

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



## Mémoire de MASTER PROFESSIONNEL

**Domaine** : Sciences de la nature et de la vie

**Filière** : Hydrobiologie marine et continentale

**Spécialité** : Aquaculture

### *Thème*

**Introduction de *Panicum virgatum* dans  
l'alimentation de *Tilapia rouge* (*Oreochromis Sp.*)  
et son impact sur la croissance**

*Présenté par* : M<sup>elle</sup> : GOUARH KALTOUM  
M<sup>elle</sup> : MEFLAH SAKINA

**Soutenu publiquement le : 30/09/2018**

**Devant le jury :**

M. IDDER T.	MCA	Président	U. K. M. OUARGLA
Mme HIDOUCI S	MCB	Promoteur	U. K. M. OUARGLA
Mme KHRELLOU M.	Attaché de recherché	Co-Promoteur	CRSTRA Touggourt.
Mme MADACHE S.	MAA	Examinatrice	U. K. M. OUARGLA

**Année Universitaire : 2017 /2018**

## *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail :*

*A celui qui est pour moi le symbole de la force et l'assistance. Dans un milieu riche en connaissance et qui m'a appris le sens de la fierté*

*A mon père*

*A celle qui m'a toujours entouré de tendresse. Pour ses prières, ses conseils et son soutien constant.*

*A ma chère mère*

*A mes frères*

*A mes sœurs*

*A tous mes Ami(e)s*

*A toutes les personnes qui ont participé à l'élaboration de ce travail (Karam, Omar, Ahmad, Jamal, Fatima, Massouda)*

*A tous les étudiants du département de Biologie et surtout de l'aquaculture.*

*Toutes les étudiant du département de biologie et surtout de l'aquaculture.*

*Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude,  
L'amour, le respect, la reconnaissance que je porte dans mon cœur*

*Et a tous ceux que j'aime dans ma vie*

*Kaltoum Gouarah*

## *Dédicaces*

*Je dédie ce mémoire à :*

*À mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,*

*Mes frères et sœurs, pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral,*

*À toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire,*

*À tous mes collègues de l'université, en particulier mes collègues d'aquaculture, en 2018*

*À mes chers amis Hajar Zeinab Iman Amina et Mabrouka*

*Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut...*

*Merci à tous d'être toujours là pour moi*

*L'amour, le respect, la reconnaissance que je porte dans mon cœur à*

*Tous ceux que j'aime dans ma vie*

*SAKINA MEFLAH*

## Remerciements

*Ce travail est réalisé dans le cadre de l'obtention d'un master en aquaculture, la partie expérimentale a été effectuée au niveau du Centre national de Recherche et de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture, station Ouargla.*

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

*Nous remercions très vivement Mme S. HIDOUCI (MCB à l'U. K. M. Ouargla) qui nous a honoré d'être notre promotrice, les observations apportées au manuscrite ont contribué à le rendre plus concis et explicite, pour ses précieux conseils, sa compétence, sa patience. Nous la prions de bien vouloir accepter l'expression de notre profonde gratitude et considération.*

*Nous remercions également Mme M. KHRELOU (attaché de recherche au CRSTRA Touggourt). en qualité de co-promoteur, qui a mis à notre disposition les moyens techniques d'analyse de protéine.*

*Nous exprimons nos vifs remerciements à M. IDDER T., Professeur au département des Sciences biologique à l'université KasdiMerbah, Ouargla, qui malgré ses nombreuses responsabilités, nous a fait l'honneur de présider notre jury.*

*Nos remerciements les plus profonds sont adressés à Madame S. MADACHE (MAA au département des Sciences biologique à l'U.K.M. Ouargla) pour avoir accepté d'examiner ce travail.*

*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 la matière première «Panicum virgatum» et d'apporter son aide et ses connaissances sur sa culture.*

*Nous remercions vivement Mr M. HAMIDAT (Chef de station du CNRDPA Ouargla) qui nous a bien accueillis au sein de son établissement et pour sa collaboration tout au long du stage.*

*Nos vives gratitude s'adressent au staff technique du CNRDPA : Mme H. GUERIDA, Mr F. BEN YETTOU, Mme R. BEN HEBIRECHE, pour leurs aides, leurs disponibilités et leurs précieux conseils.*

*A tous les Enseignants de la filière hydrobiologie marine et continentale, pour leur dévouement à nous transmettre l'information utile, qu'ils trouvent ici notre profonde gratitude.*

*A toute personne qui de près ou de loin a contribué à la réalisation de ce travail, merci.*

## *LISTE DES FIGURES*

N°	Titre	Page
<b>01</b>	Morphologie externe de tilapia rouge ( <i>OreochromisSp.</i> )	6
<b>02</b>	<i>Panicum virgatum</i>	13
<b>03</b>	Répartition géographique du <i>Panicum virgatum</i>	14
<b>04</b>	Tilapia rouge adulte ( <i>Oreochromissp.</i> )	18
<b>05</b>	Dispositif expérimental d'élevage	19
<b>06</b>	<i>Panicum virgatum</i> «variété capillaire» de la ferme khabeb d'El Oued	20
<b>07</b>	Mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau d'élevage	21
<b>08</b>	La ration alimentaire de chaque repas des alevins des 4 aquariums	22
<b>09</b>	Contrôle hebdomadaire de la croissance	22
<b>10</b>	Variation de la température de l'eau d'élevage durant la période d'étude	25
<b>11</b>	Variation de l'oxygène dissous des eaux d'élevage durant l'expérience	26
<b>12</b>	Variation du pH des eaux d'élevage durant la période d'étude	26
<b>13</b>	Suivi de la salinité des eaux d'élevage au cours de la période d'étude	27
<b>14</b>	Variation du poids moyen des alevins <i>Oreochromissp.</i> durant la période d'étude	30
<b>15</b>	Relation finale entre la longueur et le poids d' <i>OreochromisSp</i>	33
<b>16</b>	Variation du taux de croissance spécifique (T.C.S) des alevins d' <i>Oreochromis. Sp.</i> durant la période d'étude	34
<b>17</b>	Variation du taux de croissance spécifique ou TCS des alevins d' <i>Oreochromis. Sp.</i> nourris par les différents régimes alimentaires	34
<b>18</b>	Variation du gain moyen de poids journalier(GMPJ) des alevins d' <i>Oreochromis. Sp.</i> durant la période d'étude	35
<b>19</b>	Variation Taux de conversion alimentaire (T.C.A.) des alevins d' <i>Oreochromis. Sp</i> durant la période d'étude	37

## *LISTE DES FIGURES D'ANNEXE*

<b>N°</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>01</b>	Broyage des ingrédients	62
<b>02</b>	<i>Panicum virgatum sec et en poudre</i>	62
<b>03</b>	Préparation et conditionnement de l'aliment	63
<b>04</b>	Poisson rouge ( <i>Oreochromis</i> Sp.)	63
<b>05</b>	Multi paramètre de terrain pour dosage physico-chimique de l'eau	64
<b>06</b>	Préparation de la farine de poisson	65
<b>07</b>	Préparation de la farine de bleu panic	66

## *LISTE DES TABLEAUX*

<b>N°</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>01</b>	Limites de tolérance et référendum physico-chimique d' <i>O.niloticus</i>	7
<b>02</b>	Teneur en protéine des ingrédients utilisés	20
<b>03</b>	Proportions des différents ingrédients composant les 4 régimes expérimentaux	20
<b>04</b>	Moyennes et écart-types des paramètres physico-chimiques des eaux d'élevage	27
<b>05</b>	Performance de croissance des alevins d' <i>OreochromisSp</i> recevant les 04 régimes alimentaires expérimentaux	28
<b>06</b>	Comparaisons multiples par paires des poids moyens des alevins nourris par les différents régimes alimentaires durant la période d'étude	30
<b>07</b>	Comparaisons multiples par paires des poids moyens des alevins de tilapia en fonction des semaines	31
<b>08</b>	Relation Taille-Poids initiale des alevins <i>Oreochromis .Sp</i> nourri avec différents régimes alimentaire	31
<b>09</b>	Relation Taille - Poids finale des alevins <i>Oreochromis .Sp</i> nourris avec différents régimes alimentaire	32
<b>10</b>	Analyse des différences du gain moyen de poids journalier(GMPJ) des alevins en fonction de semaine	36

## *LISTE DES TABLEAUX D'ANNEXE*

<b>N°</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>01</b>	La température de l'eau d'élevage durant la période d'étude	60
<b>02</b>	L'oxygène dissous des eaux d'élevage durant la période d'étude	60
<b>03</b>	pH des eaux mesuré durant la période d'étude	60
<b>04</b>	Salinité des eaux d'élevage durant la période d'étude	61

## *LISTE DES ABREVIATIONS*

<b>AAI</b>	Acide amine indispensable
<b>an</b>	Année
<b>ha</b>	Hectare
<b>t</b>	Tonne
<b>MS</b>	Matière suspension
<b>CNRDPA</b>	centre national de recherche et de développement de la pêche et de l'aquaculture
<b>S</b>	Semaine
<b>R1</b>	Régime alimentaire à 0% de <i>Panicum virgatum</i>
<b>R2</b>	Régime alimentaire à 20% de <i>Panicum virgatum</i>
<b>R3</b>	Régime alimentaire à 40% de <i>Panicum virgatum</i>
<b>R4</b>	Régime alimentaire à 70% de <i>Panicum virgatum</i>
<b>Pmi</b>	Poids moyen initial
<b>Pmf</b>	Poids moyen final
<b>TS</b>	Taux de survie
<b>GMPJ</b>	Gain moyen de poids journalier
<b>TCS</b>	Taux de croissance spécifique
<b>IC</b>	L'indice de consommation
<b>T</b>	Température
<b>OD</b>	Oxygen dissous
<b>S</b>	Salinité
<b>°C</b>	degré Celsius
<b>psu</b>	Parctical salinity unit

## Summair

Introduction.....	1
1. Généralité.....	4
1.1.Biologie et écologie des tilapias en particulier le tilapia rouge :.....	4
1.1.1.Taxinomie, morphologie et exigences écologiques.....	4
1.1.2.Exigences écologiques.....	6
1.1.3.Répartition géographique.....	8
1.1.4.Croissance.....	8
1.1.5.Régime alimentaire.....	9
1.2. L'aliment en aquaculture.....	9
1.2.1.Introduction des farines d'origine végétale dans l'alimentation des poissons.....	10
1.2.2.Composition des farines d'origine végétale.....	10
1.3. Ingrédients végétales potentiel pour l'alimentation d'Oreochromis sp. ....	11
1.3.1.Panicum virgatum.....	11
1.3.1.1. Présentation et systématique.....	12
1.3.1.2. Origine et répartition.....	14
1.3.1.3. Ecologie.....	14
1.3.1.4. Production et récolte.....	15
1.3.1.5. Valorisation et usages.....	15
2.Matériel et méthodes.....	18
2.1.Site d'étude.....	18
2.2.Origine et choix des poissons.....	18.
2.3.Matériel et dispositif expérimental.....	19
2.4.Formulation d'aliment.....	19
2.5.Analyse de l'eau.....	21
2.6.Nourrissage des poissons.....	21
2.7.Suivi de la croissance et calcul des paramètres zootechniques.....	22
2.8.Analyse statistique.....	23
3.RESULTATS.....	25
3.1.Paramètres physico-chimiques.....	25
3.1.1. Température.....	25
3.1.2. Oxygène dissous.....	25
3.1.3. pH.....	26
3.1.4. Salinité.....	27

3.2.Paramètres de croissance.....	28
3.2.1.Taux de survie.....	29
3.2.2.Poids moyen .....	29
3.2.3.Taux de croissance spécifique (TCS).....	33
3.2.4.Gain moyen du poids journalier (G.M.P.J).....	35
3.2.5.Taux de conversion alimentaire (T.C.A.).....	37
4. Discussion .....	39
Conclusion .....	44
Références bibliographiques .....	46
Annexe .....	61

## Introduction de *Panicum virgatum* dans l'alimentation de Tilapia rouge (*OreochromisSp.*) et son impact sur la croissance

**Résumé :** Quatre régimes expérimentaux contenant 0, 20, 40 et 70% de farine de *Panicum virgatum* ont été formulés. 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.* ont varié de 2,14% à 2,56% et de 1,03 à 1,04 respectivement, et ont été similaires pour les R1, R2 et R3 expérimentaux, mais pas pour le R4. La diète de 20% de *Panicum virgatum* présente le meilleur rendement de croissance, suivie par celle de 40% et 0%, les performances de croissance des poissons nourris avec le régime à 70% de *Panicum virgatum* étaient les plus faibles, ce qui pourrait être dû aux facteurs antinutritionnels présents dans cet aliment à cause de la forte concentration du panicum introduite. Le taux de survie est excellent, et varie entre 90 et 97%, témoignant l'adaptation des poissons aux régimes. Les facteurs physico-chimiques des eaux d'élevage ont été conforme aux normes d'élevage, sauf pour la température qui n'était pas à son optimum et qui pourrait affecter le taux de croissance. Sur la base des résultats obtenus, les ingrédients sélectionnés ont démontré un contenu nutritionnel intéressant pour l'alimentation du Tilapia rouge (*Oreochromis Sp.*), indiquant ainsi leur potentiel en tant qu'ingrédients de substitution dans la formulation des aliments pour poissons, cette dernière peut être améliorée.

**Mots-clés :** *Panicum virgatum*, Tilapia rouge, régime alimentaire, croissance.

## ادخال *Panicum virgatum* في النظام الغذائي للبلطي الأحمر (*OreochromisSp.*) وأثره على النمو

**ملخص:** أربعة علائق تجريبية تحتوي على 0، 20، 40 و70% من طحين *Panicum virgatum*. تم إجراء اختبار للنمو وتم تقييم أداء الأسماك من حيث النمو واستخدام الأعلاف والبقاء على قيد الحياة. نمو واستخدام الأعلاف ل *Oreochromis Sp.* تراوحت من 2.14% إلى 2.56% و 1.03 إلى 1.04 على التوالي، وكانت متشابهة التجارب R1 و R2 و R3، ولكن ليس ل R4. النظام الغذائي لل 20% لديه أفضل أداء النمو، تليها 40% و0%. كان أداء نمو الأسماك التي تم تغذيتها بنسبة 70% من *Panicum virgatum* هو الأدنى، وهو ما قد يرجع إلى العوامل المضادة للتغذية الموجودة في هذه الأعلاف بسبب التركيز المرتفع. معدل البقاء على قيد الحياة ممتاز، وتتراوح بين 90 و97%، مما يشير إلى تكيف الأسماك مع الوجبات الغذائية. كانت العوامل الفيزيائية الكيميائية للمياه المستزرعة تتماشى مع معايير التربية السمكية، باستثناء درجة الحرارة التي لم تكن مثالية والتي يمكن أن تؤثر على معدل النمو. استنادا إلى النتائج التي تم الحصول عليها، أظهرت المكونات المختارة محتوى غذائي هام لتغذية البلطي الأحمر (*Oreochromis Sp.*)، مشيرا إلى إمكاناتهم كمكونات بديلة في صياغة تغذية الأسماك، والتي يمكن تحسينها

**الكلمات المفتاحية:** *Panicum virgatum*، البلطي الأحمر، النظام الغذائي، النمو

*Panicum* :

## Introduction of *Panicum virgatum* in the diet of red Tilapia (*OreochromisSp.*) And its impact on growth

**Abstract:** Four experimental diets containing 0, 20, 40 and 70% *Panicum virgatum* flour were formulated. A growth test was conducted and fish performance was evaluated in terms of growth, feed utilization and survival. Growth and feed utilization for *Oreochromis Sp.* Ranged from 2.14% to 2.56% and 1.03 to 1.04 respectively, and were similar for experimental R1, R2 and R3, but not for the R4. The 20% diet of *Panicum virgatum* showed the best growth performance, followed by 40% and 0%, the growth performance of fish fed with the 70% *Panicum virgatum* diet was the lowest, which could be due to the antinutritional factors present in this food because of the high concentration of the introduced Panicum. The survival rate is excellent, and varies between 90 and 97%, indicating the adaptation of fish to diets. The physicochemical factors of the farmed water were in keeping with the standards of breeding, except for the temperature which was not at its optimum and which could affect the rate of growth. On the basis of the results obtained, the selected ingredients have demonstrated an interesting nutritional content for feeding Red Tilapia (*Oreochromis Sp.*), thus indicating their potential as substitute ingredients in the formulation of fish feed, the latter can to be improved.

**Keywords:** *Panicum virgatum*, red tilapia, diet, growth.

# Introduction



## Introduction

Le tilapia, en raison de sa grande capacité d'adaptation à un large éventail de conditions physiques et environnementales sa capacité de se reproduire sa résistance relative au stress et aux agents pathogènes comparé aux autres espèces de poissons d'élevage sa bonne qualité de chair et l'excellent taux de croissance sur une grande variété de régimes naturels et artificiels sont les espèces les plus abondamment cultivées dans le monde. Ils sont actuellement cultivés dans pratiquement tous les types de systèmes de production, dans les eaux douces et salées et dans les climats tropicaux, subtropicaux et tempérés (*Welkeretlim, 2011*). Ils sont le deuxième poisson d'eau douce le plus cultivé au monde (après la carpe) (*FAO, 2018*).

Cependant, ils sont de plus en plus reconnus comme les espèces de choix pour l'aquaculture intensive et sont susceptibles de devenir le poisson d'élevage le plus important au monde (*Lim et webster., 2006*). Plusieurs espèces de tilapia sont cultivées commercialement, mais le tilapia du Nil (*Oreochromisniloticus*) et divers hybrides (*OreochromisSp.*) sont les espèces de culture prédominantes dans le monde (*FAO, 2018*).

Dans l'industrie de l'aquaculture, le coût des aliments pour les animaux représente environ 40 à 50% du coût total d'exploitation (*Shang, 1992*) et la farine de poisson est la principale source de protéines utilisée dans de nombreuses préparations commerciales d'aliments pour poissons. On sait que la farine de poisson contient le profil d'acides aminés essentiels nécessaires pour répondre aux besoins en protéines de la plupart des espèces de poissons (*Wilson et al., 1989*) et constitue une bonne source de vitamines et de facteurs de croissance (*Tacon, 1993*). Cependant, le coût élevé de la farine de poisson, associé à une offre insuffisante, a rendu nécessaire la substitution d'ingrédients alternatifs à faible coût.

Les protéines végétales sont des ingrédients potentiels pour remplacer la farine de poisson dans la préparation des aliments pour poissons. De nombreuses sources végétales sont assez riches en protéines et présentent des profils d'acides aminés essentiels favorables, mais elles manquent d'un ou de plusieurs acides aminés essentiels (*Soltanet al., 2008*). Par conséquent, ces ingrédients doivent être 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*).

Certaines études ont souligné qu'un mélange de sources de protéines végétales est plus approprié pour obtenir un profil d'acides aminés adéquat par rapport à l'incorporation d'une seule source de protéines végétales (*Watanabe et al., 1995 ; Regost et al., 1999*).

Dans ce contexte, nous avons procédé à l'introduction de *Panicum virgatum*, plante à taux de protéine intéressant, dans 4 régimes alimentaires avec différentes concentrations destinée au tilapia rouge (*OreochromisSp.*) et évaluer ses effets sur la croissance.

Méthodologiquement, cette étude est organisée en quatre parties essentielles qui sont :  
**Parties 1** : Des généralités sur le Tilapia rouge (*OreochromisSp.*), sur l'alimentation en aquaculture et sur les alternatifs végétaux, entre autre le *Panicum virgatum*.

**Parties 2** : Le partie expérimentale expliquant la conduite d'élevage et la préparation d'aliment.

**Parties 3** : Présentation des résultats obtenus

**Parties 4** : Discussion et interprétation résultats.

Généralité



## 1. Généralité

### 1.1. Biologie et écologie des tilapias en particulier le tilapia rouge :

#### 1.1.1. Taxinomie, morphologie et exigences écologiques :

Le terme Tilapia est en général utilisé pour désigner l'important groupe élevé à des fins commerciales appartenant à la famille des Cichlidés. Cette expression est d'origine africaine du mot « thiape » qui veut dire poisson (**Chapman, 2003**).

Les poissons Cichlidae sont très répandus en Afrique où ils se rencontrent en eaux douces et en eaux saumâtres. Ils sont très consommés et quelques espèces, telles que *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis macrochi*, *Oreochromis mossambicus*, *Tilapia rendalli* et *Tilapia zilli* font l'objet d'élevage dans certains pays (**Falla et al., 2000**).

Les Cichlides se distinguent des autres familles par un groupe de caractères nets : une écaille très développée à l'aisselle des pelviennes, l'absence des dents au plafond buccal, des os pharyngiens inférieurs plus ou moins unis sur la ligne médiane (**Lazard 1990**).

Aussi les espèces de cette famille se reconnaissent aisément par:

- os operculaire non épineux,
- corps comprimé latéralement, couvert essentiellement d'écailles cycloïdes et parfois d'écailles cténoïdes,
- longue nageoire dorsale à partie antérieure épineuse,
- nageoire anale avec au moins les 3 premiers rayons épineux.
- macules (taches) blanches entre les rayons des nageoires impaires, ainsi qu'une coloration générale grise avec des flancs rosâtres, voir rouge sont des signes caractéristiques chez l'adulte (**Berg, 1958 ; Fischer et al., 1987; Arrignon, 2000 ;Longy, 2003**).

Certains taxonomistes s'accordaient à diviser la tribu des Tilapiinés en 4 genres en se basant non seulement sur les caractères anatomiques, mais aussi, originalité en taxonomie, sur le comportement reproducteur et la nutrition (**Trewavas 1983; Kullaner, 1998**), les plus connus sont :

- *Oreochromis*: incubation buccale avec garde uniparentale maternelle, ils sont en plus planctonophages.



- Sarotherodon: incubation buccale avec garde biparentale ou parentale, ils sont planctonophages.
- Tilapia : incubation des œufs sur substrat avec garde biparentale (couple), ils sont macrophytophages.

Les Tilapias sont classés comme suit (**Trewavas, 1983**) :

Règne :Animalia

Embranchement :Chordata

Super-classe :Osteichthyes

Classe :Actinopterygii

Sous-classe: Neopterygii

Infra-classe: Teleostei

Ordre :Perciformes

Sous-ordre :Labroidei

Famille: Cichlidae

Le tilapia rouge « *Oreochromis Sp.* »est une espèce hybride (fig. 1), ces lignées génétiques ont été dérivées à partir de quelques exemples de Tilapia de Java (*Oreochromis mossambicus*) dans les années 80 (**Daniel et al., 2007**).

Ces poissons présentent des couleurs assez variées, comme le rouge, l'orange ou le jaune. Le Tilapia rouge a une croissance rapide, similaire à celle du Tilapia du Nil. Mais ils sont moins prolifiques que les poissons gris lors de la reproduction (**Daniel et al., 2007**). Par la suite, le meilleur des hybrides a été croisé d'une part, avec l'*Oreochromis niloticus*, choisipour grande capacité reproductrice et d'autre part, avec l'*Oreochromis aureus*, sélectionné pour sarusticité. De ces croisements est né le Red Florida appelé localement le Gueule Rouge, rassemblant les caractères biologiques de ses parents : couleur rouge, bonne croissance, capacité reproductrice et rusticité (**Beveridge et al., 2000**).

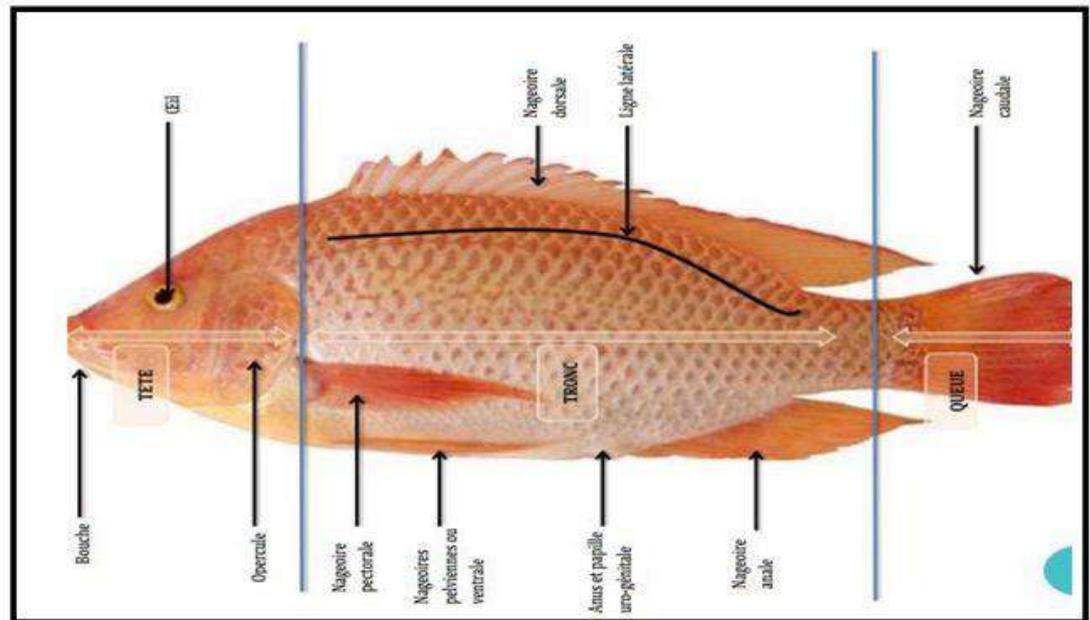
Les Tilapias rouges sont visibles dans l'eau et vulnérables aux attaques d'oiseaux prédateurs.

Ils possèdent un corps ovale élevé et comprimé latéralement d'une couleur rouge et orange sur la poitrine et flancs. Il 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 Pauly, 2003**).



**Figure 1.** Morphologie externe de tilapia rouge (*Oreochromis Sp.*)

.(Source : RESSOURCES-ENSEIGNANTS-Aquaculture-continentale).

### 1.1.2.Exigences écologiques :

Toutefois bon nombre de facteurs écologiques sont connus pour avoir une influence sur la reproduction des poissons dont celle d'*Oreochromis Sp.* Ce sont notamment, le niveau d'eau, les précipitations, la température, la conductivité, le pH et la transparence.

Les limites de tolérances des paramètres physico-chimiques d'*Oreochromis Sp.* sont représentées dans le tableau ci-dessous :



**Tableau 1.** Limites de tolérance et référendum physico-chimique d'*O.niloticus* (FAO, 2002).

Paramètres	Limites de tolérance	Remarques	Références
T (°C)	6.7 - 42	Valeurs extrêmes lors d'acclimatation progressive	DENZER, 1967 LEE, 1979
	21 - 30	Température requise pour le développement des caractères sexuels secondaires et la reproduction. Température de croissance	HUET, 1970 FRYER et ILES, 1972 LIETAR, 1984
O <sub>2</sub> (mg/l)	0.1	Survie quelques heures en spiromètre	MAGID et BABIKER, 1975
	2-4	Survie des alevins	WELCOMME, 1967
	< 25% de saturation	Réduction dans la vitesse de croissance	RAPPAPORT et al, 1976
Salinité (‰)	< 29	Reproduction possible en eaux naturelles concentration létale	KIRK, 1972
	12.5	déterminée expérimentalement	PUKUSHO, 1969
Ph	5 - 11	Limites de tolérance	CHERVINSKI, 1982
	7 – 8	Valeurs recommandées pour l'élevage.	HUET, 1970
Alcalinité (mg/l CaCO <sub>3</sub> )	< 175	Action indirecte via la productivité de l'étang	HUET, 1970
NH <sub>3</sub> -N (mg/l)	< 2.3	Valeurs létales	BALARIN et HALLER, 1979
	< 0.5	Au-delà, affections des branchies et mortalité si chute d'O <sub>2</sub> ou manipulations fréquentes des poissons.	
NO <sub>2</sub> -N (mg/l)	< 2.1	Concentration létale (CL 50) au-delà de 2.1 mg/l.	BALARIN et HATTER, 1982



### 1.1.3. Répartition géographique :

La distribution géographique d'une espèce (animale ou végétale) est fortement liée à ses exigences écologiques.

La famille des Cichilidae est largement répartie dans les eaux douces et saumâtres en Afrique (900 espèces), l'Amérique du Sud (290 espèces), l'Amérique central (95 espèces), Madagascar (17 espèces), l'île d'Hispaniola (4 espèces), Cuba (4 espèces), les côtes Ouest indiennes (3 espèces), Sri Lanka (3 espèces) Iran (une seule espèce) (**Kullander, 1998**). Une seule espèce vit dans les eaux marines *Tilapia guineensis* (**Gunther, 1862**).

Certaines espèces sont largement introduites dans plusieurs pays en dehors de ses aires naturelles de répartition (**Contreras-Balderas et Escalante-Cavazos, 1984 ; Williams et al., 1989 ; Vitule et al., 2009; Lazard et Levêque, 2009; Lazard, 2013**). En Colombie, les espèces les plus commercialement cultivées sont le tilapia rouge ou thon rouge (*Oreochromis sp.*), le Tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*) et mojarra noir (*Oreochromis mossambicus*) (**Mckaye et al., 1995**).

Le Tilapia rouge est largement distribué dans les régions tropicales et subtropicales d'Afrique et d'Eurasie. En Afrique, sa distribution s'étend du Maroc en Egypte. Cette espèce a été signalée également au Cote d'Ivoire, Nigeria, Congo, et l'Afrique central (**El- Shazly, 1993**). Elle s'est introduite en Ethiopie, Erythrée, Madagascar, Tanzanie, Hawaï, Japon, Philippines, Singapour et les Etats Unis (**Negassa, 2004**).

### 1.1.4. Croissance :

En général, *Oreochromis Sp.* a une croissance similaire à celle d'*Oreochromis niloticus*, elle est connue pour sa croissance rapide et présente un indice de croissance plus performant que les autres espèces du genre (**Frimpong et al., 2014**), sa durée de vie étant relativement courte (6 à 8 ans) (**Pauly et al. 1988 ; Ipungu et al., 2015**). La vitesse de croissance de ce poisson est extrêmement variable d'un milieu à l'autre, ce qui signifie que la taille maximale est plus dépendante des conditions environnementales que d'éventuelles différences génétiques (**Toguyeni, 1996; Trintignac et al., 2013**). Dès que les individus atteignent l'âge de maturité, les sujets mâles présentent une croissance plus rapide



que les femelles et atteignent une taille nettement supérieure, dans de petites surfaces (Lowe-Mc Connell, 1982).

### 1.1.5. Régime alimentaire :

C'est une espèce phytoplanctonophage, c'est-à-dire qui se nourrit principalement de phytoplancton et qui peut aussi ingérer des algues bleues, du zooplancton, des sédiments riches en bactéries et en diatomées, ainsi que des aliments artificiels (Huchette et Beveridge, 2003 ; Lacroix, 2004 ; Ouattara et al., 2009; Avit et al., 2012).

Mais en milieu artificiel cette espèce est pratiquement omnivore valorisant divers déchets agricoles (tourteaux d'oléagineux, drèches de brasserie, etc.) (Ouedraogo, 2000; Azaza et al., 2006; Ble et al., 2011; Bamba et al., 2015), tirant partie des excréments de porcs ou de volailles, de déchets ménagers (Mikolasek et al., 2009; Ipungu et al., 2015), acceptant facilement des aliments composés sous forme de granulés (Lazard, 2009). Cette capacité d'adaptation à divers aliments et déchets est phénoménale et est à la base de sa haute potentialité pour la pisciculture. (Kestmont et al., 1989).

### 1.2. L'aliment en aquaculture :

L'aquaculture est actuellement l'un des secteurs de l'agriculture et de l'industrie alimentaire pour animaux qui progresse très rapidement, La production d'aliments aquacoles lance plusieurs défis aux conceptions traditionnelles de production alimentaire, à cause du milieu aquatique dans lequel les aliments doivent être livrés et ingérés, et à cause des petites dimensions et de la variété des animaux élevés (Akimaya et Hunter, 2000; Tacon et Forster, 2000).

Un aliment aquacole complet est composé de plusieurs ingrédients, mélangés dans des proportions déterminées pour se compléter les uns les autres et former un régime alimentaire nutritionnellement complet (Barrows et Hardy, 2000).

Déférentes contraintes doivent être prises en compte autant à l'étape de la formulation qu'à celle de la fabrication. En effet, l'aliment aquacole doit être adapté aux animaux ciblés. Il doit prendre en compte l'espèce, le stade physiologique, les besoins nutritionnels ainsi que le comportement alimentaire



de chaque animal. Ainsi, il doit non seulement être adapté en terme de composition nutritionnelle mais aussi en terme de texture et de taille (**Marie, 2014**).

Pour répondre à ces contraintes, le choix des matières premières ainsi que celui du procédé de fabrication sont primordiaux. La formulation des aliments aquacoles est fondée en premier lieu sur l'apport des nutriments nécessaires à l'animal. Ils contiennent une source de protéines (farines de poisson et/ou d'origine végétale et/ou d'origine animale), une source de lipides (huiles de poisson et/ou d'origine végétale et/ou d'origine animale) une source de glucides ainsi que des mélanges de vitamines et de minéraux. Outre ces ingrédients principaux, les aliments aquacoles contiennent des additifs visant à compléter le profil nutritionnel, à améliorer l'appétence de l'aliment, à assurer sa stabilité et à améliorer sa texture (**Luquet et Moreau 1989**).

### **1.2.1. 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, la proportion de farines de poisson dans les aliments a considérablement diminué, 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 et al., 2011**).

Aujourd'hui les ingrédients principaux sont les farines ou dérivés d'origine végétale (farine de soja, tourteaux et farines de graines oléagineuses, farine de feuilles, céréales et sous-produits ainsi que les huiles végétales) (**Hasan et Halwart, 2009**). Actuellement, les aliments destinés au bar peuvent contenir jusqu'à 80% de protéines d'origine végétale.

### **1.2.2. Composition des farines d'origine végétale :**

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 (**Medale et Kaushik, 2009**).



Pour la plupart des farines d'origine végétale, le taux de protéines (30-40%) est bien plus faible que celui des farines de poisson. Outre, une teneur en protéines plus faible, ces matières premières possèdent un profil en AAI moins adapté aux besoins des poissons (**Guillaume et al., 1999**)

Ils contiennent également de nombreuses molécules qui freinent la digestion ou l'utilisation métabolique des nutriments, appelées facteurs antinutritionnels (**Makkar, 1993**).

### **1.3. Ingrédients végétales potentiel pour l'alimentation d'Oreochromis sp. :**

Les matières premières d'origine végétale sont nombreuses. Une large gamme d'ingrédients végétaux est déjà prospectée pour remplacer la farine de poisson. Les aliments commerciaux actuels contiennent de 30 à 40 % de produits de source végétale.

Ce sont des oléagineux comme le colza, le tournesol et le soja ou des protéagineux tels que le pois, la féverole ou le lupin ou encore des coproduits de céréales comme le gluten. Le potentiel de fourrages déshydratés qui a été exploré pour certaines espèces (luzerne), d'autres pas encore (**IFREMER, 2008**).

Parmi les fourrages non ou peu exploités on cite le panic érigé « *Panicum virgatum* ».

#### **1.3.1. Panicum virgatum :**

*Panicum virgatum* L., bien connu sous le nom de Panic érigé, est une culture vivace des saisons chaudes qui gagne en popularité en tant que production de matière première dans des terres érosives pauvres (**McLaughlin et Walsh, 1998 ; Sanderson et al., 2004**).

Le panic érigé est divisé en deux écotypes : a) les basses terres, adaptées aux conditions humides et aux basses latitudes, et b) les hautes terres, adaptées aux conditions plus sèches et aux latitudes plus élevées (**Moser et Vogel, 1995 ; Casler, 2012; Aurangzaib, 2015**). Cette culture est particulièrement caractérisée par des taux de croissance élevés (**Piscioneri et al., 2001**) et un système d'enracinement profond (**Liebig et al., 2005**) contribuant à l'accumulation de matière organique dans le sol et à la séquestration du carbone (**Ma et al., 2000**). Lors du développement complet de la plante, la biomasse



souterraine est similaire ou même supérieur à la biomasse aérienne (Frank et al., 2004; Ma et al., 2001).

### 1.3.1.1. Présentation et systématique :

Le *panicum virgatum* est une graminée rhizomateuse vivace, profondément enracinée (fig. 2C), dont la croissance commence à la fin du printemps. Il peut atteindre jusqu'à 2,7 m de haut. Les feuilles ont une longueur de 30-90 cm et une nervure médiane proéminente. Ses fleurs ont une panicule bien développée, souvent jusqu'à 60 cm de longueur (fig.2A), et elle porte une bonne récolte de graines. Les graines mesurent de 3 à 6 mm de longueur et jusqu'à 1,5 mm de largeur (fig. 2B) et sont développées à partir d'un épillet à une seule fleur. Les deux glumes sont présentes et bien développées. À maturité, les graines prennent parfois une teinte rose ou terne-pourpre, et deviennent dorées avec le feuillage de la plante à l'automne (Grahametal., 1997).

Le *panicum virgatum* est à la fois une plante vivace et une plante qui s'auto-ensemence, ce qui signifie que les agriculteurs n'ont pas à planter et réensemencer après la récolte annuelle. Une fois établi, un peuplement de panicum peut survivre pendant dix ans ou plus. Contrairement au maïs, le panic érigé peut pousser sur des terres marginales et nécessite des niveaux relativement modestes d'engrais chimiques. Dans l'ensemble, il s'agit d'une culture à faible utilisation d'intrants et à faible consommation d'intrant pour la production de bioénergie à partir de terres agricoles (Slim et al., 2010).

Ce genre appartient à la famille des Poaceae, composée de plus de 12000 espèces réparties en plus de 700 genres.



**Règne:** Plantae

**Sous-règne :** Tracheobionta

**Division:** Magnoliophyta

**Classe :** Liliopsida

**Sous-classe:** Commelinidae

**Ordre :** Cyperales

**Famille:** Poaceae

**Sous-famille:** Panicoideae

**Super-tribu :** Panicodae

**Tribu:** Paniceae

**Sous-tribu:** Panicinae

**Genre:** Panicum

**Espèce** *Panicum virgatum* L. 1735



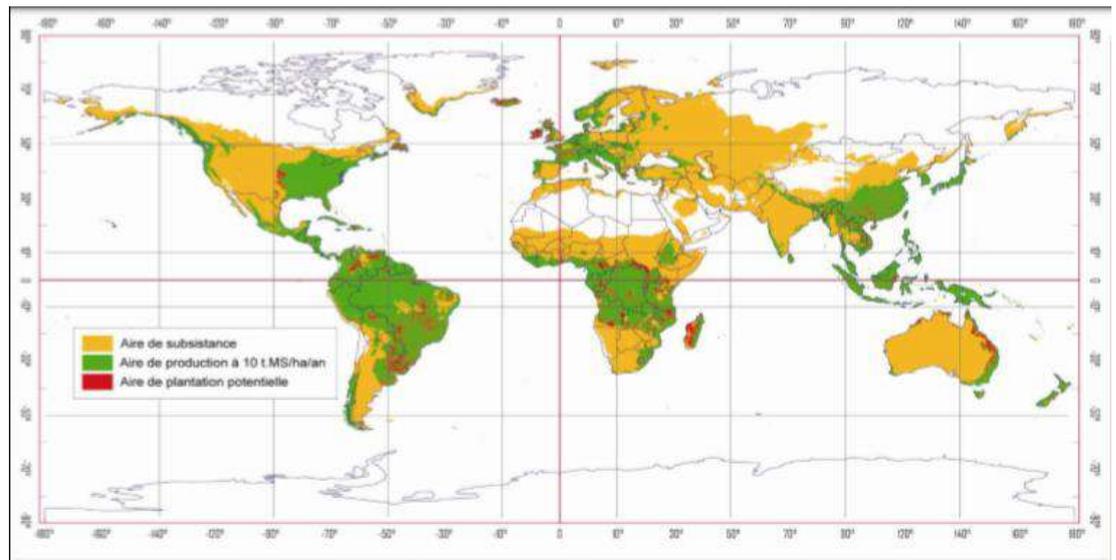
**Figure 2.** *Panicum virgatum*. A : partie aérienne de la plante

B : graines, C : partie racinaire



### 1.3.1.2. Origine et répartition :

Le *Panicum Virgatum* est originaire des grandes plaines du sud et centre des Etats-Unis Commun au Canada et aux Etats-Unis, il demeure encore aujourd'hui peu connu en Europe, avec des débouchés encore limitées. Le genre Panicum évolue dans un large spectre bioclimatique. Il est présent sous un climat tempéré Très froid comme sous un climat désertique dans le Sahara central et occidental (Getteetal., 1996).



**Figure 3.** Répartition géographique du *Panicum virgatum*.(Source : atlas mondial du potentiel de production de cultures énergétiques. 2010).

### 1.3.1.3. Ecologie :

Le panic est une espèce à croissance rapide qui répond bien aux températures très chaudes et très froides. Pour cartographier la distribution spatiale de cette espèce, les critères bioclimatiques suivants ont été retenus :

Cette graminée permet une bonne valorisation de l'eau et de l'azote. Elle possède un réseau développé de racines qui lui permet de bien résister à la sécheresse ou à l'excès d'eau (Aregheore, 2002 ; Lemus, 2004).

Elle s'adapte à tous les types de sols avec une préférence pour les sols sablo-limoneux aux argilo-limoneux froids avec un bon drainage de surface et souterrain, grâce à son système racinaire étendu et à sa nature vivace, le panic érigé peut produire de bons rendements dans des sols de qualité moyenne à pauvre voire acides, Cependant, son implantation reste lente et difficile



(Girouard *et al.*,1999 ; Hockenberry *et al.*, 2008).Pour une production maximale le pH du sol se situe entre 5à7(Andrew,1997).

### 1.3.1.4. Production et récolte :

Les exigences du *Panicum virgatum* en matière de fertilisation sont minimales. Le potentiel de production est atteint entre la 2<sup>ème</sup> et la 3<sup>ème</sup> année en sols légers et entre la 4<sup>ème</sup> et la 5<sup>ème</sup> année en sol plus lourds. Cette espèce est peu exigeante, productive et très compétitive, même en terrain pauvre (Brodeur *et al.*, 2008).

Elle présente des caractéristiques intéressantes pour la production de bioénergie en raison de son rendement moyen à élever, de son adaptation aux conditions climatique.

En France, selon les conditions pédoclimatiques, le rendement à l'hectare est de 2tMS/ha/an la première année et de 12t.MS/ha/an la 2<sup>ème</sup> année. A partir de la 3<sup>ème</sup> année, ce rendement se stabilise entre 15 à 23t.MS/ha/an, selon le type de sol et la fertilisation. En Alabama, avec des variétés Lowlands et en parcelle d'essai, ce rendement atteint 26 t.MS/ha/an. Cependant ces variétés, très sensibles au froid hivernal ne sont pas adaptées aux régions froides (Girouard *et al.*, 1999).

En Europe, la récolte est réalisée une fois par an de fin avril à fin mai. Cependant, la saison d'automne semble être la meilleure option afin d'évite les pertes hivernales de feuilles et de panicules cassées au champ (Barthelemi, 2007).

### 1.3.1.5. Valorisation et usages :

Cette plante a diverses utilisation industrielles, elle peut potentiellement servir à produire des granules/ briquettes de biocombustibles, de l'éthanol cellulosique, du biogaz. Des études récentes ont montré que dans les systèmes à faibles intrants, le panicum était en mesure d'augmenter la séquestration du carbone et la production de biomasse par rapport à celle des cultures annuelles (Ashworth *et al.*, 2015; Guretzky *et al.*, 2011).Le pouvoir calorifique du *Panicum virgatum* récolté à l'automne est de 4565Kcal/Kg et de 4422Kca/Kg au printemps. Et il contient un taux de cellulose de 37.7% et de lignine de 7.47% (Martel et Perron, 2007).



Cependant, peu d'études ont évalué la qualité de la biomasse du panic érigé en tant que culture fourragère en fonction du stade de développement, du moment de la récolte et du système de gestion (**Guretzky et al., 2011**).

D'autres utilisations du panicum sont possible telles que la production de la pâte à papier, le foin peut aussi être utilisé comme source de fibre pour la confection de matériaux de construction. Enfin, par son enracinement profond et de densité de ses tiges, le panic érigé sert également à la protection des bandes riveraines et à la réhabilitation des terrains contaminés. Cette espèce fait partie des plantes dites en C4 du fait de la forte capacité de la séquestration du CO<sub>2</sub> et du stockage du Carbone dans le rhizome (**Samson, 2007 ; Brodeur et al.,2008 ; Slim et al., 2010**).

# Matériel et méthodes





## 2. Matériel et méthodes.

### 2.1. Site d'étude.

L'expérimentation a été menée au niveau du la centre national de recherche et de développement de la pêche et de l'aquaculture d'Ouargla (CNRDPA). Avec un durée 71 jours; du 6 janvier au 16 mars 2018.

Il est situé dans la commune de Hassi Ben abdallah (daïra de Sidi Khouiled), une annexe du Centre national de recherche, de développement de la pêche et de l'aquaculture a été mise en place suite à une décision ministérielle en octobre 2005. Elle s'étend sur 39 892 mètres carrés .

Le Centre est chargé de contribuer à l'élaboration et la réalisation des programmes de recherche scientifique et le développement technologique dans le domaine de la pêche et de l'aquaculture.

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.

Cent vingt (120) 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.



**Figure 4.** Tilapia rouge adulte (*Oreochromis sp.*) (Meyer et Meyer, 2007)



### 2.3. Matériel et dispositif expérimental.

L'étude a été réalisée dans 4 aquarium (étiquetés R1-R4) avec des dimensions de (Hauteur:44cm, Largeur:32cm, Longueur:58cm). Le poids corporel initial des poissons était de  $1,35 \pm 0,009$  g et la longueur initiale était de  $4,34 \pm 0,17$  cm. Le niveau d'eau a été maintenu presque plein tout au long de l'étude et remplacé chaque semaine. Chaque aquarium était rempli de 30 alevins. La croissance des poissons a été évaluée avec des aliments expérimentaux préparés au laboratoire et nourris sur une période de 10 semaines.

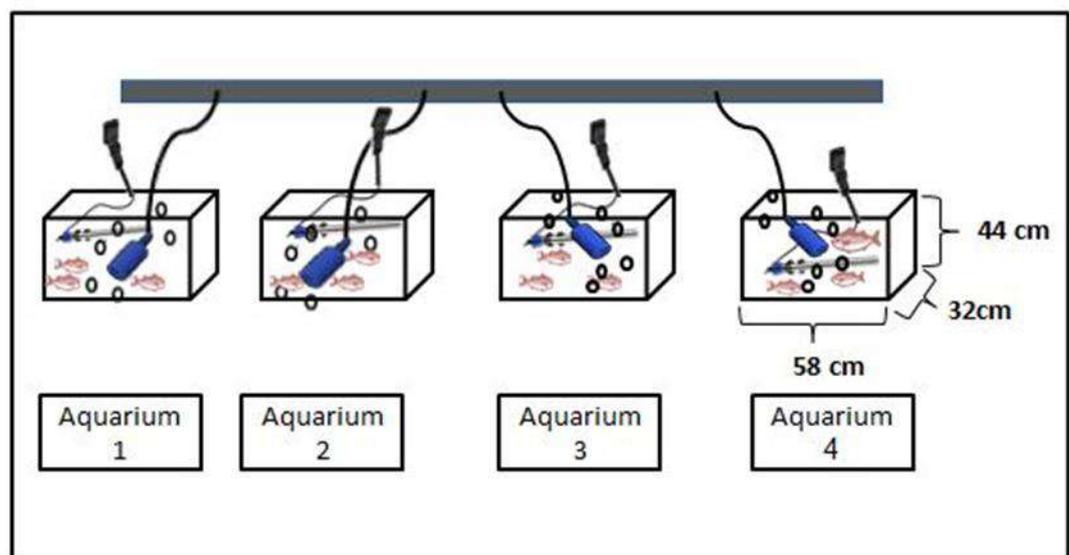


Figure 5. Dispositif expérimental d'élevage.

### 2.4. Formulation d'aliment.

Trente-cinq pourcent (35%) de protéine brute que contiennent les régimes alimentaire expérimentaux. Ils ont été formulés en utilisant la méthode de Pearson Square.

Les ingrédients utilisés dans les formulations étaient, la farine de maïs, farine de riz, semoule de blé, la farine de poisson (préparée au laboratoire) (voire annexe 4), farine de soja, *panicum virgatum* pour les régimes R2, R3, R4 et le prémélange de vitamines et minéraux « prémix » (tab. 3).

Le *panicum virgatum* utilisé dans l'expérimentation est de la variété capillaire, fourni par l'exploitation agricole Khebab Allal de Oued Souf (fig. 6).

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.



**Fig 6.** *Panicum virgatum* «variété capillaire» de la ferme khabeb d'El Oued.

**Tableau 2.** Teneur en protéine des ingrédients utilisés

Ingrédients	Teneur en protéine	Méthode d'analyse
Mais (%)	09	Kjeldhal
Riz (%)	12,8	
Semoule de blé (%)	13	
Farine de poissons (%)	57	
Soja (%)	45	
<i>Panicum virgatum</i> (%)	26,4	

**Tableau 3.** Proportions des différents ingrédients composant les 4 régimes expérimentaux (PV: *Panicum virgatum*).

Ingrédients	Régime 1 (0% PV)	Régime 2 (20% PV)	Régime 3 (40% PV)	Régime 4 (70% PV)
Prémix «vit. Et minx.» (%)	02	02	02	02
Mais (%)	30	30	30	30
Riz (%)	30	30	30	30
Semoule de blé (%)	40	40	40	40
Farine de poissons (%)	20	20	20	10
Soja (%)	80	60	40	20
<i>Panicum virgatum</i> (%)	0	20	40	70



### 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 et al., 2009**), à l'aide d'un multiparamètre de type «water quality meter 8603». 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 7.** Mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau d'élevage.

### 2.6. Nourrissage des poissons.

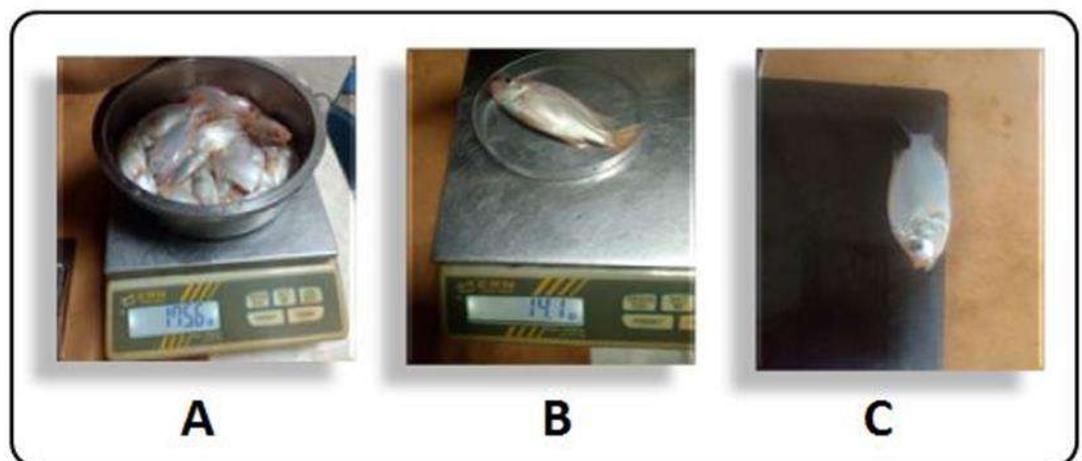
Les poissons ont été nourris à 15% de leur poids corporel par jour tout au long de l'expérience. L'alimentation a été distribuée à 09h00, à 12h00 et 16h00 tous les jours (trois fois par jour). Les alevins dans l'aquarium 1 ont été nourris avec le régime à 0% de *panicum virgatum*, de l'aquarium 2 avec 20%, ceux de l'aquarium 3 à 40% et l'aquarium 4 à 70% de *panicum virgatum*.



**Figure 8.** La ration alimentaire de chaque repas des alevins des 4 aquariums.

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

Le contrôle de la croissance des alevins a été réalisé chaque semaine. Il consistait à peser et à mesurer individuellement tous les poissons de chaque bassin 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.



**Figure 9.** 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.  
 $TS \text{ en } \% = (\text{Nombre d'individu en fin d'expérimentation} / \text{Nombre d'individu initial}) \times 100.$
- **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 :  
 $TCS \text{ en } \% / j = [\text{Ln (Pmf (g))} - \text{Ln (Pmi (g))}] \times 100 / \text{Durée d'expérimentation}].$
- **Taux de conversion alimentaire (TCA).** Ce coefficient permet d'évaluer l'efficacité des aliments utilisés pour la croissance des poissons.  
 $IC = \text{Quantité d'aliment distribuée (g)} / \text{Gain de poids (g).}$

### 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.

Une analyse de variance à un critère (ANOVA) 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.

# Resultat





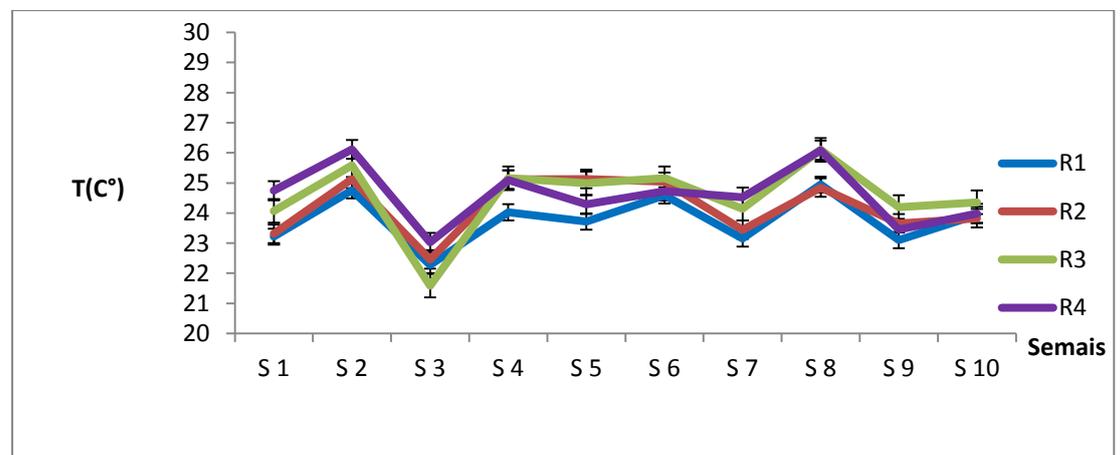
### 3. RESULTATS

#### 3.1. Paramètres physico-chimiques :

##### 3.1.1. Température :

La température de l'eau d'élevage a été relativement stable entre les quatre aquariums ( $p = 0,26$ ), elle a varié globalement entre 22,58 °C et 26,11 °C avec une moyenne de  $25,2 \pm 1,04$  °C (fig. 10).

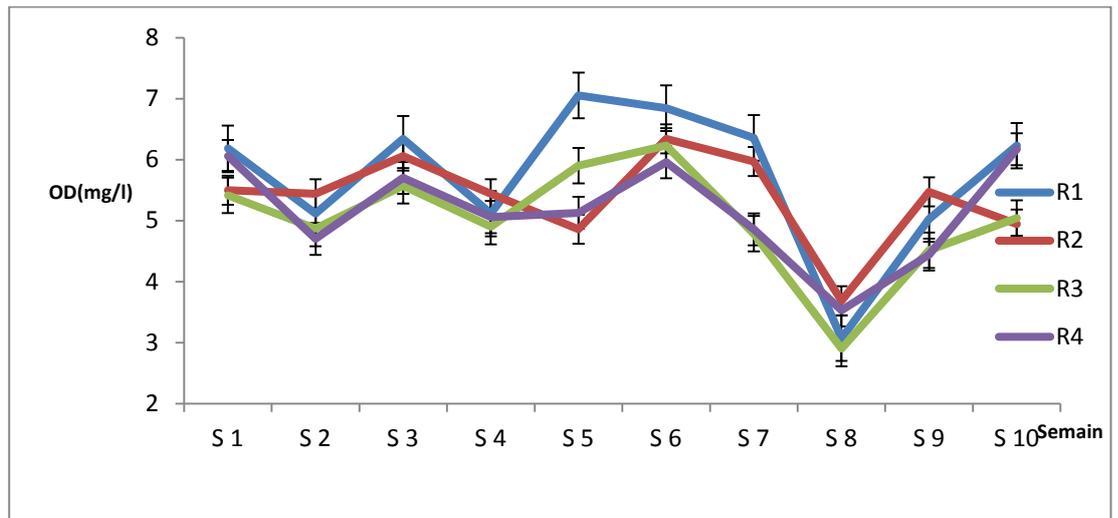
Par contre les fluctuations hebdomadaires montrent des différences très hautement significative ( $p = 0,0001$ ).



**Figure 10.** Variation de la température de l'eau d'élevage durant la période d'étude (R1: Régime alimentaire à 0% PV, R2: Régime alimentaire à 20% PV, R3: Régime alimentaire à 40% PV, R4 : Régime alimentaire à 70% PV, S: semaine).

##### 3.1.2. Oxygène dissous :

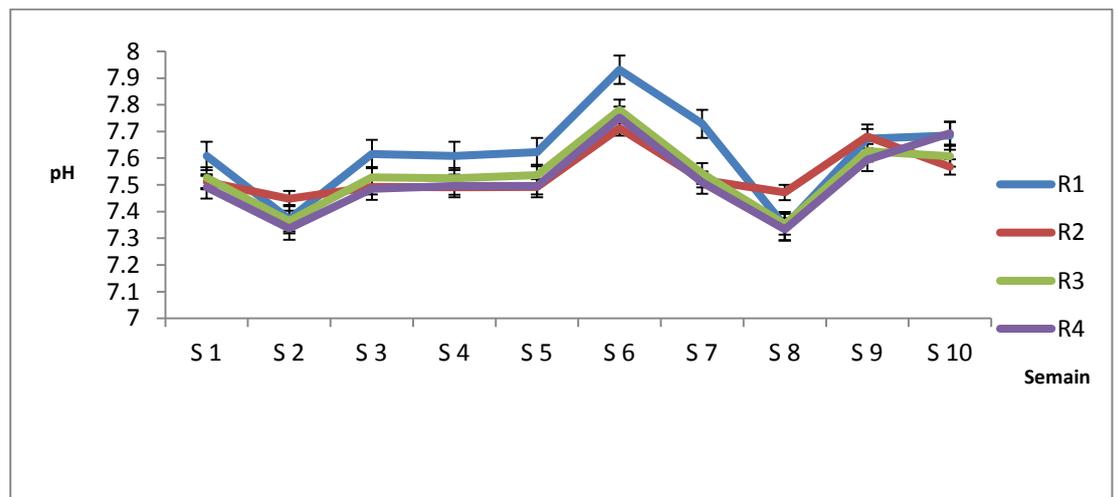
Les concentrations d'oxygène dissous (OD) enregistré varient entre 2,90 et 7,05 mg/l, avec une moyenne de 5,32 mg/l (fig. 11). Aucune différence significative n'a été observée entre les aquariums d'élevage. En revanche la variation hebdomadaire est très hautement significative ( $p = 0,0001$ ).



**Figure 11.** Variation de l’oxygène dissous des eaux d’élevage durant l’expérience (R1: Régime alimentaire à 0% PV, R2: Régime alimentaire à 20% PV, R3: Régime alimentaire à 40% PV, R4 : Régime alimentaire à 70% PV, S: semaine).

### 3.1.3. pH :

En ce qui concerne le pH, on enregistre une moyenne de  $7,55 \pm 0,13$  avec un minimum de 7,33 et un maximum de 7,93 (fig. 12). Les eaux d’élevages ont une tendance neutre à alcaline dans tous les aquariums ( $p = 0,34$ ).

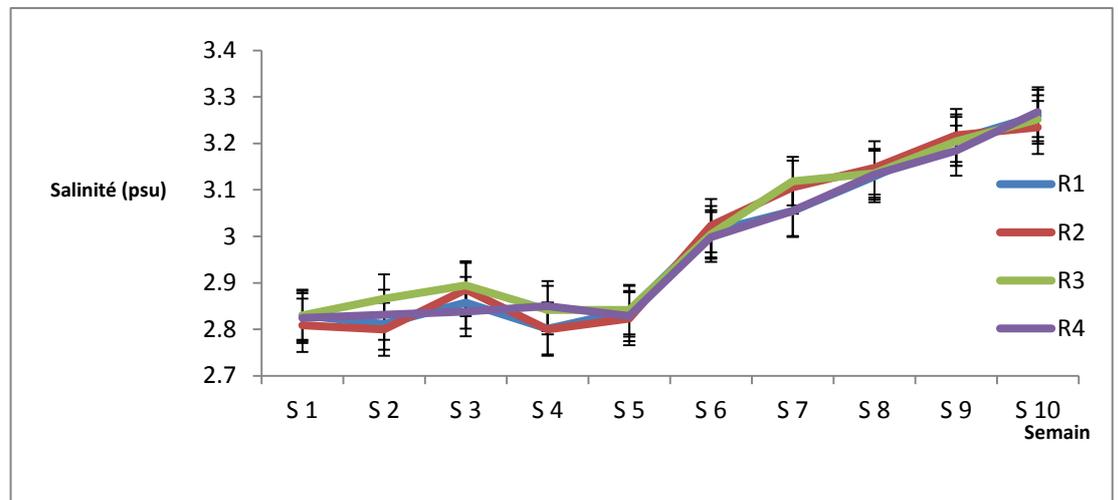


**Figure 12.** Variation du pH des eaux d’élevage durant la période d’étude (R1: Régime alimentaire à 0% PV, R2: Régime alimentaire à 20% PV, R3: Régime alimentaire à 40% PV, R4 : Régime alimentaire à 70% PV, S: semaine).



### 3.1.4. Salinité :

L'eau utilisée dans l'expérimentation est une eau saumâtre, dont la salinité varie entre 2,80 et 3,26 psu, Avec une moyenne de  $2,98 \pm 0,16$  psu (fig. 13).



**Figure 13.** Suivi de la salinité des eaux d'élevage à la cour de la période d'étude (R1: Régime alimentaire à 0% PV, R2: Régime alimentaire à 20% PV, R3: Régime alimentaire à 40% PV, R4 : Régime alimentaire à 70% PV, S: semaine).

Les conditions d'élevage par rapport à la qualité physico-chimiques des eaux étaient similaires pour tous les poissons (tab.4), afin de mettre en évidence l'impact des régimes alimentaires expérimentaux sur leur croissance.

**Tableau 4.** Moyennes et écart-types des paramètres physico-chimiques des eaux d'élevage.

Paramètres	Aquarium R1	Aquarium R2	Aquarium R3	Aquarium R4
Température (°C)	23,77±1,22	24,19±1,23	24,53±1,40	24,60±1,30
OD (mg/l)	5,73±1,49	5,37±1,11	5,01±1,04	5,16±1,07
pH	7.61±0.15	7.53±0.13	7.53±0.16	7.51±0.15
Salinité (psu)	2,98±0,18	2,98±0,19	2,99±0,18	2,98±0,18



### 3.2. Paramètres de croissance :

L'expérience de nourrissage des alevins de tilapia rouge (*Oreochromis*) est réalisée pendant 71 jours pour évaluer l'impact des régimes expérimentaux à taux différents de *panicum virgatum* (0%, 20%, 40% et 70%) sur leurs performances de croissance.

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*Sp recevant les 04 régimes alimentaires expérimentaux. R1 (Régime alimentaire à 0% PV), R2 (Régime alimentaire à 20% PV), R3 (Régime alimentaire à 40% PV), R4 (Régime alimentaire à 70% PV), PV: *Panicum virgatum*, T.C.S.: Taux de croissance spécifique, G.M.P.J.: Gain moyen de poids journalier, T.C.A: Taux de conversion alimentaire

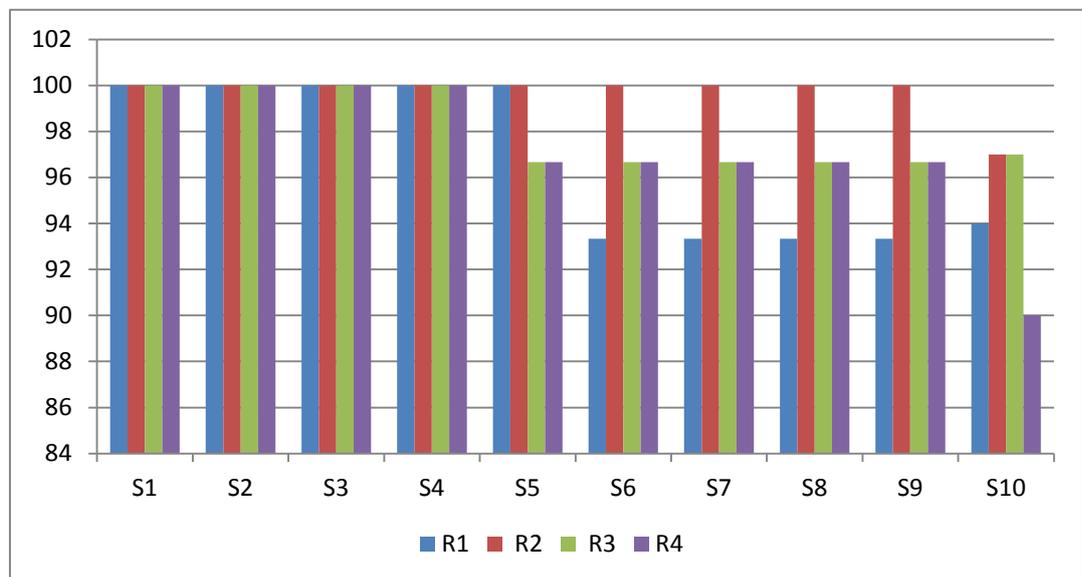
Paramètres	R1	R2	R3	R4
Survie (%)	90	94	97	97
Poids initial (g)	1,36±0,31	1,34±0,28	1,36±0,24	1,35±0,27
Poids final (g)	7,18±4,17	8,08±3,87	7,97±3,43	6,06±2,84
Biomasse initiale(g)	40,9	40,3	40,8	40,5
Biomasse finale (g)	194,1	226,4	231,2	175,9
Aliment distribué (g)	1275,88	1420,4	1353,72	1068,43
GP (g)	5,82	6,73	6,61	4,71
T.C.S. (%)	2,37	2,56	2,52	2,14
G.M.P.J. (g/j)	0,083	0,096	0,094	0,067
T.C.A	1,04	1,04	1,04	1,03



### 3.2.1.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 appréciable.

Nous remarquons que les poissons nourris avec le régime R1 à 0% de *Panicum virgatum*, présente un taux de survie de 90%. Suivie par les poissons nourris avec le régime R2 à 20% de *Panicum virgatum* avec 94% de taux de survie. Enfin les poissons nourris avec le régime R3 et R4 (40% et 70% de *Panicum virgatum*) présente le taux le plus élevé avec 97% de survie (tab. 5).



**Figure 14.** Variation du taux de survie des alevins *Oreochromis sp.* durant la période d'étude (R1: Régime alimentaire à 0% PV, R2: Régime alimentaire à 20% PV, R3: Régime alimentaire à 40% PV, R4: Régime alimentaire à 70% PV, S: semaine).

### 3.2.2.Poids moyen :

Le poids moyen des alevins d'*Oreochromis sp.* Au démarrage était en moyenne de  $1,35 \pm 0,009$  g et atteint à la fin de l'expérience une moyenne de  $7,32 \pm 0,92$  g avec un gain de poids moyen de  $5,97 \pm 0,93$  g.

Nous remarquons au cours des deux premières semaines (S0, S1), l'évolution du poids était similaire pour les quatre 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. 14).

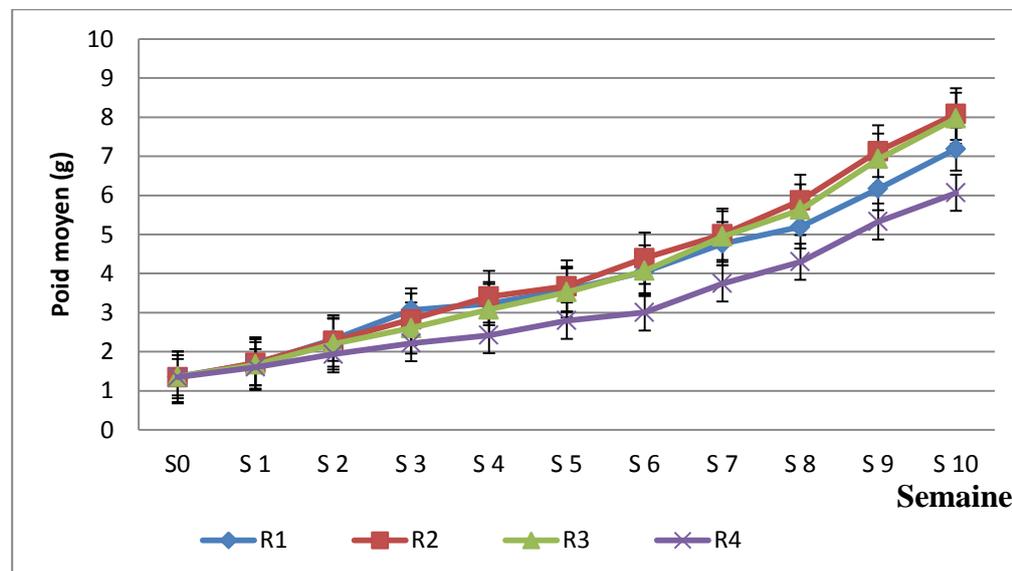


On distingue que le poids moyen final des poissons nourris par le R2 est supérieur de celui des poissons nourris par les autres régimes (Tab. 5), où on enregistre  $8,08 \pm 3,87g$ , suivi du R3 et R1 avec respectivement  $7,97 \pm 3,43g$  et  $7,18 \pm 4,17$ , le poids moyen final le plus bas a été enregistré chez les poissons nourris par le régime 4 qui est de  $6,06 \pm 2,84 g$ .

Les régimes alimentaires testé sur les poissons ont eu un effet très hautement significative sur leur croissance ( $p = 0$ ), ces différences sont remarqués entre le R4 et le reste des régimes (R1, R2, R3) (tab. 6).

Les variations hebdomadaires montrent également des différences significatives ( $p < 0,001$ ) (Tab. 7), 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 variation de poids moyen dans chaque lot de poisson en fonction des semaines qui présente une différence très hautement significatif ( $p = 0.0001$ ).



**Figure 15.** Variation du poids moyen des alevins *Oreochromis* durant la période d'étude.



**Tableau 6.** Comparaisons multiples par paires des poids moyens des alevins nourris par les différents régimes alimentaires durant la période d'étude.

Régime alimentaire	Groupes
R1	B
R2	B
R3	B
R4	A

**Tableau 7.** Comparaisons multiples par paires des poids moyens des alevins de tilapia en fonction des semaines

Semaines	Groupes								
S0	A								
S1		B							
S2			C						
S3				D					
S4				D					
S5					E				
S6					E	F			
S7						F	G		
S8							G	H	
S9								H	I
S10									I

La relation initiale du poids et de la taille d'*OreochromisSp.* dans les quatre aquariums est présentée dans le tableau 8. La valeur de b était respectivement de -0.57 ; -0.17 ; 0.15 ; -0.32 pour R1, R2, R3, R4.



**Tableau 8.** 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 <sup>2</sup>
<b>R1</b>	4.417 ± 0.542	1.363 ± 0.312	30	-0.57	0.49	0.31	0.099
<b>R2</b>	4.090 ± 0.761	1.343 ± 0.287	30	-0.17	0.22	0.18	0.035
<b>R3</b>	4.400 ± 0.566	1.360 ± 0.249	30	0.15	2.57e <sup>-02</sup>	0.11	0.013
<b>R4</b>	4.480 ± 0.480	1.350 ± 0.278	30	-0.32	0.33	0.17	0.032

Les relations finales de poids d'*OréochromisSp.* sont présentées dans le tableau 9 et la figure 15. On distingue que la taille moyenne finale des poissons nourris par le R3 et R2 est supérieur de celui des poissons nourris par les autres régimes avec respectivement  $7.845 \pm 1.208$  cm et  $7.750 \pm 1.288$  cm, suivi du R1 avec  $7.396 \pm 1.460$  cm. la taille moyenne finale la plus basse a été enregistré chez les poissons nourris par le régime 4 qui est de  $7.172 \pm 1.119$  cm (tab. 9). Les équations de la courbe de régression établie indiquaient que le paramètre b allait de  $b = 2.90$  pour R1, à  $b = 3.12$  pour R4 (tab. 9).

En outre le coefficient de détermination ( $R^2$ ) des valeurs dans le tableau 9 explique le bon ajustement du modèle pour la croissance. Dans la présente étude, la plus faible valeur de  $R^2$  de alevins *Oreochromis. Sp* ont été enregistrés à 0.954 (95.4% de variabilité) par le régime alimentaire 1 et le plus élevé enregistré avec 0,962 (variabilité à 96.2%) par le régime 4.



Tableau 9. Relation Taille - Poids finale des alevins *Oreochromis .Sp* nourris avec différents régimes alimentaire.

Aquarium	Taille moyenne (cm)	Poids moyen (g)	N	B	a	R	R <sup>2</sup>
R1	7.396 ± 1.460	7.189 ± 4.171	27	2.90	-1.71	0.976	0.954
R2	7.750 ± 1.288	8.086 ± 3.874	28	3.04	-1.83	0.978	0.958
R3	7.972 ± 3.439	7.845 ± 1.208	29	3.00	-1.81	0.978	0.957
R4	7.172 ± 1.119	6.066 ± 2.842	29	3.12	-1.92	0.98	0.962

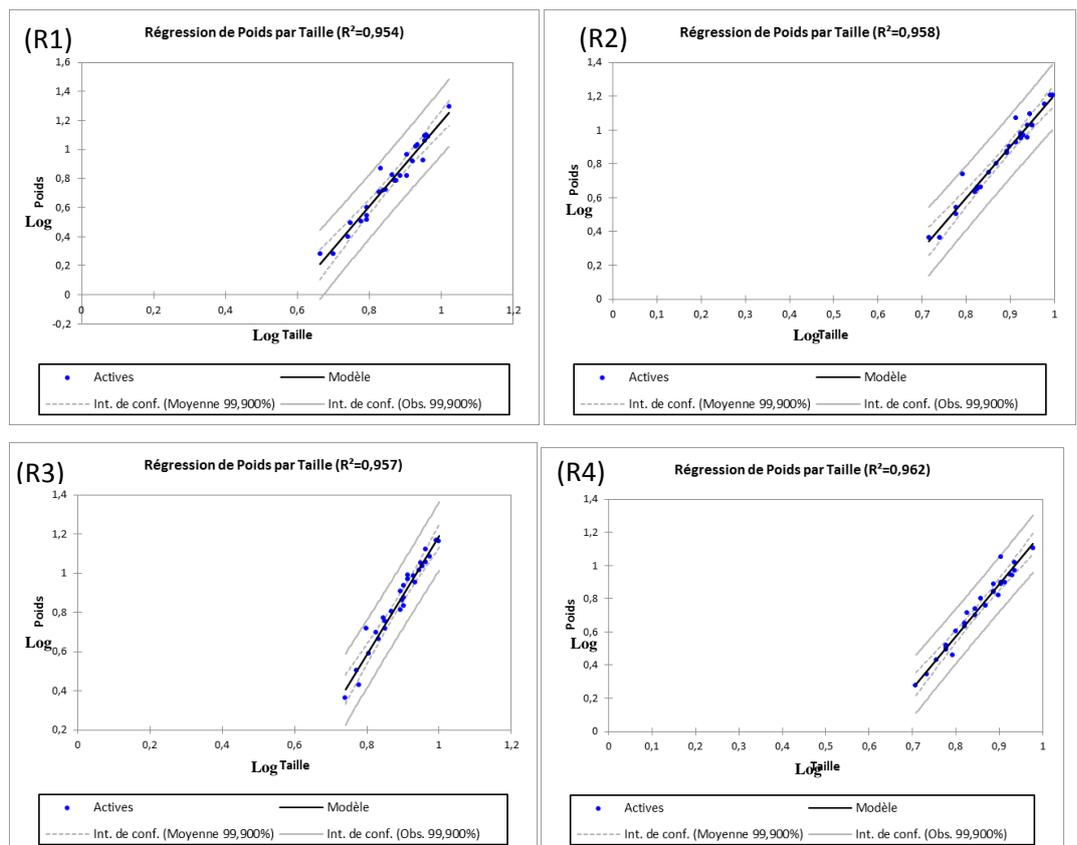


Figure 16. La croissance relative à la fin l'expérience.

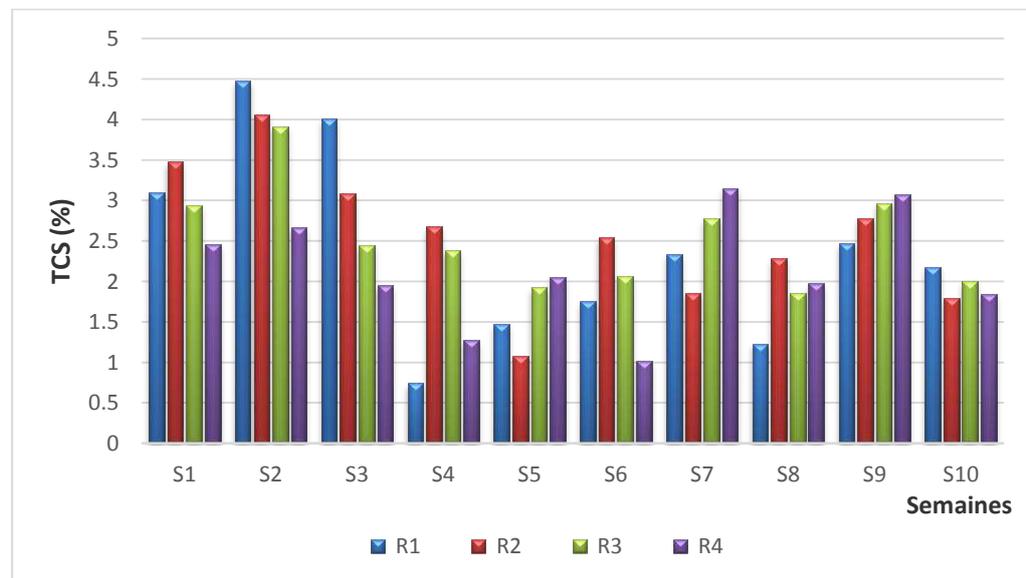
### 3.2.3. Taux de croissance spécifique (TCS).



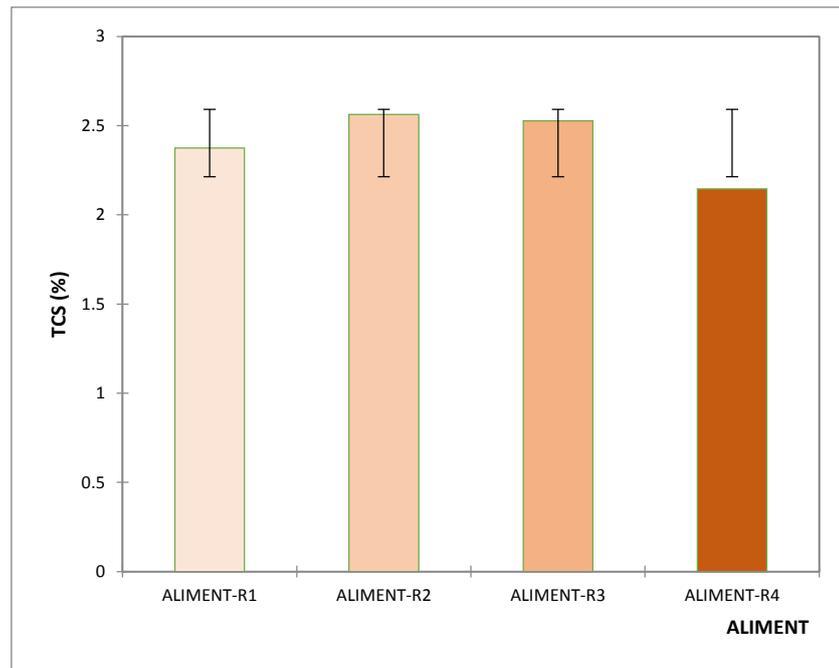
L'évolution du taux de croissance spécifique est similaire pour les différents régimes alimentaires testés ( $F= 0,46$  ;  $p = 0,70$ ).

En revanche les variations hebdomadaires montrent des différences très hautement significative du taux de croissance spécifique ( $F = 5,51$  ;  $p = 0$ ), où on observe des fluctuations des TCS, la 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> semaine enregistre les taux les plus élevés par rapport aux autres semaines et atteignent jusqu'à 4,47% (fig. 16), les différence de variation du T.C.S sont essentiellement enregistré entre la 2<sup>ème</sup> semaine et les semaines 4, 5, 6,8 et 10 ( $p = 0,002$  ;  $0,001$  ;  $0,003$  ;  $0,003$  ;  $0,006$ )

En terme de valeurs absolues (Tab. 5), le T.C.S. mesuré chez les poissons nourris avec le R2 est supérieure à celui de R1 et R4, mais proche de celui du R3, on compte respectivement 2,56%, 2,37%, 2,14%, 2,52% (fig. 17).



**Figure 17.** Variation du taux de croissance spécifique (T.C.S) des alevins d'*Oreochromis. sp* durant la période d'étude.



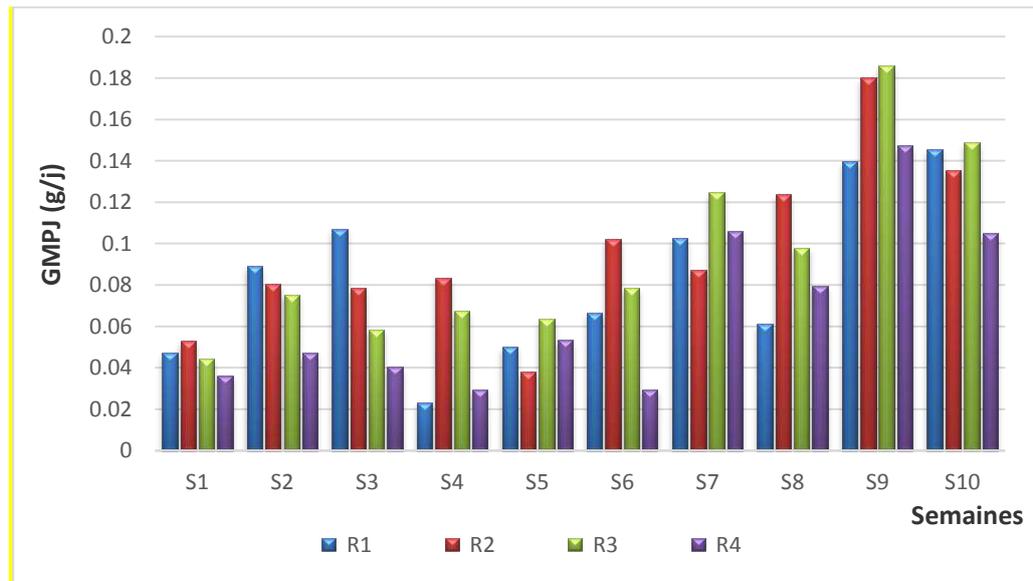
**Figure 18.** Variation du taux de croissance spécifique ou TCS des alevins d'*Oreochromis. Sp.* nourris par les différents régimes alimentaires (R1: régime à 0% de *Panicum virgatum* ; R2: régime à 20% de *Panicum virgatum*; R3: régime à 40% de *Panicum virgatum*; R4: régime à 70% de *Panicum virgatum*).

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

Le gain moyen du poids journalier enregistré durant les 71 jours, varie entre 0,067 g/j chez les poissons nourris par le R4 et 0,096 g/j chez ceux nourris par le R2 (tab. 5), c'est à la 9<sup>ème</sup> semaine qu'on enregistre le maximum de GMPJ (fig. 18).

L'analyse de variance à un critère (ANOVA), ne montre pas de différences significative du G.M.P.J. des poissons nourris par les différents régimes alimentaire ( $F = 1,006$  ;  $p = 0,40$ ).

En revanche, les mesures hebdomadaires (fig 18), montrent des différences très hautement significatives dans la variation du taux de G.M.P.J ( $F = 12,01$  ;  $p = 0,0001$ ) (tab. 10).



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

**Tableau 10.** Analyse des différences du gain moyen de poids journalier(GMPJ) des alevins en fonction de semaine (Test de tukey) (S: semaine; \*: significative ; \*\*, très significative; \*\*\*: très hautement significatif).

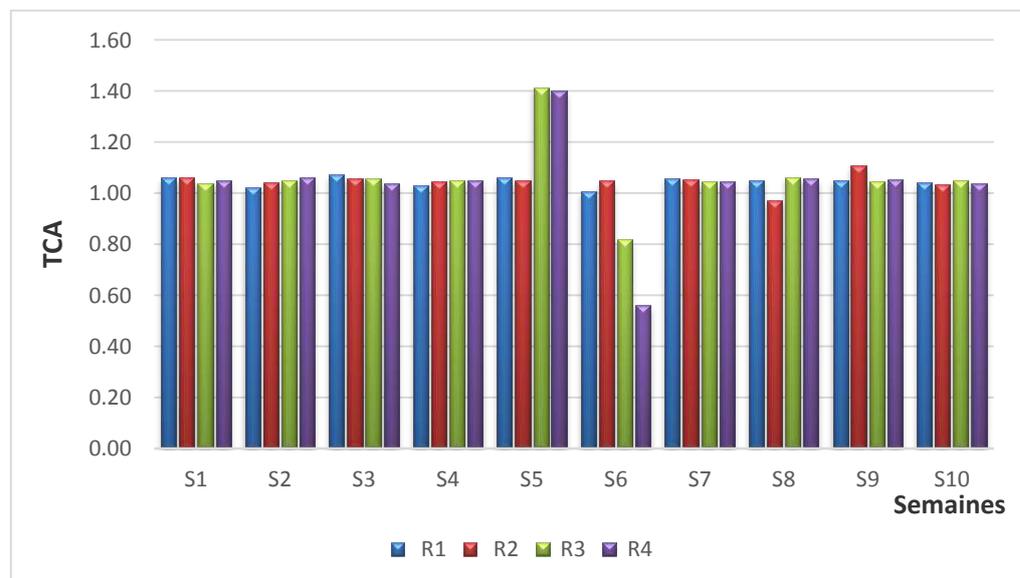
Semaines	P
S9 vs S1	< 0,0001***
S9 vs S4	< 0,0001***
S9 vs S5	< 0,0001***
S9 vs S6	< 0,0001***
S9 vs S3	< 0,0001***
S9 vs S2	0.000***
S9 vs S8	0.002**
S9 vs S7	0.026*
S10 vs S1	0.000***
S10 vs S4	0.000***
S10 vs S5	0.000***
S10 vs S6	0.009**
S10 vs S3	0.013*
S10 vs S2	0.017*
S7 vs S4	0.047*
S7 vs S5	0.049*



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

Le test de Kruskal-walis révèle un effet non significatif ( $p = 0,99$  ;  $\alpha = 0,05$ ) des régimes alimentaires sur la variation du taux 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 contenant 70% de *Panicum virgatum* (R4) (1,03), Les poissons ayant reçu les régimes alimentaires renferment 0% (R1), 20% (R2) et 40% (R3) de *Panicum virgatum* enregistrent 1,04 (tab. 5).

Quel que soit le régime le régime alimentaire distribué, les valeurs de TCA enregistré sont comparables et sa variation ne présente aucune différence significative durant les périodes d'étude ( $p = 0,063$ ) (fig. 13).



**Figure 20.** Variation Taux de conversion alimentaire (T.C.A.) des alevins d'*Oreochromis. Sp* durant la période d'étude.

# Discussion



#### 4. Discussion :

La croissance continue de l'industrie de l'aquaculture implique une augmentation concomitante de la production d'aliments aquacoles. En aquaculture intensive, les aliments aquacoles sont généralement formulés pour être riches en nutriments et en énergie, principalement à base d'ingrédients d'origine marine, de farine de poisson et d'huile de poisson (**Oliva-Teles et al., 2015**).

Cependant d'autres sources de protéines alimentaires pour les poissons omnivores et herbivores sont disponibles dans l'alimentation destinée aux animaux à fourrage (**Tacon et al., 2009**). Parmi ces aliments, les plantes fourragères sont les plus économiques à incorporer dans les diètes de poisson comme ingrédient à moindre coût. Les effets de la substitution des farines de poisson par les farines d'origine végétale ont beaucoup été étudiés (**Long et al., 1999 ; Barry, 2013 ; Geren et Kavut, 2015**).

Dans le présent travail, nous avons essayé de déterminer le taux d'incorporation de *Panicum virgatum* optimale lors de la formulation pour aboutir à un maximum de croissance chez *Oreochromis Sp.*

Le *Panicum virgatum* est une plante fourragère qui présente un taux de protéine intéressant de 26% pour une récolte à 30 cm de longueur, ce taux peut être plus élevé pour des longueurs plus importantes, le cas de l'étude de **benhadjira et benhadjira** (2017), où le taux de protéine était de 66% pour une taille de 1,75 cm. Ces taux correspondent aux résultats menée à l'université de Tennessee, ce fourrage peut contenir jusqu'à 31,87% de protéine (**Tatusoy et al., 2003**).

Le *panicum virgatum* contient également d'autres nutriments importants, selon **Vergun et al.**(2017), l'analyse biochimique d'une série de variétés de *panicum virgatum*, indique la présence des monosaccharides, d'acide ascorbique, de carotène, de Calcium et de phosphore avec des taux appréciables. En effet, un grand nombre de facteurs peuvent influencer la composition nutritionnelle d'un aliment d'origine végétale, on peut citer : les facteurs ayant trait à l'échantillon lui-même, son origine, au contexte pédoclimatique, nature de l'échantillon «feuilles fraîches ou séchées», la méthode de conservation de l'échantillon depuis la récolte jusqu'à l'analyse (**Mélani, 2015**).



Pour ces vertus, le *panicum virgatum* peut être considéré comme une source importante à exploiter dans l'alimentation des animaux en général et des poissons spécialement.

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 (22,58 - 26,11 °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'Ednaet Boyd (1997) ont trouvé qu'une température comprise entre 28 et 32 °C est optimale pour la croissance des tilapias.

Les concentrations en oxygène dissous sont généralement élevées et varient entre 2,90 et 7,05 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. Toutefois, les faibles valeurs d'oxygène dissous ne sont pas, en moyenne, dans la gamme défavorable pour la croissance des tilapias. **Kestemont et al.** (1989) et **Mélard**(1999) 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 (7,33 - 7,93) 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**). **Kestemont et al.** (1989) ont rapporté qu'*Oreochromis Sp* peut vivre dans les eaux à pH compris entre 5 et 11.

Pour ce qui est de la salinité, les valeurs enregistrées sont comprises entre 2,80 et 3,26 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**).



Le taux de survie des poissons élevés durant ce travail est très bon. Ce taux démontre l'adaptation des alevins d'*Oreochromis Sp.* aux régimes alimentaires expérimentaux utilisés. En matière de survie nos résultats sont comparables à ceux de **Benhadjira et Benhadjira** (2017). Il est probable que les décès survenaient un, deux ou trois jours observée après les manipulations. La mortalité serait donc due au stress des manipulations (contrôles, pesées et/ou nettoyage des aquariums).

Les résultats de croissance pondérale indiquent que les poissons nourris avec le régime R2 et R3 à 20% et 40% de *panicum virgatum* croissent mieux que ceux nourris avec les autres régimes, et ceux probablement dû à la présence importante de saponine qui est une matière antinutritionnel dans le régime R4 à 70% de *panicum virgatum*, comme documenter par **Lee et al.** (2009).

Pour tous les régimes l'évolution du poids moyen dans la présente étude est nettement supérieure que celle enregistré par **Benhadjira et Benhadjira** (2017).

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  $b = 2,90$  à  $b = 3,12$ . Dans R1 le paramètre  $b = 2,90$ , 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**).

Dans R2 et R3, le paramètre  $b = 3,00$  et  $3,04$  respectivement, indiquant que l'allométrie est isométrique ; Cela signifie que la taille et le poids augmentent en parallèle. Dans R4,  $b = 3,12$  ( $b > 3$ ) dans ce cas l'allométrie est majorante, qui veut dire que le poids augmente plus que la longueur. Les résultats de la présente étude sont conformes aux vues de **Le Cren** (1951) et de **Chauhan** (1987) selon lesquelles un poisson ne conserve normalement pas la même forme ou la même silhouette tout au long de sa vie et de sa densité.

Les résultats du taux de croissance spécifique (T.C.S.) et du gain moyen de poids par jour (G.M.P.J.), sont en faveur des poissons nourris avec le régime R2 et R4. Néanmoins le taux de T.C.S. semble moins intéressants comparativement aux données rapportées avec des régimes plus équilibrés (taux de croissance spécifique supérieur à 3% et ce d'après **Jauncey et Ross** (1982)



En effet le remplacement de 70% de *Panicum virgatum* n'est pas de bon rendement sur la croissance des alevins.

Le gain moyen de poids par jour (G.M.P.J.) enregistré dans la présente étude est assez faible (0.067 pour R4 à 0.096 g/j pour R2), mais nettement supérieur à celui enregistré chez **Benhadjira et Benhadjira** (2017) avec 0.038 g/j.

Concernant le taux de croissance spécifique (TCS) les résultats obtenus sont supérieures à ceux obtenus par **Benhadjira et Benhadjira** (2017), où on enregistre un TCS de  $1.27 \pm 1.01\% \cdot J^{-1}$  chez *Oreochromis niloticus*. Par ailleurs nos résultats sont inférieures à ceux obtenus par (**Benabdallah, 2011**) avec  $4.31 \pm 0.19\% \cdot J^{-1}$ .

Cependant le taux de conversion alimentaire, un facteur qui renseigne sur la qualité de l'aliment. Les taux enregistrés dans la présente étude (entre 1,03 et 1,04) sont inférieurs à ceux observés dans d'autres études (**Huang, 2004, Abi-Ayad, 2009 ; Gabriel et al., 2015**). 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

Les quatre régimes alimentaires formulés avec l'introduction des différentes concentrations de *Panicum virgatum*, majoritairement à base de protéine végétale sont appétant et de bonne qualité digestive, mais ne répondent pas nécessairement aux besoins idéaux d'alimentation des poissons en matière de croissance. Les performances de croissances d'*Oreochromis Sp.* sont en générale moyenne, ceci pourrait être dû à l'influence des facteurs physico-chimiques, entre autre la température qui n'a pas été à l'optimum de 28 à 30 °C. Ou à la qualité de l'aliment lui-même qui peut être amélioré.

Toutefois l'analyse de l'évolution des croissances montre que chez *Oreochromis Sp.*, la croissance obtenue avec 20% et 40% de *Panicum virgatum* est plus rapide que celle avec 0% et 70%, ce qui mène à conclure que l'introduction de *Panicum* adéquate se situe entre 20% et 40%, car plus la concentration de ce dernier dans la formulation d'aliment est élevé, moins est le rendement.

Les résultats ont démontré également que des aliments pour poissons réalisables peuvent être formulés à partir d'ingrédients disponibles localement, pour faire face aux contraintes d'adaptation aux conditions de production des pisciculteurs ruraux.

En perspective :

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

Pour avoir une meilleure croissance des poissons, il est souhaitable :

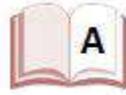
- Mieux contrôler la température du milieu d'élevage.
- Equilibrer les aliments en éléments nutritifs de façon à satisfaire les besoins de l'espèce élevée.
- Essayer la formule sur d'autres stades de vie d'*Oreochromis Sp.*, et sur un élevage mono sexe afin d'avoir une croissance plus homogène.
- Effectuer l'expérience sur une durée plus longue.

Références

bibliographiques



### Références bibliographiques



- Abi-ayad S.M.E., Bensahla T., Lamara S.A., Boutiba Z. et Rouabhi F.I., 2009.** Essai de substitution des protéines animales par les protéines végétales dans la ration alimentaire des Tilapias du Nil (*Oreochromis niloticus*). Communication présentée aux 11<sup>ème</sup> Journées Tunisiennes des sciences de la Mer. Nabeul (Tunisie).
- Akiyama D. et Hunter B., 2000.** A review of the Asian aquafeed industry, pp.36-38. International Aquafeed Directory et Buyers Guide 2001. Turret RAI plc, Uxbridge, UK.
- Andrew A., Hopkins A. et Taliaferro C.M. 1997.** Genetic Variation within Switchgrass Populations for Acid Soil Tolerance. *Crop Sci* 37:1719-1722.
- Aregheore E.M., 2002.** Voluntary intake and digestibility of fresh, wilted and dry *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*) at four levels to a basal diet of Guinea grass (*Panicum maximum*). *Asian – Aust. J Anim, Sci*, 15, 1139-1146.
- Arrignon J. (2000)** - Pisciculture en eau douce. Le Tilapia. Le technicien d'agriculture tropicale. Maisonneuve et Larose. Paris, 125p.
- Ashworth A.J., Allen F.L., Keyser P.D., Tyler D.D., Saxton A.M. et Taylor A.M. 2015** Switchgrass yield and stand dynamics from legume intercropping based on seeding rate and harvest management. *Journal of Soil and Water Conservation* 70, 374-384.
- Aurangzaib M., 2015.** Developmental morphology, biomass yield and compositional differences among upland and lowland switchgrass (*Panicum virgatum* L.) ecotypes grown as a bioenergy feedstock crop. Graduate Theses and Dissertations, Iowa State University.
- Avit J-BLF, Bony KY, Kouassi NC, Konan KF, Assemian O, Allouko JR. 2012.** Conditions écologiques de production de fingerlings de *Oreochromis niloticus* (Linné, 1758) en association avec le riz WITA 12 en étang. *Journal of Applied Biosciences*, 59: 4271–4285. [http:// \(PDF\) Caractéristiques biologiques et zootechniques des tilapias africains Oreochromis](#)



*niloticus* (Linnaeus, 1758) et *Sarotherodonmelanotheron*Rüppell, 1852 : une revue. Available

from:

[https://www.researchgate.net/publication/316068412\\_Caracteristiques\\_biologiques\\_et\\_zootecniques\\_des\\_tilapias\\_africains\\_Oreochromis\\_niloticus\\_Linnaeus\\_1758\\_et\\_Sarotherodon\\_melanotheron\\_Ruppell\\_1852\\_une\\_revue](https://www.researchgate.net/publication/316068412_Caracteristiques_biologiques_et_zootecniques_des_tilapias_africains_Oreochromis_niloticus_Linnaeus_1758_et_Sarotherodon_melanotheron_Ruppell_1852_une_revue) [accessed Sep 10 2018].

**Azaza, Mohamed Salah, Mensi, F., et M.M, K., 2006.** Grossissement du Tilapia du Nil

(*Oreochromis niloticus*, L., 1758): en bassins dans les eaux géothermales du sud tunisien et en cages flottantes dans la retenue du barrage de sidi saâd (centre de la Tunisie). Communication à la 8ème Conférence Internationale des Limnologues d'Expression Française (CILEF 2006). (Consulté 9 août 2017) [ En ligne]

[https://www.researchgate.net/publication/260262892\\_Grossissement\\_du\\_Tilapia\\_du\\_Nil\\_Oreochromis\\_niloticus\\_L\\_1758\\_en\\_bassins\\_dans\\_les\\_eaux\\_geothermales\\_du\\_sud\\_tunisien\\_et\\_en\\_cages\\_flottantes\\_dans\\_la\\_retenue\\_du\\_barrage\\_de\\_sidi\\_saad\\_centre\\_de\\_la\\_Tunisie\\_C](https://www.researchgate.net/publication/260262892_Grossissement_du_Tilapia_du_Nil_Oreochromis_niloticus_L_1758_en_bassins_dans_les_eaux_geothermales_du_sud_tunisien_et_en_cages_flottantes_dans_la_retenue_du_barrage_de_sidi_saad_centre_de_la_Tunisie_C)



**Balarin J.D. et Haller J.D., 1979.**Tilapia: A guide to their biology and culture in Africa. Unit of Aquatic Pathobiology, Stirling University, 174 p.

**Ballarin, J.D. et Hatter, R.D., 1982.** The intensive culture of tilapia in Tanks, Raceways and Cages in J.F. Muir et R.J. Roberts, "Recent advance in aquiculture". Croonhelm, pp 265-356.

**Bamba Y, Doumbia L, Ouattara S, Ouattara A, Da Costa KS, Gourene G., 2015.** Effet de l'incorporation de sous-produits de cacao et d'arachide dans l'alimentation du tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) élevé en bassin. Afrique Science, 11(5).

<http://www.afriquescience.info/document.php?id=5235> (PDF) *Caractéristiques biologiques et zootecniques des tilapias africains Oreochromis niloticus (Linnaeus, 1758) et SarotherodonmelanotheronRüppell, 1852 : une revue.* Available from:



[https://www.researchgate.net/publication/316068412\\_Caracteristiques\\_biologiques\\_et\\_zootecniques\\_des\\_tilapias\\_africains\\_Oreochromis\\_niloticus\\_Linnaeus\\_1758\\_et\\_Sarotherodon\\_melanotheron\\_Ruppell\\_1852\\_une\\_revue](https://www.researchgate.net/publication/316068412_Caracteristiques_biologiques_et_zootecniques_des_tilapias_africains_Oreochromis_niloticus_Linnaeus_1758_et_Sarotherodon_melanotheron_Ruppell_1852_une_revue) [accessed Sep 10 2018].

**Barrows, F.T. et Hardy, R.W., 2000.** Feed manufacturing technology, pp.354-359. In: Stickney, R.R. (Editor), Encyclopedia of Aquaculture, John Wiley et Sons Inc., New York, 1063p.

Barry., 2013. L'organisation actuelle de la gestion des poissons migrateurs.

**Barthelemi J., 2007.** Swichgrass. Notetechnique. Cultures. Chambre d'Agriculture-Eure.

**Ben abdellahn., 2011.** Etude expérimentale sur l'activité des enzymes digestives (trypsine et chymisniloticus) (Linnaeus, 1758) en relation avec la qualité du régime alimentaire protéique distribué. Mémoire de MAGSTER Université d'Oran..36-40p

**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 Professionnel université KasdiMerbah ,ouargla.

**Berg, L.S., 1958.-** System der rezenten und fossilen Fischartigen und Fische. VEB Verlag der Wissenschaften, Berlin.

**Beveridge, M.C.M. et B.J. Mc Andrew (editors). 2000.** Tilapias : Biology and Exploitation. Kluwer Academic Press, Dordrecht, The Netherlands. 505 p.

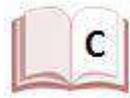
**Ble MC, Otchoumou KA, Alla YL, Kaushik S. 2011.** Utilisation des farines végétales dans l'alimentation des poissons d'élevage en milieu tropical. Fiches Techniques et Documents de Vulgarisation, 11: 7-11. [http://hdl.handle.net/1834/5797\(PDF\)](http://hdl.handle.net/1834/5797(PDF))

*Caractéristiques biologiques et zootecniques des tilapias africains Oreochromis niloticus (Linnaeus, 1758) et Sarotherodon melanotheron Ruppell, 1852 : une revue.*

Available from:

[https://www.researchgate.net/publication/316068412\\_Caracteristiques\\_biologiques\\_et\\_zootecniques\\_des\\_tilapias\\_africains\\_Oreochromis\\_niloticus\\_Linnaeus\\_1758\\_et\\_Sarotherodon\\_melanotheron\\_Ruppell\\_1852\\_une\\_revue](https://www.researchgate.net/publication/316068412_Caracteristiques_biologiques_et_zootecniques_des_tilapias_africains_Oreochromis_niloticus_Linnaeus_1758_et_Sarotherodon_melanotheron_Ruppell_1852_une_revue) [accessed Sep 10 2018].

**Brodeur C., Cloutier J., Crowley D., Desmeules X., Pigeon S. et St-Arnaud R.M., 2008.** La production de biocombustibles solides à partir de biomasse résiduelle ou de cultures énergétiques . Publication no EVC 032-Québec. CRAAQ. [www.craaq.qc.ca](http://www.craaq.qc.ca).



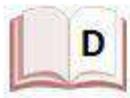
**Casler, M. D., 2012.** Switchgrass breeding, genetics, and genomics. In A. Monti (Ed.), Switchgrass (pp. 29-53). Springer, London.

**Chapman A., 2003.** Culture of hybrid Tilapia : reference profile. IFAS extension. University of Florida. Edis. 86 p.

**Chauhan, R. S., 1987.** Food, parasites and lengthweight relationship of a hill stream fish, *Schizothorax plagiostomus* (Heckel). Indian Journal of Animal Research 21(2): 93-96.

**Chervinski, J., 1982.** Environmental physiology of tilapias. In: Pullin, R.S.V., Lowe McConnel, R.H. (Eds), The Biology and culture of tilapia. (ICLARM Conference Proceedings, Manila, Philippines. 7, 119-128.

**Contreras B. et Escalante C., 1984.** Distribution and known impacts of exotic fishes in Mexico, p.102-130. In W.R. Courtenay Jr. and J.R. Stauffer Jr. (eds.). Distribution, Biology, and Management of Exotic Fishes. Johns Hopkins Univ., Baltimore.



**Daniel, J. R.; Whistler, R. L.; Harald, R.; Elvers, B., 2007.** Starch. In: Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, John Wiley & Sons

**Denzerh. W., 1967.** Studies on the physiology of young Tilapia. FAO Fish. Rep., 44 (4), 358-66.

**Directive 2006/44/EC of the European Parliament and of the Council of 6 September 2006** on the quality of fresh waters needing protection or improvement in order to support fish life

**Directive 2006/113/EC of the European Parliament and of the Council of 12 December 2006** on the quality required of shellfish waters (codified version)



**El-Shazly, A., 1993.** Biological studies on four cichlid fishes (*Tilapia nilotica*, *Tilapia galilee*, *Tilapia zillii*, *Tilapia aurea*). MSc Thesis, Zagazig University, Egypt.

**Edna HS, Boyd EC. 1997.** Dynamics of Pond Aquaculture. CRC Press LLC: USA; 437p



- Falla M., Fomenab A., Kostoinguc B., Diebakatea C., Faye N. et Toguebaya B. 2000.** Myxosporidies (Myxozoa, Myxosporea) parasites des poissons Cichlidae du Cameroun, du Sénégal et du Tchad avec la description de deux nouvelles espèces. pp85-165.
- .The state of food and agriculture.
- FAO., 2002.** The state of food and agriculture 2002.
- FAO., 2018.** Culture aquatic species information program: *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758). Available at <http://www.fao.org>.
- Fischer, W., Schneider, M. et Bauchot, M.L., 1987.** Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche .Méditerranée et mer Noire .Zone de pêche 37, FAO et CCE. Vol. II, Vertébrés: 761-1530.
- Frank, A. B., Berdahl, J. D., Hanson, J. D., Liebig, M. A., et Johnson, H. A. 2004.** Biomass and carbon partitioning in switchgrass. *Crop Science*, 44, 1391-1396.
- Frimpong E, Ansah Y, Amisah S, Adjei, Boateng D, Agbo N, Egna H. 2014.** Effects of two environmental best management practices on pond water and effluent quality and growth of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Sustainability*, 6(2): 652–675.  
DOI:10.3390/su6020652
- 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 Wattenmeer - eine aktuelle Umweltbilanz*. GEO, Hamburg, 448p.
- Fryer G., Iles T.D., 1972.** The cichlid fishes of the great lakes of Africa. Their biology and evolution. Oliver & Boyd (Publ.), Edinburgh, Royaume -Uni : 641 p.



- Gabriel ndakalimwenafal, Jun qiang, Xinyu ma, Jiehe, Pao xu et kailiu ., 2015.-** Dietary Aloe vera improves plasma lipid profile, antioxidant, and hepatoprotective enzyme activities in GIFT-tilapia (*Oreochromis niloticus*) after *Streptococcus iniae* challenge. *Fish Physiol Biochem* 41:1321–1332.
- Geren H, Kavut YT, Altınbaş M ., 2015.** Effect of different row spacings on the grain yield and some yield characteristics of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) under Bornova ecological conditions. *Journal of Ege University Faculty of Agriculture*, 52(1): 69-78.



- Gette R.M., George J.R., Blanchet K.M., Buxton D.R. et Moore K.J. 1996.** Frost-seeding legumes into established switchgrass: Forage yield and botanical composition of the stratified canopy-Agron.J.88:855-860.
- Girouard P., Bano M. et Samson R., 1999.** Le panic érigé dans l'est de l'Ontario: un guide pour les producteurs. Research Reports. Resource Efficient Agricultural Production-Canada.
- Graham R.L., English B.C., Noon C.E., Jager H.I. et Daly M.J. 1997.** Predicting switchgrass farm gate and delivered costs : An 11 state analysis .P.2-129. in R.P. Overend and E. Chornet (eds). Making a business from biomass in energy, environment, chemicals, fibers, and materials. Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Biomass Conference of the Americas. 24-29 Aut. 1997. Montreal, Quebec, Canada.
- Guillaume J, Kaushik S, Bergot P, Metailler R., 1999.** - Nutrition et alimentation des poissons et crustacés. Paris (France): INRA.
- Günther A., 1862.** Catalogue of the fishes in the British Museum. Catalogue of the Acanthopterygii Pharyngognathi and Anacanthini in the collection of the British Museum
- Guretzky J.A., Biermacher J.T., Cook B.J., Kering M.K. et Mosali, M., 2011.** Switchgrass for forage and bioenergy: harvest and nitrogen rate effects on biomass yields and nutrient composition. Plant Soil 339, 69-81.



- Hasan, M. R. et Halwart, M. 2009.** Fish and feed inputs for aquaculture. Practices, sustainability and implications.
- Hockenberry M., Meyer D.B. et Pellett B.H. 2008.** Ornamental Grasses for Minnesota. Minnesota University.
- Huang C.H., 2004.** Replacement of fish meal with de-hulled soybean meal in diets on growth of subadult hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus*. J. Fish. Soc. Taiwan, 31: 263-268.
- Huchette SMH, Beveridge MCM. 2003.** Technical and economical evaluation of periphyton-based cage culture of tilapia (*Oreochromis niloticus*) in tropical (PDF) *Caractéristiques biologiques et zootechniques des tilapias africains Oreochromis niloticus*



(Linnaeus, 1758) et *Sarotherodonmelanotheron*Rüppell, 1852 : une revue. Available from:

[https://www.researchgate.net/publication/316068412\\_Caracteristiques\\_biologiques\\_et\\_zootecniques\\_des\\_tilapias\\_africains\\_Oreochromis\\_niloticus\\_Linnaeus\\_1758\\_et\\_Sarotherodon\\_melanotheron\\_Ruppell\\_1852\\_une\\_revue](https://www.researchgate.net/publication/316068412_Caracteristiques_biologiques_et_zootecniques_des_tilapias_africains_Oreochromis_niloticus_Linnaeus_1758_et_Sarotherodon_melanotheron_Ruppell_1852_une_revue) [accessed Sep 10 2018].

**Huet, M. (1970).** Traité de pisciculture, 4 ièmeédition, Ch. de Wyngaert (Ed.) , Bruxelles, 718 p.



**IFREMER. 2008.**<https://aquaculture.ifremer.fr/Fiches-d-information/Filiere-Poissons/Aliments-de-substitution-pour-les-poissons-d-elevage>.

**Ipungu L, Ngoy K, Banze K, Lumfwa K, Kafund M. 2015.** L'étude de la croissance de *Oreochromis niloticus* par la fertilisation des étangs : Le cas de la ferme Naviundu Lubumbashi. Journal of Applied Biosciences, 91: 8503–8510.

<http://dx.doi.org/10.4314/jab.v91i1.3>

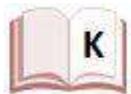
(PDF) *Caractéristiques biologiques et zootecniques des tilapias africains Oreochromis niloticus (Linnaeus, 1758) et SarotherodonmelanotheronRüppell, 1852 : une revue.*

Available from:

[https://www.researchgate.net/publication/316068412\\_Caracteristiques\\_biologiques\\_et\\_zootecniques\\_des\\_tilapias\\_africains\\_Oreochromis\\_niloticus\\_Linnaeus\\_1758\\_et\\_Sarotherodon\\_melanotheron\\_Ruppell\\_1852\\_une\\_revue](https://www.researchgate.net/publication/316068412_Caracteristiques_biologiques_et_zootecniques_des_tilapias_africains_Oreochromis_niloticus_Linnaeus_1758_et_Sarotherodon_melanotheron_Ruppell_1852_une_revue) [accessed Sep 11 2018].



**Jauncey K, Ross B., 1982.** A guide to tilapia feeds and feeding. Scotland (Écosse): University of Stirling, Institute of Aquaculture.



**Kestemont, P., Micha, J., et Falter, U. 1989.** Les méthodes de production d'alevins de *Tilapia Nilotica*, programme de mise en valeur et la coordination de l'aquaculture.



Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture ADCP/REP/89/46, FAO, Rome. p132.(disponible sur: <http://www.fao.org/docrep/t8655f/t8655f00.htm>)

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

**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.



**Lacroix E. 2004.** Pisciculture en Zone Tropicale. GTZ & GFA Terra Systems: Hamburg.

**Lazard J., Morissens P., Parrel P., Aglinglo C., Ali I., et Roche P., 1990.**

Méthodes artisanales d'aquaculture du tilapia en Afrique. Nogent-Sur-Marne, CIRAD/C.T.F.T., 82 p.

**Lazard J. 2009.** La pisciculture des tilapias. Cahiers Agricultures, 18(2-3): 393–401.

<http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=21713651>

**Lazard J, Levêque C. 2009.** Introductions et transferts d'espèces de poissons d'eau douce. Cahiers Agricultures, 18(2-3): 157–163.

**Lazard J. 2013.** Les paradoxes et les questionnements soulevés par l'exploitation de la biodiversité (autochtone et introduite) en aquaculture. Potentiels de la science pour l'avenir de l'agriculture, de l'alimentation et de l'environnement, 1–13.

**Le Cren, E.D. 1951.** The length-weight relationships and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch ( *Percalfluviatilis* ). Journal of Animal Ecology. 20:201–219

**Lee S.T., Mitchell R.B., Wang Z., Heiss C., Gardner D.R. and Azadi, P. 2009.** Isolation, characterization, and quantification of steroidal saponins in switchgrass (*Panicumvirgatum* L.). Journal of Agricultural and Food Chemistry 57, 2599-2604.

**Lemus R.W., 2004.** Switchgrass as an Energy Crop: Fertilization, Cultivar and Cutting :Management.PhD.Dissertation,Blacksbrg, Virginia Tech,2004.

**Leveque C, Quensiere J. 1988.** Les peuplements Ichtyologiques des lacs peu profonds ; 303-324. In Biologie et Ecologie des Poissons d'Eau Douce Africains, LEVEQUE C, Bruton MN, Scentongo GW (eds). Edition de l'ORSTOM; 508p.

**Liebig, M. A., Johnson, H. A., Hanson, J. D., et Frank, A. B. 2005.** Soil carbon under switchgrass stands and cultivated cropland. Biomass Bioenergy, 28, 347-54.



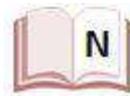
- Lietaer, G. 1984.** Unconditional positive regard: a controversial basic attitude in client-centered therapy. In R.F. LEVANT & J.M. SHLIEN (Eds), Client-Centered Therapy and the Person-Centered Approach: New Directions in Theory, Research and Practice. New York: Praeger.
- Lim, C. et C.D. Webster, 2006.** Tilapia biology, culture and nutrition. The Haworth Press, Inc., Binghamton, NY.
- leeL.1979.** Factors Affecting Land Use Change at the Urban-Rural Fringe.
- Long, M., Wang, W., Zhang, J. 1999.** Origin of new genes and source for N-terminal domain of the chimerical gene, jingwei, in *Drosophila*. *Gene* 238(1): 135--141.
- Longy ., X., 2003.** Les cichlides de Guyane française . Thèse école nationale vétérinaire de Lyon. UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD-LYON. (Médecine-Phrmacie)
- Lowe-mcconnell, R.H. 1982.** Tilapia in fish communities. In: PullinR.S.V.and Lowe-McConnell, R.H. Eds: The biology and culture of tilapias. ICLARM Conference Proceedings, 7, Manila, Philippines, pp 83-114.
- Lupatsch Ingrid., 2016.** Potential use of phototrophic algae as protein and/or lipid source in aqua-feeds, European Aquaculture Society meeting, Edinburgh, Scotland.
- Luquet P. et Moreau Y., 1989.** Energy-protein management by some warmwater finfishes. In advances in Tropical Aquaculture, Tahiti, Feb 20 to March 4, 1989, Aquacop. IFREMER. Actes de colloque 9: 751-755.



- Ma, Z., Wood, C. W., etBransby, D. I., 2000.** Carbon dynamics subsequent to establishment of Switchgrass. *Biomass and Bioenergy*, 18, 93-104.
- Ma, Z., Wood, C. W., etBrandsby, D. I., 2001.** Impact of row spacing, nitrogen rate, and time on carbon partitioning of switchgrass. *Biomass and Bioenergy*, 20, 413-419.
- Magid A. etBabiker M.M., 1975.** Oxygen consumption and respiratory behaviour in three Nile fishes. *Hydrobiologia*, 46, pp 359-367.
- Makkar H.P.S. 1993 .** Antinutritional factors in foods for livestock
- Marie R., 2014.** D'éveloppement d'hydrolysats pour l'alimentation des animaux d'aquaculture : caractérisationmoléculaire et fonctionnelle. Mémoire de DoctoratUniversité de Caen Basse-Normandie



- Martel H .et Perron M.H.2007.**Compilation des essais de Panic érigé realizes au Québec.Publication no EVC 026-Québec. CRAAQ.www.craaq.qc.ca.
- Mckaye,K.R.,Rya,J.D., Stauffer, I.R., Lopez Pérez, L.J.jVega, G. I etvan den Berghe, EP., 1995.-**Africa Tilapia in Lake Nicaragua: Ecosystem in transition. Bioscience 45:4.6-411.
- McLaughlin, S. B., et Walsh, M. E. 1998.** Evaluating environmental consequences of producing herbaceous crops for bioenergy.Biomass and Bioenergy, 14, 317-324. [https://doi.org/10.1016/S0961-9534\(97\)10066-6](https://doi.org/10.1016/S0961-9534(97)10066-6)
- Mélard C, Philippart JC., 1980.**Pisciculture intensive de O. niloticus dans les affluents thermiques d'une centrale nucléaire en Belgique. Doc. E/11.
- Mélard C., 1999.** Choix des Sites, Qualité de l'Eau et Systèmes d'Élevage en Aquaculture. CEFRA. Université de Liège, Station d'Aquaculture de Tihange, 80p.
- Médale., F. et S. Kaushik., 2009.**“Protein sources in feed for farmed fish.” Cahiers Agricultures 18 (2/3): 103-111.
- Mikolasek O, Khuyen TD, Medoc JM, Porphyre V. 2009.** L'intensification écologique d'un modèle de pisciculture intégrée: Recycler les effluents d'élevages porcins de la province de ThaiBinh (Nord Vietnam). Cahiers Agricultures, 18(2-3): 235–241.
- Milani EA, Gardner RC, Silva FV (2015)** Thermal resistance of Saccharomyces yeast ascospores in beers. Int J Food Microbiol 206:75-80
- Moser L. E., et Vogel, K. P., 1995.**Switchgrass, big bluestem, and indiangrass. In R. F. Barnes, D. A. Miller, C. J. Nelson (Eds.), Forages, Vol. 1: An introduction to grassland agriculture (pp. 409-420).



- NegassaA.andGetahunA., 2004.**Breeding season, length-weight relationship and condition factor of introduced fish, Tilapia zillii(Gervais,1848)(Pisces:Cichlidae)inLaceZiway,Ethiopia.SINET:Ethiop.J.Sci. 26(2):115-122

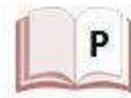


**O'Connor TP, Roebuck BD, Peterson F. and Campbell TC., 1985.** Effect of dietary intake of fish oil and fish protein on the development of L-azaserine-induced preneoplastic lesions in the rat pancreas. *J. Nat Cancer Inst.* 75:959-62.

**Oliva-Teles, A., Enes, P., Peres, H., 2015.** replacing fishmeal and fish oil in industrial aquafeeds for carnivorous fish. Davis, D.A. (Ed.), *Feed and Feeding Practices in Aquaculture*. Woodhead Publishing, Oxford, pp. 203–233.

**Ouattara NI, Iftime A, Mester LE. 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»*, LII: 313–324. <https://www.researchgate.net/publication/242520866>

**Ouedraogo S., 2000.** Biologie de reproduction du tilapia : *Oreochromis niloticus* du lac de barrage de la Comoé. Mémoire d'Ingénieur du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo- Dioulasso, Bobo-Dioulasso, p. 77.

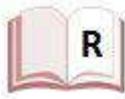


**Pauly D., Moreau J., et Prein, M., 1988.** A comparaison of overall growth performance of Tilapia in open waters and aquaculture. 469-479. In: R.S.V. Pullin et al: *The Second International Symposium on tilapia in Aquaculture*. ICLARM Conference Proceedings 15, 623p.

**Philipart J.Cl., Mélard C. et Ruwet J.C., 1979.** La pisciculture dans les effluents à la centrale nucléaire de Tihange sur la Meuse. In : Calembert V. (Ed). *Problématique et gestion des eaux intérieures*, Liège. 779-791.

**Piscioneri L., Pignatelli V., Palazzo S., et Sharma N., 2001.** Switchgrass production and establishment in the Southern Italy climatic conditions. *Energy Conversion and Management*, 42, 2071-82.

**Pouomogne V., 1998.** Pisciculture en Milieu Tropical Africain. Comment Produire du Poisson à Coût Modéré. Presse Universitaire d'Afrique: Yaoundé; 263p.

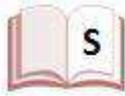


**Rainboth W.L., 1996.**FAO species identification field guide for fishery purposes. Fishes of the Cambodian Mekong.Rome, FAO. 1996: 265 pp.

**Rappaport A., Sarig S., etMarek, M. 1976.** Results of tests of varius aeration Systems on the oxygen regime in the Genosar experimental ponds and growth of fish there in 1975. Bamidgeh, 28 (3), 35-49.

**Regost C, Arzel J etKaushik S J. 1999.** Partial or total replacement of fish meal by corn gluten meal in diet for turbot, Psetta maxima.Aquaculture 180: 90–117.

**Rodier, J., Legube, B., Merlet, N., et al. (2009) L'analyse de l'eau. 9ème édition, Dunod, Paris, 1579 p.**



**Salim S ,Laurent G ,Perrine B ,Abigil F.,2010.** atlas mondial du potentiel de production de cultures énergétiques.

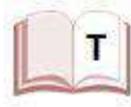
**Sanderson, M. A., Brink, G. E., Higgins, K. F., etNaugle, D. E. 2004.** Chapter 11: Alternative uses of warm-season forage grasses. In L. Moser, B. Burson, & L. Sollenberger (Eds.), Wam-Season Grasses.American Society of Agronomy Monograph Series (Vol. 45, pp. 389-416).

**Samson R.,2007.-**Switchgrass Production in Ontario: A Management Guide. Resource Efficent Agriculture Production (REAP)- Canada.

**Shang Y C., 1992.** The Role of Aquaculture in the World Fisheries. World Fisheries Congress, Athens, Greece, May 3–8, 30pp

**Shiau S.Y., 2002.** Tilapia, Oreochromis spp. Page: 273-292. In Webster C.D. and Lim C. (eds.) Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture.CABI publishing.

**Soltan M A, Hanafy M A etWafa M I A. 2008.** Effect of replacing a mixture of plant protein sources in Nile Tilapia (Oreochromisniloticus L.) diets. Global Veterinaria 2 (4): 157–64.



- Tacon A.G.J. 1993.** Feed formulation and on-farm feed management. In M.B.New, A.G.J. Tacon and I. Csavas, eds. Farm-made aquafeeds, p. 61-74. Proceedings of the FAO/AADCP Regional Expert Consultation on Farm-Made Aquafeeds. Bangkok, FAO-RAPA/AADCP.
- Tacon A.G.J. et Forster I.N., 2000.** Global trends and challenges to aquaculture and aquafeed development in the new millennium, pp.4-25. International Aquafeed Directory et Buyers Guide 2001, Turret RAI plc, Uxbridge, Middlesex, UK.
- Tacon, A.G.J., Metian, M., Turchini, G.M., De Silva, S.S., 2009.** Responsible aquaculture and trophic level implications to global fish supply. Rev. Fish. Sci. 18, 94–105.
- Tacon, A. G., Hasan, M. R. et Metian, M. (2011).** Demand and supply of feed ingredients for farmed sh and crustaceans : trends and prospects. FAO.
- Toguyeni A., 1996.** La croissance différentielle liée au sexe chez le tilapia (Pisces : Cichlidae), *Oreochromis niloticus*(Linnaeus, 1758): Contribution des facteurs génétiques, nutritionnels, comportementaux, et recherche d'un relais endocrinien. PhDthesis, Université de Renne I, Renne, p 250.
- Trewavas E., 1983.** Tilapiine Fishes of Genera *Sarotherodon*, *Oreochromis* and *Dankilia* British Museum Nat. Hist., 583p
- Trintignac P, Bouin N, Kerleo V, Le Berre M. 2013.** Guide de bonnes pratiques pour la gestion piscicole des étangs. SMIDAP: La Ferrière. Van Eer A, Van Schie T, Hilbrands A. 2004. La pisciculture à petite échelle en eau douce. Fondation Agromisa: Wageningen.



- Vergun O., Rakhmetov D., Fishchenko V., Rakhmetova S., Shymanska O. et Bondarchuk O. 2017.** The biochemical composition of plant raw material of *Panicumvirgatum* L. varieties
- Vitule JRS, Freire CA, Simberloff D. 2009.** Introduction of non-native freshwater fish can certainly be bad. Fish and Fisheries, 10(1): 98–108.



- Watanabe T, Aoki H, Viyakarn V, Maita M, Yamagata Y, Satoh S etTakeuchi T. 1995.** Combined use of alternative protein sources as a partial replacement for fish meal in a newly developed soft-dry pellet for yellowtail, *Suisan Zoshoku* 43: 511–20.
- Welker, T.L. etLim.C, 2011.** Use of probiotics in diets of tilapia. *Journal of Aquaculture Research andDevelopment*. S1:014. doi:10.4172/2155- 9546.S1-014
- Welcomme, R.L., 1967.** Observations on the biology of the introduced species of *Tilapia* in Lake Victoria. *Rev. Zool. Bot. Afr.* 76(3-4):249-279.
- Williams.J.E.,Johanon,O.A.,Hendrickson. S.,Contreras-Balderas, J.D.,Williams, Navarro .M.,Mendoza, O.,McAllstr.E etDeacon D.E. 1989.** Fishes of North America endangered, or of special concern:1989. *Fisheries* 14:2-20.
- Wilson R P, Robinson E H, Gatlin D M et Poe W E. 1989.** Dietary phosphorus requirement of channel catfish, (*Ictalurus punctatus*). *Journal of Nutrition* 112 (6): 1197–202.
- Wootton, R. J. 1992.** *Fish Ecology : Tertiary Level Biology*. Blackie, London.

# Annexes

## Annexe I : Tableaux

**Tableau 1 :** Le moyen de la température de l'eau d'élevage durant la période d'étude (R1: régime alimentaire 0%de Panicum virgatum, R2: régime alimentaire 20%de Panicum virgatum, R3: régime alimentaire 40%de Panicum virgatum, R4: régime alimentaire 70%de Panicum virgatum).

Semaines	R1	R2	R3	R4
S 1	23.214 0 ±1.020	23.314±1.121	24.071±1.123	24.743±1.302
S 2	24.757±0.941	25.129±0.684	25.586±0.922	26.114±1.172
S 3	22.271±1.419	22.457±1.642	21.586±1.043	23.029±1.561
S 4	24.029±1.245	25.114±0.872	25.157±1.045	25.100±0.933
S 5	23.714±0.285	25.129±0.256	24.986±0.589	24.286±0.494
S 6	24.586±0.684	25.043±0.310	25.157±0.818	24.729±0.851
S 7	23.157±1.423	23.443±1.220	24.143±0.687	24.529±0.601
S 8	24.943±0.789	24.843±0.697	26.100±0.685	26.086±947
S 9	23.100±0.660	23.657±0161	24.200±0.288	23.457±0.287
S 10	23.943±0.685	23.829±0.521	24.357±0.450	23.986±0409

**Tableau 2 :** Le moyen de l'oxygène dissous des eaux d'élevage durant la période d'étude (R1: régime alimentaire 0%de Panicum virgatum, R2: régime alimentaire 20%de Panicum virgatum, R3: régime alimentaire 40%de Panicum virgatum, R4: régime alimentaire 70%de Panicum virgatum).

Semaines	R1	R2	R3	R4
S 1	6.186±0.802	5.500±0.888	5.414±0.973	6.057±1.003
S 2	5.114±0.922	5.443±0.863	4.871±0.457	4.700±0.690
S 3	6.343±1.254	6.057±1.763	5.571±1.405	5.700±1.298
S 4	5.114±1.069	5.443±0.836	4.900±0.331	5.057±0.538
S 5	7.054±0.417	4.857±1.585	5.900±1.096	5.129±1.333
S 6	6.843±1.009	6.343±0.692	6.229±0.867	5.957±0.704
S 7	6.357±1.286	5.971±1.989	4.786±2.311	4.857±2.307
S 8	3.071±1.390	3.686±1.418	2.900±1.053	3.529±1.341
S 9	5.029±1.076	5.471±0.861	4.514±1.031	4.443±0.969
S 10	6.229±0.895	4.943±1.739	5.043±1.426	6.171±0.953

**Tableau 3 :** le moyen de pH des eaux mesuré durant la période d'étude (R1: régime alimentaire 0%de *Panicum virgatum*, R2: régime alimentaire 20%de *Panicum virgatum*, R3: régime alimentaire 40%de *Panicum virgatum*, R4: régime alimentaire 70%de *Panicum virgatum*).

Semaines	R1	R2	R3	R4
S 1	7.609±0.088	7.511±0.144	7.527±0.166	7.491±0.179
S 2	7.371±0.107	7.449±0.090	7.364±0.170	7.337±0.098
S 3	7.616±0.097	7.493±0.159	7.529±0.163	7.486±0.156
S 4	7.609±0.083	7.491±0.142	7.524±0.149	7.496±0.134
S 5	7.623±0.090	7.493±0.165	7.537±0.161	7.496±0.172
S 6	7.931±0.099	7.713±0.163	7.780±0.161	7.751±0.171
S 7	7.729±0.209	7.519±0.178	7.543±0.301	7.509±0.235
S 8	7.346±0.127	7.471±0.163	7.353±0.161	7.333±0.171
S 9	7.673±0.128	7.681±0.144	7.626±0.089	7.594±0.091
S 10	7.684±0.116	7.567±0.196	7.607±0.158	7.693±0.114

**Tableau 4 :** Le moyen de salinité des eaux d'élevage durant la période d'étude (R1: régime alimentaire 0%de *Panicum virgatum*, R2: régime alimentaire 20%de *Panicum virgatum*, R3: régime alimentaire 40%de *Panicum virgatum*, R4: régime alimentaire 70%de *Panicum virgatum*).

Semaines	R1	R2	R3	R4
S 1	2.830±0.116	2.809±0.115	2.830±0.100	2.824±0.116
S 2	2.811±0.099	2.800±0.102	2.866±0.054	2.831±0.100
S 3	2.857±0.106	2.886±0.091	2.894±0.080	2.839±0.100
S 4	2.801±0.120	2.800±0.131	2.841±0.075	2.850±0.103
S 5	2.840±0.125	2.823±0.108	2.841±0.11	2.829±0.115
S 6	3.010±0.067	3.023±0.064	3.004±0.065	2.999±0.068
S 7	3.054±0.011	3.106±0.131	3.119±0.214	3.054±0.020
S 8	3.129±0.044	3.147±0.046	3.136±0.057	3.133±0.049
S 9	3.207±0.024	3.217±0.033	3.204±0.036	3.184±0.062
S 10	3.260±0.04	3.234±0.040	3.251±0.035	3.267±0.045

**Annexe II : Figures**



**Figure 1.** Broyage des ingrédients



**Figure 2.** *Panicum virgatum* sec et en poudre



**Figure 3.** Préparation et conditionnement de l'aliment



**Figure 4.** Poisson rouge (*Oreochromis Sp.*).



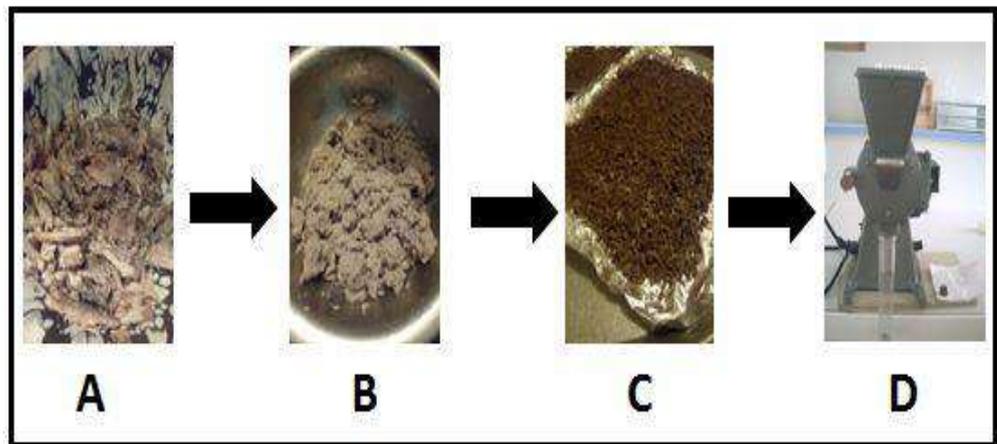
**Figure 5.** Multi paramètre de terrain pour dosage physico-chimique de l'eau

### Annexe III :

#### - Fabrication de farine de poisson

La fabrication de farine de poisson consiste à une transformation du poisson en poudre. Cette opération repose sur un nombre de traitement ou phase (FAO, 1985) qui sont les suivants :

- **Cuisson** : Après hachage des grosses particules, les déchets ou poissons entiers sont Amenés jusqu'à n cuiseur continu horizontal chauffé par de la vapeur, Cette étape est primordiale pour la qualité du produit final.
- **Pressage** : Réalisé manuellement en mettant toute la matière première cuite dans un torchon sec en coton et en la presse pour obtenir à la fin le gâteau, l'eau et la boue.
- **Séchage** : Après le pressage, le gâteau doit être séché à l'air libre ou à l'étuve.
- **Broyage** : Après le refroidissement du gâteau ce dernier sera broyé à l'aide d'un broyeur électrique

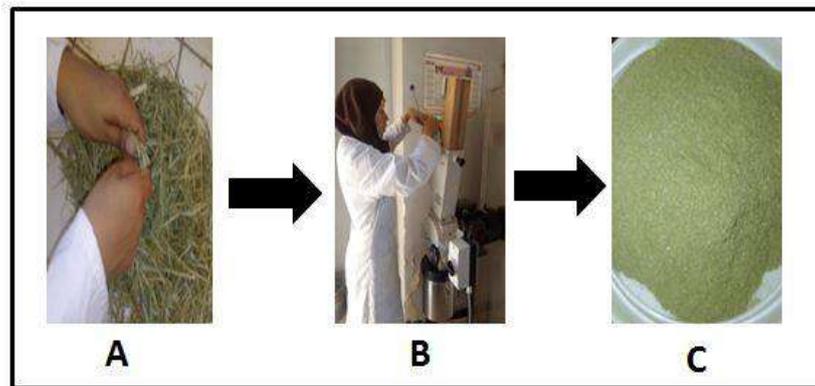


**Figure 6.** Préparation de la farine de poisson (A: Cuisson, B: Pressage: Séchage; D: Broyage)

- **Préparation de farine de *Panicum virgatum***

Pour obtenir la farine de *Panicum virgatum* nous avons suivi la démarche suivante :

- Séchage du *Panicum virgatum* à l'air libre à l'abri du soleil.
- Découpage de l'herbe séchée à la main pour faciliter le broyage.
- Broyage à l'aide d'un broyeur électrique, la conservation de la poudre de *Panicum virgatum* s'est faite dans des boîtes de verre.



**Figure 7.** Préparation de la farine de bleu panic (**A:** Couper bleu panic, **B:** Broyage, **C:** la farine de bleu panic)