



REPUBLIQUE DU BENIN

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR DE
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE (MESRS)

UNIVERSITE D'ABOMEY-CALAVI (UAC)

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES (FAST)

DEPARTEMENT DE ZOOLOGIE

Licence Professionnelle en Hydrobiologie Appliquée

Option : Pêche et Aquaculture

THEME

Etude de la rentabilité économique de l'incorporation des déchets de spiruline (*Spirulina platensis*) dans l'alimentation du tilapia du Nil *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)

Réalisé par :

HESSOU Sèna Félicité

Sous la supervision du :

Prof. Dr Youssouf ABOU

*Maître de conférences en
Hydrobiologie et Aquaculture*

Année académique 2015-2016

4^{ème} promotion

Dédicace

A mon feu père Coffi Victor HESSOU, puisse son âme repose en paix

&

A ma très chère maman, pour m'avoir inculqué le goût du travail bien fait et tous les sacrifices qu'elle ne cesse de consentir pour mes études et ma réussite.



Remerciements

Ce travail a été réalisé grâce à l'appui d'un certain nombre de personnes ressources qui m'a soutenue durant toute la période. Dans cette optique, mes remerciements s'adressent de façon particulière :

- *Au Professeur Youssouf ABOU, Enseignant-chercheur à la FAST, Maître de Conférences des Universités(CAMES), Directeur du Laboratoire d'Écologie et d'Aménagement des Écosystèmes Aquatiques(LEMEA) et Coordonnateur de la Licence Hydrobiologie Appliquée(HBA), pour avoir accepté de superviser ce travail, pour sa disponibilité et ses diverses critiques dans la réalisation de ce travail.*
- *A Monsieur ALOFA Cayen et aux Docteurs OKE Vincent et ODOUNTAN Hamed, qui en dépit de leurs multiples occupations n'ont ménagé aucun effort pour mettre à ma disposition toute l'expertise nécessaire à la réalisation de ce travail.*
- *A tous les honorables membres de jury, qui ont accepté de lire ce travail afin de le parfaire par leur précieuse recommandation.*
- *A tous les professeurs qui sont intervenus dans notre formation pour les efforts consentis pendant toute la période de la formation.*
- *A toutes les autorités du décanat pour leur soutien moral à mon endroit.*
- *A tous les doctorants du laboratoire de Zoologie de la FAST pour leurs aides.*
- *A tous mes frères et sœurs pour leur soutien au cours de cette formation.*
- *Et enfin, à tous mes camarades de la formation.*

TABLE DES MATIERES

Dédicace.....	I
Remerciements.....	II
TABLE DES MATIERES.....	III
LISTE DES TABLEAUX.....	VI
Résumé.....	VIII
Abstract.....	IX
INTRODUCTION.....	1
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.....	3
1. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.....	4
1.1. Systématique.....	4
1.2. Caractéristique morphologique.....	4
1.3. Ecologie.....	5
1.4. Distribution géographique.....	5
1.5. Reproduction.....	6
1.7. Besoins nutritionnels.....	8
1.7.1. Protéines.....	8
1.7.2. Lipides.....	9
1.7.3. Vitamines et minéraux.....	10
1.7.4. Energie.....	11
1.8. Alimentation.....	11
1.8.1. Alimentation naturelle.....	11
1.8.2. Alimentation artificielle.....	11
1.8.2.1. Sous-produits locaux utilisés dans la formulation des aliments.....	12
1.8.2.1.1. Sous-produits de céréales.....	12
1.8.2.1.2. Tourteaux d'oléagineux.....	12
1.7.2.1.4. Produits divers.....	13
1.7.2.2. Alimentation avec les sous produits non conventionnels.....	13
Composition en nutriments de la spiruline.....	13
MATERIEL ET METHODES.....	16
2.1. Présentation du cadre d'étude.....	17
2.2. Dispositif expérimental.....	17
2.3. Poissons expérimentaux.....	17
2.4. Ingrédients.....	18

2.4.1. Formulation et préparation des aliments expérimentaux	18
2.4.1.1. Formulation	18
2.4.1.2. Préparation des aliments expérimentaux	18
2.5. Nourrissage des poissons et pêche de contrôle	20
2.6. Paramètres physico-chimiques	21
2.7. Performances Zootechniques	21
2.8. Rentabilité économique	22
RÉSULTATS ET DISCUSSION	24
3. RESULTATS ET DISCUSSION	25
3.1. Résultats	25
3.1.1. Qualité de l'eau	25
3.1.2. Performances zootechniques	26
3.1.2.1. Croissance en poids des alevins	26
3.1.2.3. Gain de biomasse	27
3.1.2.4. Taux de survie	27
3.1.2.5. Taux de croissance spécifique	27
3.1.2.6. Quantité d'aliment distribué	28
3.1.2.7. Taux de conversion alimentaire	28
3.1.2.8 Rendement	28
3.1.2.9. Production annuelle	28
3.1.2.10. Evaluation de la rentabilité	29
3.2. Discussion	30
3.2.1. Condition du milieu	30
3.2.2. Performances de croissance et de production	30
Conclusion et suggestions	32
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	33

LISTE DES FIGURES

Figure 1: <i>Oreochromis niloticus</i>	5
Figure 2: Carte de répartition de <i>Oreochromis niloticus</i> dans le monde	6
Figure 3 : Dispositif expérimental.....	17
Figure 4 : Mélange des ingrédients	20
Figure 5 : Granulation	20
Figure 6: Photo de la balance	20
Figure 7 : Photo du multi-paramètre HANNA 9829.....	21
Figure 8: Evolution des alevins de <i>O. niloticus</i> monosex masculin nourris avec les différents régimes expérimentaux (Skretting, A ₀ , et A ₁) au cours de l'expérience.....	26



LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Besoins quantitatifs en acides aminés essentiels de <i>O. niloticus</i> (g/16g N) (Source : Santiago et Lovell, 1988)	9
Tableau 2 : Besoins en vitamines et prémix des Tilapias	10
Tableau 3: Résumé des teneurs en divers nutriments relativement aux besoins et contraintes de fabrication de l'aliment chez les tilapias. Source: Jauncey & Ross, 1982.....	11
Tableau 4 : Formulation et composition proximale des aliments expérimentaux.....	19
Tableau 5: Formulation des aliments, coût des ingrédients et des aliments expérimentaux....	22
Tableau 6 : Les paramètres physico- chimiques	25
Tableau 7 : Performances zootechniques des différents lots de <i>O. niloticus</i> nourris avec le Skretting, A ₀ et A ₁ durant 42 jours d'expérimentation. Les résultats sont exprimés en Moyenne ± Ecartype.	27
Tableau 8 : Synthèse des charges liées à la production d'un kilogramme de poisson.	29

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

An : Année

A₀ : Aliment de control formulé à base de la farine de poisson

A₁ : Aliment formulé avec les sous-produits de la spiruline

°C: degré Celsius

FAST : Faculté des Sciences et Technique

FAO: Food and Agriculture Organization

g : gramme

g/j : gramme par jour

m : mètres

‰ : pour mille

% : pourcent

O₂ dissous : oxygène dissous

pH : Potentiel hydrogène

P_m : Poids moyen

ppm : part par million

T : température

Résumé

Une expérimentation de 42 jours a été menée sur les alevins de *Oreochromis niloticus* afin d'étudier la rentabilité économique de l'utilisation des déchets de spiruline (*Spirulina platensis*) dans l'alimentation de ce poisson. En plus de Skretting qui est un aliment de référence, deux aliments expérimentaux isoprotéique (35% de protéine) et isoénergétique (19KJ/g) ont été formulés et testés. L'aliment contrôle A₀ et l'aliment A₁ contiennent respectivement 30% de la farine de poisson *Sardinella sp* et 10% de la farine des déchets de spiruline. Un total de 450 monosexes mâle de *O. niloticus* de poids moyen initial de 8,67 g a été répartis dans 9 bassins en béton. Les poissons ont été nourris à satiété apparente trois fois par jour durant toute la période de l'expérience et le traitement est en triplicat. Au terme de l'expérience, les poids moyens finaux sont de $37,37 \pm 0,75$ g pour les poissons nourris au Skretting, $38,48 \pm 2,03$ g pour les poissons nourris avec A₀ et $31,4 \pm 0,51$ g pour les poissons nourris à A₁. Les taux de croissance spécifique et de conversion alimentaire sont respectivement de $3,5 \pm 0,06$ %/ j et $1,15 \pm 0,03$ pour le Skretting; $3,55 \pm 0,16$ %/ j et $1,1 \pm 0,05$ pour l'aliment A₀ et enfin $3,06 \pm 0,05$ %/ j et $1,28 \pm 0,03$ pour A₁. Les productions obtenues sont de 11537 ± 492 g/m³/ an pour les poissons nourris au Skretting, 11668 ± 1544 g/m³/ an pour l'aliment A₀ et 8542 ± 366 g/m³/an pour les poissons nourris avec A₁. Les résultats de l'analyse de la rentabilité économique révèlent une réduction du coût de production du kilogramme de poisson avec l'aliment contenant les déchets de spiruline A₁ de par rapport à l'aliment importé Skretting. Ainsi, la substitution de la farine de poisson par les déchets de la spiruline dans les régimes alimentaires de *O. niloticus* est possible et rentable.

Mots clés : *Oreochromis niloticus*, rentabilité économique, Skretting, farine de poisson, déchets de spiruline

Abstract

A 42-day feeding trial was conducted on the fry of *Oreochromis niloticus* in order to study the economic profitability of the use of spirulina wastes (*Spirulina platensis*) in the feeding of this fish. In addition to Skretting which is a reference diet, two isonitrogenous (35% protein) and isoenergetic (19KJ /g) practical diets have been formulated and tested. The A₀ control diet and the A₁ feed contain respectively 30% *Sardinella sp* fishmeal and 10% of the spirulina wastes meal. A total of 450 male monosexes *O. niloticus* with an initial average weight of 8.67 g was distributed in 9 concrete tanks. The fish were fed to apparent satiety three times a day throughout the period of the experiment and the treatment was triplicate. At the end of the experiment, the final average weights were 37.37 ± 0.75 g for fish fed Skretting, 38.48 ± 2.03 g for fish fed A₀ and 31.4 ± 0.51 g for fish fed at A₁. The specific growth and dietary conversion rates were $3.5 \pm 0.06\%$ / d and 1.15 ± 0.03 for Skretting, respectively; $3.55 \pm 0.16\%$ / d and 1.1 ± 0.05 for food A0 and finally $3.06 \pm 0.05\%$ / d and 1.28 ± 0.03 for A1. The yields obtained are 11537 ± 492 g / m³ / year for fish fed with Skretting, 11668 ± 1544 g / m³ / year for food A0 and 8542 ± 366 g / m³ / year for fish fed with A1. The results of the analysis of economic profitability show a reduction in the cost of production of the kilogram of fish with the diet containing *Spirulina* A₁ wastes compared to the imported diet Skretting. Thus, the substitution of the fish meal by the *Spirulina* wastes in the diets of *O. niloticus* is possible and profitable.

Key words: *Oreochromis niloticus*, economic profitability, Skretting, fishmeal, spirulina waste.

INTRODUCTION

Autrefois, l'approvisionnement en poissons se faisait *via* la pêche et destiné exclusivement à la consommation familiale car le poisson constitue une source de protéines animale et de lipides peu coûteuse de grande valeur nutritionnelle (Kaushik, 2001). Mais de nos jours, avec la poussée démographique et l'augmentation du nombre de pêcheur, la pêche est devenue une activité commerciale, régulatrice d'économie de plusieurs personnes, voire des pays. Cependant, on assiste à une diminution progressive des espèces halieutiques ; la conservation et la préservation de la biodiversité s'avère indispensable : d'où l'importance de l'élevage des poissons. L'espèce piscicole la plus intéressante, *Oreochromis niloticus* représente 85% des élevages des Tilapias dans le monde. Elle est moins stressée et supporte de large variation des paramètres physico-chimiques du milieu. De plus, sa chair est délicieuse et contient peu d'arêtes, avec un fort contenu protéique et vitaminique (Kestemont *et al.*, in FAO, 1989). C'est également, l'espèce la plus élevée des tilapias en Asie avec une production de 80%. Quand à l'Afrique, les premiers essais d'élevage de tilapia ont été enregistrés au Kenya dans les années 1920. D'après les données de la FAO, de 2000 à 2002, le continent Africain est le deuxième continent producteur de *Oreochromis niloticus* après l'Asie et représente 92,5% de la production totale de tilapia en 2002 (El Sayed, 2006).

Au Bénin, les sources d'approvisionnements en poissons sont au nombre de quatre : les eaux douces, la mer, la pisciculture et l'importation. Ces sources n'arrivent pas à couvrir la consommation de la population béninoise. Malgré la croissance de la demande en poisson, le constat est que la production halieutique baisse de façon significative en raison de la surpêche (Lévêque et Paugy, 1999 ; Lalèyè *et al.*, 2004 ; Chikou, 2006 ; FAO, 2008). Or, la formulation actuelle des aliments pour poisson est essentiellement basée sur la farine de poisson qui est un ingrédient très onéreux, ce qui a pour conséquence l'augmentation des coûts de production. Pour cela, la recherche d'autres sources alternatives de protéines en remplacement à la farine de poisson est nécessaire pour pallier ce problème. Parmi les sources protéiques disponibles localement nous avons les déchets de la spiruline. Ces déchets sont générés lors du processus de traitement et de conditionnement de cette algue. Ainsi, la valorisation de ces sous-produits de la spiruline dans l'alimentation du tilapia pourrait être une solution mieux adaptée à notre contexte socio-économique. Selon Takeuchi (2002), la Spiruline est riche en minéraux, acide aminé essentiels, en vitamines et contient 66% de protéine de même que les antioxydants et les pigments. L'incorporation de ces sous-produits dans les régimes du tilapia *Oreochromis niloticus* pourrait diminuer les coûts de production de ce poisson. C'est dans cette optique

que la présente étude intitulée “Etude de la rentabilité économique de l’utilisation des sous-produits de la spiruline dans l’alimentation du Tilapia du Nil *Oreochromis niloticus*” est menée.

Ce rapport de mémoire est subdivisé en trois parties : la première partie porte sur la synthèse bibliographique qui donne les informations sur la systématique, la biologie, l’écologie, la reproduction et la nutrition ; la deuxième partie présente les matériels et les différentes méthodes et la troisième partie comporte les résultats obtenus et la discussion.

Objectifs

La présente étude vise à étudier la rentabilité économique de l’utilisation des sous-produits de la spiruline *Spirulina platensis* dans l’alimentation de *O. niloticus* afin de réduire le coût de production de ce poisson.

De façon spécifique, il s’agit de:

- ✓ Evaluer les performances zootechniques des alevins de *O. niloticus* nourris avec les sous-produits de la spiruline
- ✓ Comparer la rentabilité économique de l’élevage de *Oreochromis niloticus* avec l’aliment à base de sous-produits de spiruline A₁ et l’aliment importé Skretting.

Hypothèse

- ✓ Les performances zootechniques de *O. niloticus* nourris avec le régime à base des sous-produits de la spiruline seraient plus élevées par rapport à celles des autres aliments.
- ✓ L’utilisation des déchets de spiruline dans l’alimentation de *O. niloticus* serait rentable.

CHAPITRE I :
BIO-ÉCOLOGIE ET ZOOTECHNIQUE DE
OREOCHROMIS NILOTICUS

1. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1. Systématique

Le tilapia appartient au règne Animal, à l'embranchement des Vertébrés, à la classe des Ostéichthyens, à l'ordre des Perciformes et à la famille des Cichlidés. Ils comprennent les genres *Tilapia* au sens strict, *Sarotherodon* et *Oreochromis*. L'espèce *Oreochromis niloticus*(L). fait partie du genre *Oreochromis*.

1. 2. Caractéristique morphologique

Oreochromis niloticus (Figure 1) est un poisson à corps plus ou moins comprimé couvert d'écailles cycloïdes soutenu par une charpente osseuse : le squelette, dont la profondeur du pédicule caudal est égale à sa longueur reconnaissable grâce à ses rayures verticales sur la nageoire caudale ; une coloration grisâtre sur la même nageoire avec poitrine et flancs rosâtres; un corps de forme variable; la nageoire dorsale longue comprend à sa partie antérieure épineuse 17 à 18 épines et à sa partie postérieure molle 12 à 14 rayons (Adjanke, 2011) ; la nageoire anale est formée de 3 rayons épineux précédents 7 à 11 rayons mous; les nageoires ventrales portent un rayon dur suivi de 5 rayons mous .

La ligne latérale supérieure compte 21 à 24 écailles; la latérale inférieure 14 à 18. Le tronc contient les organes tels que: la vessie natatoire, l'estomac, l'intestin, le foie, les reins. Le dimorphisme sexuel, chez cette espèce, est très marqué. A l'état adulte, la papille génitale des mâles est protubérante en forme de cône et porte un orifice urogénital à l'extrémité, alors que chez les femelles, elle est courte et présente une fente transversale en son milieu : c'est l'oviducte situé entre l'anus et l'orifice urétral. Le mâle se distingue en plus d'un liseré noir en bordure des nageoires dorsale et caudale. La tête comprend la bouche au dessus de laquelle se trouvent des narines qui ne servent pas pour respirer mais plutôt pour sentir. De chaque côté de la partie arrière de la tête se trouvent deux os plats appelés opercules dont l'ouverture et la fermeture permettent au poisson d'osmoréguler. Les opercules peuvent se soulever ; et sous lesquels se trouvent les branchies formées de :

- lamelle branchiales rouge pour la respiration (échange d'oxygène et de dioxyde de carbone dissous)
- branchiospines qui sont des dents en forme de peigne servant de filtre pour arrêter les particules se trouvant dans l'eau. (Ruwet *et al*, 1976).



Figure1: *Oreochromis niloticus*

1.3. Ecologie

Le tilapia vit dans l'eau douce. Les poissons d'eau douce ne peuvent pas vivre en mer et vis versa. Il faut que l'eau soit assez suffisante et riche en sels minéraux en oxygène et en matières organiques. Cette richesse dépend du sol, notamment le fond sur lequel se trouve l'eau. Il faut qu'elle soit aussi transparente pour que la lumière du soleil puisse y pénétrer. *Oreochromis niloticus* est une espèce adaptée à de larges variations des facteurs écologiques du milieu aquatique et colonisant des milieux extrêmement variés. C'est un poisson thermophile qui préfère les températures de 14 à 35°C et en conditions extrêmes, il peut supporter des températures de 7 à 41°C pendant plusieurs heures. Il supporte une salinité de 0,015 à 30 pour mille et un pH de 5 à 11 (Balarin & Hatlon, 1979).

Au point de vue concentration en oxygène dissous, cette espèce tolère à la fois de nets déficits et des sursaturations importantes. Il peut supporter plusieurs heures des teneurs en oxygène dissous de l'ordre de 0,1 ppm (part par million) (Magid & Babiker, 1975).

1.4. Distribution géographique

Oreochromis 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 & Ruwet, 1982). Cette espèce a été largement répandue 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. Elle se retrouve également dans les lacs et les fleuves en Amérique, en Asie et en Europe.

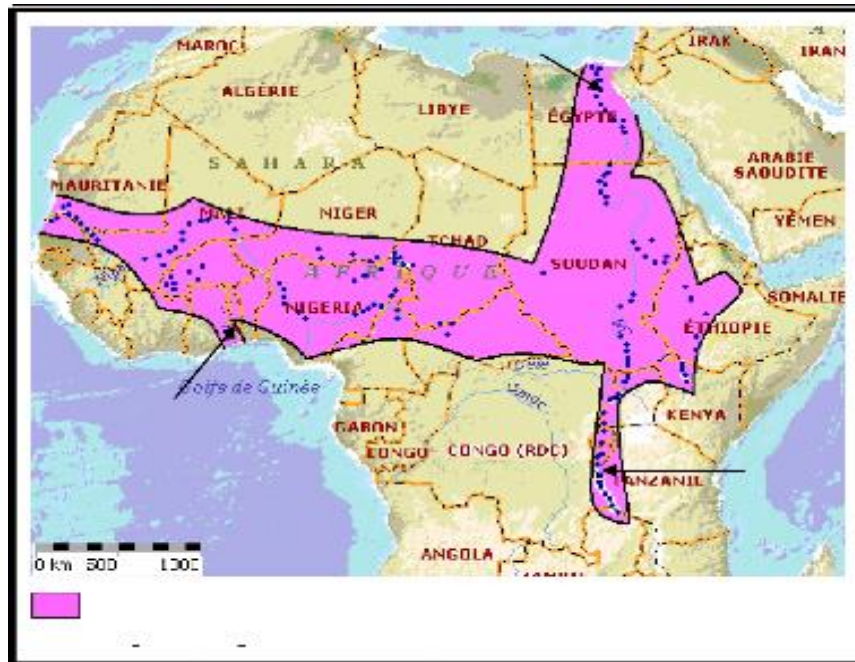


Figure 2: Carte de répartition de *Oreochromis niloticus* en Afrique (FAO, 2002)

1.5. Reproduction

Oreochromis niloticus fait partie du groupe des tilapias relativement évolués: les incubateurs buccaux uni parentaux maternels (Al Dilaimi, 2010). Lorsque les conditions abiotiques sont favorables, 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 incuber. Cette opération peut être recommencée avec le même mâle ou un voisin (Ruwet *et al.*, 1976). Après cette reproduction successive, la femelle quitte l'arène et va incuber ses œufs 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 œufs a lieu dans la bouche, 4 à 5 jours après fécondation. Une fois leur vésicule vitelline résorbée (± 10 jours après éclosion) les alevins capables de nager sont encore gardés par la femelle pendant plusieurs jours. A 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 (Ruwet *et al.*, 1976).

Les femelles de *O. niloticus* grossissent sensiblement moins vite que les mâles :

- Elles produisent une grande quantité d'œufs
- Pendant toute la période de l'incubation buccale la femelle se nourrit ma (Al-Dilaimi, 2010).

Il est assez difficile de reconnaître les mâles des femelles chez *O. niloticus*, surtout quand ils sont petits. Il faut qu'ils pèsent plus de 30 grammes avant de les pouvoir reconnaître à l'œil d'une façon certaine. Les différences sont :

- La hauteur du corps est plus grande chez le mâle que chez la femelle.
- La femelle a une couleur légèrement plus foncée et bleuâtre.
- Les bas de joues de femelles sont gonflés à cause de l'incubation buccale.
- La papille urogénitale est légèrement différente chez les deux sexes.
- La papille urogénitale est un organe qui sert à l'excrétion de l'urine et à l'expulsion des produits sexuels. C'est une petite excroissance située à l'arrière de l'anus, percée d'un petit trou par lequel le poisson mâle peut uriner et faire sortir le sperme et le poisson femelle peut uriner et expulser les œufs. (Huet, 1970)

1.6. Inversion Sexuelle

La production du Tilapia du Nil de consommation est de plus en plus souvent réalisée à partir de population monosexue mâle, afin d'éviter les reproductions incontrôlées et indésirables et à obtenir de meilleurs rendements, puisque que les mâles grandissent plus rapidement que les femelles (Mires, 1982). Trois techniques sont habituellement utilisées pour produire des populations monosexes mâles: la séparation des sexes, les hybridations interspécifiques et l'inversion hormonale du sexe.

La première consiste à élever les alevins jusqu'à un stade sexuellement différencié, ce qui permet d'identifier le sexe des poissons par examen de la papille uro-génitale. Cette méthode est toutefois laborieuse et des erreurs de sexage sont régulièrement commises lorsqu'on travaille sur des quantités importantes de poissons. Elle représente également un gaspillage de surface, d'eau et d'aliment puisque les femelles ne sont éliminées que lorsqu'elles atteignent la maturité sexuelle (Rothbard *et al.*, 1983).

L'hybridation de plusieurs espèces de tilapia (par exemple: *T. nilotica* ♀ × *T. aurea* ♂) conduit à une progéniture caractérisée par une proportion élevée (90 à 100%) de mâles (Balarin & Haller, 1982; Mires, 1982). Le principal désavantage de cette méthode est la nécessité de

maintenir une souche pure de géniteurs. Dans le cas contraire, ce qui est fréquent, la proportion de mâles dans la descendance s'écarte fortement des 100% attendus.

La technique d'inversion hormonale du sexe, démontrée pour la première fois chez *Oryzias latipes* (Yamamoto, 1953), consiste à obtenir une population d'individus phénotypiquement identiques par administration de stéroïdes sexuels, à des doses et selon des moments, des modes et des temps d'administration propres à chaque espèce. Ainsi avec les androgènes, les alevins génotype femelle sont amenés à se développer comme des mâles fonctionnels, ce qui conduit à l'obtention d'une population à phénotype 100% mâle.

Ce traitement aux androgènes a conduit à des résultats très intéressants chez plusieurs espèces de tilapia et peut être considéré comme une technique fiable et économiquement rentable (Rothbard *et al.*, 1983). La production d'alevins monosexes doit être réalisée en conditions intensives en hapas, en cages ou en bassin pour que les alevins ne puissent pas absorber d'autres nourritures que l'aliment artificiel dans lequel on a incorporé de la méthyltestostérone (60 mg/kg). Ce traitement doit être appliqué depuis l'éclosion jusqu'à l'âge de 3 à 4 semaines.

1.7. Besoins nutritionnels

1.7.1. Protéines

Il existe une abondante littérature sur les besoins ou les teneurs optimales en protéines des rations destinées aux tilapias. Selon la taille des poissons et la teneur énergétique des rations, les taux de protéines brutes recommandés peuvent varier de 25 à plus de 35 % (De Silva & Owoyemi, 1983). Jauncey et Ross (1982) suggèrent un optimum de 40 % de protéine avec un rapport protéines/énergie (P/E) de 27,75 mg/kJ. Wanget *al.* (1985), en utilisant des régimes purifiés contenant de la caséine et de la cellulose en teneurs variables, rapportent que la meilleure croissance d'alevins de *O. niloticus* (3 - 10 g) est obtenue avec un régime à 40 % de protéines et contenant un niveau d'énergie digestible suffisant pour le poisson. Les niveaux d'ingestion pour une croissance maximale avec un tel régime sont estimés à 502 - 543 kJ d'énergie digestible et 1,6 - 1,7 g d'azote/kg de poids vif/jour (soit un rapport PD/ED de 20 mg/kJ). Kaushik *et al.* (1993) trouvent des valeurs proches de ces dernières : le maximum de croissance est obtenu avec un régime à 32 % de protéines brutes et un rapport PD/ED de 18mg/kJ, le besoin optimum en protéines étant estimé à 10-12g/kg de poids vif/jour. Les travaux relatifs aux besoins en acides aminés des tilapias sont peu nombreux. Les besoins quantitatifs en acide aminée essentiels sont présentés dans le tableau 1.

Tableau 1: Besoins quantitatifs en acides aminés essentiels de *O. niloticus*(g/16g N) (Source : Santiago et Lovell, 1988)

Acides aminés	Besoins quantitatifs en g/16gN
Arginine	4,2
Histidine	1,72
Isoleucine	3,11
Leucine	3,39
Lysine	5,12
Méthionine	2,68
Méthionine + cystine	3,21
Phénylalanine	3,75
Tyrosine	5,54
Thréonine	3,75
Tryptophane	1
Valine	2,8

1.7.2. Lipides

L'apport de lipides dans l'alimentation des poissons est d'abord indispensable pour satisfaire les besoins en acides gras essentiels, acides gras non synthétisés par l'organisme et nécessaire au métabolisme cellulaire (pour la synthèse des prostaglandines et composés similaires) ainsi qu'au maintien de l'intégrité des structures membranaires. Les lipides servent aussi de vecteur lors de l'absorption intestinale des vitamines liposolubles (vitamines A, D, E, K) et des pigments caroténoïdes. De plus, les lipides jouent également un rôle majeur pour la fourniture d'énergie, rôle d'autant plus important chez les poissons que la majorité de ces derniers digèrent mal les glucides complexes (Guillaume *et al.*, 1999). La quantité de lipides à apporter pour un régime dépend de la source de matières grasses et de l'équilibre protéines énergie du régime. En utilisant des régimes isocaloriques à teneurs en lipides variables, De Silva *et al.*,(1985) mettent en évidence une épargne des protéines chez l'alevin du tilapia rouge, qui augmentait avec l'incorporation croissante des lipides dans le régime, jusqu'à un maximum de 18 %. Takeushi *et al.* (1983) ont montré que chez les tilapias, le besoin en acides gras de la série oméga 6 (acide linoléique 18) est plus important. Ils montrent que l'apport d'acides gras autres que le 18 ne stimule pas la croissance chez *O. niloticus*.

1.7.3. Vitamines et minéraux

Des études ont été réalisées sur les besoins en plusieurs vitamines chez les tilapias (Tableau 2). Il convient de relever toutefois, la possibilité de synthèse de certaines vitamines par les bactéries du tube digestif des tilapias ; chez *O. niloticus*, les densités de populations bactériennes (10^9 à 10^{10} /g de tube digestif) sont ainsi capables de couvrir en totalité les besoins en vitamine B₁₂ de ce poisson (Lovell & Limsuwan, 1982). En attendant que des travaux ultérieurs permettent de compléter les données sur les besoins effectifs de toutes les vitamines chez les tilapias, Tacon *et al.* (1982) ont proposé un prémix vitaminique pour tilapia sur la base des besoins connus chez les salmonidés (Halver, 1979).

Tableau 2 : Besoins en vitamines et prémix des Tilapias

Vitamines	Prémix ^a (g/kg prémix)	Besoins (g/kg aliment)
Thiamine (Vit B1)	2,5	
Riboflavine (Vit B2)	2,5	6 ^b
Pyridoxine (Vit B6)	2	
Acide pantothénique		10 ^c
Pantothénate	5	
Inositol	100	
Biotine (Vit H)	0,3	
Acide folique	0,75	
Acide para-N-benzoïque	2,5	
Choline	200	26- 125 ^d
Niacine ou acide nicotinique	10	
Cyanocobalamine	0,005	
Rétinol (Vit A)		
α-Tocophérol		50- 100 ^e
Acétate de...	20,1	
Vitamine K	2	
Acide ascorbique (Vit C)	50	50 ^f

Légende : a- Tacon *et al.*, 1983 (incorporer au taux de 2% dans l'aliment sec).

b- Soliman et Wilson, 1992a ; c- Roem *et al.*, 1991 ; d- Shiau et Suen, 1992 ; e – Satoh *et al.*, 1987 (5% de lipide dans l'aliment) ; f- Stickney *et al.*, 1984

1.7.4. Energie

L'efficacité dans l'utilisation des nutriments d'un régime chez le poisson est généralement appréciée en termes de pourcentage de rétention des protéines ou d'énergie. Kaushik *et al.* (1993) estiment les besoins énergétiques d'entretien de *O. niloticus* à 70 kJ/kg de poids vif/j (température 28-30°C). Comparativement aux autres espèces, *O. niloticus* fixe généralement avec une meilleure efficacité les protéines ingérées. D'après Luquet *et al* (1993), le taux de fixation des protéines et d'énergie est supérieur à 55% chez cette espèce. La rétention de l'énergie sous forme non protéique serait par contre beaucoup plus faible chez le tilapia (30-41 %).

Tableau 3: Résumé des teneurs en divers nutriments relativement aux besoins et contraintes de fabrication de l'aliment chez les tilapias. Source: Jauncey & Ross, 1982

Nutriments	Classe des tailles				
	Aliments de démarrage jusqu'à 0,5g	0,5g à 10g	10 à 35g	35g à la taille marchande	Géniteurs
Protéines brutes(%)	50	35-40	30-35	25-30	30
Lipides bruts(%)	10	10	6-10	6	8
Glucides digestibles(%)	25	25	25	25	25
Fibres(%)	8	8	8-10	8-10	8-10
Rapports P/E (mg/KJ)	-	20	18	-	-

1.8. Alimentation

1.8.1. Alimentation naturelle

Etant donné que les arcs branchiaux de *O. niloticus* disposent de branchiospines fines, longues et nombreuses et de microbranchiospines, l'eau qui y transite est véritablement filtrée de son plancton. En milieu naturel cette espèce est essentiellement phytoplanctonique et consomme de multiples espèces de Chlorophycées, Cyanophycées, Euglenophycées, etc. Ce qui ne l'empêche pas également d'absorber du zooplancton et même des sédiments riches en bactéries et Diatomées (Trewavas, 1983).

1.8.2. Alimentation artificielle

Mais en milieu artificiel (systèmes de pisciculture) cette espèce est pratiquement omnivore (euryphage) valorisant divers déchets agricoles (tourteaux d'oléagineux, drèches de brasserie, etc.), tirant parti des excréments de porcs ou de volailles, de déchets ménagers, acceptant

facilement des aliments composés sous forme de granulés, etc. Cette capacité d'adaptation à divers aliments et déchets est phénoménale et est à la base de sa haute potentialité pour la pisciculture. Les poissons sont nourris tous les jours de préférence même deux à trois fois par jour et au même moment de la journée. Par exemple à sept heures du matin, à midi et à dix-sept heures. Quand on constate que les poissons ne mangent pas tout, on donnera un peu moins le jour prochain. S'ils finissent vite la nourriture distribuée, on donnera un peu plus le lendemain. Plus le poisson croît plus il a besoin d'aliment. On va donc progressivement augmenter la quantité tout en faisant attention de ne pas donner trop. S'il reste de la nourriture non consommée sur le fond de l'étang, elle risque de fermenter et de consommer l'oxygène dissous dans l'eau. En plus, la nourriture non consommée représente une perte sur le plan économique.

1.8.2.1. Sous-produits locaux utilisés dans la formulation des aliments

1.8.2.1.1. Sous-produits de céréales

Le son de blé est un coproduit de la fabrication de farine à partir de grains de blé tendre, fraction fine constituée principalement de fragments d'enveloppes et de particules de grains dont la plus grande partie de l'albumen a été enlevée. C'est une des sources les plus riches en fibres insolubles.

D'après Fanda Ngandeu (2012), le son de riz constitué des différentes couches cellulaires entre les enveloppes et l'albumen amylicé. Il est obtenu par tamisage ou vannage, c'est dire qu'il est obtenu après le retrait des balles. L'appellation "son de maïs" recouvre une vaste gamme de coproduits de semoulerie ou d'amidonnerie, allant de la farine basse aux sons proprement dits. La teneur en protéines est inférieure à 20% et la teneur en matières grasses est inférieure à 15%.

1.8.2.1.2. Tourteaux d'oléagineux

Après extraction de l'huile, il est obtenu le tourteau de coton qui est la base d'une alimentation animale équilibrée et riche. Constitué par les amandes déshuilées et contenant en moyenne 42% de protéines, le taux de cellulose brute varie de 8 à 23% et le taux de matières grasses de 0.5 à 15%. Il est beaucoup plus riche en fibres et en lignine. La teneur en protéines assez élevée du tourteau de coton en fait un produit intéressant malgré que son utilisation en alimentation animale soit limitée par leur teneur en gossypol. (Fanda Ngandeu, 2012). Les tourteaux de coton sont vendus à 300 FCFA.

Le tourteau de soja est obtenu par pression, extraction au solvant et traitement thermique de graines de soja (*Glycine max* (L.) Merr.). Le tourteau de soja présente une très forte variabilité. Le taux de protéines varie de 30 à 50%. Pauvre en matière grasse et en cellulose, il est riche en lysine. Plus de 5000 tonnes produites au Bénin contre environ 15 000 tonnes importées. Le tourteau de soja est vendu au prix de 390 FCFA.

1.7.2.1.3. Farines d'origine animale et les micro-ingrédients

Ce sont des farines de poisson, de viande, d'os calcinés et de coquillages divers, de même que les prémix minéraux et vitaminiques, importés. Leur utilisation en nutrition animale en tant que sources de protéines de haute valeur ou de micronutriments déficients est bien connue. Cependant, il sera plus avantageux de chercher à tirer le meilleur profit de la productivité naturelle de l'étang que d'utiliser ces produits relativement coûteux.

La farine de poisson est un produit obtenu par traitement de poissons ou de parties de poisson, contenant ou ne contenant pas l'huile et les fractions solubles. (Fanda Ngandeu, 2012)

La farine d'os est un produit obtenu par chauffage, séchage et mouture très fine d'os largement dégraissés par extraction ou séparation physique, non dégelatinisés, provenant d'animaux terrestres à sang chaud. Ce produit contient plus de 35% de protéines.

1. 7.2.1.4. Produits divers

D'autres ingrédients comme le manioc, les feuilles de patate, la mélasse de canne à sucre, les pulpes et les parches de café, les cabosses de cacao, plusieurs autres légumineuses, sont autant d'ingrédients potentiels pour l'alimentation des tilapias.

1.7.2.2. Alimentation avec les sous produits non conventionnels.

Une faible digestibilité de certains de ses nutriments due à la teneur élevée en cellulose tels que le son de riz comme l'on signalé Rivière (1978) et Arzel *et al.*, (1999). D'après Fanda Ngandeu (2012), d'autres sources de protéines non conventionnelles peuvent aussi convenir pour *O. niloticus*: chrysalides de vers à soie, escargots, vers de terre, spiruline, gluten de maïs, gluten de blé, tourteaux d'amandes ou de sésame, déchets de brasseries, etc.

Composition en nutriments de la spiruline

La valeur de la spiruline se justifie essentiellement par sa densité en protides. Les protides seuls représentent 50 à 70% de son poids sec selon la saison. Au delà des protides on peut mentionner les lipides, les glucides, lipides et autres.

- Protides : ils représentent 50 à 70% de son poids sec selon la saison ; ce qui en fait l'aliment le plus riche actuellement connu en protéines d'excellente qualité car elles contiennent tous les acides aminés essentiels. De plus, leur assimilation est excellente en raison de l'absence de cellulose.
- Lipides : compris entre 6 et 8% du poids sec, ils sont composés en particulier d'acides gras non saturés, avec une forte concentration en acides gras essentiels, spécialement oméga .
- Glucides : avec 13 à 25% de la matière sèche ; ils sont insuffisants en quantité pour une ration alimentaire quotidienne.
- Autres

✓ Minéraux : Il convient de souligner une très grande teneur en fer, élément notoirement insuffisant dans les régimes des pays en développement du fait de la pauvreté de l'alimentation traditionnelle en viande, poisson et même en légumes.

Ce fer est très utile pour combattre les anémies.

✓ La spiruline contient : calcium, phosphore et magnésium en quantités comparables à celles trouvées dans le lait, intéressant dans les pays où la pauvreté du sol en magnésium, en particulier, provoque des syndromes de carence dont des troubles cardio-vasculaires et nerveux.

✓ Vitamines : La spiruline contient de nombreuses vitamines, particulièrement la provitamine A (bêta-carotène), précurseur de la vitamine A qui permet de combattre à faible coût les cécités dues à la xérophtalmie, sans risque de surdosage. Elle contient également des vitamines B notamment B₁₂ favorable à la maturation des globules rouges, ainsi que de la vitamine E reconnue comme antioxydant et particulièrement important pour les femmes enceintes.

Pigments : Elle contient de nombreux pigments et en particulier la chlorophylle et surtout la phycocyanine important stimulant du système immunitaire.

1.9. Les domaines d'utilisation de la spiruline

La spiruline permet de lutter contre la malnutrition et participe ainsi à l'amélioration de la santé dans les pays d'Afrique, car elle est le produit naturel le plus riche en nutriments facilement absorbables par l'organisme. Elle apporte une aide précieuse dans le traitement des déficiences alimentaires, anémies et faiblesses dues à la maladie. La spiruline renforce aussi

les défenses immunitaires, ce qui est particulièrement utile pour les personnes vivant avec le VIH/Sida .Préventivement, il est souhaitable d'ajouter un peu de spiruline de façon régulière à la bouillie des petits (1/2 cuiller à café de 0 à 2 ans, 1 cuiller à café au-delà), afin d'augmenter leur résistance aux maladies et favoriser leur croissance.

Par ailleurs comme la plupart des plantes, la spiruline contient plusieurs composants qui, agissant en synergie, ont des effets favorables dans la lutte contre les maladies. Néanmoins il est à faire remarquer que la spiruline n'est pas un médicament. Elle ne guérit ni du Sida ni des autres maladies infectieuses, mais elle aide efficacement le patient dans sa lutte contre la maladie et ses conséquences. Mais elle est surtout dotée de propriétés immunostimulantes.

CHAPITRE II :

MATERIEL ET METHODES

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Présentation du cadre d'étude

Le présent travail a été effectué sur le site du Laboratoire d'écologie et de Management des Ecosystème aquatiques (LEMEA). Ce site est localisé dans l'enceinte de l'université d'Abomey-Calavi derrière le village de l'EPAC. Le site de LEMEA s'étend sur une superficie de 1245m² et abrite vingt-quatre(24) bassins circulaires en béton alimentés par l'eau de forage et munis d'un filtre biologique, 18 bassins rectangulaires en béton (1,2m × 1m × 1m) et deux grands bassins de production (8m × 4m × 1m); un bâtiment comportant une éclosérie, un bureau, une salle de cours et un magasin et un bloc deux toilettes.

2.2. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est constitué de neuf bassins circulaires en béton de 1, 2 mètre de diamètre avec une hauteur de 1 mètre. Chaque bassin a été recouvert d'une claie afin d'empêcher la pénétration des rayons solaire dans l'eau et d'éviter des grandes variations de température. Les alevins sont repartis dans ces bassins à une densité de 50 poissons par m³. Le volume d'eau utile est de 1m³ par bassin avec un taux de renouvellement de 3L/ minute environ. L'ensemble du dispositif expérimental est illustré par la figure 3.



Figure 3 : Dispositif expérimental

2.3. Poissons expérimentaux

L'expérience a été réalisée sur les monosexes mâles de *Oreochromis niloticus* qui sont achetés à la ferme «Dieu Exauce» à Tori-avamè, commune de Tori dans le département de l'atlantique. Les alevins sont transportés très tôt le matin à 7h dans les bidons de 25litres à raison de 120 alevins par bidons. Le poids moyen individuel des alevins est $8,67 \pm 0,13g$. Les poissons ont été répartis dans six bassins et acclimatés pendant une semaine. Durant cette période d'acclimatation, ils ont été nourris avec un aliment composé d'un mélange des

aliments expérimentaux. Après cette phase, tous les poissons ont été pesés à l'aide d'une balance Camry de précision 0,01g et répartis dans 9 bassins à une densité de 50 poissons par m³. Le traitement est en triplicat.

2.4. Ingrédients

Les ingrédients utilisés dans la formulation des aliments sont:

Les sous- produits de la spiruline (*Spirulina platensis*) ont été obtenus à l'Unité de Production de la Spiruline de l'Institut Régional pour le Développement et la Santé (UPS/IREDESA) localisé à Pahou (Commune de Ouidah).

La farine de poisson est obtenue à partir de *Sardinella sp* acheté au marché Dantokpa et séché au soleil pendant 72h puis moulus au moulin. Quant à la farine de sang, elle est obtenue à partir du sang de bœuf collecté à l'abattoir d'Abomey- Calavi. Après la collecte, on procède au pré cuisson, au découpage en de petits morceaux puis au séchage pendant 72h. Par la suite, on fait passer les morceaux séchés au moulin pour obtenir la farine du sang. Les autres ingrédients tels que le son de maïs, tourteau de soja, tourteau de coton, sel et huile de palme sont achetés au marché.

2.4.1. Formulation et préparation des aliments expérimentaux

2.4.1.1. Formulation

Deux aliments isoprotéiques (35% de protéine) et isoénergétique (18KJ/ g) sont formulés. Il s'agit de l'aliment A₀ essentiellement basé sur la farine de poisson et servant d'aliment de contrôle et l'aliment A₁ comportant 10% de farine de déchets de spiruline. L'aliment commercial Skretting (SK) est utilisé comme aliment de référence. La formulation et la composition proximale sont présentées dans le tableau 4.

2.4.1.2. Préparation des aliments expérimentaux

L'aliment de référence, Skretting est extrudé et flottant pour les poissons. Il est importé d'Egypte et disponible sur le marché au prix de 1000 FCFA le kilogramme alors que l'aliment de control (A₀) est celui formulé à base de la farine de poisson; cet aliment est préparé en mélangeant les ingrédients que sont les farines de poisson, de sang, le tourteau de soja, de coton, le son de maïs l'huile de palme et du sel (NaCl). L'aliment expérimental est essentiellement formulé à base des déchets de spiruline. Les ingrédients qui entre dans sa composition sont: farine de poisson, farine de sang, farine de la spiruline, tourteau de soja, tourteau de coton, son de maïs, huile de palme et sel. Après avoir mélangé l'ensemble des ingrédients, on verse sur le mélange de l'eau tiède préalablement chauffée à l'aide d'une

chauffe eau. On homogénéise puis on obtient une pâte; on la fait passer au granuleuse pour obtenir des granulés. Les figures 4 et 5 montrent le processus de préparation de l'aliment A₀. Ce sont ces granulés qui sont séchés pendant 72h et concassés. Les différentes proportions de ces ingrédients sont décrites dans le tableau 4.

Tableau 4 : Formulation et composition proximale des aliments expérimentaux

Aliments expérimentaux	Skretting ¹	A ₀	A ₁
Ingrédients (g.100g ⁻¹)			
Farine de poisson	-	30	10
Farine de sang	-	7	9
Farine de Spiruline	-	-	10
Tourteau de soja	-	15	25
Tourteau de coton	-	11	18
Son de maïs	-	34	25
Huile de palme	-	2	2
Sel (NaCl)	-	1	1
Composition proximale (%)			
Matière sèche (%)	-	90,18	90,32
Protéine brute (%)	-	35,9	35,71
Lipide brut (%)	-	8,29	8,95
Cendres (%)	-	8,04	6,82
Energie brute ² (kJ/ g)	-	18,31	18,68

1 Composition biochimique de Skretting: protéiques brutes 35%; matières grasses brutes 9%; cellulose brutes 3,3%; cendres brutes 7,5%; calcium 1,5%; sodium 0,2%; phosphore 1%. Microéléments (kg) : Fer 42 mg; Iode 2,1 mg; Cuivre 5 mg; Manganèse 16 mg; Zinc 100mg. Les antioxydants (kg): Ethoxyquinine : 50mg.

Ingrédients : farine de blé, amidon de maïs, tourteau de soja, protéines animales transformées de volailles, farine de poisson, huile de colza.

2 L'énergie brute a été calculée selon la formule de Guillaume *et al.*1999. Selon la formule on a 23,7 KJg⁻¹ de protéines, 39,5 KJg⁻¹ de lipides et 17,2 KJg⁻¹ glucides. (MS= matière sèche).



Figure 4 : Mélange des ingrédients



Figure 5 : Granulation

2.5. Nourrissage des poissons et pêche de contrôle

Le nourrissage se fait manuellement à satiété apparente est distribué trois (3) fois par jour à 9h00, 13h00 et 17h00. Les pêches de contrôle se font toutes les deux semaines. Elle consiste au nettoyage des bassins, à la prise de la biomasse. Une balance électronique (DOMO) est utilisée pour peser la biomasse et les aliments. Elle est représentée par la figure6.



Figure 6: Photo de la balance

2.6. Paramètres physico-chimiques

Les paramètres physico-chimiques sont mesurés trois fois par semaine à l'aide du multi-paramètre HANNA 9829. Cet appareil permet de prendre *in situ* à 10 cm de profondeur les paramètres tels que le pH, l'oxygène dissous (ppm), le taux de saturation (%), la conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}^2$), Solides Totaux Dissous (ppm), la salinité (psu), la température ($^{\circ}\text{C}$). La photo du multi-paramètre est illustrée par la figure 7.



Figure 7 : Photo du multi-paramètre HANNA 9829

2.7. Performances Zootechniques

Les performances de croissance de *Oreochromis niloticus* nourris avec les aliments A_0 , A_1 et le Skretting ont été évaluées à partir des formules suivantes:

✓ **Poids moyen initial (Pmi)** en g

Pmi = Biomasse initial (g) / Nombre initial de poisson

✓ **Poids moyen final (Pmf)** en g

Pmf = Biomasse finale(g) / Nombre final de poisson

✓ **Gain de biomasse (Gb)** en kg

Gb = Bf- Bi

Avec Bi: la biomasse initiale des poissons et Bf: la biomasse finale des poissons

✓ **Gain de poids journalier (GPJ)** en g/ j

GPJ = (Pmf – Pmi) / Δt . Avec Δt , la durée de l'expérience en nombre de jours.

✓ **Taux de survie (TS)** en %

TS = (Nf/Ni) $\times 100$ avec Ni: le nombre d'individu initial et Nf: le nombre d'individu final.

✓ **Taux de croissance journalier (TCJ)** en g/j

TCJ = Pmf-Pmi/Nj

Avec N_j : le nombre de jour où les poissons ont été nourris et P_{mi} : le poids moyen initial du poisson.

✓ **Taux de croissance Spécifique (TCS)** en %/j

$TCS = [\ln(P_{mf}) - \ln(p_{mi})] / \text{nombre de jour d'élevage} \times 100.$

✓ **Taux de conversion alimentaire (TCA)**

$TCS = \text{Quantité d'aliment distribué} / \text{Gain de biomasse}$

✓ **Rendement (R)** en kg/m^3

$R = \text{Gain de biomasse} / \text{volume}$

✓ **Production annuelle (PA)** en $\text{kg/m}^3/\text{an}$

$PA = R \times 365 / \text{durée d'élevage}$

2.8. Rentabilité économique

L'analyse de la rentabilité économique de l'élevage de *Oreochromis niloticus* prend en compte le coût des aliments, le coût des alevins et le coût du kilogramme de poissons frais fixé à 1500FCFA sur le marché. La densité de mise en charge est de 50 alevins par bassins nourris au Skretting et aux aliments A_0 et A_1 . Les coûts des ingrédients et des aliments sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5: Formulation des aliments, coût des ingrédients et des aliments expérimentaux.

Aliments	Skretting	A_0	A_1	Prix (FCFA)
Ingrédients en %				
Farine de poisson		30	10	1000
Farine de sang	-	7	9	125
Déchets de spiruline	-	-	10	150
Tourteau de soja	-	15	25	390
Tourteau de coton	-	11	18	190
Son de maïs	-	34	25	150
Huile de palme	-	2	2	800
Sel (NaCl)	-	1	1	250
Main d'œuvre de fabrication et de transport (FCFA)	75	75	75	
Coût du Kilogramme d'aliment (FCFA)	1075	535	395	

✓ Poissons expérimentaux

Le coût d'un poisson expérimental s'élève à 75F donc le coût des 450 alevins est de 33750F.

✓ Amortissement des bassins

Le Coût d'un bassin expérimental pour l'élevage de *Oreochromis niloticus* s'élève à 50000FCFA. L'amortissement est de 30 ans soit un coût de 1666,67FCFA par an par bassin, soit un coût de 192 FCFA par bassin en quarante-deux jours (Alofa, 2013).

✓ Coût de main d'œuvre de nourrissage

Le coût de la main-d'œuvre d'un ouvrier s'élève à 2000 FCFA par jour. Le nourrissage prend environ trente minutes pour les neuf bassins soit environ 125FCFA.

Le coût de l'aliment utilisé pour la production d'un kilogramme de poisson = TCA × le coût d'un kilogramme de cet aliment(I).

Les autres charges (amortissement des bassins et nourrissage) sont fixées à 250 FCFA par bassin (II).

Le coût total de production du Kilogramme de poisson = (I) + (II)

Analyses statistiques

Les valeurs moyennes des différents paramètres zootechniques ont été soumises à l'analyse de la variance à un critère de classification (ANOVA 1) suivie du test de comparaison de Student-Newman-Keuls. Avant de comparer ces valeurs, nous avons testé l'homogénéité de la variance avec le test de Levene. Les valeurs sont considérées différentes à un seuil de significativité de 5%. Toutes les analyses ont été réalisées avec le logiciel R version 3.3.

CHAPITRE III :

RÉSULTATS ET DISCUSSION

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Résultats

3.1.1. Qualité de l'eau

Les paramètres physico-chimiques de l'eau ont été mesurés. Il s'agit de la température dont la valeur moyenne est de $29,91 \pm 0,54$ °C, le pH dont la valeur moyenne est $5,77 \pm 0,21$ et $2,35 \pm 1,32$ ppm pour l'oxygène dissous. Le tableau 6 présente les paramètres physico- chimiques de l'eau des bassins d'élevage.

Tableau 6 : Les paramètres physico- chimiques

Paramètres physico-chimiques	Skretting	A ₀	A ₁
pH	$5,74 \pm 0,21$	$5,77 \pm 0,21$	$5,79 \pm 0,25$
Taux de saturation	$30,90 \pm 16,48$	$34,17 \pm 20,16$	$26,95 \pm 20,57$
Oxygène dissous(ppm)	$2,34 \pm 1,29$	$2,35 \pm 1,32$	$2,37 \pm 1,44$
Conductivité (µs/cm)	$153,57 \pm 70,07$	$163,41 \pm 72,83$	$158,80 \pm 80,20$
TDS (ppm)	$79,44 \pm 35,52$	$81,26 \pm 35,43$	$80 \pm 40,61$
Salinité (psu)	$0,07 \pm 0,03$	$0,07 \pm 0,03$	$0,073 \pm 0,04$
Température (°C)	$29,90 \pm 0,41$	$30,10 \pm 0,51$	$29,91 \pm 0,54$

3.1.2. Performances zootechniques

3.1.2.1. Croissance en poids des alevins

La figure 8 montre l'évolution du poids des alevins de de *O. niloticus* au cours de l'expérience. Le poids moyen final le plus élevé ($38,48 \pm 2,03\text{g}$) est obtenu chez les poissons nourris à A_0 . La faible moyenne du poids ($31,4 \pm 0,51$) est obtenue chez les poissons nourris à l'aliment A_1 . Quant aux poissons nourris au Skretting, le poids moyen final ($37,37 \pm 0,75$) est proche de celui de l'aliment A_0 . Cependant, les tests d'ANOVA 1 montrent qu'il existe une différence significative entre les poids moyens finaux des poissons nourris à A_1 et A_0 .

($P < 0,05$).

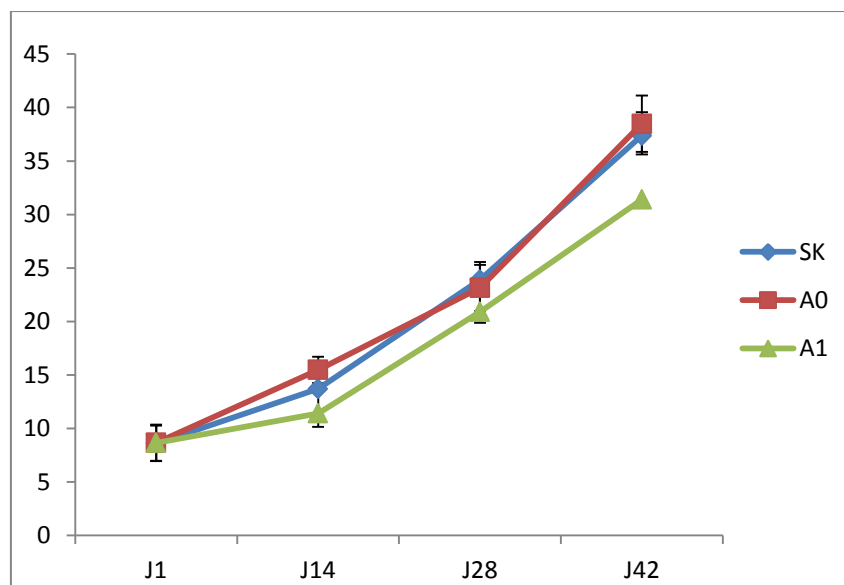


Figure 8: Evolution des monosexes mâle de *O. niloticus* nourris avec les différents régimes expérimentaux (Skretting, A_0 , et A_1) au cours de l'expérience.

3.1.2.2. Synthèse des paramètres zootechniques

Le tableau 7 ci-dessous présente les indices de performance zootechnique des alevins de *Oreochromis niloticus* nourris aux aliments A_0 , A_1 et au Skretting pendant 42 jours.

Tableau 7 : Performances zootechniques des différents lots de *O. niloticus* nourris avec le Skretting, A₀ et A₁ durant 42 jours d'expérimentation. Les résultats sont exprimés en Moyenne ± Ecartype.

Paramètres	SK	A ₀	A ₁
Poids moyen initial(g)	8,6± 0,06	8,66 ±0,14	8,67 ±0,13
Poids moyen final (g)	37,37± 0,75 ^a	38,48±2,03 ^a	31,4± 0,51 ^b
Gain de biomasse(g)	1350,1±57,5 ^a	1365 ±177 ^a	999,6 ± 42,80 ^b
Gain de poids journalier (g/j)	0,69 ±0,02 ^a	0,71± 0,05 ^a	0,54± 0,01 ^b
Quantité d'aliment distribué(g)	1553,3± 41,3	1500± 163,7	1285± 80,5
Taux de survie (%)	95,33± 5,03	93,33± 4,16	91,33± 4,16
Taux de croissance spécifique (%/j)	3,5± 0,06 ^a	3,55± 0,16 ^a	3,06± 0,05 ^b
Taux de conversion alimentaire	1,15± 0,03	1,1± 0,05	1,28± 0,03
Rendement (g/m ³)	1327,5± 56,6 ^a	1343 ±174 ^a	982,9± 42,1 ^b
Production annuelle (g/m ³ / an)	11537± 492 ^a	11668± 1514 ^a	8542± 366 ^b

3.1.2.3. Gain de biomasse

D'après le tableau 7, le gain de biomasse le plus élevé (1365 ±177g) est obtenu chez les poissons nourris à A₀ et (1350,1±57,5g) est obtenu chez les poissons nourris au Skretting et le faible gain de biomasse (744,6 ± 154,03 g) est observé chez les poissons nourris avec A₁. Il ressort des tests d'ANOVA 1 qu'il n'existe aucune différence significative entre les poissons nourris avec l'aliment A₀ et le Skretting. Par contre, le gain de biomasse a significativement diminué chez les poissons nourris avec l'aliment A₁ ($P < 0,05$).

3.1.2.4. Taux de survie

L'analyse du tableau 7 montre, que le taux de survie des poissons le plus élevé (95,33± 5,03) est observé chez les poissons nourris au Skretting suivi de celui des poissons nourris avec l'aliment A₀ (93,33± 4,16 %), alors que le plus faible (91,33± 4,16 %) est observé chez les poissons nourris avec A₁. D'après les tests d'ANOVA 1, il n'existe aucune différence entre ces taux de survie ($P > 0,05$).

3.1.2.5. Taux de croissance spécifique

Les analyses statistiques montrent que seuls les poissons nourris avec le régime A₁ diffère significativement des autres ($P < 0,05$). Les taux de croissance spécifique les plus élevés sont 3,55± 0,16 et 3,5± 0,06 %/j obtenus respectivement chez les poissons nourris à A₀ et au Skretting tandis que le taux de croissance spécifique le plus faible est observé chez les

poissons nourris avec le régime A₁ (3,06± 0,05 %/j). Les tests d'ANOVA 1 montrent que le taux de croissance spécifique a significativement diminué chez les poissons nourris avec l'aliment A₁ ($P < 0,05$).

3.1.2.6. Quantité d'aliment distribué

D'après le tableau 6 ci-dessus, la quantité d'aliment distribuée les plus élevées sont obtenues chez les poissons nourris au Skretting (1553,3± 41,3 g) et ceux nourris à A₀ (1500± 163,7 g) et la faible quantité d'aliment distribuée est obtenue chez les poissons nourris avec l'aliment formulé à base des sous-produits de la spiruline A₁ (1285± 80,5g). Il ressort des tests d'ANOVA 1 qu'il n'existe pas de différence significative entre la quantité d'aliment distribuée aux différents lots de poissons ($P > 0,05$).

3.1.2.7. Taux de conversion alimentaire

Le tableau 7 ci-dessus montre que le taux de conversion alimentaire le plus élevé (1,28± 0,03) est obtenu chez les alevins nourris à A₁. Le faible taux est obtenu chez les poissons nourris avec A₀. On déduit qu'il n'y a pas de différence significative entre les taux de conversion alimentaire des poissons nourris au A₀, A₁ et ceux nourris au Skretting d'après ANOVA 1 ($P > 0,05$).

3.1.2.8 Rendement

Le rendement obtenu chez les poissons nourris au régime A₀ (1343 ± 174) est meilleur que ceux obtenus chez les poissons nourris au Skretting (1327,5± 56,6) et à l'aliment A₁ (982,9± 42,1) d'après le tableau ci-dessus. Les analyses statistiques (tests d'ANOVA 1) montrent que les poissons nourris avec le régime A₁ diffèrent significativement des autres régimes ($P < 0,05$).

3.1.2.9. Production annuelle

Les fortes productions sont 11668±1514g/m³/an et 11537±492 g/m³/an observées respectivement chez les poissons nourris avec A₀ et au Skretting alors que la faible production (8542± 366 g/m³/an) est enregistrée chez les poissons nourris avec l'aliment A₁. Les tests d'ANOVA 1 montrent qu'il existe une différence significative entre les poissons nourris à A₁ et ceux nourris au Skretting et à A₀ ($P < 0,05$).

3.1.2.10. Evaluation de la rentabilité

Tableau 8 : Synthèse des charges liées à la production d'un kilogramme de poisson.

Aliments expérimentaux	Skretting	A ₀	A ₁
Paramètres			
Coût du Kg d'aliment (FCFA. Kg ⁻¹)	1075	535	395
Coût de l'aliment utilisé pour produire 1 kg de poisson (FCFA. Kg ⁻¹)	1236	786	506
Coût de charges liées à la production (FCFA. Kg ⁻¹)	200	200	200
Coût total de production d'un Kg de poisson (FCFA. Kg ⁻¹)	1436	986	706

Le tableau 8 ci-dessus présente le coût de production du kilogramme de poisson avec les aliments testés. En effet le coût de production d'un kilogramme de poissons avec le Skretting est 1436 FCFA. Tandis que les coûts de production d'un kilogramme de poissons avec les aliments A₀ et A₁ sont respectivement 986 et 706 FCFA. On note alors une réduction de 31,33% par rapport à l'aliment commercial Skretting pour A₀ et une réduction de 50,86% pour A₁ pour rapport au Skretting.

3.2. Discussion

3.2.1. Condition du milieu

Oreochromis niloticus tolère une température allant de 13,5 et 33°C (Balarin & Hatton, 1979), au cours de cette étude, la température moyenne enregistrée est conforme à celle rapportée par Pouomogne (1997). Selon Mélard (1986) la température optimale pour la croissance de *O. niloticus* se situe entre 26 et 30°C. Par conséquent la température n'a pas été un facteur limitant pour la croissance de *Oreochromis niloticus*. Les valeurs de pH enregistrées au cours de cette expérience sont conformes à celles enregistrées par Chervinski (1982). Toutefois les meilleures conditions de pH sont proches de la neutralité (pH= 7).

L'espèce, *Oreochromis niloticus* tolère des déficits et de fortes concentrations en oxygène dissous. Ainsi elle tolère jusqu'à 3ppm; cependant elle ne résiste pas pour des concentrations faibles de 0.1ppm. La teneur en oxygène dissous moyenne (2.34 -2.37 ppm) enregistré lors de cette étude se situe également dans la gamme supporté par l'espèce.

3.2.2. Performances de croissance et de production

Les poids moyens finaux les plus élevés sont ceux obtenus chez les poissons nourris au régime témoin (A₀ et Skretting). Le poids moyen final a significativement diminué chez poissons nourris avec le régime à base de spiruline (A₁). Cela pourrait s'expliquer par la faible ingestion observée chez ces derniers. La diminution de la quantité d'aliment distribuée peut être due à la faible appétibilité du régime à base des déchets de spiruline. Au qu'au cours de cette expérience les poissons n'ont présentés aucuns signes de pathologies.

Par ailleurs les valeurs du taux de survie obtenues sont élevées et comprises entre 91,33 ± 4,16% et 95,33 ± 5,03. Aucune différence significative n'est observée entre ces taux de survie. Les mêmes résultats sont obtenus chez les alevins de *O. niloticus* nourris exclusivement avec la spiruline (Takeuchi, 2002). Les mortalités enregistrées au cours de cette expérience seraient dues aux manipulations et aux stress lors des pêches de contrôle.

Le taux de croissance spécifique obtenu chez les poissons nourris à l'aliment A₀ est 3,55 ± 0,16 % /j et 3,5 ± 0,06 chez les poissons nourris à l'aliment de référence (Skretting). Ces taux sont supérieurs par rapport au taux de croissance spécifique des poissons nourris avec A₁ (3,06 ± 0,05). Ces résultats sont légèrement inférieurs à ceux de Takeuchi (2002) avec le *Spirulina platensis* dont le taux de croissance spécifique est 3.14 %/j. Les forts taux de croissance spécifique enregistrés chez les poissons des régimes de contrôle et de référence pourraient être justifié par le mode de nourrissage adopté au cours de notre expérience qui est

le nourrissage à satiété apparente. De même les résultats des poissons nourris avec A₁ prouvent que les poissons ont digéré l'aliment qui leur a été distribué.

Les taux de conversion alimentaire sont $1,15 \pm 0,03$; $1,1 \pm 0,05$ et $1,28 \pm 0,03$ respectivement pour le Skretting, l'aliment A₀ et l'aliment A₁. Les résultats obtenus lors de cette expérience sont proches des résultats de Takeuchi (2002) qui a obtenu un taux de conversion alimentaire égal à 1,22. Toutefois, le fort taux de conversion alimentaire enregistré avec A₁ prouve que le lot de poisson nourri avec cet aliment ont digéré l'aliment qui leur a été distribué. Le faible rendement ($982 \pm 42,10$) obtenus chez les poissons nourris avec A₁ est inférieur à ceux obtenus avec les poissons nourris au Skretting ($1327,5 \pm 56,6$) et à l'aliment A₀ qui est 1343 ± 174 .

Les fortes productions sont obtenues chez les poissons nourris au Skretting (11537 ± 492 g/m³/an contrairement aux poissons nourris avec A₁ chez qui la production annuelle est faible de valeur 8542 ± 336 g/m³/ an.

L'analyse économique révèle que le coût de production d'un kilogramme de poisson avec les régimes à base des déchets de spiruline est plus rentable que celui de l'aliment importé Skretting avec une réduction de 50.83%. Il en est de même pour le coût de production de l'aliment A₀.

Conclusion et suggestions

Au terme de la présente expérience qui s'est assignée comme objectif d'étudier la rentabilité économique entre les régimes alimentaires à savoir: l'aliment de référence (Skretting), l'aliment de contrôle A_0 et l'aliment expérimental A_1 dans l'élevage de *Oreochromis niloticus* en bassin, les performances zootechniques calculées révèlent que l'aliment A_0 formulé avec la farine de poisson incorporée à 30% donne de meilleures performances zootechniques. Néanmoins l'analyse économique a révélé que le coût de production d'un kilogramme de poisson avec l'aliment A_1 est plus rentable de 28,39 % par rapport à l'aliment A_0 et de 50,83% par rapport au Skretting. Ainsi, l'utilisation de l'aliment importé Skretting ou l'aliment à base de la farine de poisson dans l'élevage de *O. niloticus* n'est pas rentable pour les pisciculteurs.

Face à ces résultats, nous suggérons :

- ✓ De conduire des essais en étang ce qui permettra aux poissons de profiter des ressources naturelles afin de réduire la quantité d'aliment distribuée.
- ✓ D'ajouter les attractants alimentaires dans la formulation des aliments afin d'augmenter l'ingestion.
- ✓ De prolonger l'expérience d'au moins 6 mois afin d'obtenir une production plus rentable.
- ✓ De multiplier le nombre de fermes de production de la spiruline.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abdel-Fattah & El-Sayed M., 2006. Tilapia culture. Edited by CABI Publishing, Cambridge, USA.
- Adjanke A., 2011. Formation en pisciculture : production d'alevins et gestion de ferme piscicole, Coordination Togolaise des Organisations Paysannes et de Producteurs Agricoles, Lomé.
- Al Dimaili, 2010. Détermination de la ration alimentaire optimale chez les alevins du tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*). Dissertation présentée en vue de l'obtention de diplôme de MAGISTER à la faculté des sciences de l'Université d'Oran. 52p.
- Alofa C. S., 2013. Alimentation de *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) à base de viscères de poulet de chair: Effet sur la croissance, l'efficacité alimentaire et la production, Mémoire de Master, Université d'Abomey-Calavi, 45p
- Arzel J., Guillaume J., & Kaushik S. 1999. Composition et valeur nutritive des matières premières utilisées. In : Guillaume J., Kaushik S., Bergot P. & R. Metailler Eds. Nutrition et alimentation des poissons et crustacés. Paris, France : INRA, pp. 429-455.
- Balarin J. D. & Hatton J. D., 1979. Tilapia: A guide to their biology and culture in Africa. Unit of Aquatic Patho-biology, Stirling University, 174p.
- Balarin J. D. & Hatter J. D., 1982. The intensive culture of tilapia in tanks, raceways and cages: J. F. Muir and Roberts R. J. (Eds), Recent Advances in Aquaculture, vol.1. Croomhelm, London, 170p.
- Chervinski J., 1982. Environmental physiology of Tilapias. In: Pullin R.S.V., Lowe-McConnell R.H. (Eds.), The Biology and Culture of Tilapia, ICLARM Conf. Proc., 7, Manila, Philippines, 119–128. Conference Proceedings, 7, Philippines, pp 15-59.
- Chikou A., 2006. Etude de la démographie et de l'exploitation halieutique de six espèces de poissons-chats (Teleostei, Siluriformes) dans le delta de l'Ouémé au Bénin. Thèse de doctorat, ULg, 459.
- De Silva S.S. & Owoyemi A.A., 1983. Effect of dietary quality on the gastric evacuation and intestinal passage in *Sarotherodon mossambicus* (Peters) fry. *J. Fish Biol.* 23, 347 – 355.
- F.A.O (Food and Agriculture Organisation). 2008. Fishery statistics, year book 2007. Rome, Italy: 82, 187-188.

- Fanda Ngandeu J. P., 2012. Effet du type d'aliment sur la croissance de *Oreochromis niloticus*. Rapport rédigé et soutenu en vue de l'obtention du Diplôme d'Ingénieur de Travaux Halieute à l'Université de Douala. 47p.
- Guillaume J., Kaushik S., Bergot P. & Metailler R., 1999. Nutrition et alimentation des poissons et crustacés. Paris (France): INRA Éditions., 489 p.
- Huet M., 1970. Traité de pisciculture. Ed. Ch. de Wyngaert, Bruxelles, 718p.
- Jauncey k. & Ross B., 1982. A guide to tilapia feeds and feeding. Institute of Aquaculture, University of Strirling Scotland. 111p.
- Kaushik S. J., 2001. Alimentation humaine, ressources halieutiques et avenir de l'aquaculture. Aquaculture et environnement, INRA Edition, 26: 20-25.
- Kaushik S. J., Doudet T., Medale F., Aguirre P. & Blanc D., 1993. Estimation of protein and energy needs for maintenance and growth of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) using different criteria. In : Proceedings Abstracts EIFAC Workshop on Methodology for Determination of Nutrient Requirements in fish, 29 June-1 July 1993, Eichenau, Germany, p. 19.
- Kestémont, P., Micha, J. C. & Fakher D., 1989. Les méthodes de production d'alevins de *Tilapia niloticus* .F.A.O/ PNUD- Programme de mise en valeur et coordination de l'Aquaculture. ADCP/ REP/ 89.131p.
- Lalèyè P., 1997. Poissons d'eaux douces et saumâtres du Bénin: inventaire, distribution, statut et conservation. Rapport d'études.
- Lévêque C. & Paugy D., 1999. Poissons des eaux continentales africaines: diversité, écologie et utilisation par l'homme. IRD Editions, 521p.
- Lovell R. T. & Limsuwan T., 1982. Intestinal synthesis and dietary nonessentiality of vitamin B₁₂ in *Tilapia nilotica*. Trans. Am. Fish. Soc. 111, 485.
- Luquet P., Cravedi J-P., Choubert G., Tulliez J., Bories G., 1983. Long-term ingestion by rainbow trout of saturated hydrocarbons: effects of n-paraffins, pristane and dodecylcyclohexane on growth, feed intake, lipid digestibility and canthaxanthin deposition. Aquaculture, 34, 15-25.
- Magid A. & Babiker M., 1975. Oxygen consumption and respiratory behaviour in three Nile fishes. Hydrobiologia, 46, pp 359-367.
- Melard Ch. & Philippart, J.C., 1981 : Pisciculture intensive du *Tilapia Sarotherodon niloticus* dans les effluents thermiques d'une centrale nucléaire Belgique P 637-658. In proceedings word symposium on aquaculture in heated effluents and recirculation systems, Stavanger, 28-30 May 1980, VoLl, Berlin.

- Mélaré Ch., 1986. Les bases biologiques de l'élevage intensif du tilapia du Nil. Cah. Ethol. Appl. 3(6) :244 p.
- Mires D. 1982., A study of the problems of the mass production of hybrid tilapia fry, p. 98 317-329: In R.S.V. Pullin et R.H. Lowe- . McConnell (éds.) The biology and culture of tilapias. ICLARM Conf. Proc.7, 432 p.
- Philippart J. & Ruwet J. C., 1982. Ecology and distribution of Tilapia. In Pullin and LoweMcConnell, (Eds): The biology and culture of tilapias, ICLARM Conference Proceedings, 7, Manila, Philippines, 15- 59p.
- Pouomogne V., Takam G. & Pouomogne J.B., 1997. A preliminary evaluation of cacao husks in practical diets for juvenile Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 156, 211–219.
- Rivière R., 1978. Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. Paris, France : Institut d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux. 527 pp.
- Roem A. J., Stickney R. R. & Kohler C. C., 1991. Dietary pantothenic acid requirement of the blue tilapia. *The Progressive Fish-Culturist* 53, 216-219.
- Rothbard S., E. Solnil, S. Shabbath, R. Amado & Grabie. 1., 1983. The technology of mass production of hormonally sex-inversed allmale tilapias, p. 425-434. In L. Fishelson et Z. Yaron (comps.) Proceedings of the First International Symposium on Tilapia in Aquaculture. AvivUniversity, Israël.
- Ruwet J. C., Voss J., Hanon L. & Micha J.C., 1976. Biologie et élevage du tilapia. In Proceedings of the FAO jCIFA Symposium on Aquaculture in Africa, Accra, Ghana. pFA Tech. Pap. 4:332-364.
- Santiago C. B. & Lovell R. T., 1988. Amino acid requirements for growth of Nile tilapia. *J Nutr.* Dec;118(12):1540-6.
- Satoh S.T., Takeuchi T. & Watanabe T., 1987. Requirement of tilapia for alpha tocopherol. *Nippon Suisan Gakkaishi* 53, 119-124.
- Shiau S. Y. & Suen G. S., 1992. Estimation of the niacin requirements for tilapia fed diets containing glucose or dextrin. *The Journal of Nutrition* 122, 2030-2036.
- Soliman A. K. & Wilson, R. P., 1992. Water-soluble vitamin requirements of tilapia. 2. Riboflavin requirement of blue tilapia, *Oreochromis aureus*. *Aquaculture* 104, 309-314
- Stickney R. R., Mc Geachin R. B., Lewis D.H., Marks J., Sis R. F., Robinson E. H. & Wurts, W., 1984. Responses of *Tilapia aurea* to dietary vitamin C. *The Journal of World Aquaculture Society* 15, 179-185

- Tacon A. G. J., Jauncey K., Falaye A., Pentah M., Mac Gown I. & Stanfford E., 1983. The use of meat and bone meal and hydrolysed feather meal and soy bean meal in practical fry and fingerling diets for *oreochromis niloticus*. In Fishelton J. and Yaron Z. (Eds), Proceedings of the 1st International Symposium on Tilapia in Aquaculture. Tel Aviv University Israeli, pp.356-365.
- Tacon A.G.J. & Jackson A.J., 1982. Utilization Of Conventional And Unconventional proteinSources: In Practicalfishfeeds. In : Nutrition And Feeding In Fish, Cowey C.B., Mackie A.M. And Bell J.G. (Éds.). Academic press, London, Pp. 11 9-1 45.
- Takeuchi T., 2002. Effect on the growth and body composition of juvenile tilapia *Oreochromis niloticus* fed raw *Spirulina*. Jun LU, Goro YOSHIZAKI AND Shuichi SATOH Department of Aquatic Biosciences, Faculty of Fisheries, Tokyo University of Fisheries, Minato, Tokyo108-8477, Japan.
- Takeuchi T., Satoh & Watanabe W., 1983. Requirements of *Tilapia nilotica* for essential fatty acids. Bull. Jap. Soc. Fish. 49, 7, pp 1127-1134.
- Trewavase, 1983. Tilapiine Fishes of Genera *Sarotherodon Oreochromis* and *Danakilia*. British Museum Nat. Hist., 583pp.
- Wang K., Takeuchi T. & Watanabe T., 1985. Effect of dietary protein levels on growth of tilapia nilotica. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 51(1):133.
- Welcomme R. L., 1988. International introductions of inland aquatic species. F.A.O, Fish Techni. Rep. 294: 318pp.
- Yamamoto T., 1953. Artificially induced sex-reverseal in genotypic males of the medeka (*Oryzias latipes*). J Exp Zool 123:603-616.