

UNIVERSITE KASDI MERBAH, OUARGLA

Faculté des sciences de la nature et de la vie

Département des sciences biologiques



Mémoire de Fin d'Etudes

En vue de l'obtention du diplôme de

MASTER Professionnel

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Hydrobiologie marine et continentale

Spécialité : Aquaculture

Présenté par : SOMAA Fatima Zohar El Batoul & MANSOUR Khaoula

Thème

Comparaison entre un aliment expérimental et un aliment commerciale et leur impacts sur la croissance de Tilapia rouge (Oreochromis Sp.)

Soutenu publiquement le : 03/07/2021

Devant le jury

Mme	HIDOU CIS.	MCB	Promotrice	UKMOuargla
M.	HAMIDATM.	Ingénieur	Co-promoteur	CNRDPA Ouargla
M.	IDDER.T	Pr	Président	UKM Ouargla
Mme	MANAMANI.R	M.A.A	Examineur	UKMOuargla

Année universitaire : 2020/2021

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 **HIDOUCI Sabrina** (MCB ; Département de S.N.V-U.K. M.O), qui nous a honoré d'être notre promotrice, et de nous avoir encadré, orienté, aidé et conseillé.

 Nos respects et nos reconnaissances, s'adressent Particulièrement à Monsieur **HAMMIDET Mohamed**, qui a accepté d'être notre Co-promoteur, nous le remercions pour ses conseils pertinents et son aide.

 Nous exprimons notre gratitude, à **Monsieur Idder Tahar** Professeur à l'Université KASDI-Merbah, Ouargla.; pour l'intérêt qu'il a porté à notre travail en acceptant de présider le jury de notre soutenance et de l'enrichir par ses propositions.

 Pour l'honneur qu'elle nous a fait d'assurer la lecture et l'évaluation de ce travail, nous voudrions remercier infiniment l'examinatrice de ce mémoire, **MANAMANI. Radia** (M.A.A à l'Université KASDI-Merbah, Ouargla

 Nos remerciements et sincères reconnaissances vont à Mr **K. Allal** (technicien supérieur en protection des végétaux, El Oued), qui a eu l'amabilité de nous Fournir l'échantillon biologique « les alevins de *Tilapia rouge* ».

 Nous associons à ses remerciements, l'ensemble des enseignants De la filière Hydrobiologie marine et continentale.

 Nous remercions également l'ensemble du personnel de la station CNRDPA Ouargla, pour leurs accompagnements, leurs aides et pour les bons moments qu'on a passé tout le long du stage pratique.

 Nous remercions tous nos collègues de deuxième année Master **AQUACULTURE**, qui ont achevés leurs mémoires de fin d'études.

 En fin, nous adressant nos sincères sentiments de ~~gratitudes~~ de reconnaissances à toutes les personnes qui ont participées de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

DEDICACES

Mon Dieu, il n'y a de bonnenuit qu'avec ta gratitude et il n'y a de bonne journée que par ton obéissance, et il n'y a de bon tédans l'au-delà qu'avec ton pardon, et le ciel n'est bon qu'en revoyant.

Je dédie cet humble travail à celle qui m'a comblé de sa tendresse, me rappelant ses prières, ma chère "mère Noura", que Dieu la perpétue et la préserve.

Gelui qui a consacré sa vie à mon éducation et à mon éducation pour voir le fruit de notre travail et de nos efforts, mon cher père Bachir, que Dieu le protège.

A mes sœurs bien-aimées Iman, Houda, hanane.

Ames chers frères Abdelkader

,Hamza. Aux poussins Hanouna,

Wassim, Zina.

Et aussi à mon meilleur ami mohamed dehaba.

Et à mon Bénéoué batoul.

A ma chère professeur Hidouci sabrina

Ames amis dont les images et les voix habitent les plus beaux moments et jours que j'ai vécu Assia, Nesrine, Sabine, Marwa, Ihsane, hadjer, fatima, Malika, madame hadda, chima et abed samed et le reste de mes chers amis.

A tous je dédie ce fruit de mon travail.

Je dédie mémoire.

KHAOULA

DEDICACES

 *Je dédie ce mémoire.....*

 ***A mes très chers parents Ayoub et Fatima Zohar***

 *Aucune dédicace, aucun mot ne pourrait exprimer leur juste valeur, la gratitude et l'amour que j'vous porte.*

 *Je mets entre vos mains, le fruit de longues années d'études, de longs mois de distance de votre amour de votre tendresse, de longs jours d'apprentissage.*

 *Votre soutien et votre encouragement m'ont toujours donné la force pour persévérer et pour prospérer dans la vie.*

 *Chaque ligne de ce mémoire chaque mot et chaque lettre vous exprime la reconnaissance, le respect, l'estime et le merci d'être
Mes parents.*

 ***A mes Frères : Med TAHAR, Med El AMINE.***

 ***Mon Neveu : NOUFEL***

 ***A ma Sœurs : NOUR EL HOUDA***

 ***ET mon Fiancé : Abd El Basset***

 ***A mon binôme MANSOUR KHAOULA, et à toute sa famille.***

 ***A ma chère PROFESSEUR HIDOUCI SABRINA***

 ***A tous les étudiants de ma promotion de master en Aquaculture année 2021, Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis merci.***

*Veillez trouver dans ce travail un modeste témoignage de
Mon admiration et toute ma gratitude, de mon affection la plus sincère, et de mon attachement le plus profond.*



BATOUL

Sommaire

Remerciements	
Dédicace	
Sommaire	I
Liste des figures	III
Liste des tableaux	IV
Liste des figures d'annexes	V
Introduction	01
Généralités	
1. L'Aquaculture	03
1.2. L'Alimentation en aquaculture	05
1.2.1. Evolution de la production de l'aliment en aquaculture	05
1.2.2. La recherche sur la nutrition du poisson	07
1.2.3. Ingrédients utilisés en alimentation pour Poissons :	08
1.2.4. Introduction des farines d'origine végétale dans l'alimentation des poissons	09
1.3. Données biologiques, zootechniques et économiques des tilapias	10
1.3.1. Besoins nutritionnels du tilapia du Nil	12
1.3.1.1. Besoins en protéines	12
1.3.1.2. Besoins en hydrates de carbone	12
1.3.1.3. Besoins en lipides	12
1.3.1.4. Besoins en vitamines et minéraux	13
Matériel et méthodes	
2.1. Site d'étude	14
2.2. Origine et choix des poissons	14
2.3. Dispositif expérimental	15
2.4. Formulation d'aliment expérimental.	15
2.5. Analyse de l'eau.	16
2.6. Nourrissage des poissons.	17
2.7. Suivi de la croissance et calcul des paramètres zootechniques.	18
2.8. Analyse statistique.	19
Résultats	
3.1. Paramètres physico-chimiques des eaux d'élevage.	20
3.1.1. Température	20
3.1.2. Oxygène dissous.	20
3.1.3. pH.	21

3.1.4. Salinité.	21
3.1.5. NH ₄ et NO ₂ .	22
3.2. Paramètres décroissance.	22
3.2.1. Taux de survie :	24
3.2.2. Poids moyen.	24
3.2.3. Taux de croissance spécifique (TCS) :	27
3.2.4. Gain moyen du poids journalier (G.M.P.J).	27
3.2.5. Taux de conversion alimentaire (T.C.A.).	28
Discussion	30
Conclusion	33
Références bibliographiques	34
Annexe	46
Résumé	

Liste des figures

N°	TITRE	PAGE
1	Production aquacole mondiale d'animaux aquatiques et d'algues, 1990-2018	04
2	Répartition géographique de la production aquacole mondiale.	04
3	Morphologie du Tilapia rouge « <i>OreochromisSp.</i> »	11
4	Echantillon biologique : Tilapia rouge « <i>OreochromisSp</i> »	14
5	Dispositif expérimental d'élevage	15
6	Mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau d'élevage.	17
7	La ration alimentaire de chaque repas des alevins des 6 aquariums	17
8	Contrôle hebdomadaire de la croissance (A : mesure du poids individuel, B: mesure de la taille individuelle)	18
9	Variations de la température de l'eau d'élevage durant la période d'étude (T° CT : température de témoin, T° CE : température d'expérimentale, S : semaine)	20
10	Variation de l'oxygène dissous (OD) des eaux d'élevage durant la période d'étude (Q : quinzaine)	21
11	Variations du pH des eaux d'élevage durant la période d'étude	21
12	Variations du poids moyen des alevins <i>OreochromisSp.</i> durant la période d'étude.	24
13	Variations du poids moyen des alevins <i>OreochromisSp.</i> En fonction des régimes.	25
14	Relation finale entre la taille et le poids d' <i>OreochromisSp.</i>	26
15	Variations du taux de croissance spécifique (T.C.S) des alevins d' <i>Oreochromis. Sp</i> durant la période d'étude	27
16	Variations du gain moyen de poids journalier (GMPJ) des alevins d' <i>Oreochromis. Sp</i> durant la période d'étude.	28
17	Variation du taux de conversion alimentaire (T.C. A) des alevins d' <i>Oreochromis.Sp.</i>	29

Liste des tableaux

N°	TITRE	PAGE
1	Besoins alimentaires en protéines, lipides et glucides chez les tilapias (Jauncey and Ross, 1982).	13
2	Teneur en protéine des ingrédients utilisés	16
3	Proportions des différents ingrédients composant le régime expérimental et commercial.	16
4	Moyenne et écart-type des paramètres physico-chimique des eaux d'élevage.	22
5	Performance de croissance des alevins d' <i>OreochromisSp</i> recevant les 2 Régime alimentaire.	23
6	Relation Taille - Poids finale des alevins <i>OreochromisSp</i> . Nourris avec les deux régimes alimentaires AT et AE.	26

fi
Liste des figures d'annexes

N°	TITRE	PAGE
1	Protocole de préparation de certains ingrédients d'aliment	46
2	Figures	48

Introduction



1.Introduction

La production halieutique dans le monde joue un rôle primordial en ce qui concerne la sécurité alimentaire, nutritionnelle des populations des pays développés et en développement (Toppeet *al.*, 2012;Thilstedet *al.*, 2014).

Malheureusement, depuis quelques années, la disponibilité en produit halieutique provenant de la pêche diminue face à la demande sans cesse croissante. (FAO, 2020). Cette faible disponibilité en produit halieutique est due notamment à l'amélioration des techniques de pêche et l'apparition des moyens plus avancés qui a favorisé la surpêche. Notamment, l'emploi de certains équipements destructeurs qui génèrent la démolition physique de nombreux habitats marins et la dégradation des écosystèmes (Leroy, 2015; Yahiaoui and Mouhoubi, 2016).

Face à cette problématique, la pisciculture devient alors une alternative pour combler le déficit, créer de l'emploi et contribuer à l'amélioration de la sécurité alimentaire des populations (FAO.,2011).

En Algérie, avec une production aquacole annuelle de 5100.12 tonnes (FAO., 2018), cette production reste faible. Malgré les efforts pour la promotion de cette activité, elle est encore au stade primaire, alors que le pays dispose d'importantes ressources en eau constituant un important potentiel de développement de l'aquaculture (MPPH,2014).

Plusieurs contraintes entravent le développement de la pisciculture en Algérie. Il s'agit notamment de la densité de mise en charge, le taux de survie et la vitesse de croissance des poissons qui à leur tour dépendent des techniques de gestion des fermes piscicoles, de l'alimentation des poissons, des systèmes pratiqués du type de culture, du choix de l'espèce et des facteurs environnementaux.

La faible disponibilité des aliments à moindre coût reste une des contraintes majeures du faible développement de la pisciculture. la contrainte majeure à l'émergence de la pisciculture, dans les pays en développement, est le coût de l'alimentation, 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 (Siddhuraju and Becker, 2003). En termes de dépense, l'alimentation représente environ 50 % du coût de production du poisson d'élevage (Jauncey and Ross,1982).

Son prix d'achat élevé et l'irrégularité de sa qualité ont orienté les recherches vers des sources alternatives de protéines, en particulier végétales, qui ne sont pas directement utilisables pour la consommation humaine. Les sous-produits agricoles en l'occurrence le tourteau de soja, farine de maïs, son de blé et son de riz sont localement disponibles et assez bon prix. D'après, ces sous-produits agricoles sont des composantes énergétiques et protéiques (Liebert and Portz,2005).

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, 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 (Shalaby *et al.*, 2006;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 (Dupont-Nivet *et al.*, 2009; Alami-Durante *et al.*, 2010; Médale *et al.*, 2013).

Dans ce contexte, Nous avons essayé d'évaluer et de comparer in vivo la performance nutritionnelle d'un aliment expérimental et un aliment commercial sur la croissance d'*OreochromisSp.*

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.
- 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.

Généralités





1. Généralités

1.1. L'Aquaculture

Au cours des trois dernières décennies (1980-2000), la production mondiale de produits aquatiques issus de l'élevage destinée à la consommation humaine a été multipliée par près de 12, avec un taux de croissance annuel moyen de 8,8% et, en 2014, la contribution de l'aquaculture à l'alimentation humaine a atteint le niveau de celle de la pêche (FAO.,2016).

La production aquacole mondiale a atteint un nouveau record en 2018, avec 114,5 millions de tonnes en équivalent poids vif (fig. 1) d'une valeur commerciale à la sortie de l'exploitation estimée à 263,6 milliards de dollars (FAO., 2020).

Quelque 600 espèces aquatiques sont élevées en captivité dans le monde, dans des systèmes de production variés (Lazard, 2019), En 2018, l'aquaculture continentale a produit 51,3 millions de tonnes d'animaux aquatiques, soit 62,5 % de la production mondiale de poisson, contre 57,9 % en 2000. Au total, la mariculture et l'aquaculture côtière ont produit 30,8 millions de tonnes d'animaux aquatiques en 2018. Malgré les avancées techniques réalisées dans le domaine de l'élevage de poissons marins, l'aquaculture marine et côtière produit actuellement beaucoup plus de mollusques que de poissons et de crustacés ((FAO.,2020).

La production aquacole mondiale d'animaux aquatiques d'élevage a été dominée par l'Asie, avec une part de 89 % au cours des deux dernières décennies. Parmi les principaux pays producteurs, l'Égypte, le Chili, l'Inde, l'Indonésie, le Viet Nam, le Bangladesh et la Norvège ont consolidé leur part dans la production régionale ou mondiale à des degrés divers au cours des deux dernières décennies (fig. 2) (Lazard, 2019).

En Algérie, l'aquaculture est une activité récente, puise néanmoins ses racines à près d'un siècle. Restreinte initialement au domaine continental, l'activité s'est étendue au milieu saumâtre et marin (Chalabi, 2003).

Malgré les difficultés, la croissance enregistrée dans ce secteur est très importante. Les partenariats avec les partenaires étrangers – Chine, Corée du sud, Egypte - a permis le transfert des technologies et de savoir-faire en matière d'élevage et de production d'intrants.



L'aquaculture reste un créneau d'avenir sur lequel la tutelle mise pour satisfaire les besoins nationaux en poissons. Les perspectives sont prometteuses car, il est attendu d'atteindre les 38.000 tonnes par an, soit 22% de la production globale en poissons à l'horizon 2025 (APS, 2019).

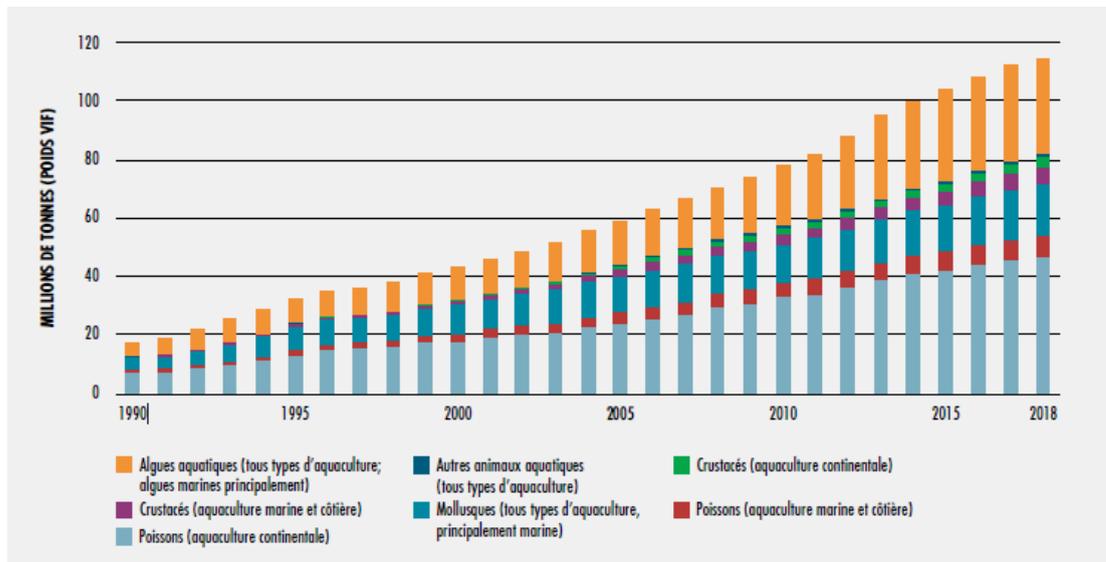


Figure 1. Production aquacole mondiale d'animaux aquatiques et d'algues, 1990-2018

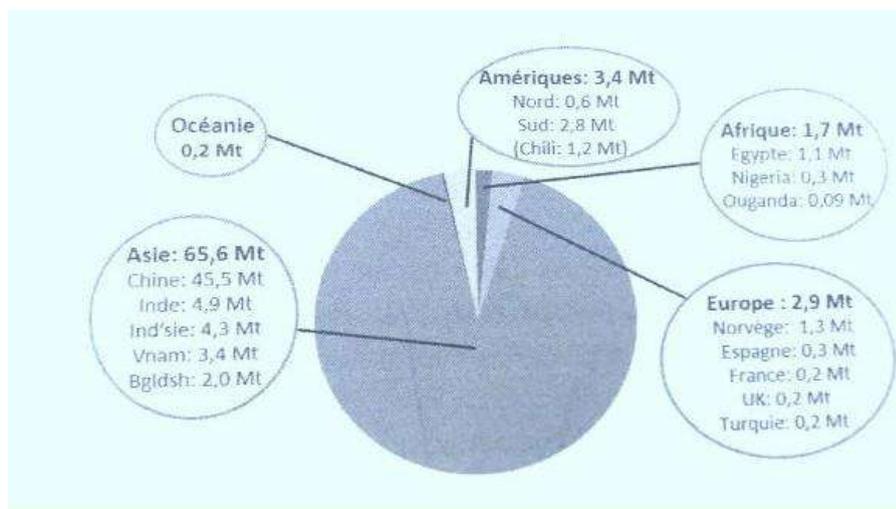


Figure 2. Répartition géographique de la production aquacole mondiale.



1.2.L'Alimentation en aquaculture

Le développement de l'aquaculture fait face à de nombreuses contraintes, parmi lesquelles la faible disponibilité d'aliment de qualité à moindre coût. (FAO., 2008;Brechtbühl, 2009). Les autres paramètres qui affectent la productivité des fermes sont le type d'exploitation, le prix des intrants, la qualité et le coût de l'aliment utilisé, les pratiques aquacoles, les systèmes d'élevage, les caractéristiques géographiques et le profil socio-économique des producteurs (Gabriel *et al.*, 2007;Ranjeet and Kurup, 2013).

En aquaculture intensive, le poste alimentation représente une part importante du coût de production des poissons. L'intérêt économique de ce type d'élevage est donc très dépendant de la disponibilité et du coût des aliments (Tacon, 1996). Ainsi, la réduction des charges liées à l'alimentation, et par conséquent la maîtrise du coût de production des poissons d'élevage, est l'une des priorités en aquaculture (Jauncey and Ross, 1982).

1.2.1.Evolution de la production de l'aliment en aquaculture

Traditionnellement, la pisciculture se déroulait en système extensif sans apports de nourriture. C'est avec l'apparition de la pisciculture intensive, que sont nés les premiers aliments industriels. Les premiers saumons d'élevage sont apparus en Norvège dans les années 70s, ils étaient alors nourris avec des poissons entiers (Talbot and Rosenlund, 2002). Le développement des premiers aliments a été initié au début des années 60s et a été appliqué à la salmoniculture dans les années 80s. Il s'agissait de granulés semi-humides ou secs. Puis les granulés extrudés sont apparus dans les années 90s (Robert, 2014).

La formulation d'aliments aquacoles pour une espèce cible repose sur les connaissances acquises sur ses besoins nutritionnels. Ceux-ci sont établis à partir de l'étude du régime alimentaire de cette espèce à l'état sauvage ainsi que sur l'étude de la composition chimique de cette espèce. Ces connaissances en nutrition des poissons ont considérablement évolué depuis les 50 dernières années permettant avec les progrès technologiques une amélioration importante des aliments aquacoles (Burel, 2017).



L'évolution des aliments destinés à la salmoniculture s'accompagne d'une augmentation de l'énergie digestible des aliments. Beaucoup d'études ont été réalisées sur les salmonidés et leurs besoins nutritionnels sont ainsi bien documentés (Talbot and Rosenlund, 2002).

L'élevage des poissons marins carnivores est apparu plus tard et les aliments aquacoles destinés à ces espèces se sont d'abord appuyés sur ceux des salmonidés. Néanmoins, les besoins nutritionnels des poissons marins sont de mieux en mieux cernés et la formulation des aliments s'est peu à peu affinée (Guillaume *et al.*, 2001)

Les premiers aliments aquacoles étaient élaborés avec des farines et des huiles de poisson. Ces farines contiennent en effet une teneur élevée en protéines (l'une des sources d'énergie principale chez les poissons) ainsi que tous les acides aminés indispensables (AAI). Les huiles de poisson sont quant à elles, une source de lipides et notamment d'acides gras essentiels (Burel, 2017).

Dans les années 70s, des études ont été menées pour diminuer le taux de protéines dans les aliments dans l'objectif de diminuer la dépendance en farine de poisson ainsi que la quantité de déchets azotés produits par les animaux d'élevage (Médale and Kaushik, 2009). La teneur en protéines a donc progressivement diminué dans les aliments en faveur de l'utilisation de lipides hautement caloriques (Alvarez *et al.*, 1999; Richard *et al.*, 2006). Une telle substitution a eu pour conséquence une augmentation des dépôts lipidiques dans la chair des poissons (Watanabe, 1982; Greene and Selivonchick, 1987; Arzel *et al.*, 1994; Regostet *et al.*, 2003). Elle s'est également accompagnée d'une augmentation de l'utilisation d'autres composants comme les co-produits d'abattoir (farine de plume, de viande, d'os, de sang) de l'industrie laitière (bactéries, lactosérum) et de brasserie (drèche de brasserie, malt) (Médale and Kaushik, 2009).

En 2000, l'utilisation de farines issues d'animaux terrestres dans les aliments y compris aquacoles a été interdite en Europe en raison de la crise sanitaire de la vache folle. Ces sources de protéines restent cependant utilisées dans de nombreux pays. Certains produits ont été réintroduits en 2006 (farines de plumes et de sang) (Robert, 2014).



Toutefois en 2013, l'utilisation de farines animales a été de nouveau autorisée pour l'alimentation des poissons d'élevage sous la forme de Protéines Animales Transformées (Kalt, 2011;Lautre,2021).

1.2.2.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 (Houlihanet *al.*, 2008;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 (Kortneret *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.*, 2015). 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 (Tacchiet *al.*, 2012;Guet *al.*, 2014; Kortneret *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).

1.2.3. 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 (Gatlin *et al.*, 2007 ; Turchini *et al.*, 2010 ; 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.*, 2015).

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 (McKevith, 2005; Fallet *et al.*, 2011).

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 (Aragão *et al.*, 2014; Nunes *et al.*, 2014; Yusuf *et al.*, 2016).



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 facteurs anti nutritionnels (FAN). Les FAN 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). Certains des effets négatifs des FAN peuvent être réduits ou éliminés par différentes formes de traitements appliqués aux ingrédients d'origine végétale (Glencross *et al.*, 2007; Castillo and 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 (Carter *et al.*, 2001; Madrid *et al.*, 2001; Houlihan *et al.*, 2008).

1.2.4. Introduction des farines d'origine végétale dans l'alimentation des poissons :

L'utilisation des farines et huiles de poisson dans l'alimentation des animaux d'aquaculture se réduit peu à peu et la tendance devrait se confirmer dans les prochaines années (Tacon *et al.*, 2011).

La proportion de farines de poisson dans les aliments a diminué entre 1995 et 2010. Elle était comprise entre 10% pour des espèces comme les carpes et les tilapias et 50% pour les poissons marins carnivores en 1995. En 2010, elle était comprise entre 2 et 26% pour ces mêmes espèces. Les estimations prévoient un taux d'incorporation compris entre 1 et 12% en 2020 (Tacon and Metian, 2015).

Cette diminution s'explique par l'augmentation du prix de cette ressource résultant de l'augmentation de la demande et de la diminution de la disponibilité en poissons fourrage. Les sources de protéines et de lipides d'origine marine ont donc été partiellement remplacées par des sources d'origine végétale. Aujourd'hui les ingrédients principaux sont les farines ou dérivés d'origine végétale (farine de soja, tourteaux et farines de graines oléagineuses, céréales et sous-produits ainsi que les huiles végétales) (Hasan and Halwart, 2009).



Il existe un grand nombre de sources de protéines d'origine végétale susceptibles d'être utilisées en aquaculture. Néanmoins, aucune d'entre elles ne réunit toutes les qualités nutritionnelles des farines de poissons. Les produits végétaux oléagineux sont commercialisés sous formes de tourteaux, c'est à dire de coproduits issus de l'extraction de l'huile. Ces produits possèdent entre 35 et 50% de protéines (Medale et Kaushik, 2009). Il existe également des protéagineux tel que le pois ou le lupin de teneur plus faible en protéines, 26 et 39% respectivement (Sitjà-Bobadilla *et al.*, 2005).

Il existe néanmoins des exceptions, les concentrés de soja et de colza ainsi que le gluten de blé et de maïs, qui contiennent 60 à 80% de protéines (Médale *et al.*, 2013).

Les premières études sur la substitution des farines de poisson par des farines d'origine végétale révélait une baisse des performances de croissance (Dabrowski and Kozak, 1979; Abel *et al.*, 1984; Shiau *et al.*, 1987). Cependant, depuis les années 80s, des améliorations ont été apportées à ce type de matière première permettant ainsi d'augmenter la part des farines d'origine végétale dans les aliments sans modification des performances. Aujourd'hui, les aliments commerciaux peuvent contenir jusqu'à 80% (des protéines totales) de matières d'origine végétale grâce à différentes évolutions techniques (Shiau, 2002).

1.3. 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 ; Kullander, 2003). 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 (Beveridge and McAndrew, 2012).



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, 1999)
- *O. niloticus* X *O. mossambicus*: performance de croissance, résistance, hybriderouge.
- *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.3). 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 ; Froese *et al.*, 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 : 10°C minimum – 42°C maximum (optimum : 28-32°C) (Lazard, 2019).

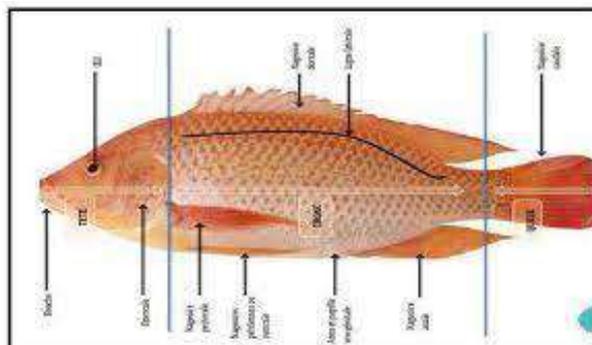


Figure 3. Morphologie du Tilapia rouge « *Oreochromis*Sp. ». ».



1.3.1. Besoins nutritionnels du tilapia du Nil :

1.3.1.1. Besoins en protéines :

En pratique d'élevage, les besoins en protéines alimentaires chez les poissons de manière générale et chez le tilapia (*O. niloticus*) sont fonction de l'âge et la taille du poisson, de la source protéique, de la qualité de l'eau et des conditions d'élevage. A titre d'exemple, plusieurs études indiquent que pour des performances maximales durant les stades larvaires, les besoins protéiques sont relativement élevés (50%), mais ils diminuent quand la taille du poisson augmente (tab. 5) (Winfrey and Stickney, 1981 ; Mjounet *al.*, 2010 ; Li *et al.*, 2013). Concernant les juvéniles, ils requièrent entre 30 et 40%, tandis que les adultes nécessitent entre 20 et 30%, pour des performances maximales (Siddiquiet *al.*, 1988).

1.3.1.2. Besoins en hydrates de carbone :

Les composés carbonatés sont peu présents dans la ration des poissons. Ces molécules servent généralement de liant aux granulés notamment avec la cellulose. Les aliments destinés à la carpe ou au tilapia compte dans leur composition de l'amidon (sucres lents d'origine végétale) (Craig *et al.*, 2017).

Il permet des croissances à bon compte chez les poissons d'élevage. De plus, l'apport de matière végétale en aquarium participe au bien être des poissons. Les quelques études ayant évalués les besoins d'*O. Niloticus* en hydrates de carbone indiquent que celles-ci pourraient constituer des réserves importantes de protéines, mais il n'empêche que les fibres (polysaccharides complexes constitués principalement de celluloses) ne sont pas utilisables chez *O. niloticus* puisqu'il ne dispose pas de cellulases (Stickney *et al.*, 1979).

1.3.1.3. Besoins en lipides :

Les lipides constituent la première source d'énergie. Le contenu énergétique d'un gramme de lipide (9,1 kcal d'énergie brute) est deux fois plus élevé que celui d'un gramme de protéine (5,5kcal) ou un gramme d'hydrate de carbone (4,1kcal) (Jauncey and Ross, 1982), mais il semblerait toutefois que les tilapias n'utilisent pas des taux élevés en lipides (tab. 1). Comme les cyprinidés. Cette faible utilisation pourrait être due à un manque d'enzymes (tels que les lipases) et/ou à un mécanisme d'absorption déficient. Les lipides sont également utilisés comme source en certains acides gras essentiels (New, 1987).



Tableau 1. Besoins alimentaires en protéines, lipides et glucides chez les tilapias (Jauncey and Ross, 1982).

Nutriments	<0.5g	0.5-10g	10-35g	35g-taille Marchande	Géniteurs
Protéines brutes (%)	50	35-40	30-35	25-30	30
Lipides bruts (%)	10	10	6-10	6	8
Glucides (%)	25	25	25	25	25

1.3.1.4. Besoins en vitamines et minéraux :

Certains aliments composés contiennent un supplément vitaminé et minéral appelé prémix. Il faut toutefois signaler que la vitamine B₁₂ peut être synthétisée dans l'intestin d'*O. Niloticus* qui n'est donc pas nécessaire de l'inclure dans le régime (Lovell and Limsuwan, 1982; D'Abramo and New, 2000).

Matériel et méthodes





2. Matériel et méthodes :

2.1.Site d'étude :

L'expérimentation a été menée du 04/02/2021 au 20/04/2021, au niveau du centre national de recherche et de développement de la pêche et de l'aquaculture (CNRDPA), station de Ouargla.

Cette dernière est située dans la commune de Hassi Ben Abdallah (Daïra de Sidi Khouiled), a été mise en place suite à une décision ministérielle en octobre 2005. Elle s'étend sur 39892 mètres carrés. L'activité du centre consiste à l'élevage de tilapia et du poisson chat, la culture de la spiruline, ainsi que d'autres activités annexes.

2.2.Origine et choix des poissons :

Deux cents quarante (240) alevins de tilapia rouge (*Oreochromis* sp.) ont été utilisés dans cette étude (fig. 4). Ils ont été obtenus auprès de la ferme « Aquasudfarm » d'Oued Souf, station d'Ouargla. Après collecte, les poissons ont été relâchés dans des happas de stockage pour s'acclimater pendant une semaine avant le début de l'expérience.



Figure 4. Echantillon biologique : Tilapia rouge « *Oreochromis* sp. »



2.3. Dispositif expérimental :

L'étude a été réalisée dans 2 raceway, chaque'un contient 3 happas (étiquetés A1-A6). Ces derniers ont les dimensions de 69cm x 29cm x 56cm (fig. 5).

Le poids individuel initial des poissons était de 6.17 ± 0.07 g et la longueur initiale était de $7,53 \pm 0,03$ cm, Le niveau d'eau a été maintenu presque plein tout au long de l'étude et remplacé chaque 2 jours. Chaque happas a été rempli de 40 alevins. La croissance des poissons a été évaluée avec deux types d'aliments, le premier expérimental (E) préparés au laboratoire et le deuxième commercial considéré comme témoin (T), l'expérimentation a duré 75 jours.

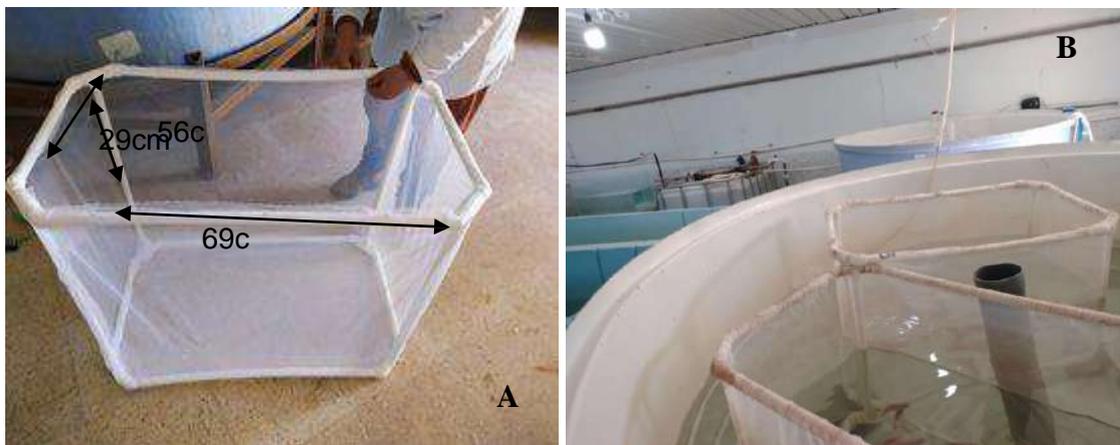


Figure 5. Dispositif expérimental d'élevage : dimensions des happas (A), installation des happas dans les bassins (B).

2.4. Formulation d'aliment expérimental :

Trente-deux pour cent (32%) de protéine brute que contiennent le régime alimentaire expérimental. Il a été formulé en utilisant la méthode de Pearson Square.

Les ingrédients utilisés dans la formulation étaient, la farine de maïs, semoule de blé, la farine de pois chiche, la farine de poisson (préparée au laboratoire) (voir annexe 1), farine de soja, *Panicum Mombassa* et le prémélange de vitamines et minéraux « Prémix ».

La teneur en protéine des différents ingrédients utilisés sont présentés au tableau 2, Les proportions des ingrédients dans la formulation des aliments sont présentées dans le tableau 3.



Tableau 2. Teneur en protéine des ingrédients utilisés

Ingrédients	Teneur en Protéine	Méthode D'analyse
Mais (%)	10	Bibliographies
<i>Panicum Mombassa</i> (%)	7.2	Kjeldhal
Semoule de blé (%)	13	Bibliographies
Farine de poissons (%)	73.56	Kjeldhal
Soja (%)	40	Bibliographies
Pois chiche	22.8	Bibliographies

Tableau 3. Proportions des différents ingrédients composant le régime expérimental et commercial.

Ingrédients	Aliment Témoin	Aliment Expérimental (E)
Prémix « vit. Et min » (%)		0.5
Mais (%)		35
Semoule de blé (%)		45
Farine de poissons (%)		10
Soja (%)		35
Pois chiche		55
<i>Panicum virgatum</i> (%)		20
Taux de protéine/MS (%)	40	32
Taux de lipides (%)	7	3.93
Taux de carbohydate (%)	18	3.3
Taux d'humidité (%)	-	21.03
Taux de Cendre (%)	2.7	3.23
Ph	-	6.34

2.5. Analyse de l'eau :

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 and Legube, 2009), à l'aide d'un multi-paramètre de type « water qualitymeter8603 » (fig.6).



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 6. Mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau d'élevage.

2.6.Nourrissage des poissons :

Les poissons ont été nourris à 8% de leur poids corporel par jour, cette ration change tout au long de l'expérience en fonction de l'évolution du poids des poisson, et atteint à la fin de l'expérimentation 3%.

L'alimentation a été distribuée à 08h00, à 10h30, à 13h00 et 15h30, tous les jours (Quatre fois par jour). Les alevins des happas 1, 2, 3 ont été nourris avec l'aliment commercial témoin (T). Ceux des happas 4, 5, 6 avec l'aliment expérimental. (fig. 7).



Figure 7. La ration alimentaire de chaque repas des alevins des 6 aquariums



2.7. Suivi de la croissance et calcul des paramètres zootechniques :

Le contrôle de la croissance des alevins a été réalisé chaque 15 jours. Il consistait à peser et à mesurer individuellement tous les poissons de chaque happas à l'aide d'une balance de marque Kern et d'un ichtyomètre gradué en centimètre. Ce contrôle permet d'évaluer l'évolution de la biomasse (fig. 8).

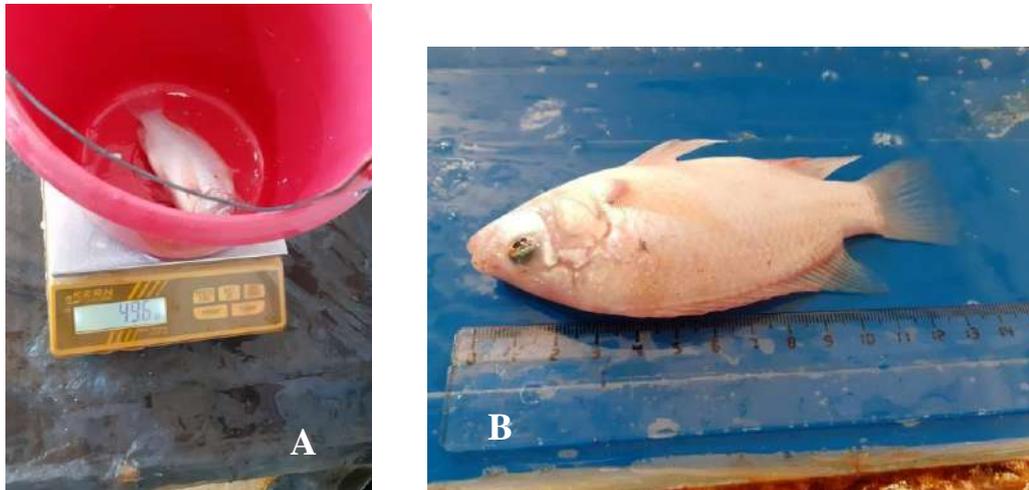


Figure 8. Contrôle de la croissance (**A** : mesure du poids individuel, **B** : mesure de la taille individuelle)

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.

$TS \text{ en } \% = (\text{Nombre d'individu en fin d'expérimentation} / \text{Nombre d'individu initial}) \times 100.$

- **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:

$GMPJ \text{ en } g/j = \text{Gain de poids} / \text{Durée de l'expérimentation.}$



- **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 = $[\text{Ln} (\text{Pmf} (\text{g}) - \text{Ln} (\text{Pmi} (\text{g})) \times 100 / \text{Durée d'expérimentation}]$.
- **Taux de conversion alimentaire (TCA).** Ce coefficient permet d'évaluer l'efficacité des aliments utilisés pour la croissance des poissons.
TCA = Quantité d'aliment distribuée (g) / Gain de poids (g).

2.8. 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.

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





3. Résultats :

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

3.1.1. Température :

La température de l'eau d'élevage a connu des variations significatives entre les deux bassins ($p = 0,002$), elle a varié entre 22.10 °C et 32.20 °C avec une moyenne de $28,79 \pm 1.71$ °C (fig.9).

Les variations temporelles présentent également des différences très hautement significative ($p=0,0001$), ou nous avons enregistré une moyenne minimale de 27.94 ± 1.32 °C à la dernière quinzaine de l'expérimentation et la moyenne maximale est de 29 ± 0.57 °C enregistré à la deuxième quinzaine (fig. 9).

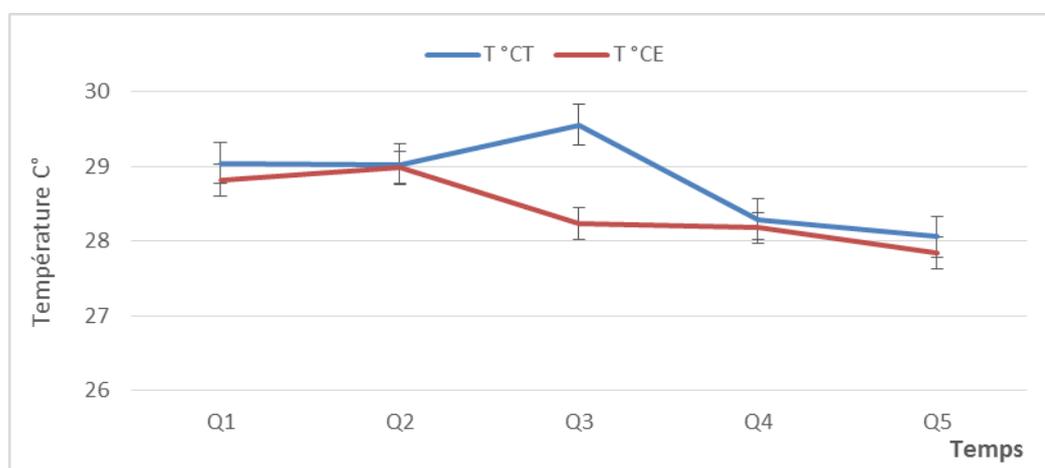


Figure 9. Variations de la température de l'eau d'élevage durant la période d'étude (T° (CT) : température de témoin, T°(CE) : température d'expérimentale, S : semaine)

3.1.2. Oxygène dissous :

Des variations significatives des concentrations d'oxygène dissous (OD) sont enregistrées entre les deux bassins ($p = 0,017$), elles varient entre 0.25 et 7,28 mg/L dans les eaux d'élevage Témoin, avec une moyenne de 4.01 mg/L (fig. 10). Dans les eaux d'élevage expérimental, elles varient entre 0.45 et 6.20 mg/L, avec une moyenne de 4.44 mg/L.

De même pour les variations temporaires sont très hautement significative ($p = 0,0001$), où les concentrations de l'OD sont nettement supérieures en début qu'à la fin de l'expérimentation, avec des moyennes respectives de 5.23 ± 0.47 mg/L au cours de la première quinzaine et 2.91 ± 1.06 mg/L à la quatrième quinzaine.

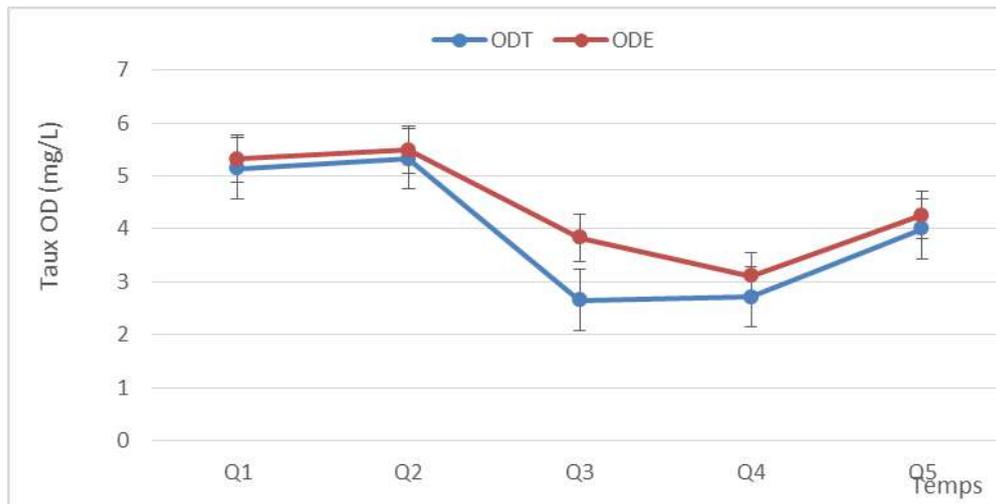


Figure 10. Variation de l’oxygène dissous (OD) des eaux d’élevage durant la période d’étude (Q : quinzaine).

3.1.3.pH :

Les eaux d’élevages ont une tendance neutre à alcaline, le pH des eaux enregistre une variation significative entre le témoin et l’expérimental ($p = 0.012$), dans les eaux d’élevages témoin on enregistre entre 7.20 et 8.05, dans les eaux d’élevage expérimental le pH varie entre 7.80 et 8.09, avec une moyenne globale de 7.81 ± 0.07 (fig. 11).

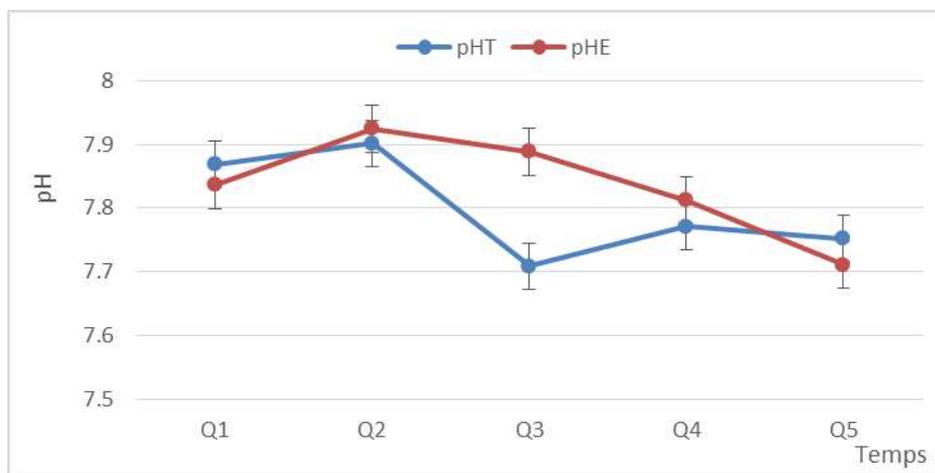


Figure 11. Variations du pH des eaux d’élevage durant la période d’étude

3.1.4.Salinité :

L’eau utilisée dans l’expérimentation est une eau saumâtre, dont la salinité varie entre 2.1 et 2.7 psu, Avec une moyenne de 2.31 ± 0.20 psu (tab. 4).



3.1.5. NH_4 et NO_2 :

Les concentrations des NH_4 et NO_2 ne montrent pas des variations significatives ($p = 0.59$), que ce soit dans les eaux d'élevage témoin ou expérimental, les valeurs enregistrées varient entre 0.1 et 0.2 mg/L pour le NH_4 et de 0.1 à 0.3 mg/L pour le NO_2

Tableau 4. Moyenne et écart-type des paramètres physico-chimique des eaux d'élevage.

Paramètres	Témoin	Expérimental
Température (°C)	28,79 ± 1,71	28,42 ± 1,49
OD (mg/l)	4,01 ± 1,55	4,44 ± 1,18
Ph	7,80 ± 0,14	7,83 ± 0,14
Salinité (psu)	2.31 ± 0.20	2.31 ± 0.20

3.2. Paramètres décroissance :

Les performances de croissance des alevins de tilapia rouge (*OreochromisSp*) ont été évaluées après nourrissage avec un aliment de commerce (Témoin) et d'un aliment expérimental, pendant 75 jours.

Le tableau 5 Résume les différents paramètres zootechniques et indices suivis et calculés au cours de la période d'étude.



Tableau 5. Performance de croissance des alevins d'*Oreochromis* Sprecevant les 2 Régime alimentaire.

AT (Aliment Témoin (commercial)), AE (Aliment expérimental). T.C.S. : Taux de croissance spécifique, G.M.P.J. : Gain moyen de poids journalier, T.C.A: Taux de conversion alimentaire.

PARAMETRES	AT	AE
Survie (%)	79	88
Poids initial (g)	6.17 ± 0.07	6.16 ± 0.08
Poids final (g)	61.34 ± 4.67	23.70 ± 0.44
Taille initiale (cm)	7,53 ± 0,03	7,53 ± 0,05
Taille finale (cm)	14,59 ± 0,59	11,23 ± 0,12
Biomasse initiale (g)	741.3	739.8
Biomasse finale (g)	5787.2	2512.7
Gain de poids moyen (g)	55.16 ± 4.75	17.54 ± 0.5
Aliment distribué (g)	6264.16	5072.54
T.C.S. (%)	3.06 ± 0.11	1.80 ± 0.007
G.M.P.J. (g/j)	0.73 ± 0.063	0.23 ± 0.005
T.C. A	1.08	2

3.2.1. Taux de survie :

Au cours de l'expérience, le taux de survie des alevins dans le différent bassin a été calculé après chaque pêche de contrôle lors des pesés.

Le taux de survie obtenu à la fin de l'expérience est appréciable et nous enregistrons 77% de survie dans le bassin témoin, dans le bassin expérimental 88 % (Tab. 5).



3.2.2. Poids moyen :

Le poids moyen des alevins d'*Oreochromis*sp. Au démarrage était en moyenne de 6.17 ± 0.07 g pour le AT, 6.16 ± 0.08 g pour AE. Il atteint à la fin de l'expérience une moyenne pour AT 61.34 ± 4.67 g et 23.70 ± 0.44 g pour AE avec un gain de poids moyen respectif de 55.16 ± 4.75 et 17.54 ± 0.5 (Tab)5.

Nous remarquons que l'évolution du poids était similaire pour les deux régimes alimentaires en début de l'expérimentation, ce n'a qu'à partir de la première quinzaine que les poissons élevés commencent à avoir des poids moyens distincts (fig 12).

Les régimes alimentaires testé sur les poissons ont eu un effet très hautement significatif sur leur croissance ($p = 0.0001$) (fig. 13).

Les variations temporelles montrent également des différences significatives ($p < 0.0001$), ces différences sont remarquables entre le début et la fin de l'expérience.

L'analyse du test (Kruskal-Walis) a été appliquée également pour rechercher les différences de la variation du poids moyen des poissons d'un même lot, qu'il s'agit du témoin ou de l'expérimental ne présente pas de différences significatives ($p = 0.92$; $p = 0.84$).

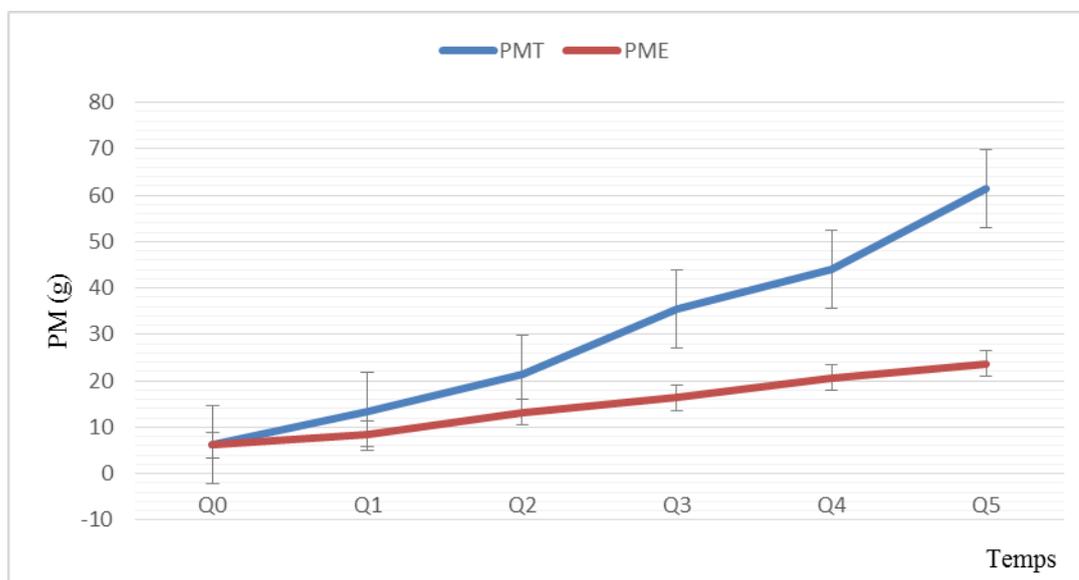


Figure 12. Variations du poids moyen des alevins *Oreochromis*Sp. durant la période d'étude.

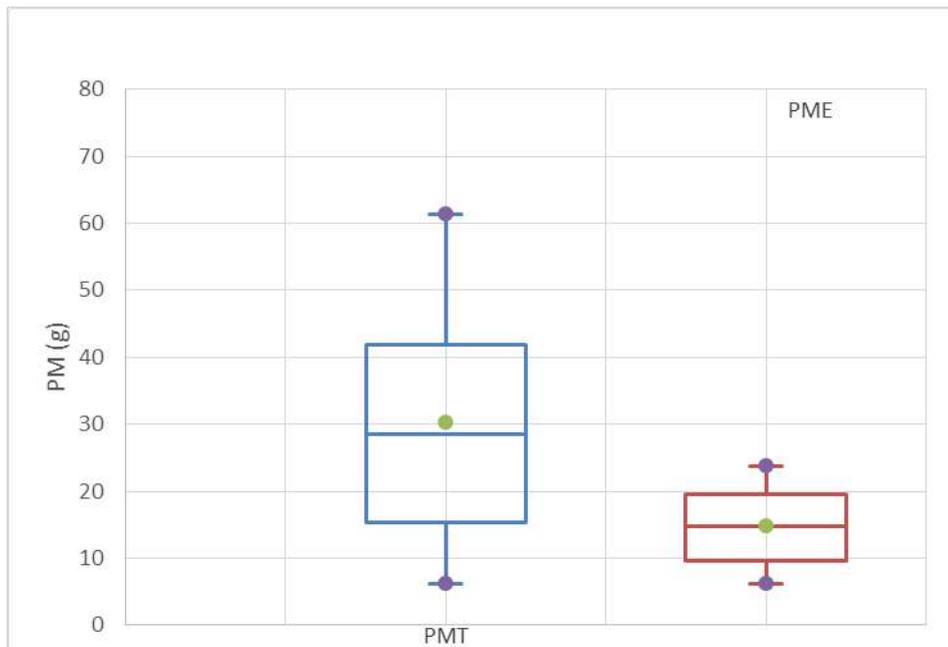


Figure 13. Variations du poids moyen des alevins *OreochromisSp.* En fonction des régimes.

L'étude des variations du poids moyen en fonction de la taille moyenne chez *OreochromisSp.* met en évidence une allométrie positive pour les poissons nourris par les deux régime alimentaire AT et AE.

Les relations finales de poids d'*OréochromisSp.* sont présentées dans le tableau 6 et la figure 14. On constate que la taille moyenne finale des poissons nourris par le régime AT est supérieure de celle des poissons nourris par l'autres régimes AE avec respectivement 14,59 cm et 11,23 cm. Les équations de la courbe de régression établie indiquaient que le paramètre b allait de $b = 2,83$ pour AT à $b = 2,74$ pour AE (tab.6).

En outre le coefficient de détermination (R^2) des valeurs dans le tableau 6 explique le bon ajustement du modèle pour la croissance.

Dans la présente étude, la plus faible valeur de R^2 d'alevins *OreochromisSp.* ont été enregistrés à 0,805 (80.5% de variabilité) par le régime alimentaire AT et le plus élevé enregistré avec 0.912 (variabilité à 91.2%) par le régimeAE.



Tableau 6. Relation Taille - Poids finale des alevins *OreochromisSp.* nourris avec les deux régimes alimentaire AT et AE.

Bassin	Taille moyenne (cm)	Poids moyens (g)	N	b	a	R	R ²
AT	14.59 ± 0.59	61.34 ± 4.67	95	2.83	-1.53	0.897	0.805
AE	11,23 ± 0,12	23,70 ± 0.44	106	2.74	- 1,52	0.954	0,912

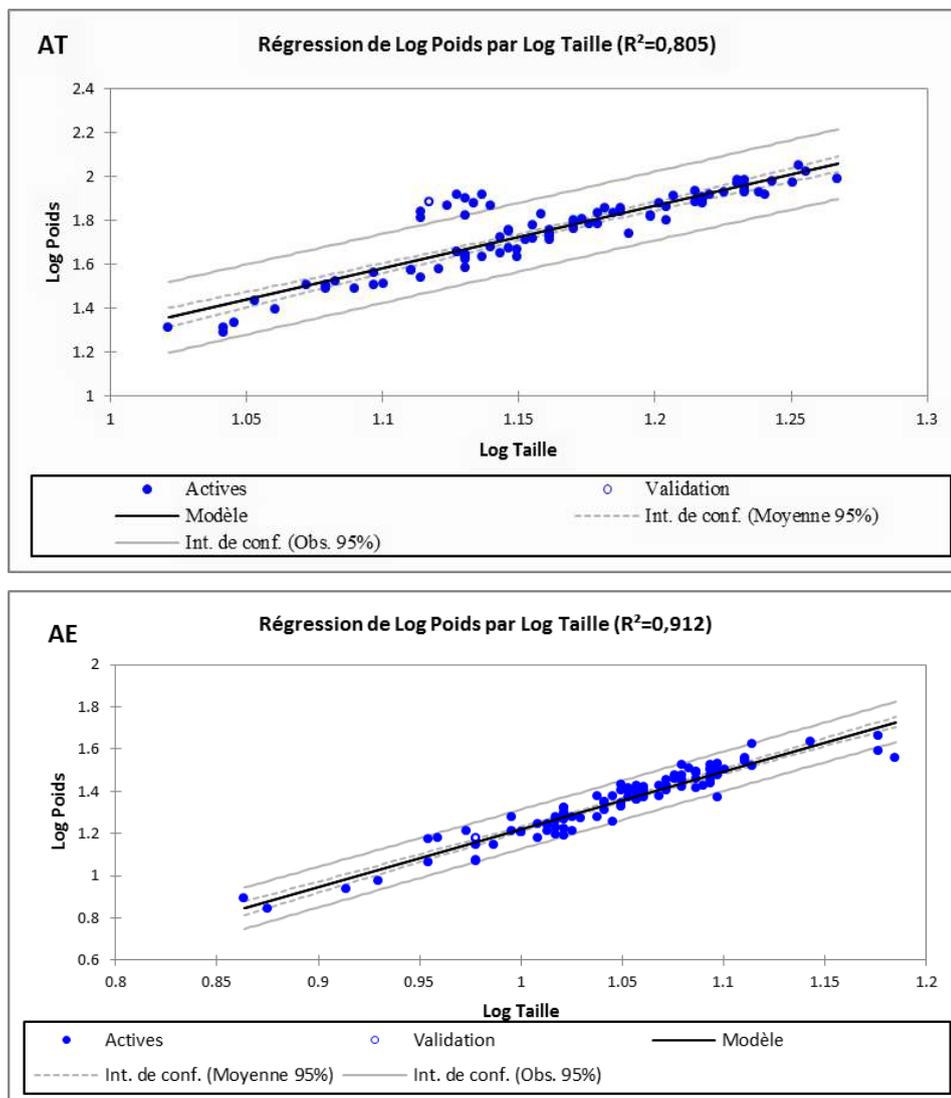


Figure 14. Relation finale entre la taille et le poids d'*OreochromisSp.*



3.2.3. Taux de croissance spécifique (TCS):

L'évolution du taux de croissance spécifique est similaire pour les différents régimes alimentaires testés ($p = 0.50$).

En revanche les fluctuations temporelles (fig 15) montrent des différences hautement significatives du taux de croissance spécifique ($p = 0,002$), où on observe des fluctuations des TCS, la 1^{ère} et 2^{ème} quinzaine enregistre les taux les plus élevés par rapport aux autres quinzaines et atteignent jusqu'à 5.13% pour le témoin (AT) et 2.16 % l'expérimental (AE), le minimum a été enregistré en Q4 pour le témoin (AT) avec un taux de 1.44% et 0.92 % en Q5 pour l'expérimental (AE), avec une moyenne de 3.06 % et 1.08 % respectivement du AT et AE (fig. 15)(tab.5).

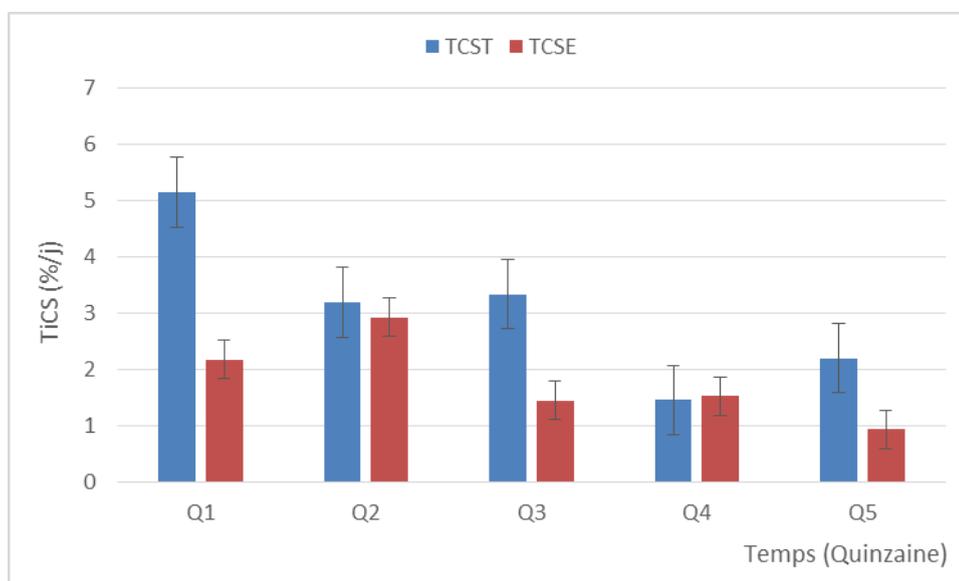


Figure 15. Variations du taux de croissance spécifique (T.C.S) desalevins d'*Oreochromis. Sp* durant la période d'étude

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

Le gain moyen du poids journalier enregistré durant 75 jours, varie entre 0,73 g/j chez les poissons nourris par le régime témoin (AT) et 0.23 g/j chez ceux nourris par le régime expérimental (AE) (tab. 5). Ce dernier est significativement inférieur à celui enregistré chez le témoin ($p = 0,0001$).



Les taux d GMPJ ont connu des fluctuations tout au long de la période d'étude, on enregistre un minimum de GMPJ à la 1^{ère} quinzaine de 0.47 g/j pour les poissons nourris par le régime témoin (AT) et 0.15 g/j pour ceux nourris par le régime expérimental (AE) (fig 16).

Deux pics de taux de GMPJ ont été enregistré chez les poisson nourris par le témoin (AT) avec les valeurs respectives de 0.92 g/j et 1.15 g/j au cours de la 3^{ème} et 5^{ème} quinzaine, les poissons nourris par le régime expérimental (AE) enregistre une valeur maximale de GMPJ de 0.31 g/j au cours de la 2^{ème} quinzaine (fig. 16).

Les variations temporelles du GMPJ ne montrent aucune différences significatives ($p = 0,66$).

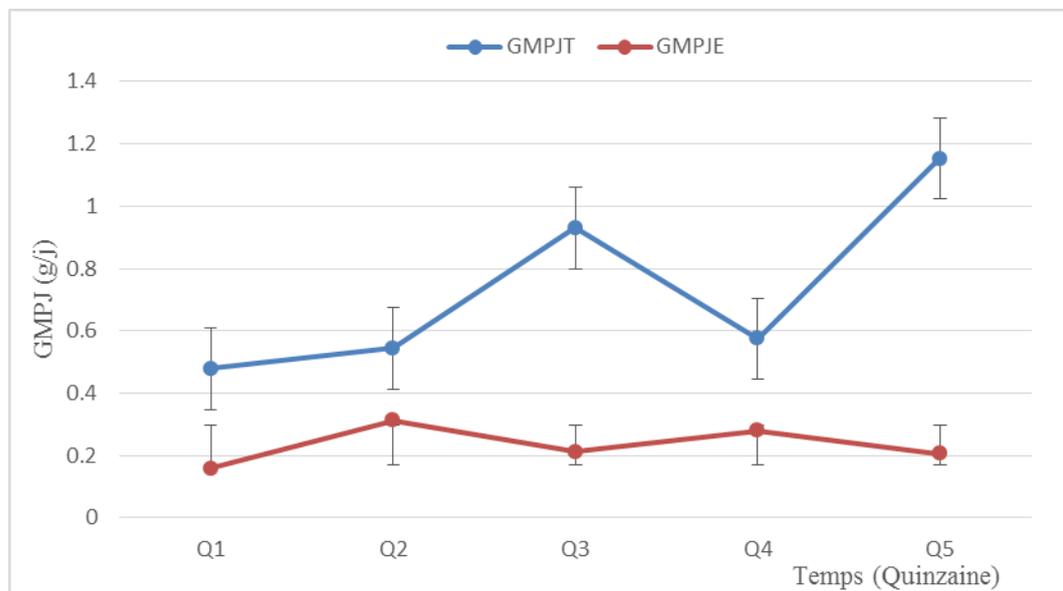


Figure 16. Variations du gain moyen de poids journalier (GMPJ) des alevins d'*Oreochromis. Sp* durant la période d'étude.

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

Le taux de TCA des poissons nourris par le régime témoin est significativement meilleur que celui enregistré chez les poissons nourris par le régime expérimental ($p < 0.0001$). Le TCA témoin est de 1.08, le TCA expérimental est de 2 (tab. 5).



En revanche les variations temporelles du TCA ne montrent aucune variation significative ($p = 0.76$), il varie entre 0.8 à 3.11 enregistré respectivement à la quinzaine 5 et 4 chez le témoin, chez l'expérimental on enregistre entre 1.5 et 5.80 à la quinzaine 2 et 3 (fig.17)

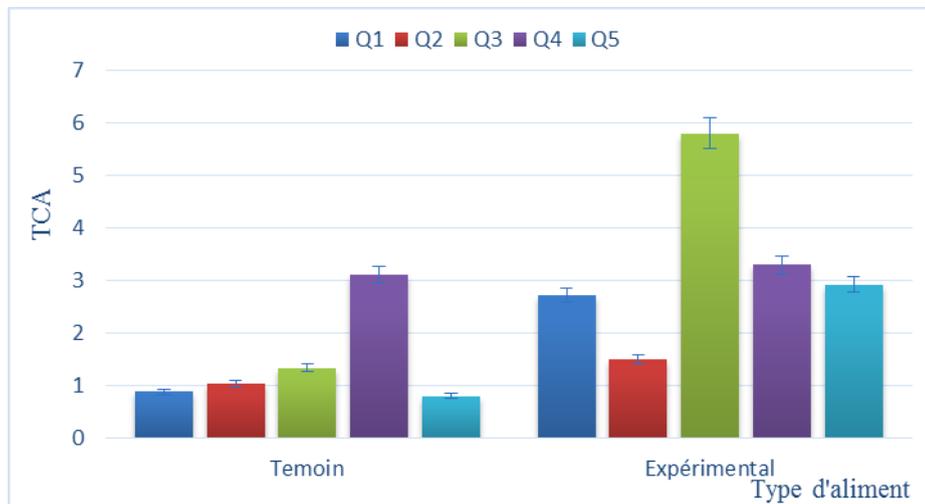


Figure 17. Variation du taux de conversion alimentaire (T.C. A) des alevins d'*Oreochromis.Sp.*

Discussion





3. Discussion :

L'alimentation est la composante la plus coûteuse de l'industrie aquacole, où elle représente plus de 50 % des coûts d'exploitation. Beaucoup de recherches ont rapporté qu'une bonne gestion de l'alimentation est un outil nécessaire pour réussir l'élevage du tilapia. À ce jour, le défi majeur auquel sont confrontés généralement les producteurs de tilapia, est le développement d'aliments commerciaux et rentables de tilapia en utilisant des ressources disponibles, moins coûteuses et non conventionnelles (Pezzato *et al.*, 2000; El-Sayed, 2006; Burel and Médale, 2014).

Dans la présente étude nous avons procédé à un essai d'un d'aliment expérimental fabriqué par des ingrédients disponibles localement et comparer son effet sur la croissance du Tilapia rouge « *OreochromisSp.* » avec un aliment commercial.

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 $28,42 \pm 1,49$ °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'*OreochromisSp* entre 26-30°C.

Les concentrations en oxygène dissous sont généralement bonne et enregistre une moyenne $4,44 \pm 1,18$ 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.

Les variations du pH $7,83 \pm 0,14$ se situent bien dans les limites optimales pour la croissance du tilapia *OreochromisSp.* Il a été rapporté qu'*OreochromisSp* 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 en moyenne de $2,1 \pm$ psu, les eaux utilisées sont de nature saumâtre, les valeurs sont en conformité avec les recommandations de (Kestemont *et al.*, 1969; Kirk, 1972), relative aux taux de salinité préférées ou tolérées par *Oreochromisniloticus* bien que cette espèce soit capable de tolérer des salinités allant de 0 à 7 g/L (Lawson and Anetekhai, 2011).



Les résultats d'ammoniaque enregistré dans la présente étude est assez faible 0 il est stable en pisciculture, l'intoxication par l'ammoniaque NH_4 est étroitement liée au pH, dont l'augmentation entraîne la transformation d'une quantité importante de l'ammoniaque totale sous sa forme toxique (NH_3) (Azaza, 2004) en ne dépassant pas les 15 mg/L pour les nitrates, 2 mg/L pour les nitrites, et 0,95mg/l pour l'ammoniaque total (Malcolm *et al.*, 2000).

Le taux de survie obtenus dans le présent travail est de 77 et 88% respectivement pour les poissons de l'aliment expérimental (AE) et le commercial témoin (AT). Nos résultats sont inférieurs à ceux de (Gouarehet *al.*, 2018) et de (Hakkoumet *al.*, 2018) où on enregistre un taux entre 90 et 100%.

Les résultats de croissance pondérale indiquent que les poissons nourris avec le régime AT croissent plus vite que les tilapias nourris avec le régime AE, nos résultats sont nettement supérieurs de ceux de (Ben hadjira and Ben hadjira, 2017) où il a été enregistré un gain de poids moyen de $3,974 \pm 1,88$ g. mais inférieur de ceux de (Touahria, 2020) qui a enregistré 33,5 g.

Il est bien connu que la connaissance de la relation taille-poids et du facteur de condition dans l'étude de la biologie et de la croissance est utile (Ighwela *et al.*, 2011).

La pente « b » dans les relations longueur / poids décrit la forme de croissance des poissons. Lorsque les valeurs de b sont égales à 3 ou proches de 3, cette croissance est appelée isométrique, c'est-à-dire que le poisson devient plus sain avec la longueur (Bagenal, 1978). De même, lorsque les valeurs b sont éloignées ou supérieures à 3, cela indique que toutes les parties du poisson grandissent différemment, c'est-à-dire que le poisson devient plus mince avec l'augmentation de la longueur (King, 1996).

En ce qui concerne le coefficient d'allométrie, pour la totalité des alevins utilisés à la fin de l'expérience, les équations indiquaient quel paramètre ballait de $b=2,83$ à $b = 2.74$ pour les régimes AT et AE, indiquant que l'allométrie est minorant dans ce cas la croissance est dite allométrique négative qui veut dire que la longueur augmente plus que le poids ($b < 3$) (Wootton and Oemke, 1992).



Ces résultats étaient aussi comparés avec (Moradinasabet *et al.*, 2012) qui ont rapporté que l'augmentation de poids est significative avec une augmentation de longueur par unité de croissance isométrique. Ces valeurs étaient comparées à (Bagenal, 1978). Selon eux, une pente idéale 2-4 pour les poissons. Ces résultats sont comparables avec ceux de (Benbouta *et al.*, 2019).

Les résultats du taux de croissance spécifique (T.C.S.), est en faveur des poissons nourris avec le régime AT avec un taux moyen de $3.06 \pm 0.11\%$, comparant au AE qui enregistre $1.80 \pm 0.007\%$. ce dernier semble moins intéressant d'après (Jauncey and Ross, 1982) ($> 3\%$). Les résultats obtenus sont supérieures à ceux obtenus par (Ben hadjira and Ben hadjira, 2017), où on enregistre un TCS de $1.27 \pm 1.01 \%$.J-1 chez *Oreochromis niloticus*.

Le gain moyen de poids par jour (GMPJ) enregistré chez les poissons nourris par le régime AT est nettement plus élevé que celui enregistré chez ceux nourris par le régime AE, néanmoins ce dernier reste acceptable en comparaison à celui enregistré par Thabet (2017) qui variait entre 0,17 et 0,22 g/j, et meilleur que celui enregistré par (Benbouta *et al.*, 2019) avec un GMPJ qui varie de 0.10 et 0.14g/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'*Oreochromis Sp.* Les taux enregistrés (entre 1,08 et 2) sont comparables à ceux observés dans d'autres études (Huang and Huang, 2004; Gabriel, 2019). Plus la valeur du TCA est réduite mieux l'aliment est utilisé et converti.





Conclusion

Le régime alimentaire expérimental formulés au laboratoire de manière traditionnelle est appétant, mais ne répond pas nécessairement aux besoins idéaux d'alimentation des poissons en matière de croissance. Les performances de croissances d'*OreochromisSp.* Nourris par l'aliment expérimental sont en générale moyenne en comparaison avec celles des poissons nourris par l'aliment commercial, ceci pourrait être dû à l'influence des facteurs physico-chimiques, entre autres l'oxygène dissous qui parfois diminue considérablement, Ou à la qualité de l'aliment expérimental lui-même qui doit être amélioré et équilibré.

Les résultats ont démontré également que des aliments pour poissons réalisables peuvent être formulés et fabriqué de manière traditionnelle à partir d'ingrédients disponibles localement, pour faire face aux contraintes d'adaptation aux conditions de production des pisciculteurs ruraux, mais ne peut remplacer l'aliment industriel qui est soumis à un processus de fabrication plus adéquat.

En 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 indispensable pour cerner encore mieux les besoins nutritionnels du tilapia rouge. Pour avoir une meilleure croissance des poissons, il est souhaitable :

- Mieux contrôler paramètres du milieu d'élevage.
- Equilibrer les aliments en éléments nutritifs de façon à satisfaire les besoins de l'espèce élevée.

Références bibliographiques





Références bibliographiques

A

Abel, H., Becker, K., Meske, C., Friedrich, W., 1984. Possibilities of using heat-treated full-fat soybeans in carp feeding. *Aquaculture* 42, 97-108.

Alami-Durante, H., Medale, F., Cluzeaud, M., Kaushik, S., 2010. Skeletal muscle growth dynamics and expression of related genes in white and red muscles of rainbow trout fed diets with graded levels of a mixture of plant protein sources as substitutes for fishmeal. *Aquaculture* 303, 50-58.

Alvarez, M., Lopez-Bote, C., Diez, A., Corraze, G., Arzel, J., Dias, J., Kaushik, S., Bautista, J., 1999. The partial substitution of digestible protein with gelatinized starch as an energy source reduces susceptibility to lipid oxidation in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*) muscle. *Journal of animal science* 77, 3322-3329.

APS, A.p.s., 2019. Production aquacoleen Algérie.

Aragão, C., Colen, R., Ferreira, S., Pinto, W., Conceição, L.E., Dias, J., 2014. Microencapsulation of taurine in Senegalese sole diets improves its metabolic availability. *Aquaculture* 431, 53-58.

Arzel, J., Lopez, F.X.M., Métailler, R., Stéphan, G., Viau, M., Gandemer, G., Guillaume, J., 1994. Effect of dietary lipid on growth performance and body composition of brown trout (*Salmo trutta*) reared in seawater. *Aquaculture* 123, 361-375.

Avit, J., Bony, K., Kouassi, N., Konan, K., Assemian, O., Allouko, J., 2012. Ecological conditions for the production fingerlings of *Oreochromis niloticus* (Linné, 1758) in association with the rice WITA 12 ponds. *Journal of Applied Biosciences* 59, 4271-4285.

Azaza, M., 2004. Tolerance à la température et à la salinité chez le tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus* L., 1758) en élevage dans les eaux géothermales du sud tunisien. Master Thesis, FST, 110pp.



B

Bagenal, T., 1978. Methods for assessment of fish production in fresh waters.

Ben hadjira, A., Ben hadjira, M., 2017. Essai de performance de 3 formules d'aliments sur la croissance du poisson d'élevage "tilapia. Nilotica". Mémoire de Master en aquaculture. Université Kasdi Merbah, Ouargla.

Benbouta, M., Bouazza, R., Hidouci, S., 2019. Essai d'introduction de Moringaoleifera dans l'alimentation d'Oreochromis niloticus et son Influence sur sa croissance. Mémoire de master en aquaculture. Université Kasdi Merbah Ouargla. 57 pp. UNIVERSITE KASDI-MERBAH OUARGLA.

Beveridge, M.C., McAndrew, B., 2012. Tilapias: biology and exploitation. Springer Science & Business Media.

Black, J., 2014. Brief history and future of animal simulation models for science and application. Animal Production Science 54, 1883-1895.

Brechbühl, A., 2009. The future of pisciculture in southern Côte d'Ivoire. Bachelor thesis, Federal Institute of Technology-Agri-food and Agri-environmental Economics Group, Zürich (Switzerland).

Burel, C., 2017. Bases de la nutrition et formulation en aquaculture. UICN-Union Internationale pour la Conservation de la Nature ; Comité Français

Burel, C., Médale, F., 2014. Quid de l'utilisation des protéines d'origine végétale en aquaculture ? OCL Oilseeds and fats crops and lipids 21.

C

Carter, C., Houlihan, D., Kiessling, A., Médale, F., Jobling, M., 2001. Physiological effects of feeding. Food intake in fish, 297-331.

Castillo, S., Gatlin, D.M., 2015. Dietary supplementation of exogenous carbohydrase enzymes in fish nutrition: a review. Aquaculture 435, 286-292.

Chalabi, A., 2003. L'aquaculture en Algérie et son contexte maghrébin. Bulletins documentaires de l'IFREMER de Nantes 1, 39.



Références bibliographiques

Coccia, E., Varricchio, E., Vito, P., Turchini, G.M., Francis, D.S., Paolucci, M., 2014. Fatty acid-specific alterations in leptin, PPAR α , and CPT-1 gene expression in the rainbow trout. *Lipids* 49, 1033-1046.

Craig, S., Helfrich, L.A., Kuhn, D., Schwarz, M.H., 2017. Understanding fish nutrition, feeds, and feeding.

D

D'Abramo, L.R., New, M.B., 2000. Nutrition, feeds and feeding. *Freshwater Prawn Culture* (ed. by MB New & WC Valenti), 203-220.

Dabrowski, K., Kozak, B., 1979. The use of fish meal and soyabean meal as a protein source in the diet of grass carp fry. *Aquaculture* 18, 107-114.

Dupont-Nivet, M., Médale, F., Leonard, J., Le Guillou, S., Tiquet, F., Quillet, E., Geurden, I., 2009. Evidence of genotype–diet interactions in the response of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) clones to a diet with or without fishmeal at early growth. *Aquaculture* 295, 15-21.

E

El-Sayed, A.-F.M., 2006. Tilapia culture in salt water: environmental requirements, nutritional implications and economic potentials. *Avances en Nutrition Acuicola*.

F

Fall, J., Ndong, D., Sheen, S.-S., 2011. The effects of different protein sources on the growth of hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* O. aureus) reared under fresh water and brackish water. *African Journal of Agricultural Research* 6, 5024-5029.

FAO., F.a.A.O., 2008. La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture.

FAO., F.a.A.O., 2011. Aquaculture commerciale et croissance économique, réduction de la pauvreté et sécurité alimentaire. Document technique sur les pêches et l'aquaculture, Rome, ISSN 2070-7029, 77p.

FAO., 2016. La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2016.



FAO., 2018. <https://donnees.banquemondiale.org/indicateur/ER.FSH.AQUA.MT>
?Locations = DZ.

FAO., 2020. La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2020.

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

Froese, R., Pauly, D., Lozán, J., Rachor, E., Sündermann, J., von Westernhagen, H., 2003. Dynamics of overfishing. *Warnsignale aus Nordsee und Wattenmeer-eine aktuelle Umweltbilanz*. GEO, Hamburg, 288-295.

G

Gabriel, N.N., 2019. Review on the progress in the role of herbal extracts in tilapia culture. *Cogent Food & Agriculture* 5, 1619651.

Gabriel, U., Akinrotimi, O., Bekibele, D., Onunkwo, D., Anyanwu, P., 2007. Locally produced fish feed: potentials for aquaculture development in sub-Saharan Africa. *African Journal of Agricultural Research* 2, 287-295.

Gatlin, D.M., Barrows, F.T., Brown, P., Dabrowski, K., Gaylord, T.G., Hardy, R.W., Herman, E., Hu, G., Krogh, A., Nelson, R., 2007. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. *Aquaculture Research* 38, 551-579.

Glencross, B.D., Booth, M., Allan, G.L., 2007. A feed is only as good as its ingredients—a review of ingredient evaluation strategies for aquaculture feeds. *Aquaculture Nutrition* 13, 17-34.

Gouareh, K., Meflah, S., Hidouci, S., Khrellou, M., 2018. Introduction de *Panicum virgatum* dans l'alimentation de Tilapia rouge (*Oreochromis* Sp.) et son impact sur la croissance, Mémoire de master en aquaculture. université Kasdi Merbah Ouargla. 61 pp.

Greene, D.H., Selivonchick, D.P., 1987. Lipid metabolism in fish. *Progress in lipid research* 26, 53-85.



Références bibliographiques

Gu, J., Bakke, A.M., Valen, E.C., Lein, I., Krogdahl, Å., 2014. 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, e99932.

Guillaume, J., Kaushik, S., Bergot, P., Metailler, R., 2001. Nutrition and feeding of fish and crustaceans. Springer Science & Business Media.

H

Hakkoum, F.Z., Rabouh, K., HIDOUCI, S., 2018. Introduction de *Panicum mombasa* dans l'alimentation de Tilapia rouge (*Oreochromis SP.*) et son impact sur la croissance, mémoire de master en aquaculture. Université KasdiMerbah Ouargla. 49pp. universitekasdimerbah Ouargla.

Hasan, M., Halwart, M., 2009. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. FAO, Rome, 29-52.

Houlihan, D., Boujard, T., Jobling, M., 2008. Food intake in fish. John Wiley & Sons.

Huang, C.-H., Huang, S.-L., 2004. Effect of dietary vitamin E on growth, tissue lipid peroxidation, and liver glutathione level of juvenile hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* × *O. aureus*, fed oxidized oil. *Aquaculture* 237, 381-389.

I

Ighwela, K.A., Ahmed, A.B., Abol-Munafi, A., 2011. Condition factor as an indicator of growth and feeding intensity of Nile tilapia fingerlings (*Oreochromis niloticus*) feed on different levels of maltose. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science* 11,559-563.

J

Jauncey, K., Ross, B., 1982. A guide to tilapia feeds and feeding. [sn].

Jobling, M., 2016. Fish nutrition research: past, present and future. *Aquaculture International* 24, 767-786.



Références bibliographiques

Jones, A.C., Mead, A., Kaiser, M.J., Austen, M.C., Adrian, A.W., Auchterlonie, N.A., Black, K.D., Blow, L.R., Bury, C., Brown, J.H., 2015. Prioritization of knowledge needs for sustainable aquaculture: a national and global perspective. *Fish and Fisheries* 16,668-683.

K

Kalt, A., 2011. Vers un retour des farines animales en septembre prochain.

Kestemont, P., Micha, J., Falter, U., 1969. Les Méthodes de Production d'Alevins de *Tilapia nilotica*. ADCP/REP/89/46, FAO, Rome, 132 p.

King, R., 1996. Length-weight relationships of Nigerian coastal water fishes. *Naga, The ICLARM Quarterly* 19, 53-58 1996.

Kirk, R., 1972. A review of recent developments in *Tilapia* culture, with special reference to fish farming in the heated effluents of power stations. *Aquaculture* 1, 45-60.

Kitessa, S.M., Abeywardena, M., Wijesundera, C., Nichols, P.D., 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, T.M., Björkhem, I., Krasnov, A., Timmerhaus, G., Krogdahl, Å., 2014. Dietary cholesterol supplementation to a plant-based diet suppresses the complete pathway of cholesterol synthesis and induces bile acid production in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *British journal of Nutrition* 111, 2089-2103.

Kullander, S., 1998. A phylogeny and classification of the South American Cichlidae (Teleostei: Perciformes). *Phylogeny and classification of Neotropical fishes*.

Kullander, S.O., 2003. Family cichlidae. Check list of the freshwater fishes of South and Central America, 605-654.

L

Lautre, Y., 2021. Farines animales : Comment elles sont revenues dans les assiettes françaises.



Références bibliographiques

Lawson, E., Anetekhai, M., 2011. Salinity tolerance and preference of hatchery reared Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758). *Asian Journal of Agricultural Sciences* 3, 104-110.

Lazard, J., 2019. *Pisciculture du monde. Aujourd'hui et demain*. Paris : Presses des Mines, collection Académie d'agriculture de France. 264 pp.

Leroy, A., 2015. « Quelle efficacité environnementale de la certification pêche et aquaculture durable ? », AFD note technique, N°3, France. P08.

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

Li, Y., Bordinhon, A.M., Davis, D.A., Zhang, W., Zhu, X., 2013. Protein: energy ratio in practical diets for Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture International* 21, 1109-1119.

Liebert, F., Portz, L., 2005. Nutrient utilization of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* fed plant based low phosphorus diets supplemented with graded levels of different sources of microbial phytase. *Aquaculture* 248, 111-119.

Lovell, R.T., Limsuwan, T., 1982. Intestinal synthesis and dietary nonessentiality of vitamin B12 for *Tilapia nilotica*. *Transactions of the American Fisheries Society* 111, 485-490.

Lupatsch, I., 2016. Potential use of phototrophic algae as protein and/or lipid source in aqua-feeds, European Aquaculture Society meeting, Edinburgh, Scotland.

M

Madrid, J.A., Boujard, T., Sánchez-Vázquez, F.J., 2001. Feeding rhythms. Food intake in fish, 189-215.

Malcolm, C., Beveridge, H., Mc Andrew, B., 2000. *Tilapias: Biology and Exploitation*. Institute of Aquaculture. University of Stirling, Scotland. Kluwer academic publishers.

McKevith, B., 2005. Nutritional aspects of oilseeds. *Nutrition Bulletin* 30, 13-26.



Références bibliographiques

Médale, F., Kaushik, S., 2009. Les sources protéiques dans les aliments pour les poissons d'élevage. Cahiers Agricultures 18, 103-111 (101).

Médale, F., Le Boucher, R., Dupont-Nivet, M., Quillet, E., Aubin, J., Panserat, S., 2013. Des aliments à base de végétaux pour les poissons d'élevage. INRA Productions animales 26, 303-316.

Mélard, C., 1999a. Bases biologiques de l'aquaculture. Notes de cours, Université de Liège, Belgique.

Mélard, C., 1999b. Choix des sites, qualité de l'eau et systèmes d'élevage en aquaculture. CEFRA. Université de Liège-Station d'aquaculture de Tihange, 80.

Metwally, M., 2009. Effects of garlic (*Allium sativum*) on some antioxidant activities in tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*). World Journal of fish and marine sciences 1, 56-64.

Mjoun, K., Rosentrater, K., Brown, M.L., 2010. Tilapia: environmental biology and nutritional requirements.

Moradinasab, G., Raeisi, H., Paighambari, S.Y., Ghorbani, R., Bibak, Z., 2012. Length-weight relationships, relative condition factor and relative weight of three fish species from beach seine fishing grounds in Iranian coastal waters of Caspian Sea. Scientific Research and Essays 7, 1809-1812.

MPPH, M.d.l.p.e.d.l.p.h., 2014. Bilan (2012-2014), prospective 2030 projets « PLAN AQUAPECHE 2020 », Algérie. P34.

N

New, M.B., 1987. Feed and feeding of fish and shrimp. A manual on the preparation and presentation of compound feeds for shrimp and fish in aquaculture.

NRC, C.N.R., 2011. Nutrient requirements of fish and shrimp. National Academies Press 2011.

Nunes, A.J., Sá, M.V., Browdy, C.L., Vazquez-Anon, M., 2014. Practical supplementation of shrimp and fish feeds with crystalline amino acids. Aquaculture 431, 20-27.



O

Ouattara, N.I., Iftime, A., Mester, L., 2009. Age et croissance de deux espèces de Cichlidae (Pisces): *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) et *Sarotherodon melanotheron* Rüppell, 1852 du lac de barrage d'Ayamé (Côte d'Ivoire, Afrique de l'Ouest). Travaux du muséum national d'histoire naturelle « Grigore Antipa » 52, 313-324.

P

Pezzato, L.E., de Miranda, E.C., Barros, M.M., Pinto, L.G.Q., Pezzato, A.C., Furuya, W.M., 2000. Valor nutritivo do farelo de coco para a tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*). Acta Scientiarum. Animal Sciences 22, 695-699.

Rainboth, W., 1996. FAO species identification field guide for fishery purpose. Fish of the Cambodian Mekong, Rome 265.

Ranjeet, K., Kurup, B.M., 2013. Economic analysis of polder based freshwater prawn farming systems in Kuttanad, India. International Journal of Fisheries and Aquaculture 5, 110-121.

Regost, C., Arzel, J., Robin, J., Rosenlund, G., Kaushik, S., 2003. Total replacement of fish oil by soybean or linseed oil with a return to fish oil in turbot (*Psetta maxima*): 1. Growth performance, flesh fatty acid profile, and lipid metabolism. Aquaculture 217, 465-482.

Richard, N., Kaushik, S., Larroquet, L., Panserat, S., Corraze, G., 2006. Replacing dietary fish oil by vegetable oils has little effect on lipogenesis, lipid transport and tissue lipid uptake in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). British journal of Nutrition 96, 299-309.

Robert, M., 2014. Développement d'hydrolysats pour l'alimentation des animaux d'aquaculture : caractérisation moléculaire et fonctionnelle. Caen.

Rodier, J., Legube, B., 2009. L'analyse de l'eau. Dunod.



S

Shalaby, A., Khattab, Y., Abdel Rahman, A., 2006. Effects of Garlic (*Allium sativum*) and chloramphenicol on growth performance, physiological parameters and survival of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases* 12, 172-201.

Shiau, S.-Y., 2002. Tilapia, *Oreochromis* spp. Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture, 273-292.

Shiau, S.-Y., Chuang, J.-L., Sun, C.-L., 1987. Inclusion of soybean meal in tilapia (*Oreochromis niloticus* × *O. aureus*) diets at two protein levels. *Aquaculture* 65, 251-261.

Siddhuraju, P., Becker, K., 2003. Comparative nutritional evaluation of differentially processed mucuna seeds [*Mucuna pruriens* (L.) DC. var. *utilis* (Wall ex Wight) Baker ex Burck] on growth performance, feed utilization and body composition in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Aquaculture Research* 34, 487-500.

Siddiqui, A.Q., Howlader, M.S., Adam, A.A., 1988. Effects of dietary protein levels on growth, feed conversion and protein utilization in fry and young Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture* 70, 63-73.

Sitjà-Bobadilla, A., Peña-Llopis, S., Gómez-Requeni, P., Medale, F., Kaushik, S., Pérez-Sánchez, J., 2005. Effect of fish meal replacement by plant protein sources on non-specific defence mechanisms and oxidative stress in gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture* 249, 387-400.

Stickney, R.R., Hesby, J.H., McGeachin, R.B., Isbell, W., 1979. Growth of *Tilapia nilotica* in ponds with differing histories of organic fertilization. *Aquaculture* 17, 189-194.

T

Tacchi, L., Secombes, C.J., Bickerdike, R., Adler, M.A., Venegas, C., Takle, H., Martin, S.A., 2012. Transcriptomic and physiological responses to fishmeal substitution with plant proteins in formulated feed in farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*). *BMC genomics* 13, 1-21.



Références bibliographiques

Tacon, A., 1996. Global trends in aquaculture and aquafeed production.

Tacon, A.G., Hasan, M.R., Metian, M., 2011. Demand and supply of feed ingredients for farmed fish and crustaceans: trends and prospects. FAO Fisheries and Aquaculture technical paper, I.

Tacon, A.G., Metian, M., 2015. Feed matters: satisfying the feed demand of aquaculture. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture* 23,1-10.

Talbot, C., Rosenlund, G., 2002. Learning from the salmonid industry. Growing fish on nutrient-dense diets. *Aquafeed International* 5, 7-10.

Thilsted, S.H., James, D., Toppe, J., Subasinghe, R., Karunasagar, I., 2014. Maximizing the contribution of fish to human nutrition.

Toppe, J., Bondad-Reantaso, M.G., Hasan, M.R., Josupeit, H., Subasinghe, R.P., Halwart, M., James, D., 2012. Aquatic biodiversity for sustainable diets: The role of aquatic foods in food and nutrition security. *Sustainable diets and biodiversity*, 94-101.

Touahria, N., 2020. Effet du type d'aliment sur quelques paramètres de production de tilapia rouge dans la région de Biskra. Mémoire de master. Université de Biskra. 32pp.

Turchini, G., Francis, D., Senadheera, S., Thanuthong, T., De Silva, S., 2011. Fish oil replacement with different vegetable oils in Murray cod: evidence of an "omega-3 sparing effect" by other dietary fatty acids. *Aquaculture* 315, 250-259.

Turchini, G.M., Ng, W.-K., Tocher, D.R., 2010. Fish oil replacement and alternative lipid sources in aquaculture feeds. CRC Press.

W

Watanabe, T., 1982. Lipid nutrition in fish. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry* 73, 3-15.

Winfrey, R.A., Stickney, R.R., 1981. Effects of dietary protein and energy on growth, feed conversion efficiency and body composition of *Tilapia aurea*. *The Journal of nutrition* 111, 1001-1012.



Références bibliographiques

Wootton, J.T., Oemke, M.P., 1992. Latitudinal differences in fish community trophic structure, and the role of fish herbivory in a Costa Rican stream. *Environmental biology of fishes* 35, 311-319.

Y

Yahiaoui, S., Mouhoubi, A.E., 2016. Essai d'Analyse du Secteur de la Pêche en Algérie. Université de bejaia.

Yusuf, D.H., Suprayudi, M.A., Jusadi, D., 2016. Quality improvement of rubber seed meal diet for Nile tilapia with amino acid supplementatation. *Jurnal Akuakultur Indonesia* 15, 63-69.

Z

Zahran, E., Risha, E., AbdelHamid, F., Mahgoub, H.A., Ibrahim, T., 2014. Effects of dietary Astragalus polysaccharides (APS) on growth performance, immunological parameters, digestive enzymes, and intestinal morphology of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Fish & Shellfish Immunology* 38, 149-157.

Annexes





Annexe 1. Protocole de préparation de certains ingrédients d'aliment

1. Broyage de *Panicummombassa*.



Figure 1. *Panicum Mombassa* à l'état frais (a), sec (b) et poudre ou farine (c).

2. La fabrication de farine de poisson

La fabrication de la farine de poisson consiste en une transformation de ce dernier ou de son abat en poudre farineuse, le type de poisson utilisé pour fabriquer cette farine est un mélange selon la disponibilité des poissons (carpe, thon.....).

Pour fabriquer cette farine on procède aux étapes suivantes

- **La cuisson :**

on coupe le poisson entier en petits morceaux, puis on les dépose dans l'eau à une température modéré pendant 30 mn, de manière à briser les cellules adipeuses et à rendre plus fluide les graisses et les huiles.

- **Le pressage:**

Les poisson cuit doit être immédiatement pressés pour en extraire le plus que possible les graisses et l'eau. L'opération se fait manuellement et on obtient à la fin le gâteau et la boue (eau+huile)

- **Leséchage**

Après pressage on dépose le gâteau a sécher dans l'étuve à 50C° pendent 48h

- **Le broyage :**

Le gâteau sec est passé dans un broyeur pour avoir une farine convenablement broyée, a une belle apparence.

- **Conservation**

La farine de poisson fabriqué au laboratoire est ensuite conservée au congélateur, pour éviter la dégradation la dégradation des protéines.



Figure 2. Etapes de fabrication de la farine et de l'huile de poisson



Annexe 3. Figures





Figure 3. Etapes de préparation de l'aliment



Figure 4. Fabrication des happas



Figure 5. Préparation et mise en place du dispositif expérimental

Résumé : L'aliment est l'un des facteurs de réussite en pisciculture, dans ce contexte, un aliment expérimental a été formulés à base d'ingrédients locaux avec un taux de protéine de 32%. Un aliment commercial a été testé également en tant que témoin à titre de comparaison. Un essai de croissance a été conduit et les performances des poissons ont été évaluées en termes de croissance, utilisation des aliments et survie. La croissance et l'utilisation des aliments pour *Oreochromis Sp.* Enregistre une moyenne de 1.80 ± 0.007 % pour l'aliment expérimental et 3.06 ± 0.11 %. Pour le TCA on enregistre respectivement 2 et 1.08, l'aliment commercial présente un meilleur rendement de croissance, Le taux de survie est appréciable, et varie entre 79 et 88%. Les facteurs physico-chimiques des eaux d'élevage ont été conforme aux normes d'élevage, Sur la base des résultats obtenus, les ingrédients sélectionnés ont démontré un contenu nutritionnel intéressant pour l'alimentation du Tilapia rouge (*Oreochromis Sp.*), mais qui nécessite une reformulation et une rééquilibrage afin d'avoir une meilleure performance.

Mots-clés : Tilapia rouge, régime alimentaire, croissance, qualité des eaux.

Comparison between an experimental feed and a commercial feed and their impact on the growth of Red Tilapia (*Oreochromis Sp.*)

Abstract: Feed is one of success factors in fish farming, in this context, an experimental feed has been formulated based on local ingredients with a protein level of 32%. A commercial feed was also tested as a control for comparison. A growth test was conducted and the performance of the fish was evaluated in terms of growth, feed use and survival. Growth and feed utilization for *Oreochromis Sp.* Records an average of 1.80 ± 0.007 % for the test feed and 3.06 ± 0.11 %. For TCA there are respectively 2 and 1.08, the commercial feed has a better growth yield, The survival rate is appreciable, and varies between 79 and 88%. The physicochemical factors of the rearing water complied with rearing standards, Based on the results obtained, the selected ingredients demonstrated an interesting nutritional content for feeding red Tilapia (*Oreochromis Sp.*), but which requires reformulation and rebalancing in order to have a better performance.

Keywords: Red tilapia, diet, growth, water quality.

مقارنة بين العلف التجريبي والعلف التجاري وتأثيرهما على نمو البلطي الأحمر (*Oreochromis Sp.*)

المخلص: يعتبر العلف أحد عوامل النجاح في تربية الأسماك ، وفي هذا السياق ، تم تصنيع علف تجريبي على أساس المكونات المحلية بمستوى بروتين 32%. كما تم اختبار العلف التجاري على أنه الشاهد لمقارنة. تم إجراء اختبار النمو وتقييم أداء الأسماك من حيث النمو واستخدام العلف والبقاء على قيد الحياة. النمو واستخدام العلف لـ *Oreochromis Sp.* يسجل معدل 1.80 ± 0.007 % لتغذية الاختبار و 3.06 ± 0.11 % بالنسبة لـ TCA هناك 2 و 1.08 على التوالي ، فإن العلف التجاري له عائد نمو أفضل ، ومعدل البقاء على قيد الحياة ملحوظ ، ويتراوح بين 79 و 88%. تتوافق العوامل الفيزيائية والكيميائية لمياه التربية مع معايير التربية ، بناءً على النتائج التي تم الحصول عليها ، أظهرت المكونات المختارة محتوى غذائيًا مثيرًا للاهتمام لتغذية البلطي الأحمر (*Oreochromis Sp.*) ، ولكن الأمر يتطلب إعادة التركيب وإعادة التوازن من أجل الحصول على أداء أفضل.

الكلمات المفتاحية: البلطي الأحمر ، النظام الغذائي ، النمو ، جودة المياه.