractérisation du milieu d'élevage

Les premières informations qui renseignent le mieux sur l'influence de l'environnement d'élevage des poissons sont représentées par les paramètres physico-chimiques. Dans le cadre de cette étude, il s'agit de l'oxygène (Oxy), de la température (T°C) et du potentiel d'Hydrogène (pH).

3-2. Taux d'oxygène dans le milieu d'élevage

Les courbes de la **Figure 1** traduisent les variations du taux d'oxygène au cours des 90 jours d'essai pour les trois (03) traitements alimentaires. A la mise en charge des alevins, le taux d'oxygène avoisine 3 à 4 mg/L. Ce taux a diminué au niveau de tous les traitements durant les 45 jours d'essai correspondant aux 3 premières pêches de contrôle (P1, P2 et P3). Au niveau du traitement T1, la diminution est très sensible atteignant moins de 2 mg/L alors qu'au niveau des traitements T2 et T3 le taux minimum avoisine 3 mg/L. A partir de la 3^e pêche de contrôle, les courbes présentent une allure croissante au niveau de tous les traitements. Par ailleurs, une chute brutale du taux d'oxygène était observée au niveau du traitement T1 vers la fin de l'essai contrairement au niveau de T2 et T3 où le taux d'oxygène a gardé une allure croissante jusqu'à la fin de l'expérimentation.

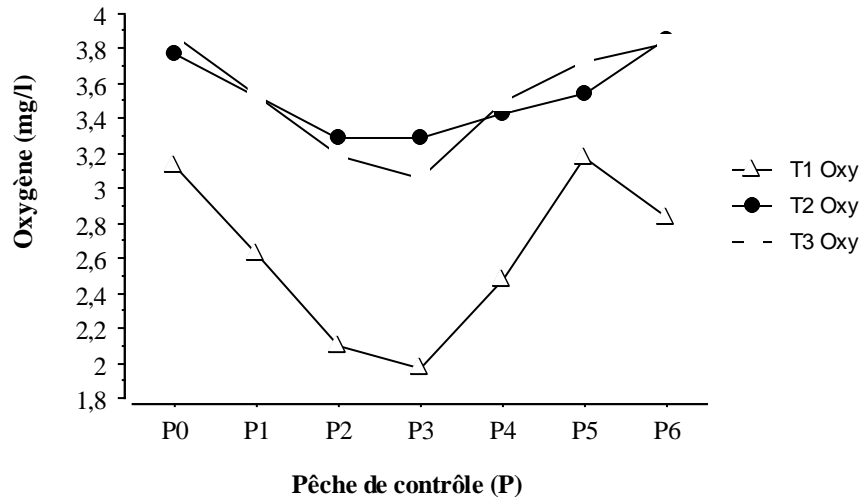


Figure 1 : Variation du taux d'oxygène au cours des pêches de contrôle

Oxy = oxygène ; P = pêche de contrôle ; T1, T2, T3 = traitements

3-3. Température dans le milieu d'élevage

La température avoisinant 29 °C au début de l'essai pour les trois traitements a connu une chute brutale au cours du premier mois d'essai correspondant aux deux premières pêches de contrôle, atteignant 28 °C environ (**Figure 2**). Entre la 2^e et la 4^e pêches de contrôle, la température a évolué en dents de scie au niveau de tous les traitements. Après la 4^e pêche de contrôle, les courbes de la température ont repris une allure ascendante au niveau de tous les traitements atteignant des valeurs avoisinant celles de départ à la fin de l'expérimentation.

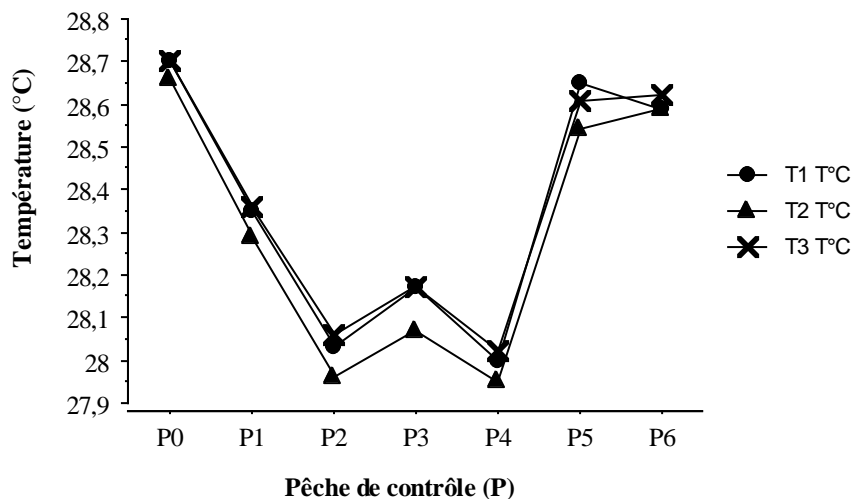


Figure 2 : Variation de la température au cours des pêches de contrôle

T°C = température ; P = pêche de contrôle ; T1, T2, T3 = traitements

3-4. Potentiel d'Hydrogène (pH) dans le milieu d'élevage

Le pH de l'eau des bassins au début de l'essai est basique pour tous les traitements (**Figure 3**). Les résultats de la **Figure 4** ont montré que le pH a connu une diminution au niveau de tous les traitements 45 jours après

l'installation de l'essai tendant vers les valeurs de la neutralité pour le traitement T1 et limité à 8 pour les traitements T2 et T3. Après la 3^è pêche de contrôle, les courbes de la température ont connu une allure ascendante jusqu'à la dernière pêche de contrôle, atteignant approximativement les valeurs de départ.

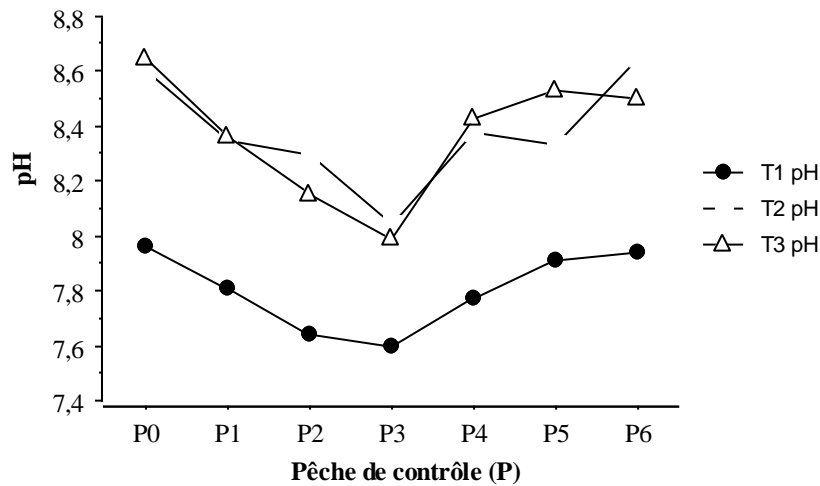


Figure 3 : Variation du pH au cours des pêches de contrôle

pH = potentiel d'Hydrogène ; P = pêche de contrôle ; T1, T2, T3 = traitements

3-5. Paramètres du milieu d'élevage en fonction des moments de la journée et valeurs globales

Dans le **Tableau 3** sont présentés les résultats des moyennes obtenues pour les paramètres physico-chimiques entre matin et soir pour les trois traitements (T1, T2 et T3). Au niveau de l'oxygène (Oxy), les moyennes oscillent entre 1 et 2 mg/l le matin et entre 3 et 5 mg/l le soir pour les trois traitements. Pour la température (T°C), elle est au maximum de 26,5°C le matin et d'environ 30°C le soir pour les trois traitements. Le pH est fixé au maximum à 7,77 le matin alors que le soir il varie de 8 à 9. De façon générale, une analyse de variance (ANOVA) entre les valeurs du matin d'une part et les valeurs du soir d'autre part pour un même traitement a montré qu'il existe de différence significative entre les paramètres pris le matin et ceux pris le soir au seuil de 5 % ($p < 0,0001$).

Tableau 3 : Évolution des paramètres physico-chimiques selon le moment de la journée

	Oxy		T°C		pH	
	Matin	Soir	Matin	Soir	Matin	Soir
T1	1,95 ± 0,93	3,45 ± 1,40	26,52 ± 0,92	30,26 ± 1,77	7,46 ± 0,23	8,25 ± 0,69
T2	2,22 ± 0,92	4,96 ± 0,83	26,50 ± 0,92	30,17 ± 1,83	7,77 ± 0,33	9,04 ± 1,23
T3	2,26 ± 1,13	4,83 ± 1,05	26,50 ± 0,91	30,30 ± 1,82	7,76 ± 0,45	9,08 ± 0,86
P-value	0,0001		0,0001		0,0001	

Oxy = Oxygène ; T°C = température ; pH = potentiel d'Hydrogène ; T1, T2, T3 = traitements

Le **Tableau 4** montre les moyennes de l'oxygène, de la température et du pH au bout des 90 jours d'essai pour les trois traitements (T1, T2 et T3) correspondant respectivement aux fréquences de rationnement 1 jour, 2 jours et 3 jours. Le taux moyen d'oxygène varie entre 2 et 4 mg/l, la température 28°C et le pH varie entre 7 et 8.

Tableau 4 : Valeurs moyennes globales des paramètres physico-chimiques

	Oxy	T°C	pH
T1	2,70 ± 1,41a	28,39 ± 2,35a	7,84 ± 0,64a
T2	3,61 ± 1,65b	28,33 ± 2,34a	8,41 ± 1,10b
T3	3,61 ± 1,71b	28,40 ± 2,39a	8,42 ± 0,95b

Oxy = Oxygène ; T°C = température ; pH = potentiel d'Hydrogène ; T1, T2, T3 = traitements

3-6. Croissance pondérale des alevins suivant les traitements

Les différents lots d'alevins mis dans les bassins et nourris pendant 90 jours à différentes fréquences de rationnement ont montré des tendances de croissance qui varient d'un traitement à un autre (**Figure 4**). Le poids moyen des alevins au départ était $6,94 \pm 0,42$ g. Les courbes représentant les poids des différents lots d'alevins ont évolué suivant une allure ascendante durant les 90 jours d'essai. Les individus du lot de T1 ont présenté un gain de poids significativement plus élevé ($p < 0,001$) que ceux des autres traitements pendant toute la durée de l'essai (**Figure 5**). Les lots d'alevins nourris à des fréquences de rationnement 1 jour (T1) et 2 jours (T2) ont atteint respectivement des poids de $25,46 \pm 0,44$ g et $21,14 \pm 3,05$ g en moyenne contre $15,75 \pm 2,67$ pour le lot d'alevins T3 (**Tableau 5**). Le test t Student d'échantillons appariés effectué sur la croissance des alevins a montré des poids finaux significativement plus élevés que les poids initiaux au niveau de tous les traitements ($p < 0,001$). Les coefficients de variation calculés par rapport aux poids finaux (**Tableau5**) ont montré également que les gains de poids ont évolué de façon homogène au sein de chaque lot d'alevin ($CV < 50 \%$).

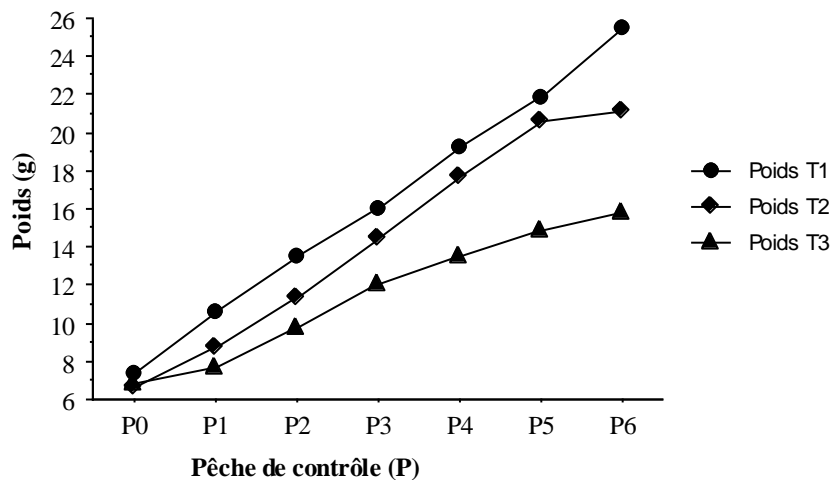


Figure 4 : Variation du poids des alevins au cours des pêches de contrôle

P = pêche de contrôle ; T1, T2, T3 = traitements

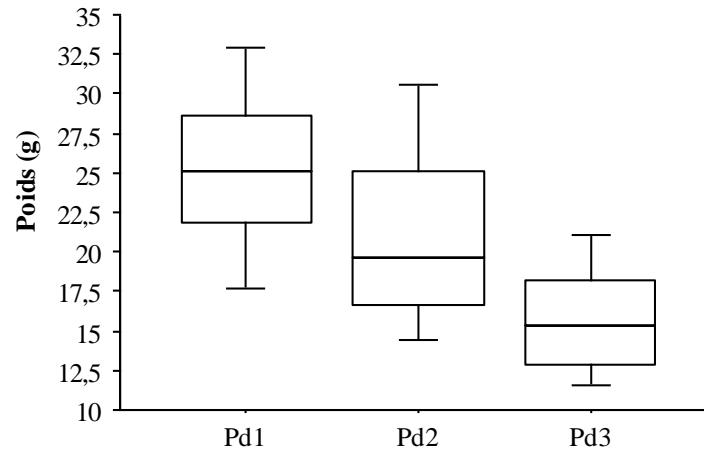


Figure 5 : Distribution spatiale du poids par traitement

Pd1, Pd2, Pd3 = poids moyen final des alevins correspondant aux traitements T1, T2 et T3

Tableau 5 : Valeurs moyennes globales du poids par traitement

	Pi (g)	Pf (g)	CV (%)	t-Student
T1	7,40 ± 0,70	25,46 ± 0,44a	1,73	p= 0 t= -23,48
T2	6,59 ± 0,36	21,14 ± 3,05b	14,43	p= 0 t= -18,39
T3	6,82 ± 0,69	15,75 ± 2,67c	16,95	p= 0 t= -14,58
P-Value	< 0,0001***			

T1, T2, T3 = traitements ; Pi = poids initial ; Pf = poids final ; CV = coefficient de variation ; p = probabilité.

3-7. Distribution spatiale de la croissance en longueur par traitement

Les **Figures 6, 7 et 8** représentent les distributions spatiales des longueurs totales mesurées au bout des 90 jours de grossissement pour les trois traitements (T1, T2 et T3). Les distributions sont uni modales et suivent une loi normale (courbe de Gauss). Les valeurs moyennes obtenues pour les trois traitements sont respectivement de $12,45 \pm 0,98$ cm ; $11,60 \pm 1,06$ cm et $10,84 \pm 0,79$ cm. Les coefficients de variation des longueurs obtenus pour les traitements T1 et T3 sont relativement meilleurs (respectivement 7,87 % et 7,25 %) par rapport à T2 (9,15 %). Par contre les traitements T2 et T3 présentent le même mode (10,5 cm) celui de la ration T1 étant 12,5 cm.

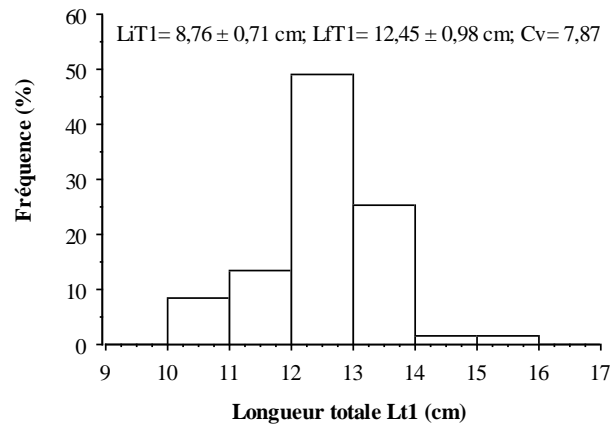


Figure 6 : Histogramme de fréquence de longueurs des lots d'alevins (T1)

Lt1 = longueur totale ; Li = longueur initial ; Lf = longueur finale ; T1 = traitement ; CV = coefficient de variation.

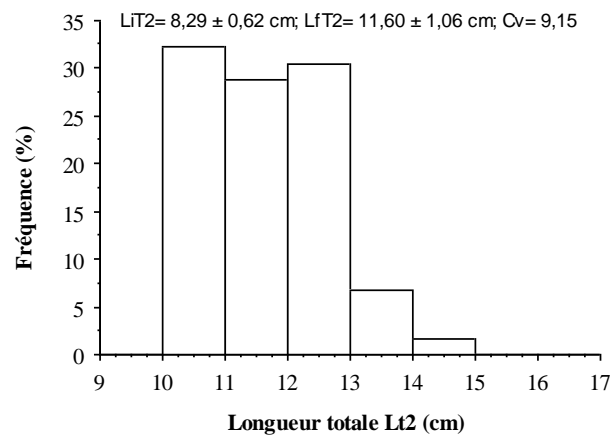


Figure 7 : Histogramme de fréquence de longueurs des lots d'alevins (T2)

Lt2 = longueur totale ; Li = longueur initial ; Lf = longueur finale ; T2 = traitement ; CV = coefficient de variation.

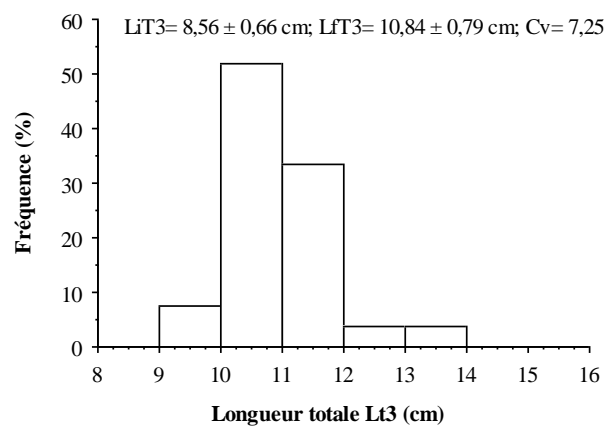


Figure 8 : Histogramme de fréquence de longueurs des lots d'alevins (T3)

Lt3 = longueur totale ; Li = longueur initial ; Lf = longueur finale ; T1 = traitement ; CV = coefficient de variation.

3-8. Relation poids longueur

Pour réaliser une bonne mesure de la croissance, il est aussi important de prendre en compte le modèle mathématique de croissance (fonction de croissance) impliquant la relation de croissance entre le poids de l'individu et sa longueur. Les **Figures 9, 10 et 11** représentent les fonctions de croissance entre le poids et la longueur des alevins en grossissement au niveau des trois traitements (T1, T2 et T3). Les valeurs des coefficients de détermination associées à ses fonctions sont situées entre 0,8 et 0,9 avec une forte corrélation ($p = 0,000$) entre le poids et la longueur totale pour les trois traitements. Les coefficients d'allométrie b (**Tableau 6**) obtenus pour les traitements T1 (lot d'alevins nourri à la fréquence de rationnement 1 jour) et T3 (lot d'alevins nourri à la fréquence de rationnement 3 jours) ont respectivement pour valeur 3,093 et 3,265 ce qui indique une croissance allométrique positive (croissance en poids qu'en taille). Par contre le lot d'alevins correspondant au T2 (lot d'alevins nourri à la fréquence de rationnement 2 jours) donne un coefficient d'allométrie $b = 2,784$ nettement inférieur à 3 selon le test de Student, ce qui signifie une croissance allométrique négative (croissance en taille qu'en poids). Il en résulte qu'à la longueur égale, les individus élevés avec les traitements T1 et T3 pèsent plus que ceux du traitement T2. De façon générale, les lots de poissons correspondant aux traitements T1 et T2 présentent un embonpoint (K compris entre 1 et 2) par rapport à celui du lot correspondant à T3 ($K = 0,64$). Les valeurs de K diffèrent significativement ($p < 0,0001$).

Tableau 6 : Constantes du modèle de croissance

Rations	a	b	IC (95%)	SE	t_{th}	t_s	Croissance	R^2	K (%)
T1	0,01	3,093	[2,873 - 3,313]	0,11	2,92	0,85	A+	0,94	$1,03 \pm 0,06a$
T2	0,022	2,784	[2,497 - 3,070]	0,14	2,92	0,62	A-	0,87	$2,21 \pm 0,22a$
T3	0,006	3,265	[2,926 - 3,603]	0,17	2,92	1,56	A+	0,88	$0,64 \pm 0,05a$

A, b = Coefficient d'allométrie ; IC = Intervalle de Confiance ; SE = Erreur Standard ; t_{th} = t Student théorique ; t_s = t Student calculé ; A+ = croissance allométrique positive ; A- = croissance allométrique négative ; K = facteur de condition.

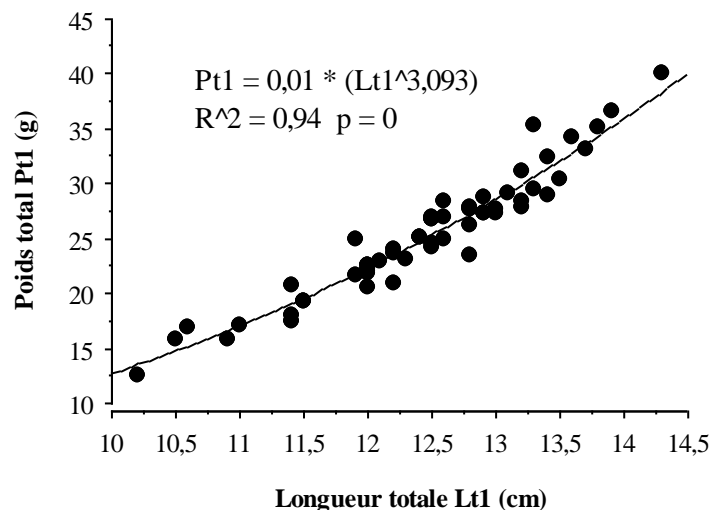


Figure 9 : Relation poids-longueur au niveau du traitement T1

Pt = poids total ; Lt = longueur totale ; R^2 = coefficient de détermination ; T1 = traitement

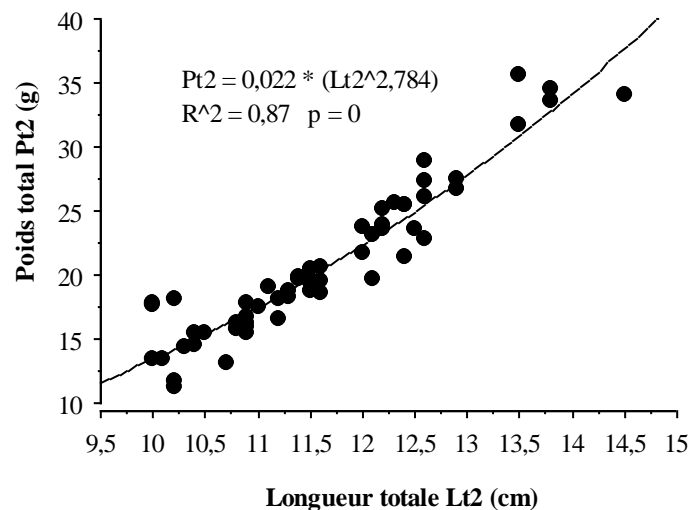


Figure 10 : Relation poids-longueur au niveau du traitement T2

Pt = poids total ; Lt = longueur totale ; R² = coefficient de détermination ; T2 = traitement

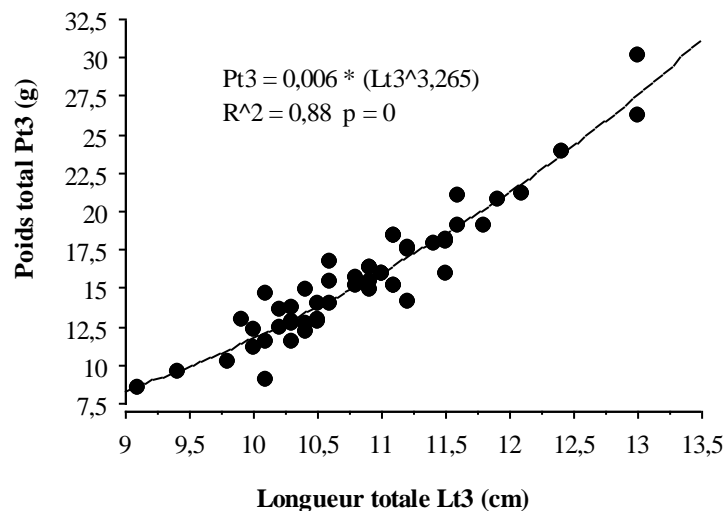


Figure 11 : Relation poids-longueur au niveau du traitement T3

Pt = poids total ; Lt = longueur totale ; R² = coefficient de détermination ; T3 = traitement

3-9. Appréciation de la croissance suivant les paramètres zootechniques et d'efficacité alimentaire

Une façon de mesurer aussi la croissance est de tirer des informations à partir de l'aliment qui a servi pour nourrir les différents lots d'alevins. Le **Tableau 6** présente les valeurs obtenues pour les différents paramètres zootechniques et d'efficacité alimentaire. Par rapport aux paramètres zootechniques, le gain moyen quotidien (GMQ) est de 0,20g/j pour T1 et 0,16 g/j pour T2 ce qui représente respectivement en taux 0,60 % et 0,56 % de poids corporel additionnel chaque jour (**Tableau 7**) contre une croissance très faible (0,004 %) au niveau de T3. Le taux de survie des alevins est situé entre 90 et 99 % au niveau de tous les traitements ($p > 0,5$). Quant aux paramètres zootechniques, l'indice de conversion alimentaire et (IC) et le taux d'efficacité protéique (TEP) sont plus élevés chez les alevins du lot T3. Il en est de même pour le coût de production.

Tableau 7 : Paramètres zootechniques et d'efficacité alimentaire

Paramètres	T1	T2	T3
Pi (g)	7,40 ± 0,70	6,59 ± 0,36	6,82 ± 0,69
Pf (g)	25,46 ± 0,44a	21,14 ± 3,05b	15,75 ± 2,67c
GP (g)	18,06 ± 0,92a	14,54 ± 3,36b	8,94 ± 2,77c
GMQ (g/j)	0,20 ± 0,01a	0,16 ± 0,04a	0,1 ± 0,03b
TCS (%)	0,60 ± 0,05a	0,56 ± 0,09a	0,004 ± 0,001b
TS (%)	98,33 ± 2,89a	96,67 ± 5,77a	90 ± 8,66a
IC (g/g)	5,75 ± 0,84a	6,52 ± 0,63ab	10,82 ± 4,08b
TEP	1,48 ± 0,22a	1,68 ± 0,16ab	2,79 ± 1,05b
Rend (g/m ²)	352,73 ± 31,32a	274,8 ± 45,12a	149,4 ± 67,74b
Coût/ production (FCFA)	4152	4707	7812
Coût/Kg Granulés (FCFA)	722	722	722

Pi = poids initial ; Pf = poids final ; GP = gain en poids ; GMQ = gain moyen quotidien ; TCS = taux de croissance spécifique ; TS = taux de survie ; IC = indice de conversion alimentaire ; TEP = taux d'efficacité protéinique ; Rend = rendement.

4. Discussion

4-1. Paramètres physico-chimiques

❖ *Oxygène*

La chute du taux d'oxygène constatée au niveau des trois traitements au cours des 45 premiers jours d'essai est due à la consommation d'oxygène par les alevins et aussi par les réactions de fermentation des restes d'aliment dans les bassins. Au cours des 45 premiers jours, les alevins ont traversé un temps de latence marqué par le stress de manipulation et l'adaptation aux nouvelles conditions des bassins. Pendant cette période les alevins ont consommé très peu d'aliment et les restes constituent des polluants. La chute drastique du taux d'oxygène au niveau du traitement T1 (fréquence de rationnement 1 jour) est due à l'expression d'une performance de croissance plus élevée chez les alevins de ce lot par rapport à celle des alevins au niveau des autres traitements. La reprise de l'allure ascendante des courbes au niveau des trois traitements à partir de la troisième pêche de contrôle se justifie par la reprise de la consommation normale des aliments. La moyenne générale obtenue pour l'oxygène est de 2,70 ± 1,41 ; 3,61 ± 1,65 ; 3,61 ± 1,71 respectivement pour T1, T2 et T3.

❖ *Température*

L'accumulation des restes d'aliment dans l'eau au cours des 45 premiers jours a facilité l'augmentation de la turbidité et la fertilisation rapide de l'eau, ce qui limite la pénétration des rayons solaires et favorise le microclimat dans les bassins d'élevage. Ainsi l'influence de la température du milieu ambiant est limitée. La diminution de la température observée est du fait de ce microclimat. La remontée de la température est due à l'augmentation de la transparence de l'eau et à la pénétration relative des rayons solaires

❖ *pH*

Les réactions de fermentation des aliments accumulés dans l'eau libèrent durant les 45 premiers jours des radicaux acides qui facilitent la diminution du pH. La reprise de l'ascendance à partir de la troisième pêche de contrôle est due à la diminution progressive des restes d'aliment dans le milieu, à la fertilisation et à la multiplication des algues vertes qui par activité photosynthétique rendent plus stable le milieu d'élevage. Des travaux antérieurs sur un test de performance de croissance de tilapia *Sarotherodon melanotheron* de 11 g environ et une mise en charge de 20 individus/m² en bassin ont abouti à des valeurs de 2,90 ± 1,83 mg/l

pour l'oxygène, 27,6°C pour la température et 7,20 pour le pH [10]. Au bout de 90 jours d'essai, ces auteurs ont observé une croissance optimale chez les sujets (IC = 0,19 ; TS = 89,4 %). Chez les fingerlings d'*Oreochromis niloticus* de 10,22 g élevés en bassin à une densité de 20 individus/m² pendant 70 jours, la meilleure performance de croissance des individus a été observée à un taux d'oxygène de 3,1 mg/l [22]. Les valeurs des paramètres physico-chimiques obtenus dans le présent essai sont similaires à celles obtenues par ces mêmes auteurs.

4-2. Croissance pondérale des alevins et relations poids-longueur

La croissance accélérée des courbes du poids est liée à l'augmentation de la biomasse des alevins durant les 90 jours d'essai. Les lots des alevins nourris avec T1 (fréquence de rationnement de 1 jour) et avec T3 (fréquence de rationnement de 3 jours) ont subi une croissance allométrique positive traduisant l'augmentation plus en poids qu'en longueur. Chez tilapia *Oreochromis niloticus*, le mâle croît plus vite que la femelle [23]. La meilleure croissance pondérale observée au niveau des traitements T1 et T3 est due à la proportion élevée de mâles au sein des lots d'alevins correspondants contrairement au lot d'alevins du traitement T2 où les femelles dominant en effectif.

4-3. Paramètres zootechniques

Les valeurs relativement élevées du GMQ et du TCS au niveau du T1 (GMQ = 0,20 g/j ; TCS = 0,60 %) et au niveau T2 (GMQ = 0,16 g/j ; TCS = 0,56 %) sont liées à la vitesse de croissance des individus des lots correspondants à ces traitements. Les fréquences de rationnement 1 jour et 2 jours ont induit au niveau de T1 et T2 une production relativement plus élevée en biomasse. Cette biomasse peut impacter significativement le coût de production à des stades physiologiques plus jeunes [24]. Les essais similaires effectués sur *Oreochromis niloticus* dans les étans ont donné des indices et coûts de production meilleurs [25].

5. Conclusion

L'élevage des alevins de la Souche S2 Inrab de Tilapia *Oreochromis niloticus* nourris aux granulés à base d'ingrédients locaux dans les bassins a donné des résultats très favorables et exploitables en pisciculture. La fréquence de rationnement (chaque 2 jours) a permis d'obtenir une performance de croissance moyenne des alevins (21,14 g) proche de celle observée chez les alevins (25,46 g) ayant bénéficié du rationnement journalier (chaque jour). En effet pour économiser en aliment et par ricochet en terme de ressources financières, il faudra préconiser la fréquence de rationnement T2 pour éviter le gaspillage puisqu'il permet une croissance optimale des alevins d'élevage en station (en bassin). Toutefois il est nécessaire d'améliorer davantage la qualité des granulés afin d'augmenter le gain en poids, de réduire au minimum possible l'indice de conversion alimentaire et le coût de production.

Références

- [1] - FAO, Rapport des experts sur l'état des ressources génétiques aquatiques pour l'alimentation et l'agriculture. Rome, (2019) 20 p.
- [2] - C. BRUGÈRE et N. RIDLER, Global aquaculture outlook in the next decades : an analysis of national production forecasts to 2030. FAO Fisheries Circular. Rome : FAO, (2004) 49 p.
- [3] - PNDF-aquaculture, Programme Nationale de Développement de la Filière Aquaculture. Etude de faisabilité du programme de développement durable de l'aquaculture continentale en République du Bénin. MAEP/DPP, (2019) 71 p.
- [4] - PSDSA, Plan Stratégique de Développement du Secteur Agricole (PSDSA) 2025 et Plan National d'Investissements Agricoles et de Sécurité Alimentaire et Nutritionnelle PNIASAN 2017 - 2021, (2017) 131 p.
- [5] - N. OLLABODE, C. P. KPADE, E. MONTCHOWUI et J. A. JABI, Performance économique des chaînes de valeur des crevettes d'eaux douces au Bénin. *Cah. Agric.*, 30 (2021) 19 p.
- [6] - PAG, Programme d'Actions du Gouvernement, Synthèse, Principaux Projets et Reformes, (2021) 224 p., <https://beninrevele.bj/pag-2021-2026/>.
- [7] - S. B. E. HOUNGBO, A. ZANNOU, P. HOUSSOU et G. BIAOU, Compétitivité des unités locales de fabrication d'aliments piscicoles au Bénin, *Tropicultura*, 37 (3) (2019) 2295 - 8010
- [8] - B. A. ANOUGBO, R. N'DOUA ETILÉ, C. S. KOKO NOBAH, C. A. BOUA et G. GOORÉ BI, Peuplement zooplanctonique des étangs de prégrossissement de *Chrysichthys nigrodigitatus* (Lacépède, 1803) fertilisés avec trois aliments organiques composés des sous-produits agricoles récoltés en Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 146 (2020) 15016 - 15024
- [9] - Direction de la Production Halieutique /MAEP, Etat lieux sur l'exploitation des eaux continentales en République du Bénin, Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche du Bénin, (2019) 62 p.
- [10] - T. O. AMOUSSOU, Caractérisation morphologique, génétique et zootechnique des populations naturelles de tilapias *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) et *Sarotherodon melanotheron* Rüppell, 1852 du Sud du Bénin en vue de leur valorisation dans les systèmes piscicoles, Thèse de Doctorat Unique en développement rural, Université d'Abomey-Calavi, (2017) 239 p.
- [11] - MARQUET et J. PRODEFA, Manuel de pisciculture semi-intensive, Coopération Technique Belge (CTB), projet PNUD/FAO-MAG/88/005. (Réf. : FAO/Document technique N°4 -1992), (2014) 9 p.
- [12] - H. LEVENE, Robust tests for the equality of variance, in Contributions to Probability and Statistics, ed Olkin I., editor. (Palo Alto, CA: Stanford University Press) (1960) 278 - 292
- [13] - M. B. BROWN et A. B. FORSYTHE, Robust tests for equality of variances. *J. Am. Stat. Assoc.*, 69 (1974) 364 - 367
- [14] - B. SCHERRER, Biostatistique. Gaëtan Morin éditeur, Québec, (1984) 850 p.
- [15] - P. DAGNELIE, Théorie et méthodes statistiques. Applications agronomiques, Tome II. Les presses agronomiques de Gembloux, Gembloux, (1984) 463 p.
- [16] - D. J. SAVILLE, Multiple comparaison procedures : the practical solution. *American Statistician*, 44 (2) (1990) 174 - 180
- [17] - E. D. LE CREN, The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and coordination in the perch, *Perca fluviatilis*. *J. Anim. Ecol.*, 20 (1951) 201 - 219
- [18] - J. C. MICHA, Etude des populations piscicoles d'Oubangui et tentatives de sélection et d'adaptation l'étang de pisciculture. Ed. CTFT. Paris, (1973) 110 p.
- [19] - W. E. RICKER, Calcul et interprétation des statistiques biologiques des populations de poissons. Bull. Office des recherches sur les pêcheries du Canada 191F. Ottawa, (1980) 409 p.
- [20] - W. TESCH, Age and growth. In: Methods for assessment of fish production in fresh water. 2nd ed. (Ricker W. E. ed). International biological Program. *Oxford and Edinburgh*, (1971) 97 - 130 p.

- [21] - T. B. OSBORNE, L. B. MERDEL et E. L. FERRY, A method for expressing numerically the growth promoting value of proteins. *Journal of Biochemistry*, 37 (1919) 223 - 224
- [22] - O. T. ADEBAYO, O. A. FAGBENRO et T. JEGEDE, Evaluation of Cassia fistula meal as a replacement for soybean meal in practical diets of *Oreochromis niloticus* fingerlings; *Aquaculture Nutrition*, 10 (2004) 99 - 104
- [23] - M. LEGENDRE, Influence de la densité, de l'élevage monosexé et de l'alimentation sur la croissance de *Tilapia guineensis* et de *Sarotherodon melanotheron* élevés en cage-enclos en lagune Ebrié ; *Rev. Hydrobiol. trop.*, 19 (1) (1986) 19 - 29 (19SE)
- [24] - Y. BAMBA, A. OUATTARA et G. GOURENE, Production d'alevins de tilapia (*Oreochromis niloticus*, L., 1758) nourris avec des sous-produits agricoles, sans adjonction de farine de poisson ; *Agronomie Africaine*, 19 (2) (2007) 211 - 221
- [25] - H. A. ELEGBE, P. T. AGBOHESSI, P. NKOUE BEKIMA, I. IMOROU TOKO, A. CHIKOU, C. BLE, P. LALEYE et M. EYANGO TOMEDI, Effet du jeûne chez les juvéniles d'*Oreochromis niloticus* et de *Clarias gariepinus* sur la productivité des "whedos" du delta de l'Ouémé, Bénin, Afrique de l'Ouest ; *Afrique SCIENCE*, 11 (6) (2015) 125 - 138