

UNIVERSITE KASDI MERBAH, OUARGLA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES



Mémoire de MASTER PROFESSIONNELLE

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Hydrobiologie marine et continentale

Spécialité : Aquaculture

Thème

INTRODUCTION DE *PANICUM MOMBASA* DANS L'ALIMENTATION DE
TILAPIA ROUGE (*OREOCHROMIS SP.*) ET SON IMPACT SUR LA
CROISSANCE

*Présenté par : Hakkoum Fatma Zohra
Rabouh Karima*

Soutenu publiquement le : 8/10/2018

Devant le jury :

Président	BENSALEM. S	M.A.A	U. K. M. OUARGLA
Encadreur	HIDOUCI. S	M.C.B	U. K. M. OUARGLA
Examineur	MANAMANI. R	M.A.A	U. K. M. OUARGLA

Année universitaire 2017/2018



Dédicaces

*Je dédie ce travail à :
Ma mère et mon père pour leur soutien, leur aide, leur
patience et leur amour
A mes très chères sœurs*

A mes chers frères

*A Toute ma famille
A Tous mes amis
A Tous mes enseignants
A Tous ceux que j'aime*

FATIMA.

Dédicaces

Je dédie le fruit de mon travail en signe d'amour.

*Je dédie ce travail également à tous qui auront le plaisir de
lire ce
mémoire.*

A vous que j'aime : ma mère ; mon père.

A mes chères sœurs qui m'ont encouragé : noura

A mes chers frères : Faris ; Mohamed

A tous mes amis

*A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à réaliser ce
travail.*

Karima. R

Remerciements

✍ Nos remerciements s'adressent en premier lieu à «الله» le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné le courage, la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

✍ Nos sincères remerciements s'adressent en second lieu à Madame **HIDOU CIS**. (M.C.B ; Département des sciences biologiques - U.K, M.O), qui nous a honoré d'être notre promotrice. Grâce à son expérience elle nous a fait bénéficier de ces remarques pertinentes. Les observations apportées au manuscrit ont contribué à le rendre plus concis et explicite, Nous la remercions infiniment pour ses précieux conseils, sa bonne humeur et sa disponibilité toute au long de notre stage pratique.

✍ Nos respects et nos reconnaissances vont à Monsieur **BENSALEMS**. (M.A.A ; Département des sciences biologiques - U.K, M.O), qui nous a fait l'honneur de présider ce jury

✍ Nos remerciements les plus profonds sont adressés à Madame **MANAMANI**. R(M.A.A ; Département des sciences biologiques - U.K, M.O), pour avoir accepté d'examiner ce travail.

✍ Nous n'oublions jamais l'ensemble des enseignants d'**AQUACULTURE**. Nos respectueux remerciements s'adressent à notre chef de département madame : **BOUDJNAH. S**, ainsi que nos aimables enseignants : Madame **FERHATIH.**, Madame **MADACHES.**, Monsieur **IDDER T.**, Monsieur **GUEZI R.** et Monsieur **ZINKHRI S.**

✍ Nous adressons, nos plus sincères remerciements aux personnels du laboratoire d'Aquaculture, pour leur accueil et leur disponibilité tout au long de notre stage pratique, surtout (**CHOUAIBA**, **KARIMA**, et le responsable des laboratoires, Monsieur **LAAÏECH**)

✍ Nous n'oublierons jamais de remercier l'ensemble du personnel et les étudiants du Département des Sciences biologiques,

✍ Nos remerciements et sincères reconnaissances vont à Monsieur **KHABAB A.** (technicien supérieur en protection des végétaux, El Oued. qui a eu l'amabilité de nous fournir la matière première **Panicum Mombasa* * et apporter son aide et ses connaissances sur sa culture.

 *Merci à toute personne qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail, merci pour leurs soutiens moral et matériel ainsi que pour leurs disponibilités et gentillesse.*

Sommaire

1. Introduction	01
2. Généralités	03
2.1. Données biologiques, zootechniques et économiques des tilapias	06
2.2. Géographie de la production de tilapias.....	06
2.3. La recherche sur la nutrition du poisson	07
2.4. Ingrédients utilisés en alimentation pour Poissons	08
2.5. Panicum maximum cv. Mombasa source d'alimentation	08
2.5.1. Présentation et systématique	09
2.5.2. Origine et répartition	10
2.5.3 Ecologie.	10
2.5.4 Production et récolte.	10
3. Matériel et Méthodes	15
3. 1. Dispositif expérimental	15
3.2. Origine et choix des poissons	16
3. 3. Formulation d'aliment.	16
3.4. Nourrissage des poissons	19
3.5. Suivi des paramètres physico-chimiques de l'eau d'élevage.....	25
3.6. Contrôle de la croissance et calcul des paramètres zootechniques	15
3.7. Analyse statistique	15
4. Résultats	27
4.1. Paramètres physico-chimiques des eaux d'élevage :.....	27
4.1.1. Température :.....	27
4.1.2 Oxygène dissous.....	30
4.1.3 pH	32
4.1.4. Salinité.	32
4.2 Paramètres de croissance	34
4.2.1 Taux de survie	34

4.2.2 Poids moyen36

4.2.3 Taux de croissance spécifique (TCS)38

4.2.4 Gain moyen du poids journalier (G.M.P.J)41

4.2.5 Taux de conversion alimentaire (T.C.A.)41

5. Discussion50

6. Conclusion56

7. Références bibliographiques58

8. Annexes

Liste des figures

N°	Titre	Page
01	La morphologie externe de Tilapia Rouge	05
02	Production mondiale de Tilapia de pêche et d'élevage (en tonne). (Source : FAO 2018).	07
03	Schéma d'un <i>Panicum maximum</i> cv. Mombasa (a : base de la plante, b : ligule, c : inflorescence, d : épillet, e et f : glume inférieure et supérieure, g et h : lemme et paléole de la fleur intérieure, i : fleur supérieure, j : paléole de la fleur supérieure, k : caryopse) (dessin de Poilecot, 1995).	10
04	Feuilles et graines de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombasa.	11
05	Dispositif expérimental d'élevage	14
06	Tilapia rouge (<i>Oreochromis Sp.</i>)	15
07	<i>Panicum maximum</i> cv. Mombasa de la ferme Khabeb d'El Oued	16
08	Préparation de la diète alimentaire journalière	17
09	Mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau d'élevage.	18
10	Contrôle hebdomadaire de la croissance (A: mesure de la biomasse, B: mesure du poids individuel, C: mesure de la taille individuelle).	19
11	Variations de la température de l'eau d'élevage durant la période d'étude.	21
12	Variations de l'oxygène dissous des eaux d'élevage durant l'expérience.	22
13	Variation du pH des eaux d'élevage durant la période d'étude	22
14	Variations de la salinité des eaux d'élevage au cours de la période d'étude.	23
15	Variation du poids moyen des poissons tilapia rouge (<i>Oreochromis Sp.</i>) nourris avec les 3 régimes alimentaires durant les 70 jours.	26
16	Relation finale entre la taille et le poids d' <i>Oreochromis Sp.</i>	28
17	Variations du taux de croissance spécifique (T.C.S) des alevins d' <i>Oreochromis. sp</i> durant la période d'étude.	29
18	Variations du taux de croissance spécifique ou TCS des alevins d' <i>oreochromis. Sp.</i> nourris par les différents régimes alimentaires (R1: régime à 35% de <i>Panicum mombasa</i> ; R2: régime à 0% de <i>Panicum mombasa</i> ; R3: régime du commerce)	30
19	Variation du gain moyen de poids journalier (GMPJ) des alevins d' <i>Oreochromis. sp</i> durant la période d'étude.	31
20	Variation du gain moyen de poids journalier (GMPJ) des alevins d' <i>Oreochromis. Sp</i> par rapport au régime alimentaire.	31
21	Variation Taux de conversion alimentaire (T.C.A.) des alevins d' <i>Oreochromis. Sp</i> durant la période d'étude.	33

Liste des tableaux

N°	Titre	page
01	Teneur en protéine des ingrédients utilisés.	16
02	Proportions des différents ingrédients composant les 2 régimes expérimentaux.	16
03	Moyennes et écart-types des paramètres physico-chimiques des eaux d'élevage.	23
04	Performance de croissance des alevins d' <i>Oreochromis Sp</i> recevant les 03 régimes alimentaires expérimentaux.	24
05	Relation Taille-Poids initiale des alevins <i>Oreochromis .Sp</i> nourri avec différents régimes alimentaire.	26
06	Relation Taille - Poids finale des alevins <i>Oreochromis Sp</i> . nourris avec différents régimes alimentaire.	27
07	Analyse des différences du gain moyen de poids journalier(GMPJ) des alevins en fonction du régime alimentaire (Test de tukey)	32

Liste des figures d'annexes

N°	Titre	Page
01	Préparation de la farine de <i>Panicum maximum cv. Mombasa</i>	51
02	Préparations de la farine de poisson a : Cuisson, b : Pressage, c : Séchage, d : Broyage	52
03	Les ingrédients utilisés dans les deux régimes alimentaires	53
04	Préparation d'aliment et conservation dans des boites	53
05	Opérations nettoyage des aquariums	54
06	Multi paramètres de terrain pour la mesure des paramètres physico-chimique	54
07	Moment du repas pour les alevins d' <i>Oreochromis</i>	55
08	Alevins d' <i>Oreochromis</i> . lors du contrôle de croissance.	55

Liste des tableaux d'annexes

N°	Titre	page
01	Température moyenne de l'eau d'élevage durant la période d'étude (S1-S9)	49
02	Oxygène dissous moyen de l'eau d'élevage durant la période d'étude (S1-S9)	49
03	pH moyende l'eau d'élevage mesuré durant la période d'étude	49
04	Salinité moyenne des eaux d'élevage mesuré durant la période d'étude.	50
05	Matériel de laboratoire utilisé	50

Liste des abréviations

Abréviation	
F A O	Food and Agriculture Organisation
R1	Régime alimentaire 35% PM)
R2	Régime alimentaire 0% sans PM
R3	Régime alimentaire commerciale
PM	<i>Panicum mombasa</i>
OD	oxygène dissous
S	salinité
Sp	L'espèce
TCS	Taux de croissance spécifique
GMPJ	Gain moyen de poids journalier
TCA	Taux de conversion alimentaire
GP	Gaine de poids
N	Nombre
R	Régression
A	aquarium
psu	Practical salinity unit
t	Tonne



Introduction



1. Introduction :

En aquaculture, les producteurs comptent généralement sur des aliments formulés pour assurer une croissance optimale, la santé et la qualité de l'animal d'élevage. La farine de poisson et l'huile de poisson des pêcheries sauvages sont traditionnellement des constituants majeurs des aliments aquatiques (**Ndakalimwe et al., 2015**), car ils sont d'excellentes matières premières du point de vue nutritionnel, mais leur approvisionnement est limité.

La recherche s'est donc orientée vers d'autres sources protéiques pour remplacer ces farines et huiles de poisson. L'association des connaissances issues des recherches a permis de repousser les limites de la substitution de la farine de poisson chez toutes les espèces à condition d'utiliser différents produits végétaux en mélange (**Collins et al., 2013**). Les matières premières d'origine végétale sont nombreuses, elles n'ont pas les mêmes valeurs nutritionnelles et la même appétence que la farine de poisson (**Tacon, 1993**) et leurs propriétés d'intégration dans des aliments composés sont différentes (**Barlow, 1997**).

Par conséquent, les ingrédients des aliments autres que la farine de poisson sont choisis et sélectionnés pour leur valeur nutritive, leur équilibre en acides aminés, leur digestibilité, leurs lipides et leur qualité, leur disponibilité et leur coût (**Shiau, 2002 ; Lupatsch I., 2016**).

L'utilisation de phyto-suppléments pour améliorer la santé et la croissance des poissons d'élevage est en développement pleinement prometteur en aquaculture. Plusieurs auteurs signalent l'amélioration des paramètres de croissance chez le Tilapia du Nil, lorsqu'ils sont incorporés dans l'alimentation (**Emre et al., 2003; Shalaby et al., 2006; Hu et al., 2008 ; Metwally, 2009; Zahran et al., 2014**).

En revanche, le remplacement total de la farine de poisson par des produits végétaux provoque, chez les espèces de haut niveau trophique, une diminution du taux de croissance et de l'efficacité alimentaire bien que les éléments nutritifs nécessaires soient présents dans l'aliment (**Gómez-Requeni et al., 2004 ; Vilhelmsson et al., 2004 ; Panserat et al., 2008 ; Dupont-Nivet et al., 2009 ; Alami-Durante et al., 2010 ; Le Boucher et al., 2012 et 2013**). Dans ce contexte, l'objectif de ce travail est d'évaluer le potentiel de l'introduction de *Panicum maximum cv. Mombasa* comme ingrédients destinés à l'alimentation aquacole. Ce type de végétaux, grâce à ses propriétés nutritionnelles, est un bon candidat pour maintenir les performances de croissance d'aliments riches en farines d'origine végétale et diminuer



ainsi le taux de farines de poisson incorporé. Le panicum Mombasa a donné ses preuves dans l'alimentation du bétail et des petits ruminants (**Kouakou, 2015**).

L'objectif est de réaliser la caractérisation protéique de cet ingrédient et d'évaluer in vivo sa performance nutritionnelle intégrée à l'alimentation sur la croissance d'*Oreochromis Sp.*

Les considérations soulevées ci-dessus, nous amènent à définir les trois grands axes qui constituent le squelette de notre travail.

- Axe 1 : des généralités sur le modèle biologique choisi, le développement de la recherche sur l'alimentation des poissons et l'ingrédient utilisé pour la formulation d'aliment.
- Axe 2 : concerne la partie expérimentale et explique la conduite d'élevage, la préparation d'aliment.
- Axe 3 : comporte les résultats obtenus
- Axe 4 : Discussion et conclusion générale.



Généralités



2. Généralités :

2.1. Données biologiques, zootechniques et économiques des tilapias :

Le tilapia est un poisson d'eau douce de la famille des cichlides qui comprend une centaine d'espèces. Les Égyptiens stockaient déjà des tilapias dans des étangs et des bassins il y a plus de 3 000 ans. Plusieurs espèces sont commercialisées en Europe dont *Oreochromis niloticus*, la plus courante et la plus appréciée de toutes (**Kullander, 1998**). Il existe également de nombreux hybrides appelés « tilapias rouges ».

L'espèce *Oreochromis niloticus* d'Égypte est présente dans tous les croisements avec d'autres espèces de *Tilapia* pour l'obtention de l'hybride. Elle s'adapte aux différents systèmes d'élevage et présente certaines performances de croissance ;

Les croisements suivants ont été utilisés :

- *O. niloticus* X *O. aureus* : pour performance de croissance, rusticité, taux de reproduction, pour le sexe ratio vers le mâle (30 à 100%). (**Mélard, 2007**)
- *O. niloticus* X *O. mossambicus* : performance de croissance, résistance, hybride rouge.
- *O. niloticus* X *S. melanotheron* : performance de croissance et la résistance à la salinité.

Tilapia rouge se distingue de ces parents (*Oreochromis Sp.*) par certaines particularités morphologiques. Il possède un corps ovale élevé et comprimé latéralement d'une couleur rouge et orange sur la poitrine et les flancs (**Fig.1**). Il est marqué par une ligne latérale interrompue avec 30 à 36 écailles cycloïdes, une bouche terminale et de 30 à 32 vertèbres. L'arc branchial porte généralement 25 à 34 branchiospines. La nageoire dorsale est munie de 12 à 15 rayons ossifiés et de 10 à 15 rayons mous. L'anal comprend 3 épines et 10 à 11 rayons mous. La caudale est tronquée (**Rainboth, 1996 ; Forese et Pauly, 2003**).

Le tilapia est un poisson à croissance relativement rapide qui se nourrit aux niveaux inférieurs de la chaîne alimentaire. Son régime alimentaire est très plastique, de la fertilisation aux aliments composés, principalement basé sur l'utilisation de produits et de sous-produits végétaux ou d'aliments composés à faible teneur en protéines (25 %) (**Ouattara et al., 2009 ; Avit et al., 2012**).

En fonction de son régime alimentaire, le tilapia peut atteindre la taille marchande de 400 g en 8 mois. Le tilapia peut être produit partout où l'eau est disponible, certaines espèces ayant même l'aptitude à s'adapter à des eaux saumâtres/salées. La seule contrainte majeure est d'ordre thermique : 15°C minimum – 38°C maximum (optimum : 28-32°C) (**Lazard, 2007**).

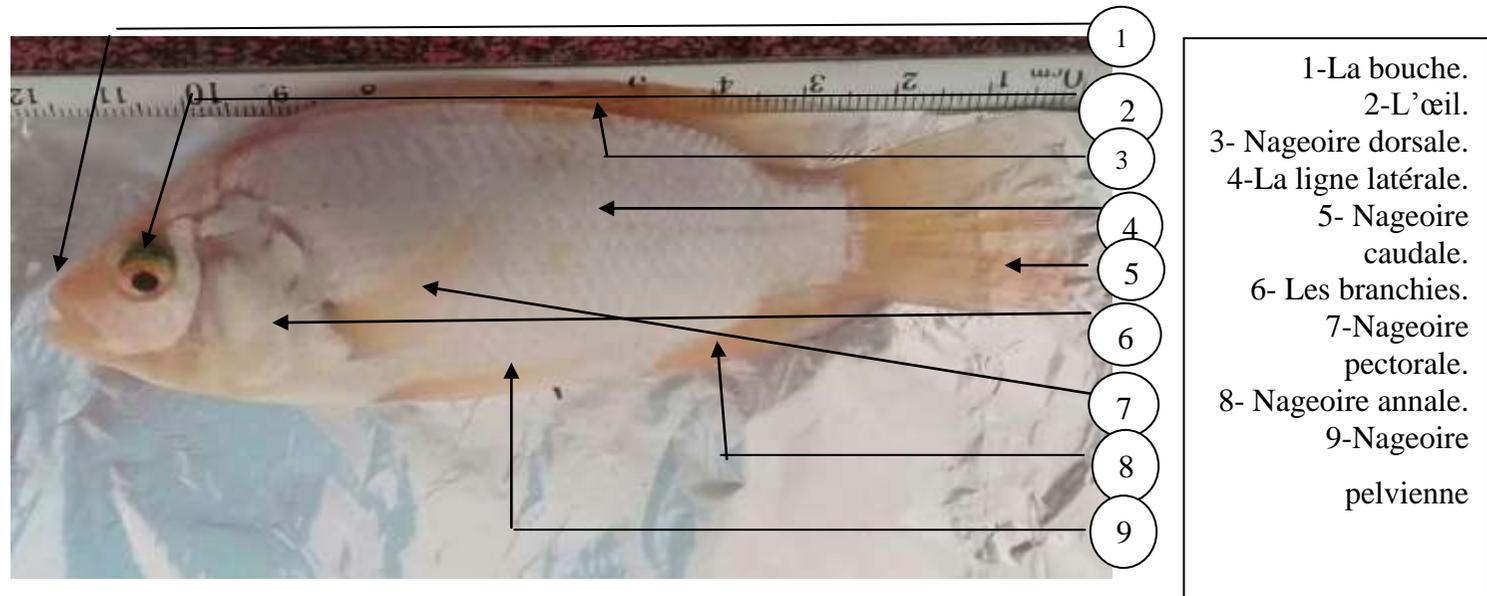


Figure 1. Lamorphologie externe deTilapiaRouge



2.2.Géographie de la production de tilapias :

En termes de localisation géographique, l'Asie représente plus de 80 % de la production de tilapia dans le monde et cette suprématie ne fait que s'accroître. Cette dernière a dépassé les 6,38 millions de tonnes en 2015, dont 5,67 millions sont issus de l'élevage ; le reste provient de la pêche. Il s'agit du second groupe d'espèces élevées à travers le monde, derrière les carpes (29 millions de tonnes) et devant les salmonidés (3,4 millions de tonnes de saumons et truites). La Chine est le plus grand producteur avec 900 000 tonnes et une croissance soutenue (FAO, 2018).

Bien que l'Afrique soit le continent d'origine des tilapias, la production sur ce continent reste extrêmement limitée. Quelques fermes industrielles commencent à apparaître dans certains pays d'Afrique tels que le Nigeria, le Zimbabwe, l'Ouganda mais tout reste à faire en termes de développement de l'aquaculture en général et de la pisciculture du tilapia en particulier en Afrique subsaharienne (Lazard, 2007).

Actuellement les taux de croissance de la production de tilapias les plus élevés sont enregistrés en Amérique Centrale et du Sud. Ces dernières années, les producteurs de ces régions ont su capter des parts de marchés considérables sur le marché des Etats-Unis et cette dynamique à toutes les raisons de se poursuivre (FAO, 2018).

L'apparition du virus du « White Spot » sur les crevettes élevées en étang dans les pays d'Amérique Latine, en particulier en Equateur, a créé des conditions favorables au développement de la pisciculture du tilapia dans ces étangs. Par ailleurs, les mesures anti-dumping imposées aux élevages de crevettes en provenance du Brésil et de l'Equateur constitueront un élément supplémentaire favorisant la conversion de la crevetticulture vers la « tilapia-culture » (Lazard, 2007).

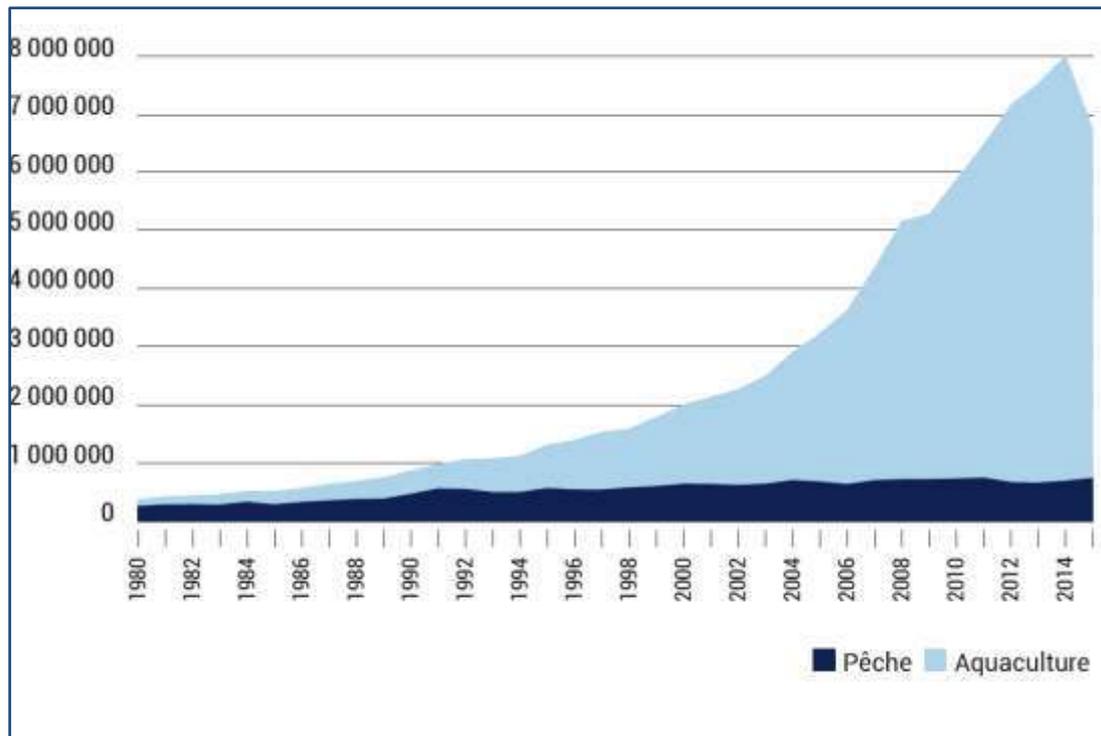


Figure 2. Production mondiale de Tilapia de pêche et d'élevage (en tonne). (Source : FAO 2018).

2.3.La recherche sur la nutrition du poisson :

La recherche nutritionnelle implique l'étude des matériaux nécessaires au maintien de la vie, à la formation et à la réparation des tissus corporels et à la production d'énergie à cette fin. La recherche sur la nutrition des poissons englobe actuellement des études sur l'ingestion d'aliments et les mécanismes physiologiques impliqués dans sa régulation, les besoins et interactions en nutriments, les voies métaboliques et l'utilisation des nutriments, la croissance, la reproduction et le développement précoce (**Jobling, 2016**).

L'investigation des influences nutritionnelles sur la capacité des poissons à résister aux facteurs de stress environnementaux et à déclencher une réponse immunitaire en présence de pathogènes fait également partie de la recherche sur la nutrition des poissons. À ce titre, la recherche moderne sur la nutrition des poissons couvre un large éventail de domaines interdépendants et nécessite souvent l'intégration des connaissances acquises grâce aux progrès de la chimie, de la biochimie, de la physiologie, de la microbiologie, de l'immunologie et de la biologie moléculaire (**Kortner et al., 2014**).



Les informations disponibles ont été appliquées dans plusieurs domaines liés à la production animale, notamment la formulation au moindre coût des aliments, la prévision de la croissance et la compréhension des interactions entre nutriments et composition (**Black, 2014**).

Les études nutritionnelles sont jugées hautement prioritaires par les praticiens et les chercheurs (**Jones et al., 2014**). Bien que des informations soient disponibles, des connaissances accrues sont nécessaires sur les effets physiologiques de la substitution des sources de protéines végétales par les poissons dans les aliments (**Tacchi et al., 2012 ; Gu et al., 2014a, b ; Kortner et al., 2014**).

Les nutritionnistes des poissons accumulent des informations montrant que plusieurs acides aminés ont des fonctions métaboliques et régulatrices qui vont au-delà de la synthèse des protéines et en tant que composants des protéines tissulaires ; ces rôles nécessitent une étude plus approfondie (**Li et al., 2009**). De plus, les acides gras sont connus pour réguler le métabolisme des lipides en modulant l'expression des gènes, et les effets des acides gras individuels peuvent différer (**Coccia et al., 2014**).

2.4. Ingrédients utilisés en alimentation pour Poissons :

De nombreux ingrédients différents sont utilisés pour fabriquer les aliments pour poissons, bien que quelques produits de base soient des sources importantes de protéines et de lipides, tels que produits à base de poisson, légumineuses, graines oléagineuses et sous-produits animaux (**Hertrampf et Piedad-Pascual, 2000 ; Gatlin et al., 2007 ; NRC, 2011 ; Turchini et al., 2011, Kitessa et al., 2014**).

Les céréales, telles que le maïs, fournissent généralement l'amidon nécessaire pour lier les ingrédients des aliments. Les farines de poisson et les huiles de poisson de mer ont traditionnellement été utilisées comme ingrédients principaux dans les aliments secs en granulés destinés à l'élevage intensif de poissons carnivores tels que les salmonidés et les espèces marines de grande valeur, sources de protéines et de lipides (**Gatlin et al., 2007**).

Des informations importantes sur le potentiel et les limites de l'utilisation d'ingrédients à base de plantes et d'autres ingrédients nouveaux dans les aliments pour poissons sont demandées. Tant les praticiens de l'aquaculture que les chercheurs considèrent que les études visant à améliorer la base de connaissances devraient recevoir une priorité élevée (**Jones et al. 2014**).



Il y a des avantages à inclure des ingrédients provenant de plantes dans les aliments pour poissons, mais il y a aussi des problèmes associés à leur utilisation (**Hertrampf et PiedadPascual, 2000 ; McKevith, 2005 ; Gatlin et al. 2007 ; NRC, 2011 ; Tacchi et al.,2012; Kortner et al. 2014**).

De nombreuses plantes ont des protéines qui sont déficientes dans certains acides aminés, tels que la lysine et la méthionine, requises par les poissons. Cela signifie qu'il faudra souvent ajouter des suppléments d'acides aminés aux aliments préparés avec des sources de protéines dérivées de plantes. Les améliorations apportées aux technologies de micro-liaison et de micro-encapsulation en ont fait une proposition viable, et la supplémentation en acides aminés qui compense les carences en protéines végétales est désormais un moyen rentable de produire des aliments pour poissons d'élevage (**Araga et al. 2014 Nunes et al. 2014**).

En plus d'avoir des protéines qui peuvent avoir un équilibre défavorable en acides aminés et des huiles qui manquent de certains acides gras importants sur le plan nutritionnel, la plupart des plantes contiennent un ou plusieurs ANF. Les ANF sont des composés qui peuvent affecter la palatabilité des aliments, interférer avec la digestion et l'absorption des nutriments, réduire l'utilisation des aliments ou avoir des effets métaboliques néfastes (**Francis et al., 2001; Gatlin et al., 2007; NRC, 2011**). Certains des effets négatifs des ANF peuvent être réduits ou éliminés par différentes formes de traitements appliqués aux ingrédients d'origine végétale (**NRC,2011 ; Castillo et Gatlin, 2015**).

Indépendamment de leur type et de leur source, les ingrédients susceptibles d'être inclus dans les aliments pour poissons doivent être soigneusement évalués avant d'être généralisés (**Houlihan et al., 2001; Glencross et al., 2007; NRC, 2011**).

2.5. Panicum maximum cv. Mombasa source d'alimentation :

2.5.1. Présentation et systématique :

Panicum maximum cv. mombasa est une haute graminée vivace cespiteuse, de 1 m à 3 m. Elle produit des feuilles larges de 10 mm à 25 mm et développe en fin de saison des pluies une grande panicule de 30 cm à 50 cm. Les épillets lancéolés, trois fois plus longs que larges, dont les glumelles de la seconde fleur sont ridées transversalement, permettent de reconnaître l'espèce (fig. 3). En conditions naturelles, elle croît dans les clairières en forêt dense, dans les lisières forestières et les bords de routes de la région guinéenne d'Afrique de l'Ouest (**Cesar, 2005**).



Panicum Mombasa, l'un des meilleurs fourrages verts pour de nombreux animaux fourragères, caractérisé par son appétibilité ; Il est également utile dans le cas de l'élevage pour la production de lait, il a été constaté qu'il augmente la production de lait et améliore ses qualités ; et également utilisé en cas d'élevage pour engraissement (**Carnevalli et al., 2006 ; Nakamanee et al. 2008 ; Mohamed et al., 2018**).

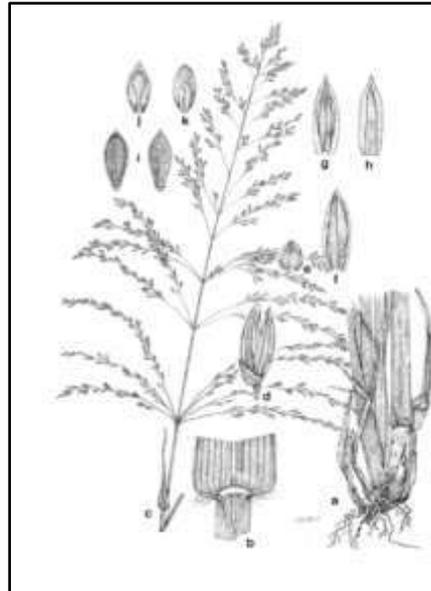


Figure 1. Schéma d'un *Panicum maximum* cv. Mombasa (a : base de la plante, b : ligule, c : inflorescence, d : épillet, e et f : glume inférieure et supérieure, g et h : lemme et paléole de la fleur intérieure, i : fleur supérieure, j : paléole de la fleur supérieure, k : caryopse) (dessin de Poilecot, 1995).



Figure 2. Feuilles et graines de *Panicum maximum* cv. Mombasa.



La détermination systématique est fondue sur la morphologie générale(César J ; 1999). :

Règne Plantae

Sous-règne Tracheobionta

Division Magnoliophyta

Classe Liliopsida

Sous-classe Commelinidae

Ordre Cyperales

Famille Poaceae

Genre Panicum

Espèce Panicum maximumJacq., 1786

2.5.2. Origine et répartition :

Originaire d'Afrique tropicale et subtropicale, le *Panicum maximum* compte plus de 400 écotypes. Cette herbe fut importée aux Antilles. Elle est cultivée en Amérique. Le *Panicum maximum* est utilisé comme prairie temporaire d'engraissement. Il est établi sur des terrains en pente douce, car il supporte mal une humidité persistante. Une plantation de *Panicum maximum* peut durer 3 à 4 ans (Cesar, 2005).

2.5.3. Ecologie :

Le *Panicum maximum* est adapté à des régions recevant 1000 à 2400 mm de pluie. Il résiste bien à la sécheresse mais ne survit pas à des périodes de déshydratation totale.

Le *Panicum maximum* s'adapte bien à des sols divers dès lors qu'ils sont bien drainés, car l'espèce étudiée redoute l'eau stagnante. Elle préfère les sols faiblement acides, limoneux et fertiles. Le *Panicum maximum* peut être cultivé sur des sols carencés en éléments minéraux, l'essentiel est qu'on lui apporte une fumure minérale et organique**reference**.

2.5.4. Production et récolte :

Cette graminée donne une production fourragère abondante (16 à 60 T de M.S./ha/an) ; ce qui permet de conserver la matière sèche sous forme de foin et d'ensilage pour les mauvaises saisons. De plus, elle présente une bonne valeur fourragère.

Le *Panicum Mombasa* peut contenir jusqu'à 20% de protéines dans la branche verte et 16% dans la branche sèche ;Sa valeur nutritive est bonne, à condition toutefois d'être exploitée très jeune (25 à 35 jours). Au-delà de 40 jours, la teneur en azote devient insuffisante(Cesar, 2005 ;Mohamed et al., 2018).



Matériel et méthodes



3. Matériel et méthodes :

L'expérimentation a été réalisée dans le laboratoire d'aquaculture, à l'université KasdiMerbah, Ouargla, sur une durée de 70 jours.

3.1. Dispositif expérimental :

L'étude a été réalisée dans trois aquariums (étiquetés R1-R3). Chaque aquarium contient deux diffuseurs relié à une pompe d'oxygène pour homogénéiser l'aération et une résistance pour assurer la température favorable ($\geq 25C^\circ$). Les aquariums sont d'une capacité de 185L chacun, dans lesquels 90 individus répartis à égalité sur les trois bacs (fig4.).

Le poids individuel initial des poissons était de $1,48 \pm 0,05$ g, Le niveau d'eau a été maintenu presque plein tout au long de l'étude et remplacé chaque semaine. La croissance des poissons a été évaluée avec des aliments expérimentaux préparés au laboratoire et nourris sur une période de 10 semaines.

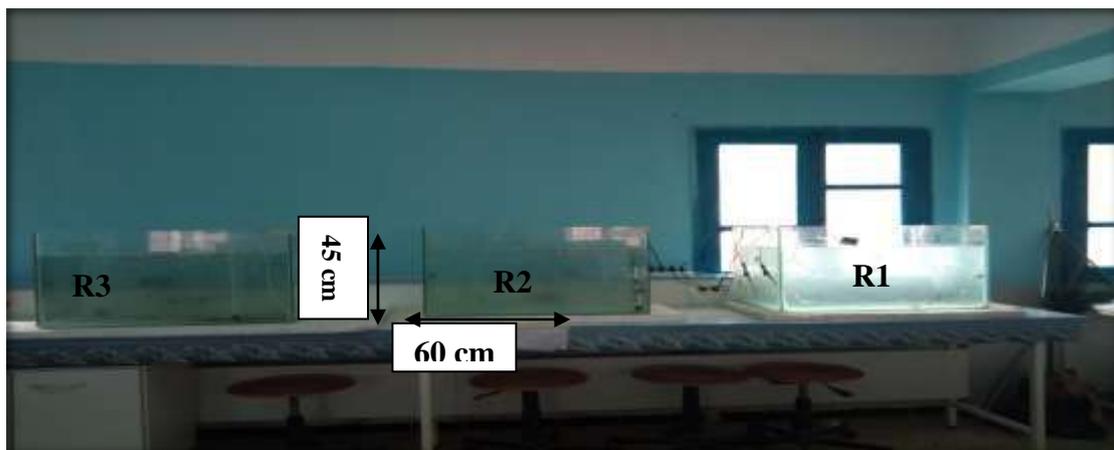


Figure 05 :Dispositif expérimental d'élevage

3.2. Origine et choix des poissons :

Quatre-vingt-dix (90) alevins de tilapia rouge (*Oreochromis* sp.) ont été utilisés dans cette étude. Ils ont été obtenus auprès du CNRDPA, station d'Ouargla. Après collecte, les poissons ont été relâchés dans des aquariums de stockage pour s'acclimater pendant une semaine (S0) avant le début de l'expérience (fig 6).



Figure 06: Tilapia rouge (*Oreochromis Sp.*)

3.3. Formulation d'aliment :

Les régimes alimentaires expérimentaux ont été formulés en utilisant la méthode de Pearson Square, contenant trente-cinq pourcent (35%) de protéine brute.

Les ingrédients utilisés dans les formulations étaient, la farine de maïs, farine de Pois chiche, semoule de blé, la farine de poisson (préparée au laboratoire) (voir annexe ?), farine de soja, *Panicum maximum cv. Mombasa* pour les régimes R1 et le prémélange de vitamines et minéraux « prémix », le régime R3 est un aliment du commerce à 35% de protéine également.

Le *Panicum Mombasa* utilisé dans l'expérimentation est fourni par l'exploitation agricole Khebab Allal de Oued Souf (fig 07). La teneur en protéine des différents ingrédients utilisés sont présentés au tableau 01.

Les proportions des ingrédients dans la formulation des aliments sont présentées dans le tableau 02.



Tableau 01 : Teneur en protéine des ingrédients utilisés.

Ingrédients	Teneur en protéine	Méthode d'analyse
Mais (%)	09	Kjeldhal
Semoule de blé (%)	13	
Farine de poissons (%)	57	
Soja (%)	45	
Pois chiche (%)	22,8	
Panicum Mombasa (%)	10,8	

Tableau 02 : Proportions des différents ingrédients composant les 2 régimes expérimentaux.

Ingrédients	Régime 1 (35% PM)	Régime 2 (0% PM)
Prémix «vit. Et minx.» (%)	2	2
Mais (%)	35	50
Semoule de blé (%)	30	50
Farine de poissons (%)	20	20
Soja (%)	40	40
Pois chiche (%)	40	40
Panicum Mombasa (%)	35	00



Figure 07 : *Panicum maximum* cv. *Mombasa* de la ferme Khabeb d'El Oued



3.4.Nourrissage des poissons :

Les poissons ont été nourris à 10 et 15% de leur poids corporel par jour tout au long de l'expérience. L'alimentation a été distribuée à 09h00, à 12h00 et 16h00 tous les jours (trois fois par jour). Les alevins dans l'aquarium 1 ont été nourris avec le régime à 35% de *Panicum Mombasa*, de l'aquarium 2 avec 0%, ceux de l'aquarium 3 avec l'aliment commercial (fig. ?).



Figure 08 :Préparation de la diète alimentaire journalière

3.5.Suivi des paramètres physico-chimiques de l'eau d'élevage :

Tout au long de la période d'étude, les paramètres physico-chimiques des échantillons d'eau, y compris la température de l'eau, le pH, l'oxygène dissous et la salinité, ont été mesurés quotidiennement selon la méthode électrométrique (**Rodier et al., 2009**), à l'aide d'un multiparamètre de type «water qualitymeter 8603», avant le nourrissage des poissons (fig 09).



Les mesures ont été effectuées après calibration conformément au manuel d'instructions fourni par le fabricant, en plongeant la sonde dans l'eau pendant environ 1 à 2 minutes, puis les lectures ont été enregistrées, en degré Celsius pour la température, mg/L pour l'oxygène dissous et g/L pour la salinité.

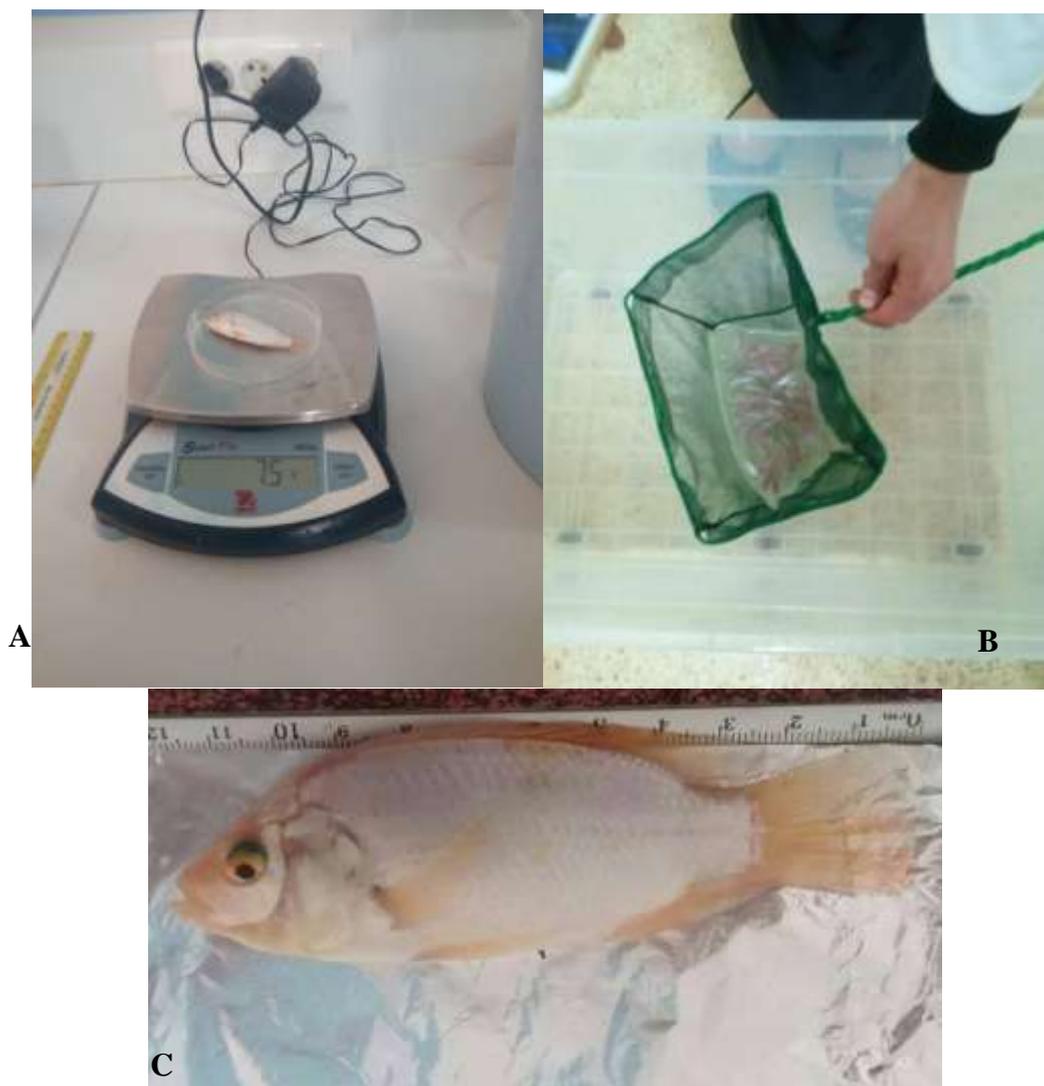


Figure 09 : Mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau d'élevage.

3.6. Contrôle de la croissance et calcul des paramètres zootechniques.

Le contrôle de la croissance des alvines a été réalisé chaque semaine. Il consistait à peser et à mesurer individuellement tous les poissons de chaque aquarium à l'aide d'une balance électronique de marque Kern avec 0,01 précision et d'une portée de 200g et d'un ichtyomètre gradué en centimètre. Ce contrôle permet d'évaluer l'évolution de la biomasse.

Aussitôt, après le contrôle, les poissons sont remis dans les aquariums après avoir nettoyé ceux-ci et en renouvelant la totalité de l'eau. Les biomasses totales sont calculées par aquarium en vue d'ajuster la ration journalière.



Figur10 : Contrôle hebdomadaire de la croissance (A: mesure de la biomasse, B: mesure du poids individuel, C: mesure de la taille individuelle).

Pour estimer la croissance des poissons au cours de l'expérimentation et caractériser l'efficacité alimentaire mise en essai, différents paramètres zootechniques et indices ont été calculés.

- **Poids moyen initial (Pmi)**
 $Pmi (g) = \text{Biomasse initiale (g)} / \text{Nombre initial de poisson.}$
- **Poids moyen final (Pmf)**
 $Pmf (g) = \text{Biomasse finale (g)} / \text{Nombre final de poisson.}$



- **Taux de survie (TS).** Ce taux a permis de connaître l'effet de la substitution sur la survie des poissons.

TS en % = (Nombre d'individu en fin d'expérimentation / Nombre d'individu initial) x 100.

- **Gain moyen de poids journalier (GMPJ).** Ce coefficient permet d'évaluer l'efficacité des aliments utilisés sur la croissance des poissons. Il se traduit par la formule suivante :

GMPJ en g/j = Gain de poids / Durée de l'expérimentation.

- **Taux de croissance spécifique (TCS).** Le TCS donne la vitesse instantanée de croissance des poissons. Il s'exprime par la formule suivante :

TCS en % / j = [Ln (Pmf (g)) - Ln (Pmi (g)) x 100 / Durée d'expérimentation].

- **L'indice de consommation (IC).** Ce coefficient permet d'évaluer l'efficacité des aliments utilisés pour la croissance des poissons.

IC = Quantité d'aliment distribuée (g) / Gain de poids (g).

3.7. Analyse statistique.

Dans tous les cas les statistiques descriptives (moyenne \pm écart type) sont utilisées pour décrire l'ensemble des résultats. Avant toute analyse statistique nous avons vérifié l'homogénéité des variances.

Une analyse de variance à un critère (ANOVA1) a été utilisée, un test de tukey et test de kruskal-wallis pour la comparaison des moyennes.

Le seuil de signification a été déterminé à 0,05.

Tous les tests statistiques ont été effectués à l'aide d'un logiciel statistique XLSTAT version 2014.5.03.



Résultats



4. Résultats :

4.1. Paramètres physico-chimiques des eaux d'élevage :

4.1.1. Température :

La température de l'eau d'élevage a été relativement stable entre les trois aquariums ($p = 0,98$), elle a varié entre 23,28 °C et 27,18 °C avec une moyenne de $25,51 \pm 1,47$ °C (fig. 11). Par contre les fluctuations hebdomadaires présentent des différences très hautement significative ($p = 0,013$).

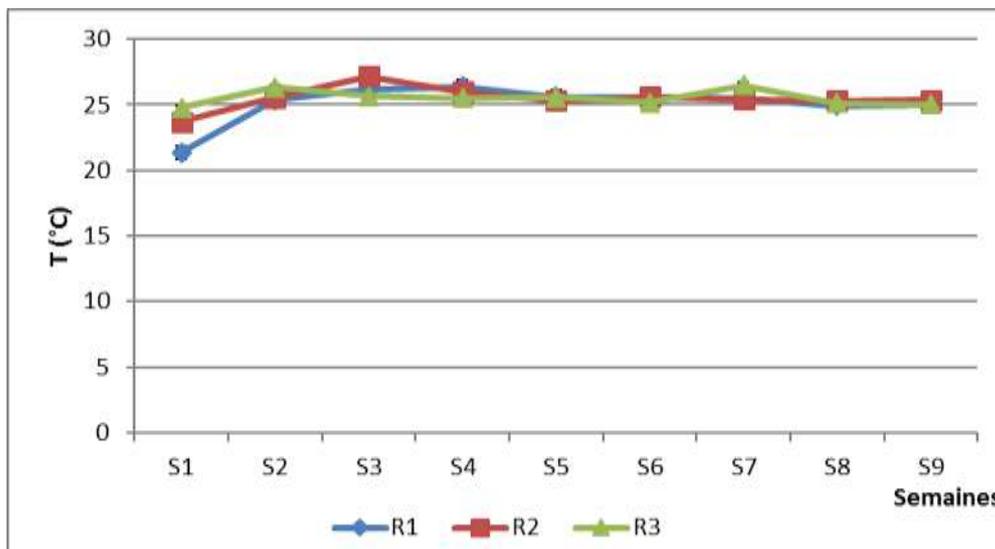


Figure 11 : Variations de la température de l'eau d'élevage durant la période d'étude.

4.1.2. Oxygène dissous :

Les concentrations d'oxygène dissous (OD) enregistré varient entre 5,20 et 7,92 mg/l, avec une moyenne de 5,96 mg/l (fig. 12). Aucune différence significative n'a été observée entre les aquariums d'élevage ($p = 0,77$), de même la variation hebdomadaire ne présente aucune différence significative ($p = 0,086$).

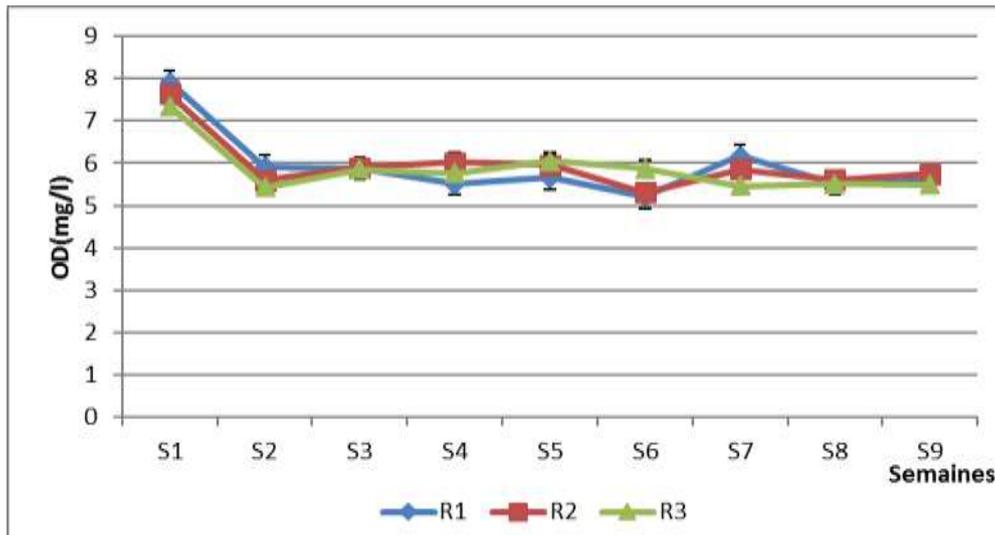


Figure 12 : Variations de l'oxygène dissous des eaux d'élevage durant l'expérience.

4.1.3. pH :

Pour ce qui est du pH, on enregistre une moyenne de $7,74 \pm 0,097$ avec un minimum de 7,38 et un maximum de 8,01 (fig. 13). Les eaux d'élevages ont une tendance neutre à alcaline dans tous les aquariums ($p = 0,51$).

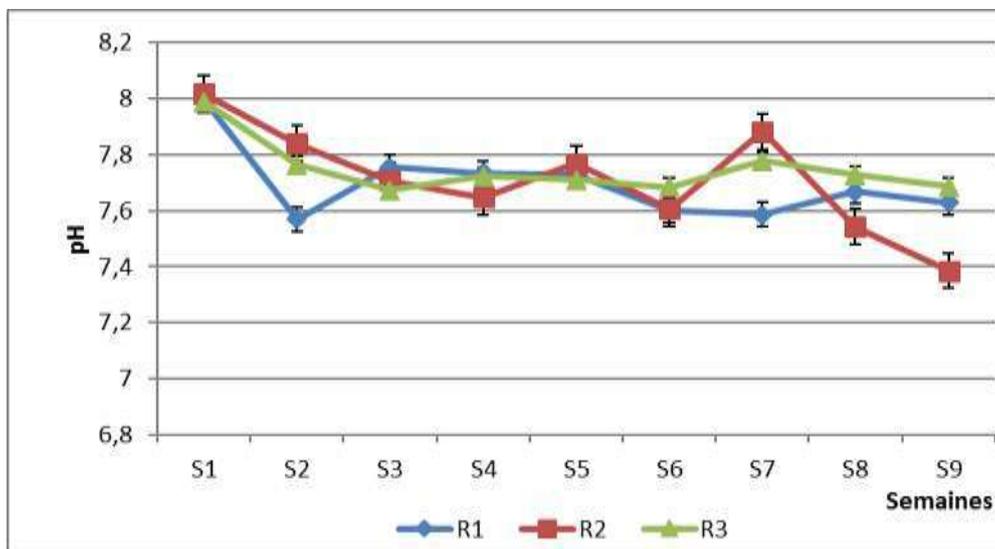


Figure13 :Variation du pH des eaux d'élevage durant la période d'étude



4.1.4. Salinité :

L'eau utilisée dans l'expérimentation est une eau saumâtre, dont la salinité varie entre 2,10 et 2,38 psu, Avec une moyenne de $2,19 \pm 0,77$ psu (fig. 14).

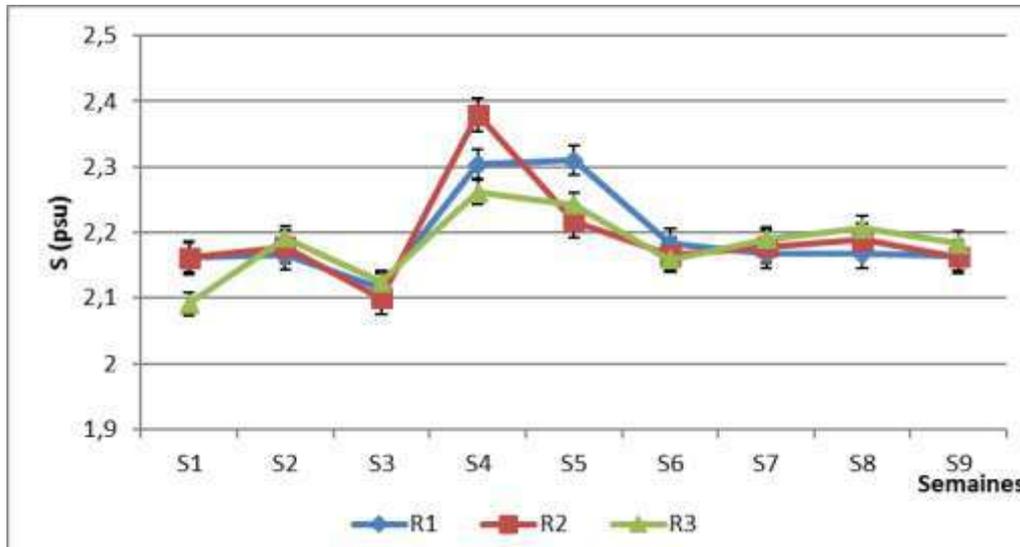


Figure 14 : Variations de la salinité des eaux d'élevage au cours de la période d'étude.

Les exigences d'élevage par rapport à la qualité physico-chimiques des eaux étaient similaires pour tous les poissons (tab 03), afin de mettre en évidence l'impact des régimes alimentaires expérimentaux sur leur croissance.

Tableau 03 : Moyennes et écart-types des paramètres physico-chimiques des eaux d'élevage.

Paramètres	Régime 1 (AAP)	Régime 2 (ASP)	Régime 3 (AA)
Température (°C)	$25,094 \pm 1,472$	$25,487 \pm 0,898$	$25,514 \pm 0,585$
OD (mg/l)	$5,933 \pm 0,798$	$5,961 \pm 0,667$	$5,864 \pm 5,864$
pH	$7,696 \pm 0,131$	$7,711 \pm 0,191$	$7,748 \pm 0,097$
Salinité (psu)	$2,193 \pm 0,067$	$2,193 \pm 0,077$	$2,183 \pm 0,053$



4.2. Paramètres de croissance :

Les performances de croissance des alevins de tilapia rouge (*Oreochromis Sp*) ont été évaluées après nourrissage avec un aliment de commerce et des aliments expérimentaux à taux de 0 et 35% de *Panicum mombasa* introduite, pendant 70 jours.

Le tableau 04 Résume les différents paramètres zootechniques et indices suivis et calculés au cours de la période d'étude.

Tableau 04 : Performance de croissance des alevins d'*Oreochromis Sp* recevant les 03 régimes alimentaires expérimentaux.

R1 (Régime alimentaire 0% PM), R2 (Régime alimentaire 35% sans PM), R3 (Régime alimentaire commerciale), PM: *Panicum mombasa*, T.C.S.: Taux de croissance spécifique, G.M.P.J.: Gain moyen de poids journalier, T.C.A: Taux de conversion alimentaire.

Paramètres	R1	R2	R3
Survie (%)	100	100	100
Poids initial (g)	1,42±0,33	1,52±0,22	1,51±0,35
Poids final (g)	14±7,26	11,51±5,27	27,31±12,35
Biomasse initiale(g)	42,6	45,7	45,3
Biomasse finale (g)	420,1	345,4	819,5
Aliment distribué (g)	2441,18	2246,6	4151,35
GP (g)	12,58	9,99	25,80
T.C.S. (%)	3,27	2,89	4,13
G.M.P.J. (g/j)	0,20	0,15	0,40
T.C.A	1,43	1,44	1,27

4.2.1. Taux de survie :

Au cours de l'expérience, le taux de survie des alevins dans les différents aquariums a été calculé après chaque pêche de contrôle lors des pesés hebdomadaire.

Le taux de survie obtenu à la fin de l'expérience est excellent et nous enregistrons 100% de taux de survie pour tous les régimes (tab 04).

4.2.2. Poids moyen :



Les alevins d'*Oreochromis sp.* démarrent avec un poids moyen de $1,42 \pm 0,33$ g pour le R1, $1,51 \pm 0,35$ g pour R3 et $1,52 \pm 0,22$ g pour R2. (tab 04).

Nous remarquons au cours des deux premières semaines (S0, S1), l'évolution du poids était similaire pour les trois régimes alimentaires expérimentales ce n'ai qu'à partir de la deuxième semaine que les poissons élevés commence à avoir des poids moyens distincts (fig 15).

On distingue que le poids moyen final des poissons nourris par le R3 est supérieur de celui des poissons nourris par les autres régimes (Tab 04), où on enregistre $27,31 \pm 12,35$ g, suivi du R1 avec $14 \pm 7,26$ g, le poids moyen final le plus bas a été enregistré chez les poissons nourris par le régime 2 qui est de $11,51 \pm 5,27$ g.

Les régimes alimentaires testé sur les poissons ont eu un effet très hautement significative sur leur croissance ($p = 0,0001$; $F = 53,51$), ces différences sont remarqués entre le R3 et le reste des régimes (R1, R2) (tab 04).

Les variations hebdomadaires montrent également des différences significatives ($p < 0,0001$) (Tab. 04), ces différences sont remarquables entre le début et la fin de l'expérience.

La variation de poids moyen dans chaque lot de poisson en fonction des semaines présente également une différence très hautement significatif ($p = 0.0001$).

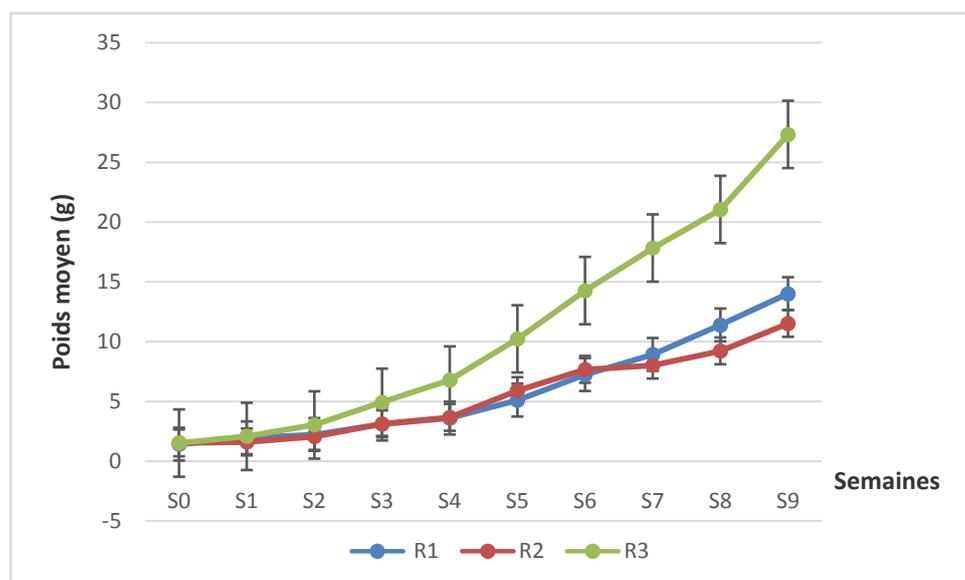


Figure 16 : Variation du poids moyen des poissons tilapia rouge (*Oreochromis Sp.*) nourris avec les 3 régimes alimentaires durant les 70 jours.



L'étude des variations du poids moyen en fonction de la taille moyenne chez *Oreochromis Sp.* met en évidence une allométrie négative nourris pour l'ensemble des individus nourris par les différents régimes.

La relation initiale du poids et de la taille d'*Oreochromis Sp.* dans les trois aquariums est présentée dans le tableau 06. La valeur de b était respectivement de 1,84 ; 1,16 ; 1,79 pour R1, R2 et R3.

Tableau 05 : Relation Taille-Poids initiale des alevins *Oreochromis .Sp* nourri avec différents régimes alimentaire.

Aquarium	Taille moyenne (cm)	Poids moyen (g)	N	b	a	R	R ²
R1	1,95±0,44	1,42±0,33	30	1,84	-0,98	0,69	0,48
R2	1,60±0,30	1,52±0,22	30	1,16	-0,55	0,70	0,49
R3	2,07±0,50	1,51±0,35	30	1,79	-0,91	0,87	0,76

Les relations finales de poids d'*Oréochromis Sp.* sont présentées dans le tableau 06 et la figure16. On constate que la taille moyenne finale des poissons nourris par le R3 est supérieur de celle des poissons nourris par les autres régimes avec $12,10 \pm 2,28$ cm, suivi du R1 avec $9,46 \pm 1,82$ cm et R2 avec $8,73 \pm 1,46$ (tab. 06). Les équations de la courbe de régression établie indiquaient que le paramètre b allait de $b = 2,62$ pour R1 et R3, à $b = 2,72$ pour R2 (tab. 6).

En outre le coefficient de détermination (R^2) des valeurs dans le tableau 06 explique le bon ajustement du modèle pour la croissance.

Dans la présente étude, la plus faible valeur de R^2 d'alevins *Oreochromis Sp.* ont été enregistrés à 0,92 (92% de variabilité) par le régime alimentaire 1 et le plus élevé enregistré avec 0,95 (variabilité à 95%) par le régime 3.



Tableau 06. Relation Taille - Poids finale des alevins *Oreochromis Sp.* nourris avec différents régimes alimentaire.

Aquarium	Taille moyenne (cm)	Poids moyen (g)	N	b	a	R	R²
R1	9,46±1,82	14±7,26	30	2,62	-1,44	0,95	0,92
R2	8,73±1,46	11,51±5,27	30	2,72	-1,53	0,96	0,93
R3	12,10±2,28	27,31±12,35	30	2,62	-1,43	0,97	0,95

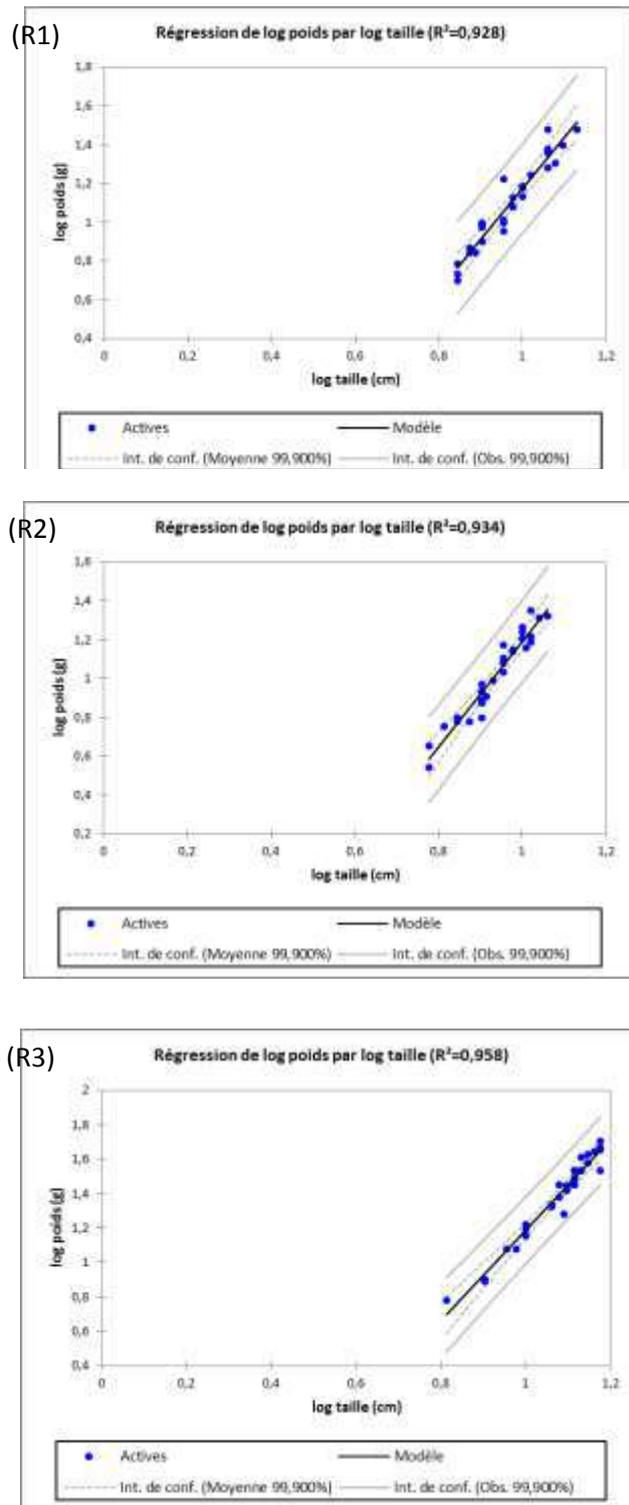


Figure16 : Relation finale entre la taille et le poids d'*Oreochromis Sp.*



4.2.3. Taux de croissance spécifique (TCS) :

L'évolution du taux de croissance spécifique est similaire pour les différents régimes alimentaires testés ($p = 0,19$).

De même les fluctuations hebdomadaires (fig 17) ne montrent pas des différences significative du taux de croissance spécifique ($p = 0,02$), ce dernier enregistre deux pic, le premier en S3 pour le R3 avec 6,95%, le deuxième en S5 pour R2 avec 6,79% (fig. 17)

En terme de valeurs absolues (Tab 04), le T.C.S. mesuré chez les poissons nourris avec le R3 est supérieur à celui de R1 et R2, on compte respectivement 4,13%, 3,27%, 2,89%, (fig. 18).

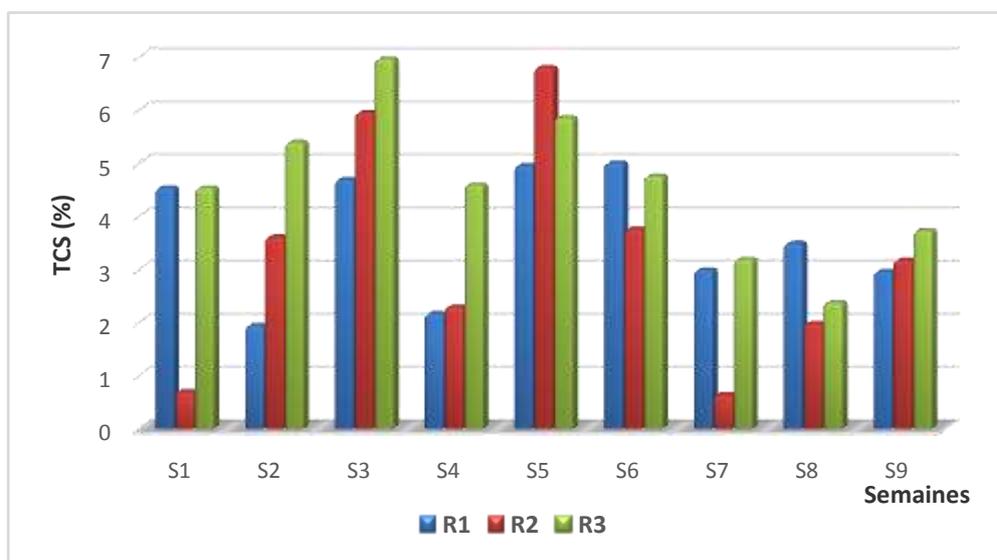


Figure17 : Variations du taux de croissance spécifique (T.C.S) des alevins d'*Oreochromis. sp* durant la période d'étude.

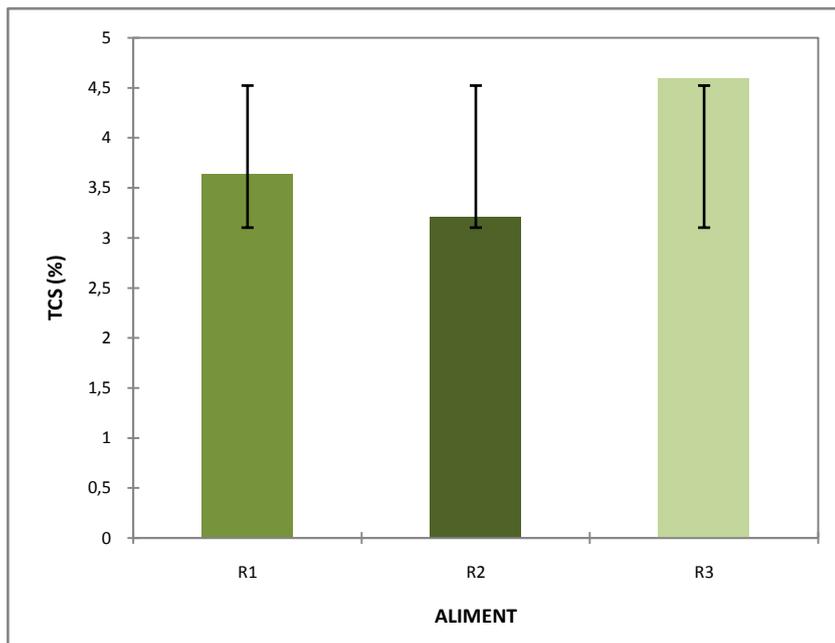


Figure 18 : Variations du taux de croissance spécifique ou TCS des alevins d'*Oreochromis. Sp.* nourris par les différents régimes alimentaires (R1: régime à 0% de *Panicum mombasa* ; R2: régime à 35% de *Panicum mombasa*; R3: régime du commerce)

4.2.4. Gain moyen du poids journalier (G.M.P.J) :

Le gain moyen du poids journalier enregistré durant les 70 jours, varie entre 0,40g/j chez les poissons nourris par le R3 et 0,15 g/j chez ceux nourris par le R2 (tab.04), c'est à la 9^{ème} semaine qu'on enregistre le pic de GMPJ pour tous les régimes avec 0,37 g/j pour R1, 0,32 g/j pour le R2 et 0,89g/j pour le R3 (fig.20).

L'analyse de variance à un critère (ANOVA1), montre que le taux du G.M.P.J. des poissons nourris par le R3 est significativement supérieur de celui enregistré pour les régimes R1 et R2 ($p = 0,048$; $p = 0,016$) (tab 07) (fig. 20).

De même pour les mesures hebdomadaires (fig 19), montrent des différences significatives dans la variation du taux de G.M.P.J ($p = 0,047$) (tab. 07).

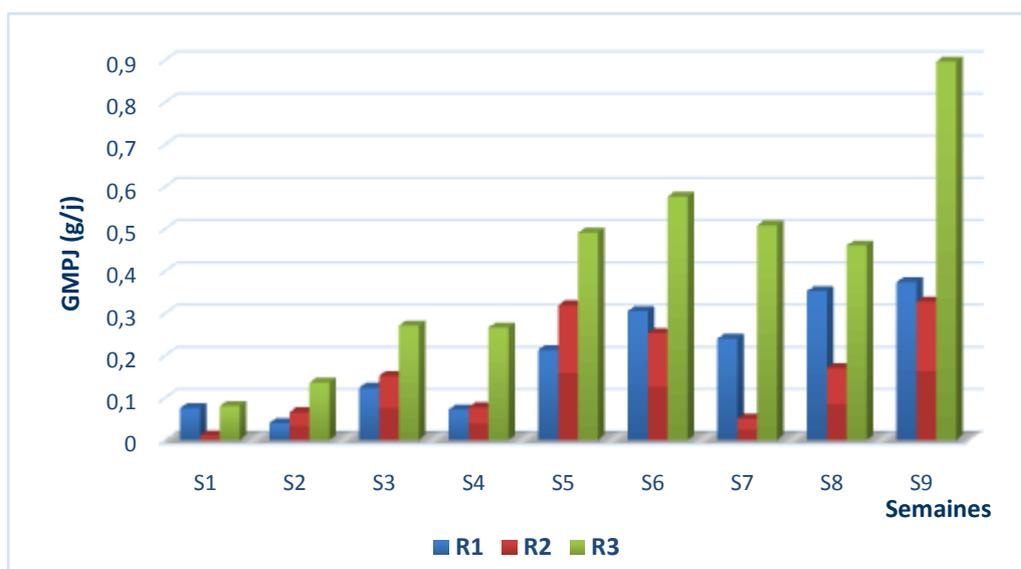


Figure 19 : Variation du gain moyen de poids journalier (GMPJ) des alevins d'*Oreochromis. sp* durant la période d'étude.

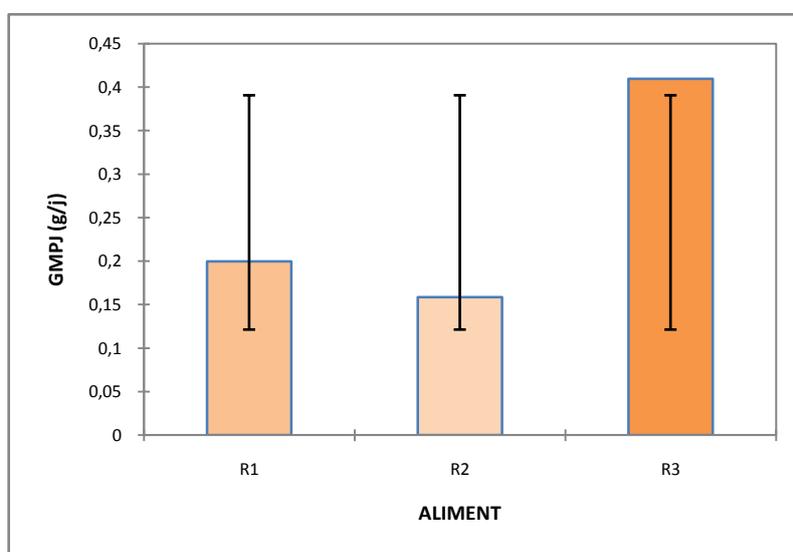


Figure 20 : Variation du gain moyen de poids journalier (GMPJ) des alevins d'*Oreochromis. Sp* par rapport au régime alimentaire.



Tableau 07 : Analyse des différences du gain moyen de poids journalier (GMPJ) des alevins en fonction du régime alimentaire (Test de tukey)

Régimes	P	Significatif
R2 vs R3	0,016	Oui
R2 vs R1	0,875	Non
R1 vs R3	0,048	Oui

4.2.5. Taux de conversion alimentaire (T.C.A.) :

L'analyse de la variance à 1 critère révèle un effet non significatif ($p = 0,61$) des régimes alimentaires sur la variation du taux de conversion. Les valeurs du TCA sont statistiquement comparables. Cependant et en terme de valeur absolue, le TCA le plus faible est mesuré chez les poissons nourris avec l'aliment du commerce (R3) avec 1,27, Les poissons ayant reçu les régimes alimentaires renferment 0% (R2) et 35% (R1) de *Panicum mombasa* enregistrent 1,44 et 1,43 (tab. 04).

En revanche, les fluctuations des taux de TCA enregistré sont significativement différentes entre les semaines d'étude ($p = 0,001$) (fig. 21).

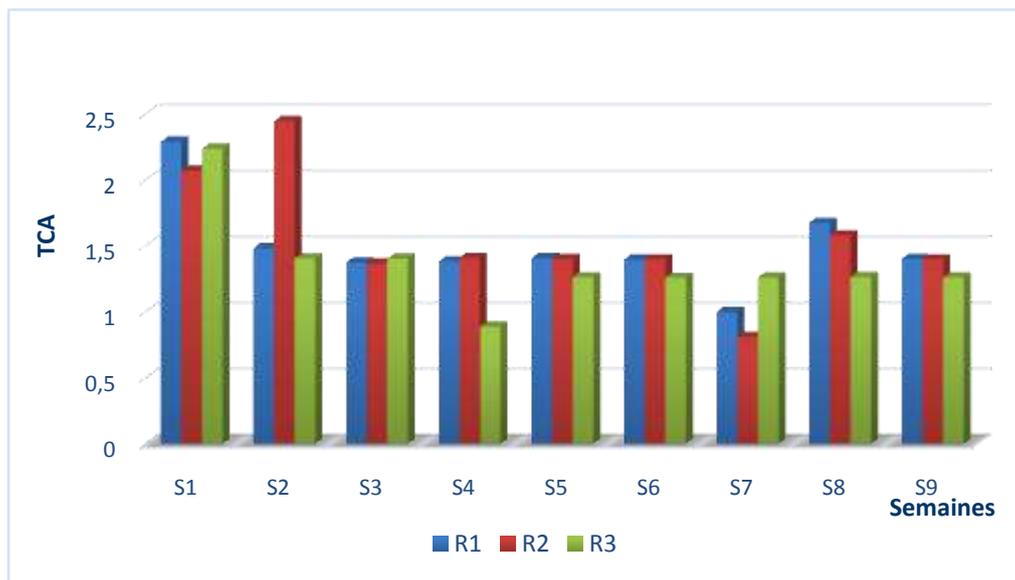


Figure 21 : Variation Taux de conversion alimentaire (T.C.A.) des alevins d'*Oreochromis*.
Sp durant la période d'étude.



Discussion



5. Discussions :

La contrainte majeure à l'émergence de la pisciculture, dans les pays en développement, est le coût de l'alimentation. Pour eux, l'utilisation de la farine de poisson comme principale source de protéines dans les aliments destinés à l'aquaculture est à l'origine du coût onéreux de ces aliments. Selon **Slembrouck et al.** (1991) et **Gourène et al.** (2002), en terme de dépense, l'alimentation représente environ 50 % du coût de production du poisson d'élevage. L'emploi de produits-agricoles dans l'alimentation des poissons a déjà donné des résultats encourageants dans plusieurs études (**Campbell, 1978 ; Lazard, 1984 ; Derouiche et al., 2009**).

Dans la présente étude nous avons procédé à un essai de 2 types d'aliments l'un contenant un complément végétal (*Panicum maximum cv. mombasa*) connu pour ses vertus multiples, l'autre non, afin d'évaluer leurs effets sur les performances de croissance du tilapia rouge « *Oreochromis Sp.* », par comparaison à l'aliment commerciale importé comme témoin.

En ce qui concerne la qualité des eaux d'élevage, En général, les paramètres physico-chimiques de l'eau sont dans les gammes de valeurs optimales recommandées. Les valeurs de température (23,28 °C et 27,18 °C) enregistrées au cours de cette expérience sont conformes la réglementation européenne relative aux eaux piscicoles (2006/44/CEE et 2006/113/CE) qui est de 8 à 30 °C. **Mélard (1999)** a situé l'optimum de température pour la croissance d'*Oreochromis niloticus* entre 26-30 °C, alors **qu'Edna et Boyd (1997)** ont trouvé qu'une température comprise entre 28 et 32 °C est optimale pour la croissance des tilapias. Pour **Chervinski, (1982)** le tilapia s'alimente moins au-dessous de 20 °C et cesse de s'alimenter au-dessous de 16 °C alors que la mort se produit au-dessous de 12 °C (**Philippart & Ruwet, 1982 ; Popma & Lovshin, 1996**).

Les concentrations en oxygène dissous sont généralement élevées et varient entre 5,20 et 7,92 mg/l. Ces valeurs respectent les normes européennes de qualité des eaux piscicoles fixées par la directive n° 2006/44/EE qui exigent une concentration en oxygène dissous > à 3 mg/L.

Kestemont et al. (1989) et **Mélard (1999 ; 2007)** ont rapporté qu'une teneur en oxygène dissous supérieure à 3 mg.L⁻¹ constitue l'optimum pour une bonne croissance de tilapia. Plusieurs auteurs (**Mélard et Philippart, 1980 ; Leveque et Quensiere, 1988**) ont rapporté que les concentrations voisines de 0,1 mg/L sont tolérées par les tilapias.



Les variations du pH (7,38 - 8,01) se situent bien dans les limites optimales pour la croissance du tilapia *Oreochromis Sp.* En effet, une bonne croissance du tilapia est obtenue à un pH compris entre 7 et 9 (Pouomogne, 1998 ; Popma et Lovshin, 1996). Kestemont et al. (1989) ont rapporté qu'*Oreochromis Sp.* peut vivre dans les eaux à pH compris entre 5 et 11. Toutefois, les valeurs de pH = 2 et 3 provoquent un stress physiologique qui conduit même à la mort (Malcolm et al., 2000).

Pour ce qui est de la salinité, les valeurs enregistrées sont comprises entre 2,10 et 2,38 psu, les eaux utilisées sont de nature saumâtre, les valeurs sont en conformité avec les recommandations de Kirk, 1972 et Pukusho, 1969, relative aux taux de salinité préférées ou tolérées par *Oreochromis niloticus* (FAO, 2002).

Les aliments expérimentaux testés dans la présente étude ont conduit à une performance de croissance très satisfaisante.

Le taux de survie des poissons élevés durant ce travail est excellent. Ce taux démontre l'adaptation des alevins d'*Oreochromis Sp.* aux régimes alimentaires expérimentaux utilisés, ainsi que leur bonne qualité. En matière de survie nos résultats sont comparables à ceux de Yacouba Bamba et al. (2003), et supérieur à ceux enregistrés par Hidouci et al. (2017).

Les résultats de croissance pondérale indiquent que les poissons nourris avec le régime R3 (commercial) croissent nettement mieux que ceux nourris avec les régimes expérimentaux testés ($p = 0$), suivis par ceux nourris par le R1 et R2 dont l'évolution du poids moyen est comparable ($p = 0,42$). Nos résultats sont comparables à ceux obtenus par Mohsen et al. (2010) qui ont travaillé sur la même espèce.

En ce qui concerne le coefficient d'allométrie, pour la totalité des alevins utilisés à la fin de l'expérience, les équations indiquaient que le paramètre b allait de $b = 2,62$ pour le R1 et R3, à $b = 2,72$, indiquant que l'allométrie est minorante dans ce cas la croissance est dite allométrique négative qui veut dire que la longueur augmente plus que le poids ($b < 3$) (Wootton, 1992). Ce résultat est similaire aux résultats trouvés par Coulibaly (2003) chez des tilapias au niveau du lac Volta à Burkina Faso, mais il diffère des résultats trouvés par Thabet (2017) chez les tilapias dans les eaux géothermales en Tunisie.

Les résultats du taux de croissance spécifique (T.C.S.), est en faveur des poissons nourris avec le régime R3 et R1 avec 4,13 et 3,27%, suivis du R2 avec 2,89% et R4. Le taux de T.C.S.



semble intéressant d'après **Jauncey et Ross (1982)** ($> 3\%$). Aucune différence significative de l'effet régime alimentaire sur le taux de croissance ($p = 0,19$). Nos résultats sont comparables à ceux obtenus par **Mohsenet al. (2010)** qui ont travaillé sur l'*OreochromisSp.* Par ailleurs, nos résultats sont supérieurs à ceux obtenus par **Fiogbe (1996)**, **Perumal et Klaus (2001)**. Ces taux confirment la qualité des aliments expérimentaux préparés au sein de notre laboratoire ainsi que la bonne adaptation des alevins à ces régimes alimentaires.

Le gain moyen de poids par jour (G.M.P.J.) enregistré chez les poissons nourris par le R3 est nettement plus élevé que celui enregistré chez ceux nourris par le R1 et R2 ($p = 0,013$), néanmoins ce dernier reste intéressant et acceptable en comparaison à celui enregistré par **Thabet (2017)** qui variait entre 0,17 et 0,22 g/j.

Le taux de conversion alimentaire (T.C.A.), un facteur qui renseigne sur la qualité de l'aliment et sa digestibilité par les poissons. Nous remarquons dans la présente étude que le taux de conversion alimentaire chez les alevins d'*OreochromisSp.* n'a pas été affecté par le type de régime alimentaire distribué ($p = 0,61$). Les taux enregistrés (entre 1,27 et 1,44) sont comparables à ceux observés dans d'autres études (**Huang, 2004 ; Gabriel et al., 2015 ; Thabet, 2017**). D'après **philippart et al. (1979)** et **O'Connor et al. (1985)**, plus la valeur du TCA est réduite mieux l'aliment est utilisé et converti.



Conclusion



Conclusion générale :

L'aliment est un facteur majeur dans le domaine de la pisciculture. Toutefois : la fabrication d'aliment pour les poissons connaît un grand retard et un manque des établissements spécialisés en ce domaine. Pour cela on a adopté dans ce travail un protocole de formulation et test de deux types d'aliments pour le tilapia.

A l'issue de cette investigation des résultats encourageants bien que préliminaires ont été obtenus :

Les aliments expérimentaux testés dans la présente étude ont conduit à une performance de croissance très satisfaisante (L'aliment 1 à base de farine de poisson et de panicum Mombassa présente un rendement voisin à celui de l'aliment 2 à base sans panicum Mombassa).

L'objectif majeur poursuivi par cette étude était d'identifier parmi les aliments formulés à partir d'intrants locaux, un qui soit zootechniquement et économiquement intéressant.

Ce travail réalisé dans la productivité naturelle pourrait contribuer à améliorer les résultats d'aliments l'un contenant un complément végétal (*Panicum maximum* cv. mombasa) connu pour ses vertus multiples.

Connaissant le potentiel de tilapia à tirer profit de sources alimentaires diverses dans le milieu naturel.

Des mesure de digestibilité (matières premiers et aliments) et une analyse de la composition corporelle des poissons viendront compléter ce travail –car un bon aliment est formulé à base de matière premières disponibles de bonne qualité, couvre les besoins nutritionnels et énergétique des poissons, permet une croissance optimale, limite les rejets et surtout, donne un produit ayant de bonnes qualités (nutritionnelles, technologique et sensorielles)



Perspective :

Afin d'établir un diagnostic précis et complet de l'état nutritionnel des poissons permettant d'éviter des pertes économiques inutiles, des études plus poussées restent indispensables pour cerner encore mieux les besoins nutritionnels du tilapia rouge.

Parmi les paramètres à approfondir encore plus, nous pouvons citer par ordre de priorité :

-  Formuler des aliments à base de matières premières végétales et animales disponibles mais à monde cout et qui ont une valeur nutritionnelle importance.
-  Poursuivre cette étude sur d'autres stades de vie de tilapia.
-  L'effet des régimes alimentaires expérimentaux sur les larves.
-  Le coût de l'alimentation et l'importation
-  Pour améliorer sa qualité et favoriser une meilleure accessibilité, aux particules alimentaires, l'aliment fabriqué doit être remodifié et réétudie



Références bibliographiques



A

Aragao C, Colen R, Ferreira S.2014. Microencapsulation of taurine in Senegalese sole diets improves its metabolic availability. *Aquaculture* 431:53–58.

Avit J-B, Bony KY, Kouassi NC, Konan KF, Assemian O, Allouko JR., 2012. Conditions écologiques de production d’alevins d’*Oreochromis niloticus* (Linné, 1758) en association avec le riz en étang. *Journal of Applied Biosciences*, 59: 4271–4285.



B

Black JL. 2014. Brief history and future of animal simulation models for science and application. *Anim Prod Sci* 54:1883–1895.

Belgique. Notes de cours de Master complémentaire en aquaculture.



C

Carnevali RA; Silva SC da; Bueno AAO; Uebele MC; Bueno FO; Hodgson J; Silva GN; Morais JPG. 2006. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. *Tropical Grasslands* 40:165–176.

Castillo S, Gatlin DM III. 2015. Dietary supplementation of exogenous carbohydrase enzymes in fish nutrition: a review. *Aquaculture* 435:286–292.

Cesar jean. 2005. La culture fourragère à base de *Panicum maximum*. Production animale en Afrique de l’Ouest, fiche technique CIRAD N° 15.

Coccia E, Varricchio E, Vito P et al (2014) Fatty acid-specific alterations in leptin, PPARα, and CPT-1 gene expression in the rainbow trout. *Lipids* 49:1033–1046.

Campbell D., 1978. Formulation des aliments destinés à l’élevage de *Tilapia nilotica* dans le lac de Kossou. Bouaké, Côte d’Ivoire : Rapport Technique. 31 pp.

Chervinski J., 1982. Environmental physiology of tilapias. 119-128. *In*: Pullin R.S.V., Lowe-McConnell R.H., The biology and culture of tilapias, I.C.L.A.R.M. *Conference Proceedings*



7, International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines. 432p.



D

Derouiche, E., Azaza, M. S. & Kraiem, M. (2009). Essai d'acclimatation du Tilapia du Nil, *Oreochromis niloticus* dans la retenue de barrage de Lebna (Cap bon, Tunisie). Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. Mer de Salammbô, 39, 87-92



E

exploitation.. Institute of aquaculture. University of Stirling, Scotland. Kluwer Academic
Fiogbe E. D., 1996. Contribution à l'étude des besoins nutritionnels chez les larves et juvéniles de la perche fluviatile, *perca fluviatilis* (L.). Thèse de doctorat. Ing. : faculté Universitaire de Notre-Dame de la paix. Namur. 334 p.



F

FAO., 2018. Culture aquatic species information program: *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758). Available at <http://www.fao.org>.

Francis G, Makkar HPS, Becker K. 2001. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. *Aquaculture* 199:197–227.

Froese et Pauly., 2003. Dynamics of overfishing. p. 288-295. In J.L. Lozán, E. Rachor, J. Sündermann and H. von Westernhagen (eds.). *Warnsignale aus Nordsee und Wattenmeereine aktuelle Umweltbilanz*. GEO, Hamburg, 448p.



G

Gatlin DM III, Barrows FT, Brown P. 2007. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. *Aquac Res* 38:551–579.

Glencross BD, Booth M, Allan GL. 2007. A feed is only as good as its ingredients—a review of ingredient evaluation strategies for aquaculture feeds. *Aquac Nutr* 13:17–34.

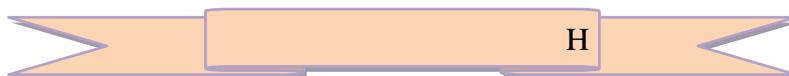
Gu J, Bakke AM, Valen EC. 2014a. Bt-maize (MON810) and non-GM soybean meal in diets for Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) juveniles—impact on survival, growth performance,



development, digestive function, and transcriptional expression of intestinal immune and stress responses. PLoS ONE 9:399932.

Gu M, Kortner TM, Penn M. 2014b. Effects of dietary plant meal and soya-saponin supplementation on intestinal and hepatic lipid droplet accumulation and lipoprotein and sterol metabolism in Atlantic salmon (*Salmosalar L.*). Br J Nutr 111:432–444.

Gourène G., Kobena K. B. & Vanga A. F., 2002. Etude de la rentabilité des fermes piscicoles dans la région du moyen Comoé. Abidjan, Côte d'Ivoire, Université Abobo-Adjamé : Rapport Technique. 41 pp.



Hertrampf JW, Piedad-Pascual F.2000. Handbook on Ingredients for aquaculture feeds. Kluwer Academic, Dordrecht.

Houlihan D, Boujard T, Jobling M. 2001. Food intake in fish. Blackwell Science, Oxford.

Hidouci S., Benhadjira M., Benhadjira A., Sagai A., Khebab A., Khellou M.2017. Performance test of three kinds of fish feed on the growth of a farmed fish (*Oreochromis niloticus*). The First International Conference and Exhibition Sustainable Development of Aquaculture, Cairo, Egypt 20–22 November 2017.

Huang C.H., 2004. Replacement of fish meal with de-hulled soybean meal in diets on growth of subadult hybrids tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture* 146, 245-259.



Jobling Malcom. 2016. Fish nutrition research: past, present and future. Journal of the European aquaculture society. V.23, N3.

Jones AC, Mead A, Kaiser MJ. 2014. Prioritization of knowledge needs for sustainable aquaculture: a national and global perspective. Fish Fish.

Jauncey K., Ross B., 1982. A guide to tilapia feeds and feeding. *Institute of Aquaculture, University of Stirling. Stirling.* R-U. 111 p.



K

Kitessa SM, Abeywardena M, Wijesundera C, Nichols PD. 2014. DHA-containing oilseed: a timely solution for the sustainability issues surrounding fish oil sources of the health-benefitting long-chain omega-3 oils. *Nutrients* 6:2035–2058.

Kortner TM, Bjo rrkheim I, Krasnov A. 2014. Dietary cholesterol supplementation to a plant-based diet suppresses the complete pathway of cholesterol synthesis and induces bile acid production in Atlantic salmon (*Salmosalar L.*). *Br J Nutr* 111:2089–2103.

Kullander., S.O., 1998. A phylogeny and classification of the South American Cichlidae(Teleostei:Perciformes).P.46-498.In L.R.Malabarba,R.E.Reis,R.P.Vari,Z.M.

Kestemont P., Micha J. C. and Falter U., 1989. Les méthodes de production d'alevins de *Tilapia nilotica*. FAO/PNUD-Programme de mise en valeur et de coordination de l'aquaculture. *ADCP/REP/89/46*. 131 p.

- KIRK R.G., 1972. - A review of recent developments in *Tilapia* culture, with special 60.

L

Li P, Mai K, Trushenski J, Wu G. 2009. New developments in fish amino acid nutrition: towards functional and environmentally orientated aquafeeds. *Amino Acids* 37:43–53.

Lazard J., 1984. L'élevage du *Tilapia* en Afrique. Données techniques sur la pisciculture en étang. *Bois et Forêts des Tropiques* 206 : 33 – 50.

M

McKevith B. 2005. Nutritional aspects of oilseeds. *Nutr Bull* 30:13–26.

Mohamed S. Abdel- Hadya, Ahmed M. S. El-Sayeda, Esmaeel M. Abd-Ellatefb. 2018. Mombasa as grass plant in Egypt. *J. National research center Egypt*.

NakamaneeG;Srisomporn W; Phengsavanh P; Samson J; Stür W. 2008. Sale of fresh forage – a new cash crop for smallholder farmers in Yasothon, Thailand. *Tropical Grasslands* 42:65–74.

MALCOLM C., BEVERIDJE H., MCANDREW B. J., 2000.- *Tilapias: biologie and*



Melard C., 1999. Bases biologiques de l'aquaculture : Notes de cours. Université de Liège, Belgique : Centre de Formation et de Recherche en Aquaculture. 238 pp.

MELARD C., 2007.- Base Biologique de l'aquaculture. Université de Liège (ULG)

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

Mohsen A.-T., Mohammad H. A., Yassir A.E.K. and Adel M.E.S., 2010. Effect of dietary protein level, initial body weight, and their interaction on the growth, feed utilization, and physiological alterations of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture*. 298, 267-274.



NRC (National Research Council). 2011. Nutrient requirements of fish and shrimp. The National Academies Press, Washington.

Nunes AJP, Sa ´ MVC, Browdy CL, Vazquez-Anon M. 2014 Practical supplementation of shrimp and fish feeds with crystalline amino acids. *Aquaculture* 431:20–27.



Ouattara NI, Iftime A, Mester LE. 2009. Age et croissance de deux espèces de Cichlidae (Pisces):*Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) et *Sarotherodon melanocheilus* Rüppell, 1852 du lac de barrage d'Ayamé (Côte d'Ivoire, Afrique de l'Ouest). *Travaux du muséum national d'histoire naturelle «Grigore Antipa»*, LII: 313–324.



Perumal S., Klaus B., 2001. Preliminary nutritional evaluation of *Mucuna* seed meal (*Mucuna pruriens* var. *utilis*) in common carp (*Cyprinus carpio* L.) : an assessment by growth performance and feed utilization. *Aquaculture*. 196, 105-123.

Philippart J.-C.L., Ruwet J.-C.L., 1982. Ecology and distribution of tilapias. 15–59. *In*: Pullin R.S.V., Lowe-McConnell R.H. (Ed.). *The biology and culture of tilapias*, ICLARM

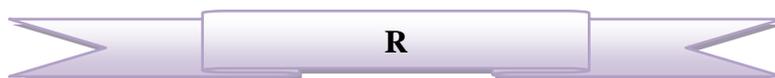


Conference Proceedings 7 International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines. 432 p

Popma T.J., Lovshin L.L., 1996. Worldwide prospects for commercial production of tilapia. Research and development series no. 41, Department of Fisheries and Allied Aquacultures Auburn University, AL, USA, 23 p.

Popma T.J., Lovshin L.L., 1996. Worldwide prospects for commercial production of tilapia. Research and development series no. 41, Department of Fisheries and Allied Aquacultures Auburn University, AL, USA, 23 p.

Publishers: 185 preference to fish farming in the heated effluents of power station. Aquaculture 1 (1): 45–



Rainboth W.L., 1996.FAO species identification field guide for fishery purposes. Fishes of the Cambodian Mekong. Rome, FAO. 1996: 265 pp.



Slembrouck J., Cisse A., & Kerchuen N., 1991. Etude préliminaire sur l'incorporation de liants dans un aliment composé pour poisson d'élevage en Côte d'Ivoire. J. Ivoir. Océanol. Limnol., CRO, Abidjan 1 (1) : 17-22.



Tacchi L, Secombes CJ, Bickerdike R. 2012. Transcriptomic and physiological responses to fishmeal substitution with plant proteins in formulated feed in farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*). BMC Genom 13:363.

Turchini GM, Ng W-K, Tocher DR. 2011 Fish oil replacement and alternative lipid sources in aquaculture feeds. CRC Press, Boca Raton.



Thabet R., 2017. Etude comparative de l'élevage du Tilapia du Nil "*Oreochromis niloticus*" entre les eaux douces et géothermales en Tunisie. Mémoire de master en aquaculture. Institut Supérieur de Pêche et d'Aquaculture de Bizerte – Tunisie, p72.

Références électroniques



Annexes



Annexe 1 : les tableaux

Tableau 1 : Température moyenne de l'eau d'élevage durant la période d'étude (S1S9)

Semaines	R1	R2	R3
S 1	21.37±2.06	23.69±1.12	24.78±0.62
S 2	25.37±0.76	25.55±0.82	26.33±0.98
S 3	26.14±0.84	27.18±1.17	25.65±1.04
S 4	26.38±0.92	25.97±0.77	25.51±0.57
S 5	25.6±0.83	25.31±0.34	25.55±0.39
S 6	25.6±0.83	25.6±0.34	25.17±0.39
S 7	25.44±0.62	25.41±0.63	26.5±0.56
S 8	24.9±0.60	25.3±0.55	25.1±0.33
S 9	25.08±0.58	25.35±0.78	25.0±0.63

Tableau 2 : Oxygène dissous moyen de l'eau d'élevage durant la période d'étude (S1-S9)

Semaines	R1	R2	R3
S 1	7.92±0.80	7.64±0.86	7.35±0.72
S 2	5.91±0.45	5.6±0.32	5.42±0.42
S 3	5.87±1.40	5.9±1.70	5.85±0.93
S 4	5.51±0.45	6.01±0.51	5.75±0.47
S 5	5.65±0.56	5.95±1.05	6.05±0.73
S 6	5.2±0.56	5.31±1.05	5.87±0.73
S 7	6.17±0.59	5.85±0.67	5.45±0.50
S 8	5.52±0.62	5.61±0.46	5.51±0.23
S 9	5.61±0.25	5.74±0.37	5.48±0.24

Tableau3 : pH moyen de l'eau d'élevage mesuré durant la période d'étude.

Semaines	R1	R2	R3
S 1	7.99±0.14	8.01±0.22	7.89±0.11
S 2	7.75±0.67	7.84±0.11	7.76±0.15
S 3	7.73±0.41	7.64±0.29	7.67±0.29
S 4	7.72±0.15	7.76±0.27	7.72±0.13
S 5	7.60±0.15	7.60±0.16	7.70±0.19
S 6	7.58±0.15	7.88±0.16	7.68±0.19
S 7	7.66±0.18	7.70±0.17	7.77±0.16
S 8	7.52±0.17	7.54±0.27	7.72±0.17
S 9	7.62±0.28	7.38±0.25	7.68±0.18



Tableau 4 : salinité moyenne des eaux d'élevage mesuré durant la période d'étude.

Semaines	R1	R2	R3
S 1	2.16±0.28	2.16±0.28	2.09±0.06
S 2	2.16±0.03	2.17±0.03	2.19±0.05
S 3	2.11±0.04	2.1±0.03	2.12±0.05
S 4	2.30±0.08	2.38±0.23	2.26±0.09
S 5	2.31±0.04	2.21±0.06	2.24±0.05
S 6	2.18±0.04	2.16±0.06	2.15±0.05
S 7	2.16±0.07	2.17±0.25	2.19±0.07
S 8	2.16±0.27	2.18±0.27	2.20±0.07
S 9	2.16±0.03	2.16±0.04	2.18±0.05

Tableau 05 : Matériel de laboratoire utilisé

Petit matériel	Du film en plastique, Aquariums, bidons, tuyau de siphonage, Tamis de 0,2 µm, Papier hygiénique. Barreau aimanté et différents engins de pêche.
Matériel de mesure et de conservation	Réfrigérateur Etuve Autoclave Balance normale et de précision Multi paramètres de terrain Résistances d'aquarium Pompes d'oxygène Broyeur électrique et manuel Agitateur Plaque chauffant



Annexe 2 :

- **Préparation de la farine de *Panicum maximum* cv. *Mombasa*** : Les étapes de préparation de la farine de *Panicum Mombasa* sont
 - ❖ Séchage du panicum Mombasa l'air libre à l'abri du soleil.
 - ❖ Coupe de *Panicum Mombasa* pour faciliter le broyage.
 - ❖ Broyage à l'aide d'un broyeur électrique, conservation dans des boites.



Figure 01 : Préparation de la farine de *Panicum maximum* cv. *Mombasa*

- **Fabrication de la farine de poisson :**

La fabrication de la farine de poisson consiste en une transformation de ce dernier ou de son abat en poudre farineuse. Dans le présent travail nous avons utilisé la sardine.

Pour fabriquer cette farine on procède aux étapes suivantes :

- 🔥 **Cuisson** : Le poisson est cuits dans un récipient rempli d'eau (petit quantité d'eau) pendant 30 min.
- 🔥 **Pressage** : Il se réalise manuellement en mettant toute la matière première cuite dans un tissu fin et en la presse jusqu'à l'extraction de l'eau et de l'huile de poisson pour obtenir à la fin une pâte.
- 🔥 **Séchage** :Après pressage, on dépose le gâteau à séché dans l'étuve.
- 🔥 **Broyage** :Après refroidissement du gâteau, ce dernier sera broyé par un broyeur électrique



Figure 02 : Préparations de la farine de poisson
a : Cuisson, b : Pressage, c : Séchage, d : Broyage



Annexe 03 : Figures



Figures 03 : Les ingrédients utilisés dans les deux régimes alimentaires



Figure 04 : Préparation d'aliment et conservation dans des boites



Figure 05 : Opérations nettoyage des aquariums



Figure 06 : Multi paramètres de terrain pour la mesure des paramètres physico-chimique.



Figure 07 : Moment du repas pour les alevins d'*Oreochromis* sp.



Figure 08 : Alevins d'*Oreochromis* sp. lors du contrôle de croissance.