REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE MEDEA

FACULTE DES SCIENCES

MÉMOIRE

Présenté pour obtenir le diplôme de Master

En Ecologie et environnement

Spécialité : **Ecologie**

Présenté par:

M^elle^ BENSALAH Khaoula & M^r^ ZAOUDI Bachir

Thème

CONTRIBUTION A L'EVALUATION DES EFFETS DE DEUX ALIMENTS SUR LES INDICES DE CROISSANCE CHEZ LE TILAPIA ROUGE *(OREOCHROMIS SP)* DANS LA FERME «TITTERI AQUACOLE»-MEDEA.

Soutenue publiquement le: 26/06/2024 devant le jury composé de:

Présidente	**Mme. Nabi . F**	M.C.A	UYF-Medea
Examinateur	**Mr. Mesmoudi. M. B**	M.C.B	UYF-Medea
Promoteur	**Mr. Belhadj. H**	M.C.B	UYF-Medea
Co-promoteur	**Mr. Boudjebbour. A**	M.C.B	UYF-Medea
Invité	**Mr . Benkortbi. A**	Propriétaire de la ferme TA Médéa	

Année universitaire: 2023-2024



﴿ وَهُوَ ٱلَّذِى سَخَّرَ ٱلْبَحْرَ لِتَأْكُلُوا۟ مِنْهُ لَحْمًا طَرِيًّا وَتَسْتَخْرِجُوا۟ مِنْهُ حِلْيَةً تَلْبَسُونَهَا ۖ وَتَرَى ٱلْفُلْكَ مَوَاخِرَ فِيهِ وَلِتَبْتَغُوا۟ مِن فَضْلِهِۦ وَلَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ ﴿١٤﴾ ﴾

[سُورَةُ النَّحْلِ:١٤]

REMERCIEMENTS

Avant tout louange à Dieu le tout Puissant pour nous avoir donné le courage,

la volonté et la patience pour terminer ce travail.

Nous adressons nos sincères remerciements à notre promoteur **Mr. Belhadj Hichem** pour avoir accepté d'encadrer ce travail, puis son travail acharné, ses efforts, ses conseils et ses corrections, pour son dévouement à nous transmettre l'information utile, qu'il trouve ici notre profonde gratitude. tout au long de cette période.

Nous tenons également à exprimer nos sincères remerciements à notre Co- Promoteur **Mr. Boudjebbour Abdelmadjid**, pour ses efforts pour enrichir ce travail par son aide.

Nos vifs remerciements s'adressent également aux membres du jury de ce mémoire:

Madame **Nabi.F**, pour avoir accepté d'examiner notre travail et faire partie du jury.

Monsieur **Masmoudi. M.B**, pour avoir fait l'honneur d'examiner ce travail.

Nous tenons à remercier également Mr **Benkortbi Amine**, le Directeur de la ferme «TITTERI-AQUACOLE» qui nous a ouvert les portes de sa ferme pour réaliser ce travail ainsi les employés de la ferme pour leurs aides.

A tous les Enseignants de la filière d'écologie.

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



DÉDICACES

بسم الله الرحمان الرحيم

"قال الله تعالى في كتابه الكريم: "ومن يشكر فإنما يشكر لنفسه "

J'adresse d'abord mes remerciements à ***Dieu*** *Tout-Puissant, qui m'a permis d'atteindre ce stade, m'a ouvert la voie pour y arriver et m'a donné force et patience.*

Chère ***maman*** *merci d'être le phare de ma vie. Votre force et votre compassion inébranlables ont sculpté la personne que je suis aujourd'hui. Vous avez toujours été là à bras ouverts et à l'écoute, m'apportant des conseils et un amour inconditionnel, ce qui m'a aidé à surmonter les défis avec résilience.*

A mon très cher ***père****, Tu as toujours été pour moi un exemple du père respectueux, honnête, de la personne méticuleuse, je tiens à honorer l'homme que tu es. Malgré les adversités, votre confiance inébranlable en moi m'a permis de persévérer et d'en sortir plus fort. Votre sacrifice et votre amour ont été les pierres angulaires de mon rétablissement.*

A ma sœur ***Dalal****, Tout ce que je sais, c'est que je suis extrêmement chanceux d'avoir une grande sœur aussi douce et aimante sur laquelle m'appuyer et partager mes pensées quand j'en éprouve le besoin. Merci d'avoir prêté l'oreille quand personne d'autre ne le faisait.*

A mes petites sœurs ***Marwa*** *et* ***Safa*** *Je vous souhaite de tout mon cœur du succès dans la vie et la réalisation de vos objectifs, et vous avez tout mon soutien et mon amour.*

A ***Julia*** *Tu as toujours été mon porte-bonheur ! Alors merci à toi, mon adorable petite sœur !*

À ma merveilleuse cousine ***Fatima****, qui fut et restera une sœur, une amie de cœur et d'âme, J'espère que les jours ne nous sépareront pas, peu importe ce qui se passe entre nous.*

À mon meilleur amie ***Fouzia*** *Merci de créer des souvenirs, des fous rires, des moments précieux qui sont rien qu'à nous deux; aussi banals soient-ils, ils sont indispensables à mes yeux Merci aussi pour les jours qui m'ont réuni avec vous.*

*À la fille de mon cœur, au morceau de sucre qui a illuminé nos vies****, Lina Miral*** *ta tante t'aime toujours*

*À la personne qui m'a soutenu à tout moment…****Ismail Madani*** *Je te souhaite, autant que tu m'as aidé, d'être heureux toujours et pour toujours.*

À mes chers amies, ***Marwa*** *…* ***Amel*** *…* ***Halla****…. ET* ***Khadidja*** *merci d'être avec moi.*

A ceux qui effacent ma fatigue, A ceux dont l'entrée dans ma vie a été exceptionnelle, À cet amour qui ne finit jamais, mes chats ***Koukouch****,* ***Bichou*** *et* ***Bicha****.*

À toutes les personnes qui m'ont soutenu, à toutes celles qui ont fait plaisir à mon cœur, même avec un mot gentil, à ma grande et petite famille merci.

Khaoula



DÉDICACES

Au nom d'Allah clément et miséricordieux
Je remercie d'abord Dieu avons tout ﷻ le tout puissant de m'avoir donné le courage, la volonté et la patience de mener ce présent travail.

Je dédie ce mémoire.

À mon très cher père Mahfoud.
Grâce à toi, j'ai appris les vraies valeurs et je suis devenu l'homme que je suis aujourd'hui.
Ton absence à la remise des diplômes m'a attristé, mais ton souvenir me guide et me motive.
Tu es mon inspiration, mon diamant étincelant dans le ciel.
Je t'aime et je t'aimerai toujours père, que tu reposes en paix y'a ghali.

À ma très cher mère Charifa .
. Paradis du Très Miséricordieux, Ta lumière a illuminé mon chemin de vie et m'a guidé vers ce jour de triomphe. Les mots ne suffisent pas pour exprimer l'immensité de mon amour et de ma gratitude envers Toi. Mon cœur déborde de reconnaissance infinie pour tous les sacrifices, la générosité et l'affection dont Tu m'as enveloppé.
Je Te dédie cette réussite,Avec infinie gratitude et amour éternel.

À mes très chers frères et sœurs.
Ce diplôme que je décroche aujourd'hui n'aurait jamais été possible sans vous. Il est le fruit de notre lien unique et précieux, de l'amour qui nous unit et de la force que je tire de votre soutien inconditionnel À ma très chère sœur ***Assia*** *et* ***Faiza*** *à son merveilleux mari* ***Nabil***
Les petites princesses, mes nièces ***Marwa , Eileen , Maryem .***

À toute la famille paternelle ***Zaouidi***
À toute la famille materne ***Sahraoui***

À tous mes profes qui m'ont enseigné tout au long de mes années d'études.
À Tous mes amis (es) et à toute la promo ***2019-2024*** *D'Ecologie.*
À Tous ceux qui m'ont soutenu de prés ou de loin.

BACHIR





Résumé

Pour déterminer l'effet de l'aliment sur la performance de croissance de Tilapia rouge (*Oreochromis sp*), 25 poissons mâles ont été mis dans deux bassins en plastique (1000L/bassin) au niveau de la ferme piscicole "Titteri aquacole" située à Benchicao, Médéa. Ces poissons ont été nourris à 12% de leur poids total pendant 91 jours. L'objectif de cette contribution est d'évaluer et de comparer l'effet d'un aliment préparé à base de protéines animales (intestins de poulet et farine de poisson), de maïs et d'une quantité d'ail (bassin2) à celui d'un aliment considéré comme témoin préparé lui aussi à base de farine de poisson essentiellement (bassin1).

Les résultats obtenus ont montré que mis à part l'oxygène dissous, les paramètres physico-chimiques tels la température, pH, conductivité électrique, salinité sont généralement favorables pour l'élevage de ce poisson. D'autre part, les résultats de l'étude actuelle ont montré que les poids initiaux totaux étaient de 61,39g et 51,63g respectivement pour B_1 et B_2, alors que le poids final total atteint 262,6 g et 275,54 g respectivement pour B_1 et B_2. L'analyse biochimique a montré que la teneur en protéines était de 43% pour l'aliment du B_1 et 30,41% pour l'aliment du B_2. Quant à la teneur en matières grasses celle-ci était de 13,66% pour B_1 et 13,34% pour B_2. L'étude comparative des performances de croissance a révélé que les poissons nourris avec l'aliment testé (B_2) ont affiché de meilleures performances que ceux nourris avec l'aliment témoin (B_1). Les indicateurs de croissance tels que le poids moyen final, le gain de poids, le gain moyen quotidien, le taux de croissance spécifique, et l'indice de conversion alimentaire étaient supérieurs chez les poissons du B_2. En revanche, les poissons du B_1 ont enregistré des performances de croissance légèrement inférieures. Cette différence peut être attribuée à la quantité et à la qualité des aliments utilisés dans chaque bassin.

Mots-clés: Tilapia rouge (*Oreochromis sp*), paramètres physico-chimiques de l'eau, aliments, paramètres zootechniques, indices de croissance, Titteri aquacole– Médéa.

ملخص

لتحديد تأثير العلف على أداء نمو البلطي الأحمر (أوريوكروميس سب)، تم وضع 25 سمكة من الذكور في حوضين بلاستيكيين (1000 لتر /الحوض) في مزرعة أسماك " تيطري أكواكول" الواقعة في بن شيكاو-المدية. تم إطعام هذه الأسماك بنسبة 12 % من وزنها الكلي لمدة 91 يومًا. الهدف من هذه المساهمة هو تقييم ومقارنة تأثير العلف الذي يتم تحضيره من البروتينات الحيوانية (أمعاء الدجاج ودقيق السمك) والذرة وكمية من الثوم (الحوض 2 أو B2) وتأثير الطعام الذي يعتبر بمثابة شاهد، والذي يتم تحضيره أيضًا بشكل أساسي من دقيق السمك (الحوض 1 أو B1).

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أنه، بصرف النظر عن الأكسجين المذاب، فإن المعايير الفيزيائية والكيميائية للماء مثل درجة الحرارة ودرجة الحموضة والموصلية الكهربائية والملوحة مواتية بشكل عام لتربية هذه الأسماك. من ناحية أخرى، أظهرت نتائج الدراسة الحالية أن إجمالي الوزن الأولي كان 61.39 غ و 51.63 غ على التوالي لـ B1 و B2، في حين بلغ إجمالي الوزن النهائي 262.6 غ و 275.54 غ على التوالي لـ B1 و B2. أظهر التحليل الكيميائي الحيوي أن محتوى البروتين كان 43 ٪ لتغذية B1 و 30.41 ٪ لتغذية B2. أما بالنسبة لمحتوى الدهون، فقد كان 13.66 ٪ لـ B1 و 13.34 ٪ لـ B2. كشفت الدراسة المقارنة لأداء النمو أن الأسماك التي تتغذى على الأعلاف المختبرة (B2) أظهرت أداءً أفضل من تلك التي تتغذى على أعلاف المستخدمة على مستوى المزرعة (B1). كانت مؤشرات النمو مثل متوسط الوزن النهائي، وزيادة الوزن، ومتوسط الكسب اليومي، ومعدل النمو المحدد، ، ومؤشر تحويل الأعلاف أعلى في B2 للأسماك. في المقابل، كان أداء نمو أسماك B1 أقل قليلاً. ويمكن تفسير هذا التفاوت من خلال تكوين أو نوعية الأطعمة المستخدمة في كل عملية .

الكلمات المفتاحية : البلطي الأحمر (أوريوكروميس سب)،المعاييرالفيزيائية والكيميائية للمياه، الغذاء، المعايير الحيوانية، مؤشرات النمو، مزرعة "تيتيري أكواكول"- المدية.

Absract

To determine the effect of the feed on the growth performance of Red Tilapia (Oreochromis sp), 25 male fish were placed in two plastic tanks (1000L of water/tank) at the "Titteri aquaculture" fish farm located in Benchicao, Medea. These fish were fed at 12% of their total weight for 91 days. The objective of this contribution is to evaluate and compare the effect of a food prepared from animal proteins (chicken intestines and fishmeal), maize and an amount of garlic (basin 2) to that of a food considered as a control, also prepared essentially from fishmeal (basin 1).

The results obtained showed that, apart from dissolved oxygen, physicochemical parameters such as temperature, pH, electrical conductivity and salinity are generally favourable for the rearing of this fish. On the other hand, the results of the current study showed that the total initial weight was 61.39 g and 51.63 g respectively for B1 and B2, while the total final weight reached 262.6 g, 275.54 g respectively for B1 and B2. Biochemical analysis showed that the protein content was 43% for the B1 feed and 30.41% for the B2 feed. As for the fat content, it was 13.66% for B1 and 13.34% for B2. The comparative study of growth performance revealed that fish fed with the tested feed (B2) showed better performance than those fed with the control feed (B1). Growth indicators such as final average weight, weight gain, daily average gain, specific growth rate, and feed conversion index were higher in B2 fish. In contrast, B1 fish recorded slightly lower growth performance. This difference can be attributed to the composition or quality of the foods used in each treatment.

Keywords: Red Tilapia (Oreochromis sp), physico-chemical parameters of water, food, zootechnical parameters, growth indices, Titteri aquaculture- Media.

Table des matières

CHAPITRE I : Synthèse de littérature

1. Généralités sur l'aquaculture et la pisculture 4

1.2 Définition de la pisciculture 4

2. Biologie et écologie des Tilapias en particulier le Tilapia rouge 8

3. L'Alimentation en pisciculture 16

5. Utilisation de l'ail dans l'alimentation des poissons 25

7. Composition nutritionnelle 29

8. Composition chimique globale et valeur nutritionnelle de la chair du tilapia 29

9. Intérêt économique 30

CHAPITRE II : Présentation de la zone d'étude

1. Présentation de la zone d'étude 32

2. Présentation de la commune de « BENCHICAO» 33

4. Objectifs du projet 37

- 4Hangars 37
- 1 local technique 37
- 1 local pour l'aquariophilie 37

Identité du demandeur 37

5.Problèmes et contraintes naturelles 37

6.Description de l'investissement 38

2 .Le matériel utilisé 43

CHAPITRE III :Matériel et Méthodes

3.Matériel biologique 44

4.Préparations effectuées 44

6.Suivi des paramètres physicochimiques de l'eau 46

7.Suivi de la croissance 47

8.L’alimentation de poisson 47

CHAPITRE III : Résultats et Interprétation

1. Evolution par rapport aux bassins 51

3.Evolution temporelle 61

4. Corrélations 69

5.La régression 70

6.Les indices de croissance de poisons 71

Discussion 79

Conclusion……...87

Liste des tableaux

N°	Titre	page
1.	Limites de tolérance et référence du -chimique d'O.niloticus.	15
2.	Proportions des composés alimentaires .	22
3.	Besoin en acides aminés essentiels de différentes espèces de poisson d'élevage.	22
4.	Résumé des besoins en protéine selon différentes études Sources des données.	22
5.	Taille des granulés recommandés pour les différentes classes de taille de Tilapia.	23
6.	Principaux a agents pathogènes rencontrés chez le tilapia .	26
7.	composition chimique et la valeur nutritionnelle de la chair du Tilapia	28
8.	présente des données sur les pentes, les surfaces et les taux d'imposition des terres.	29
9.	Les caractéristiques du bassin d'élevage de tilapia dans la ferme.Hangar N°1.	37
10.	Les caractéristiques du bassin d'élevage de tilapia dans la ferme Hangars N° 1 Locale «A» Elevage de Tilapia.	38
11.	Les caractéristiques du bassin d'élevage de clarias dans la ferme Hangars N° 2 Locale «B» Elevage de Clarias.	39
12.	Les caractéristiques du bassin d'élevage de carpe dans la ferme Hangars N° 1 Locale «C» Elevage de Carpe.	40
13.	Les caractéristiques du bassin d'élevage de Sandre dans la ferme Hangars N°1 Locale D'élevage de Sandre.	41

Liste des figures

N°	Titre	page
1.	Principales espèces produites en pisciculture .	6
2.	Tilapia rouge hybride **(*Oreochromis sp*).**	**7**
3.	Schéma de l'anatomie externe du tilapia.	8
4.	Caractéristiques morphologiques du Tilapia.	10
5.	Image d'un adulte de Tilapia sp dans la vue latérale.	11
6.	le système respiratoire de Tilapia.	11
7.	la morphologie externe et interne de O.sp.	12
8.	le cycle de maturité de Tilapia sp.	13
9.	Dimorphisme sexuel du tilapia.	14
10.	la reproduction chez tilapia sp.	14
11.	Bilan d'utilisation de l'énergie alimentaire.	21
12.	Production de Tilapias .	31
13.	la wilaya dans sons contexte régional.	32
14.	Situation La commune de Benchicao.	33
15.	Situation de la commune par rapport à la wilaya de Médéa.	34
16.	La ferme piscicole « TITTERI AQUACOLE ».	36
17.	Bassins pour le grossissement du Tilapia.	38
18.	Bassins pour le grossissement du Clarias.	39
19.	Bassins pour le grossissement du Carpe.	40
20.	Bassins pour le grossissement du Sandre.	41
21.	*Oreochromis sp Tilapia rouge* (de cette étude).	44
22.	les bassins délavage de tilapia de cette étude.	44
23.	Mensuration des poissons lors de cette étude.	47

24. Mesurer la quantité de nourriture. 48

25. Evolution de la température moyenne de l'eau au niveau des deux bassins de l'expérimentation. 52

26. Evolution de l'oxygène dissous moyen de l'eau au niveau des deux bassins de l'expérimentation. 52

27. Evolution de la salinité moyenne de l'eau au niveau des deux bassins 52

28. Evolution de ph moyen de l'eau .au niveau des deux bassins. 54

39. Evolution de conductivité moyenne de l'eau au niveau des deux bassins. 54

40. Evolution de Quantité moyenne d'aliment au niveau des deux bassins. 55

41. Résultats du dosage des protéines dans les deux aliments. 57

42. Résultats des matières grasses dans les deux aliments. 57
43. Résultats des cendres dans les deux aliments. 57

44. Résultats de l'humidité dans les deux aliments. 58

45. Evolution de poids moyen des poissons au niveau des deux bassins. 59

46. Evolution de la taille moyenne des poissons.au niveau des deux bassins. 59

47. Evolution de moyenne de mortalité (au niveau des deux bassins. 60

48. Evolution de la moyenne de survie au niveau des deux bassins. 60

49. Évolution des valeurs de température de l'eau au niveau des deux bassins. 63

50. Évolution des valeurs de l'oxygène dissous de l'eau au niveau des deux bassins. 63

51. Évolution des valeurs de salinité de l'eau au niveau des deux bassins. 63

52. Évolution des valeurs de pH de l'eau au niveau des deux bassins. 65

53. Évolution des valeurs de conductivité électrique de l'eau au niveau des deux bassins. 65

54. Évolution d'aliment distribué au niveau des deux bassins. 66

55. Évolution des valeurs de poids des poissons au niveau des deux bassins. 67

56. Évolution de taille des poissons au niveau des deux bassins. 67

57. Évolution de taux de survie au niveau des deux bassins. 68

58. Évolution de mortalité au niveau des deux bassins de l'expérimentation. 68

59. Les valeurs de poids moyen initial au niveau des deux bassins. 72

60. Les valeurs de poids moyen final au niveau des deux bassins. 72

61. Les valeurs de gain moyen quotidien au niveau des deux bassins. 72

62. Les valeurs de gain de poids au niveau des deux bassins. 74

63. Les valeurs de taux de survie au niveau des deux bassins. 74

64. Les valeurs de taux de mortalité au niveau des deux bassins. 74

65. Les valeurs de taux de croissance spécifique au niveau des deux bassins. 75

66. Les valeurs de taux de conversion alimentaire au niveau des deux bassins. 77

67. Les valeurs de taux de ingéré volontaire au niveau des deux bassins. 77

68. Les valeurs de facteur de condition au niveau des deux bassins de l'expérimentation (février 2024-mai2024). 77

69. Les valeurs d'efficacité protéique au niveau des deux bassins. 78

Liste des abréviations

FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

ITG : tractus gastro-intestinal.

g: grammes.

g/l : Gramme par litre.

PMI :poid moyen initial .

PMF :poid moyen final.

GMQ : Gain moyen quotidien.

GP : Gain de poids.

IV : ingéré volontaire.

K : facteur de condition.

IC : indice de conversion Alimentaire.

LS : Longueur standard.

LT : Longueur totale.

pH : Potentiel Hydrogène.

PMF : poids moyen final.

Pmi : poids moyen initial.

Ppm : partie par million.

QA : quantité d'aliment.

TCS : Taux de croissance spécifique.

T°C : Température en degré Celsius.

NRC : National Research Council des Etats-Unis (2011) .



Introduction

Introduction

L'aquaculture est actuellement le segment croissant de la production d'aliment dans le monde. Parmi toutes les productions animales, elle est celle qui présente le plus fort taux de progression, avec près de 13% de croissance par an, et elle fournit environ 52% de la consommation mondiale en poisson **(FAO, 2020).** L'aquaculture peut être utilisée pour reconstituer les populations d'espèces en voie de disparition **(NOAA, 2023).**

Depuis longtemps l'homme exploite les ressources hydriques pour satisfaire ses besoins principalement pour l'alimentation, la production d'électricité, ainsi que pour la pêche et l'aquaculture. Les premiers essais aquacoles ont commencé avant 4000 ans en Egypte par la production du fameux poisson: le Tilapia **(FAO, 2017).**

Les Tilapias, fondement de l'aquaculture africaine, forment à partir de quelques espèces endémiques en Afrique, la base de la pisciculture d'eau douce de la ceinture intertropicale du globe selon **(Lazard, 1990)**. 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. L'élevage des Tilapias existe depuis plus de 2500 ans **(Azaza et Kraiem, 2007).**

Le Tilapia regroupe en fait soixante-dix espèces (Gilles Blanchets). Parmi les espèces de Tilapias introduites en Algérie on trouve le Tilapia rouge *(Oreochromis sp).* Etant donné les facteurs d'adaptabilité de ce poisson et la facilité qu'il présente, ainsi La demande croissante en produits aquacoles et la distinction de l'Algérie parmi les pays Méditerranéens n faible production aquacole. Bien que le ratio alimentaire est de 5,4 Kg/Hab/an, cela reste bien en dessous de la moyenne mondiale qui a été estimé en 2012 à 19,2 Kg/Hab/an **(FAO 2014).** L'Algérie opte pour le développement de l'élevage du Tilapia rouge afin d'encourager l'aquaculture algérienne et prévoir un développement durable. D'une part, pour exploiter et valoriser l'énorme ressource en eau douce et saumâtre et d'autre part pour la diversification des espèces d'élevage à haute valeur marchande (**Dergal , 2015).** a proposé de baptiser le tilapia le "poulet aquatique" car son élevage est rentable dans un large éventail de systèmes d'exploitation. **(Lazard et el .,1996).**

Dans le monde, plusieurs méthodes ont été employées pour produire le tilapia, notamment en système extensif (majoritairement dans des étangs), semi-intensif ou encore intensif à hyper-intensif. Ces derniers systèmes de production demeurent les plus employés. En effet, ces systèmes sont caractérisés par l'utilisation de souches sélectionnées et d'un aliment composé performant **(FAO, 2017).** Un régime alimentaire peut avoir un impact sur le taux et l'efficacité de la croissance des poissons d'élevage. D'autre part, une suralimentation n'est pas bénéfique pour les poissons car elle réduit l'efficacité de la conversion de l'alimentation et de la croissance, ce qui entraîne une détérioration de la qualité de l'eau et une augmentation des coûts; l'alimentation représente plus de 50% du coût total de la production dans l'aquaculture des poissons. **(Okorie et al.,2013).** Une bonne nutrition des

poissons dépend de la qualité des ingrédients utilisés pour préparer les aliments, de leur composition (recette), des techniques et du matériel employés lors de leur production, des soins qui leur sont apportés lors du stockage et de la technique d'alimentation des poissons. Des critères comme la valeur nutritive (teneur en protéines, lipides, glucides et fibres), la nécessité de procéder au prétraitement pour rendre l'ingrédient plus digestible et autres sont importants pour la préparation et la conservation de l'aliment **(Mushagalusa, Yossa et Matungulu, 2020).**

De nombreuses recherches ont été menées sur l'élevage du Tilapia rouge et ses besoins nutritionnels. Parmi les études dans le monde, on peut citer celles de **Dhraief et al. (2010), Kimou et al. (2016), Prabu et al. (2017), ainsi que Kreman et al. (2020), Al- Hamadany et al. (2023), Azaza et Kraiem (2024).**

En Algérie, l'aquaculture du Tilapia a fait l'objet de nombreuses études. Des chercheurs se sont penchés sur divers aspects de son élevage, notamment la nutrition, la reproduction, la croissance et les méthodes d'élevage. Parmi les contributions significatives, on retrouve celles de: **Ait Hamouda (2005), Al dilaimi (2009), Alliouche (2010), Dergal (2015), Benidiri (2017), Hocine (2017), Boukhris (2018), Abed et Beloufa (2019),Boumaraf (2019), Gasmi et Zid (2019), Touahria (2020), Gouarh et Meflah (2019), Mohammed Bouziane et Smaili (2020),** ainsi que **Soumaa et Mansour (2021)**.

Au niveau de notre université, cette contribution s'inscrit dans le cadre d'un travail mené depuis plusieurs années nous pouvons mentionner certains travaux tels que ceux effectués par Ali **Khoudja et Touati (2020), Zekour (2021), Mezhoud et cherair (2021), Abdellaoui et lamri (2022), Acheb et Dairi (2022), Hatchane et Rais (2023).**

L'objectif de cette recherche est d'évaluer l'efficacité de deux aliments (testé et témoin), testé l'un préparé à base de protéines animales (intestins de poulet et farine de poisson) et de mais auxquels une quantité d'ail est rajoutée, l'autre aliment est préparé par la ferme à base de protéines animales (farine de poisson). Les deux types d'aliments représentent 12% de la masse corporelle totale des 25 poissons mâles, répartis dans deux bassins distincts. L'étude vise à suivre la croissance du Tilapia Rouge (Oreochromis sp) dans la ferme "Titteri Aquacole" à Médéa. Pour se faire on a essayé d'évaluer la performance des aliments en termes de taux de croissance, de gain de poids et de qualité générale des poissons élevés. Les résultats obtenus pourront guider les pisciculteurs dans l'amélioration de leurs Méthodes d'alimentation, afin d'optimiser la croissance et la production du Tilapia Rouge, répondant ainsi à la demande du marché algérien en protéines animales. Il est également crucial de comprendre l'impact des différents régimes alimentaires sur la croissance des poissons, ce qui peut influencer l'efficacité économique de l'aquaculture et sa durabilité environnementale.

Dans cette étude, nous tenterons de répondre à certaines questions concernant ce sujet, en particulier: Est-ce que les conditions d'élevage (qualité de l'eau) de Tilapia rouge à la ferme sont favorables à la croissance de ce poisson? Quel est l'aliment le plus consommé? Est-ce que cela est efficace et abordable pour stimuler la croissance du Tilapia rouge? Pour améliorer la production et obtenir le meilleur rendement en poids et en taille ? Quelles

innovations dans l'alimentation du Tilapia rouge ? Afin d'atteindre cet objectif, et suite à cette introduction, ce manuscrit est structuré en quatre chapitre :

Chapitre 01: Le premier chapitre traite de façon générale des principes fondamentaux de L'aquaculture, de la pisciculture et de l'espèce étudiée et l'alimentation dans l'aquaculture.

Chapitre 02: Le chapitre suivant expose la ferme aquacole (zone d'étude), en offrant des renseignements approfondis sur cet environnement particulier.

Chapitre 03: Dans ce troisième chapitre, nous examinerons en profondeur les équipements et la méthodologie employés lors de notre recherche.

Chapitre 04: Le quatrième chapitre analyse et examine les conclusions tirées de cette étude.

Enfin, ce travail sera conclu par une conclusion générale qui résumera les principaux résultats et donnera une vision globale des sujets abordés.



Chapitre I
Synthèse bibliographique

1. Généralités sur l'aquaculture et la pisculture

1.1 Définition de l'aquaculture

Il s'agit de la définition de la **FAO (1988)**: «Elevage d'organismes aquatiques (poissons, mollusques, crustacés, plantes aquatiques...) avec deux conditions:

•Une intervention humaine dans le processus d'augmentation de la production: alimentation et protection.

•Une propriété individuelle ou juridique du stock en élevage **(Billard, 2005)**. Elle s'intéresse à plusieurs catégories de production dont les principales:

- La pisciculture (élevage de poissons) dont la salmoniculture est la plus connue (truites, saumons) productions de poissons;
- La conchyliculture (élevage de coquillages) qui comprend l'ostrei culture (huîtres) la mytiliculture (moules);
- L'élevage de crustacés, notamment les crevettes (crevettes culture) et les écrevisses (astacili culture);
- La culture d'algues (algoculture).

1.2 Définition de la pisciculture

La pisciculture est une des branches de l'aquaculture qui désigne l'élevage des poissons dans des espaces entièrement ou partiellement clos (étangs, bassins en béton ou en plastique, nasses ou cages, etc.), afin de pouvoir protéger les animaux contre les différents prédateurs ainsi pour les contrôler (alimentation, traitement, capture…) **(Benidiri., 2017).**

La pisciculture désigne l'élevage des poissons en eaux douces, saumâtres ou salées. La pisciculture a été inventée en Chine, le premier traité de pisciculture y fut écrit par Fan Li en 473 **(F.A.O., 2008).**

1.3 L'objectif de la pisciculture

L'objectif de la pisciculture n'est pas de remplacer la pêche mais de compléter ses apports en maintenant le niveau de consommation actuel, compte tenu de l'augmentation de la population mondiale. Toutefois, cet objectif doit être poursuivi dans le respect des contraint environnementales, de la santé du consommateur et de la bioéthique. La pisciculture offre de nombreux avantages :

- Le poisson fournit des protéines animales de très bonne qualité pour la consommation humaine.

- La pisciculture fournit un revenu supplémentaire à l'exploitation agricole.

- La croissance des poissons peut être contrôlée : on élève uniquement les poissons que l'on choisit.

1.4 Méthodes d'élevage et types de pisciculture

Diverses méthodes d'élevage de tilapia présentant des niveaux d'intensifications très variables se sont développées selon les conditions topographiques, physico-chimiques et socio- économiques des milieux.

De ces méthodes, on peut citer: l'élevage en étang, l'élevage par classe d'âge mélangées et séparées etc. **(Nsaka, 2008).** Le terrain et l'eau sont les besoins les plus évidents et plus pressants, il faut que sa quantité et sa qualité soient correctes. La qualité de l'eau dépend des substances dissoutes ou en suspension dans l'eau.

D'après **Fermon (2013)**, les types de pisciculture dépendent principalement de l'investissement, de la quantité de poisson produit par unité de surface et de la destination des produits.

Ils sont généralement caractérisés par leur degré d'intensification, lui-même défini selon les pratiques d'alimentation; l'aliment exogène représente en effet en général plus de 50 % du coût total de production dans les systèmes intensifs.

Cependant, l'intensification concerne de nombreux autres facteurs de production, comme l'eau, le foncier, le capital et le travail. Il existe plusieurs types de production piscicole et une première classification peut être établie de la manière suivante:

- Les systèmes de production piscicole extensifs.
- Les systèmes de production piscicole semi-intensifs.
- Les systèmes intensifs et super intensifs.

1.5 Le poisson et l'alimentation humaine

Le poisson est une source riche en protéines nobles de grande qualité, contenant tous les acides aminés indispensables, il fournit des acides gras longs polyinsaturés (ω3) essentiellement **(Gissi, 1999 ; Bucher et al., 2002)**, des vitamines (D, A et B) et des minéraux (notamment du calcium, de l'iode, du zinc, du fer et du sélénium) **(FAO., 2016)** . Le poisson contient généralement beaucoup de graisses non saturées, et contribue à la protection contre les maladies cardiovasculaires **(Simopoulos., 2001)**. Il favorise également le développement du cerveau et du système nerveux du fœtus et du nourrisson **(Broadhurst et al., 1998 ; Crawford et al., 1999)**.

1.6 Le choix du poisson pour un intérêt piscicole

Pour qu'un puisse être d'un intérêt piscicole, il faut qu'il réponde aux critères suivants

- Pouvoir sa reproduction facilement.
- Avoir un taux de croissance élevé à partir d'une alimentation économique.
- Avoir une chair de bonne qualité
- Etre rustique, facile à manipuler et d'une bonne adaptation au milieu dans lequel il sera élevé.

En effet, un poisson d'élevage doit pouvoir sa reproduction en captivité sans grandes exigence particulières et donner un nombre élevé d'œufs et des alevines. Le choix de l'espèce à tient donc compte de ses exigences spécifique afin que l'animale soit placé dans les conditions les plus favorable de croissances et développement, permettent par la même de rentabiliser au mieux les investissements engagés (Maatar et Bouhaine, 2004).

1.7 Les espèces les plus utilisées en pisciculture

En pisciculture, les élevages réalisés en eau douce sont très majoritaires totalisant près de 95% de la production piscicole totale. Ceux-ci concernent diverses espèces de cyprinidés (dont les carpes) et de cichlides (dont les Tilapias) ainsi que des espèces de mollusques et de crustacés (Figure I.1) **(Robert, 2014).**

1.7.1 Les espèces cultivées

Selon **MADRP, (2016)** ; en Algérie, les principales espèces élevées sont :

a. Eau de mer :

Le loup *(Dicentrarchuslabrax*), la daurade *(Sparusaurata*) et le maigre *(Argyrosomusregius*).

La moule *(Mytilusgalloprovincialis)* et l'huître (*Crassostrea gigas).*

b. En eau douce (pisciculture continentale) :

Tilapia du nil *(Oreochromis niloticus)*, tilapia rouge, poisson chat *(Clarias gariepenus)*, carpe argentée (Hypophthalmichthysmolitrix), carpe à grande bouche (Aristichthysnobilis), sandre (*Stizostedionlucioperca)* et black-bass *(Micropterussalmoides*).

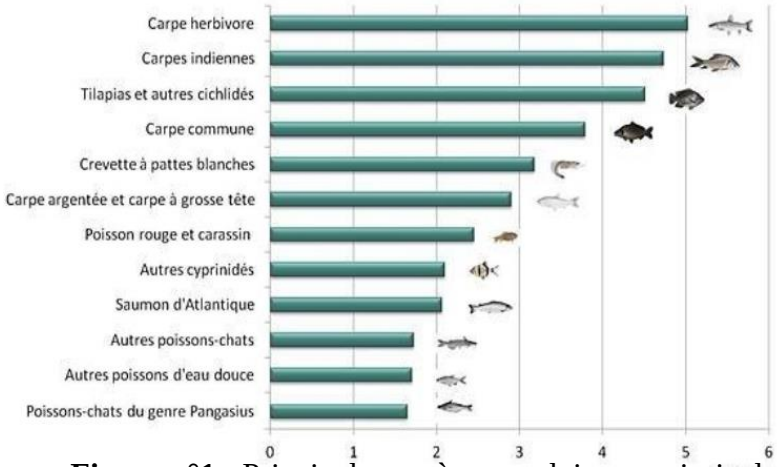


Figure n°1 : Principales espèces produites en pisciculture dans le monde en 2012 **(ROBERT, 2014)**.

1.8 Présentation de l'espèce rouge Tilapia (*Oreochromis sp*)

Le Tilapia rouge hybride, comme toutes les autres espèces du même ordre Oreochromis, est l'une des plus importantes espèces élevées actuellement dans les eaux douces tropicales et subtropicales. Son élevage se fait toute l'année, en circuit ouvert ou fermé dans plusieurs régions du monde. Sa croissance rapide et son adaptation à des écosystèmes

variés de même que sa chair savoureuse font de lui un excellent candidat pour l'Aquaculture. Leur consommation moyenne mondiale passerait de 14 à 25 kg par habitant d'ici 2030 **(F.A.O., 2018 in Abed et Beloufa., 2019)**. 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, les poissons qui creusent le sol de l'étang pour faire des nids dans lesquels ils fraient, portent le nom de tilapia. L'élevage des Tilapias existe depuis plus de 2500 ans **(Chapman, 1992).**



Figure n°2 Tilapia rouge hybride (*Oreochromis sp*)
(Originale, 2024)

Selon **Günther (1889)**, la systématique du poisson Tilapia est comme suite :

Embranchement : Vertébrés

Super classe : Poissons

Classe : Ostéichtyens

Sous classe : Téléostéens

Ordre : Perciformes

Famille : Cichlidés

Sous famille : Tilapinés

Genre : Oreochromis Sp

Poids max. : 6 kg

Taille max. : 60 cm

Durée de vie : 40 ans

Période de frai : Mai –Juin

Omnivore **(Mprh, 2009)**

En élevage, seul le genre Oreochromis est représenté avec cinq espèces principales : Oreochromis niloticus, Oreochromis mossambicus, Oreochromis aureus et Oreochromis hornorum. Le Tilapia rouge, issu du croisement : O. mossambicus x O. niloticus **(Paugyet et al., 2004 ; Ait hamouda, 2005**).

2. Biologie et écologie des Tilapias en particulier le Tilapia rouge

1.1 Caractéristiques morphologiques

Le Tilapia rouge a un corps comprimé ; avec une teinte soit de couleur grise ; albinos ; rose ; rouge-orange **(Moralee et al., 2000)** et parfois ayant des taches grises sur la poitrine. Dans la plupart des cas ; les caractéristiques du tilapia rouge sont morphologiquement intermédiaires (forme du museau ; la largeur de la bouche ; longueur de la tête…) entre les espèces utilisées dans ce croisement. Selon **Leveque et Paugy (1984)** les Cichlidés (dont les Tilapia) sont de plus caractérisés par :

- Un corps couvert d'écailles imbriquées ;
- Un œil de chaque côté du corps ;
- Des nageoires ventrales rapprochées des pectorales et situées au-dessus de ces dernières
- Une seule nageoire dorsale à rayons antérieurs épineux ;
- Trois épines à la nageoire anale ;
- Une seule narine de chaque côté

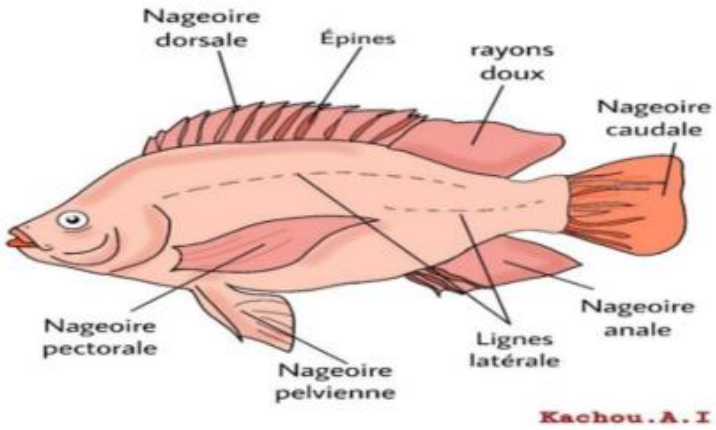


Figure n°3: Caractéristiques morphologiques du Tilapia **(Kachou, 2022)**

La bouche est protractile, généralement large, souvent bordée de lèvres épaisses ; Les mâchoires ont des dents coniques et dans certains cas des incisives. Ils peuvent avoir ou non un pont charnu (appelé frein), situé dans la mâchoire inférieure, dans la partie médiane sous la lèvre. Ils possèdent des membranes branchiales reliées par 5 ou 6 rayons branchiostego et un nombre variable de branchiospines selon les différentes espèces.

La partie antérieure des nageoires dorsale et anale est toujours courte et constituée de plusieurs épines et la partie terminale présente des rayons mous, qui chez les mâles sont généralement fortement pigmentés. La nageoire caudale est arrondie, tronquée ou très rarement échancrée selon les espèces. La ligne latérale chez les cichlidés est interrompue et est généralement divisée en deux parties.

La partie supérieure s'étend de l'opercule jusqu'aux derniers rayons de la nageoire dorsale, tandis que dans la partie inférieure, plusieurs écailles apparaissent en dessous, là où la ligne latérale supérieure se termine jusqu'à l'extrémité de la nageoire caudale. Il possède des écailles de type cycloïde ; le nombre de vertèbres peut aller de 26 à 30. Dents de la mâchoire. Généralement grande et épaisse, externe dans certains cas tricuspide. Epines anales III, 9-11 rayons Os pharyngé Longueur de tige plus courte par rapport à la taille inférieure de la dent. Zone dentée à plus haute densité.

Nombre de vertèbres 26-30.

Écailles sur la ligne latérale 28-29

Coloration Le corps du tilapia est majoritairement gris argenté ou rouge et rose sur les côtés pendant la saison de reproduction, la coloration devient plus foncée.

Nageoire caudale sans rayures verticales.

Le Tilapia a une grande capacité à coloniser les lacs et autres plans d'eau, même en présence de prédateurs et d'une forte compétition. Cette adaptation évolutive peut être attribuée à une caractéristique morphologique de polyvalence maximale, le complexe mandibulaire-pharyngé. Cette spécialisation hautement intégrée est inhérente aux cichlidés et sert non seulement à avaler et à préparer la nourriture, mais de nombreuses spécialisations ont également été impliquées dans la collecte de différents types d'aliments. Cela a donné un avantage évolutif sur les autres familles de poissons **(Liem, 1974). (copyright 2011 Mundotilapia Mundo Tilapia Acuacultura Sustentable).**

2.1.1Anatomie

2.1.1.1Système digestif

Le système digestif du tilapia commence dans la bouche, qui possède à l'intérieur des dents mandibulaires (qui peuvent être unicuspides, bicuspides et tricuspides selon les différentes espèces) et se poursuit avec l'œsophage et l'estomac.

- Spécimen de tilapia montrant son intestin long, son tube digestif est environ six fois plus long que le corps du poisson.
- L'intestin est en forme de tube qui s'amincit après le pylore, se différenciant en deux parties ; une courte antérieure, qui correspond au duodénum, et une postérieure plus longue, bien que de plus petit diamètre. L'intestin est sept fois plus long que la longueur totale du corps. Il possède deux glandes importantes associées au tube digestif :
- Le foie, qui est un gros organe à structure allongée et le pancréas, sous forme de petits fragments ronds et difficiles à observer car inclus dans la graisse qui entoure la caecum pylorique.
- Le système circulatoire est animé par un cœur généralement biculaire et de forme ronde, composé de tissu musculaire et situé presque à la base de la gorge.

L'anatomie d'Oreochromis sp est adaptée au comportement alimentaire. En général, la taille du tractus digestif d'Oreochromis sp est adaptée à l'apport alimentaire de petits repas et

avec une fréquence élevée **(FAO, 2010).** Selon la description d'**Arrignon de 1993**, l'anatomie de Tilapia est la suivante :

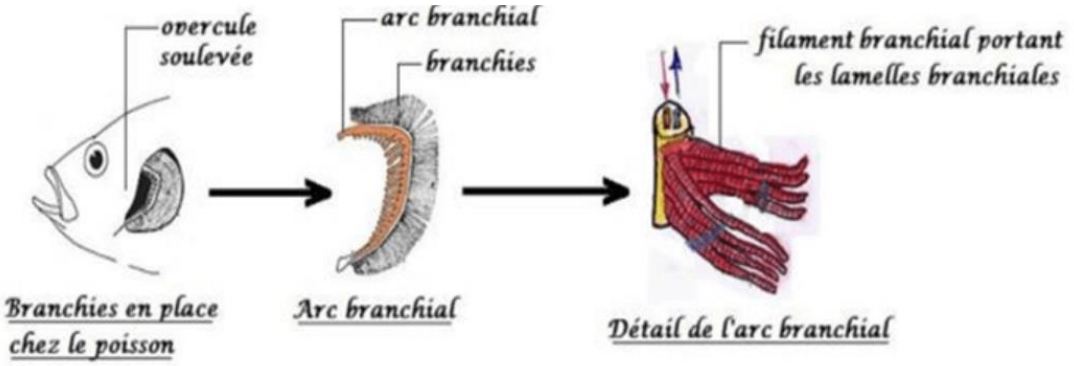
Le système digestif d'Oreochromis sp est simple et pas très spatialisé. On distingue les dents anteroposterières (maxillaire et pharyngée), l'œsophage, l'estomac en forme de sac et un intestin long et sinueux caractéristique des animaux avec des chaînes alimentaires courtes. La morphologie brute du tractus gastro-intestinal (ITG) dans T. Sparrmanii, comme d'autres télés typiques, se compose d'un œsophage court, qui est attaché à l'estomac. L'estomac lui-même était une structure de sac reliée à l'œsophage et à la région proximale de l'intestin. Morphologiquement, l'intestin était tubulaire, long et fortement coulé et était divisé en trois segments; l'avant, la région moyenne (intestin moyen) et l'arrière (rectum). La taille de l'intestin n'était pas uniforme à travers toute la longueur dans laquelle; l'intestin proximal était plus grand que le reste de l'intestin. La prise alimentaire en milieu contrôlé a lieu essentiellement en période éclairée, et l'ingéré met 9 à 11 heures pour traverser le tube digestif chez l'adulte et moins de 2 heures chez le juvénile **(Bowen, 1982)**



Figures n°4 : Image d'un adulte de Tilapia sparrmanii dans la vue latérale.

2.1.1.2La respiration

Elle est branchiale, ces structures étant constituées de fines lamelles logées dans la cavité operculaire.Il possède une vessie natatoire située immédiatement sous la colonne dorsale et en forme de sac allongé, qui fonctionne comme un organe hydrostatique aidant le poisson à flotter à différentes profondeurs



Figures n°5 : le système respiratoire de Tilapia

2.1.1.3 Le système excréteur

Il est constitué d'un rein de forme ovoïde doté d'un seul glomérule ; Certains uretères sécrètent dans la vessie et celle-ci se déverse à son tour dans le cloaque.

2.1.1.4Le système reproducteur

Il est constitué d'une paire de gonades, chez la femelle, sont des ovaires de forme tubulaire allongée et de diamètre variable. Chez les mâles, les testicules sont également appariés et ressemblent à de petits sacs allongés.

2.2 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**).

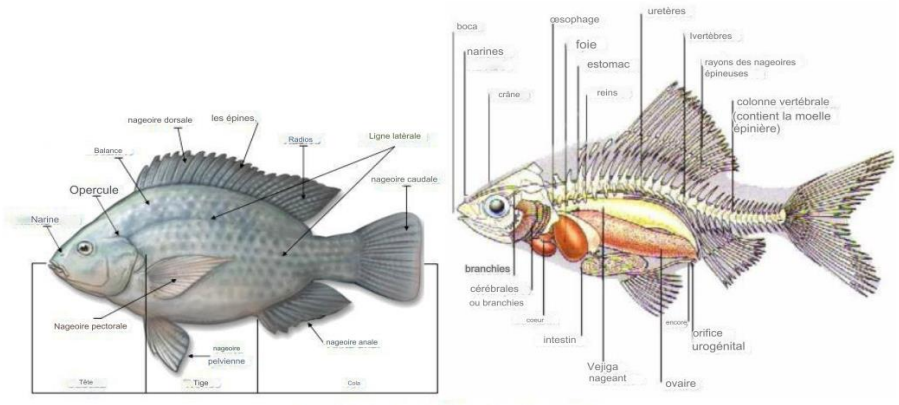


Figure n°6 : la morphologie externe et interne de Tilapia (Morales et .al .,1988 et Cantor ,2007)

2.3 Caractéristiques de maturité

Dans les étangs, lorsque les conditions sont favorables, le Tilapia atteint sa maturité sexuelle à partir de trois mois, en observant cinq étapes fondamentales : développement embryonnaire, alevin, reproduction, jeunes et adultes. Le développement embryonnaire commence au moment de la fécondation. Plus tard, une fois que la majeure partie de l'organisme est formée, l'embryon commence à tourner à l'intérieur.de l'espace périvitellin, ce mouvement de rotation et les autres mouvements deviennent plus énergétiques avant l'éclosion. Les métabolites de l'embryon contiennent des enzymes qui agissent sur la membrane de l'embryon. œuf et le dissoudre de l'intérieur, permettant à l'embryon de le casser et de sortir facilement **(Morales et al,1988)**.Le stade d'alevin dure environ 3 à 5 jours ;petit), il se caractérise par sa taille de 0,5à 1 cm et possède un sac vitellin sur le ventre. Ensuite, Il est considéré comme un bébé lorsqu'il atteint une taille comprise entre 3 et 7 cm. Lorsque le tilapia a une taille qui varie entre 7 et 10 cm, considère qu'il est au stade juvénile, et lorsqu'il présente tailles de 10 à 18 cm et poids entre 70 et 100 grammes est considéré comme un adulte. Il convient de mentionner que la croissance du tilapia dans ses différents stades dépendra de plusieurs facteurs tels que : la température, la lumière, la densité et le type de nourriture principalement. Le taux de croissance le plus élevé est celui des mâles âgés de 5 à 8 mois, la croissance moyenne de Ceux-ci mesurent de 18 à 25 cm, pour un poids de 500 à 600 grammes.

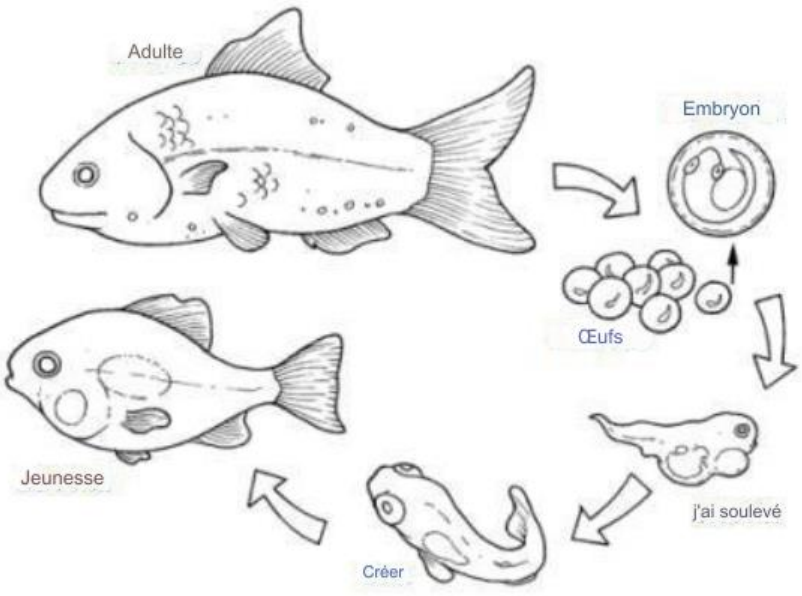


Figure n°7 : le cycle de maturité de Tilapia sp **(Sagarpa, 2011)**

2.4 Dimorphisme sexuel

Il est assez compliqué de distinguer les mâles des femelles chez Tilapia, surtout quand ils sont petits. Il faut qu'ils pèsent plus de 30 grammes avant de les pouvoir reconnaître à l'œil d'une façon certaine. Les différences sont : - La hauteur du corps est plus grande chez le mâle que chez la femelle. - La femelle à une couleur légèrement plus foncée. - Les bas de joues de femelles sont gonflés à cause de l'incubation buccale. - La papille urogénitale est légèrement différente chez les deux sexes **(Lablack, 2012).**

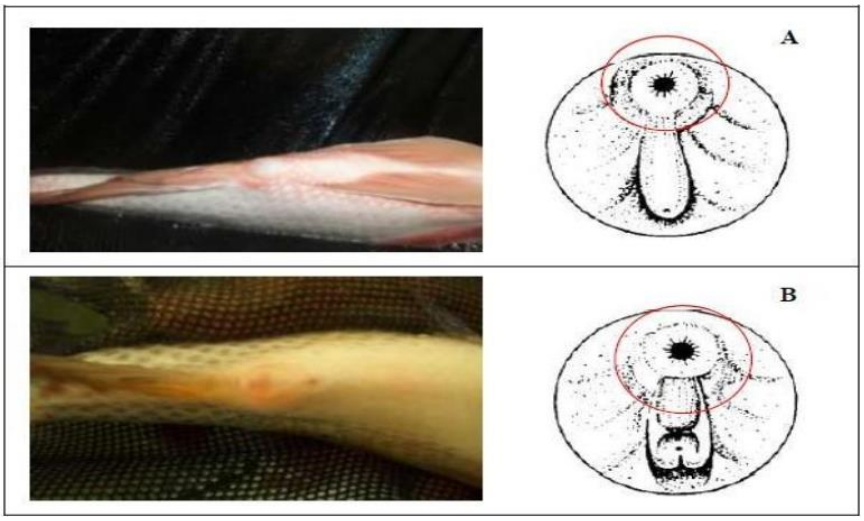


Figure n°8 : Dimorphisme sexuel du tilapia, des males A, des femelles B **(Adjanke 2011)**

2.5 Reproduction de Tilapia

Le Tilapia hybride est un Cichlidé fertile ; territorial ; incubateur buccal et est très agressif pendant la saison de reproduction. **Medeiroset al. (2007)** ont pu démontrer que les comportements de la reproduction du tilapia hybride Oreochromis sp sont identiques à ceux décrits chez l'espèce parentale O. niloticus. Le croissement entre certaines espèces d'Oreochromis conduit à la production d'hybrides à 100% mâles (**levéaque et paugy; 1999).** La production aquacole du Tilapia hybride consiste principalement à avoir des populations de mâles qui sont considérés comme des poissons de haute qualité nutritive pour l'homme avec un potentiel de croissance très important.

2.5.1Etapes de la reproduction chez le Tilapia sp

Les étapes de crites ci-après sont caractéristiques du comportement reproducteur du Tilapia nilotica en captivité.

Les reproducteurs se trouvent acclimates a leur environnement 3 a 4 jours après leur introduction.

- Sur le fond, les males de l imitent et de fendent leur territoire et ferment un nid en nettoyant une zone circulaire de 20 a 30 cm de diamètre. Dans les étangs sa fond meuble le nid est creuse avec la bouche jusqu'a une profondeur de 5 a 8 cm.
- La femelle est attirée vers le nid ou elle est courtisée par le male.
- La femelle dépose ses œufs dans le nid, après quoi ils sont féconds par le male.
- La femelle rassemble les œufs féconds dans sa bouche et quitte le nid. Le male continue veiller sur le nid et attire d'autres femelles pour s'accoupler. Parade et ponte nécessitent moins d'une journée.
- Les oeufs sont couves pendant 3 a 5 jours dans la bouche de la femelle jusqu'a leur éclosion. Lejeune frai reste avec la mère pendant 5 a 7 autres jours. Ils se cachent dans

sa bouche quand un danger menace. La femelle ne se nourrit pas durant le temps qu'elle couve ses œufs ou veille sur le frai.

- La femelle sera de nouveau prête à la reproduction environ une semaine après la fin des soins au frai.
- En quittant la mère le frai forme des banes et peut être aisementrecolte ace moment au moyen de filets à petites mailles. Des banes importants de frai peuvent être observes 13 a 18 jours après introduction des reproducteurs dans leur nouvel environnement.

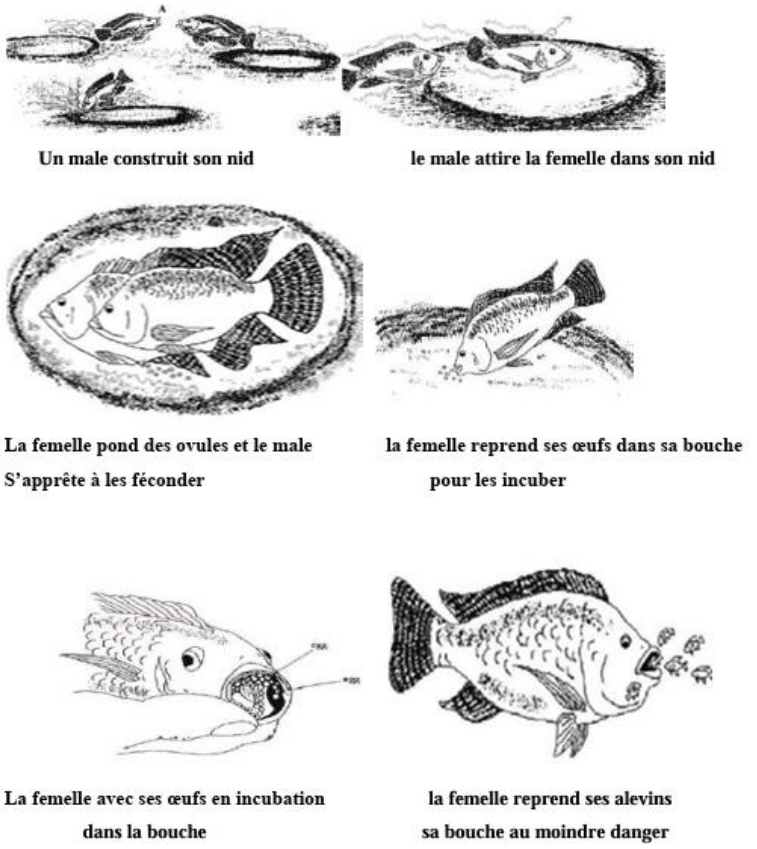


Figure n°9: la reproduction chez tilapia sp (Baroiller et Jalabert 1989)

2.6 Exigences écologiques

2.6.1 Habitat

Les tilapias sont des poissons d'eau douce ou saumâtre, originaires d'Afrique ainsi que du Proche et du Moyen-Orient. On les rencontre souvent dans les estuaires, mais aussi dans les eaux chaudes des étangs, mares et rivières **(Arnaud, 2003)**.Toute fois bon nombre de facteurs écologiques sont connus pour avoir une influence sur la reproduction des poissons dont celle *dOreochromis 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 *dOreochromis Sp*. sont représentées dans le tableau ci-dessous:

Tableau 1 : Limites de tolérance et référence des paramètres 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_2 (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 $CaCO_3$)	< 175	Action indirecte via la productivité de l'étang	HUET, 1970

2.6.2Les composés azotés

La concentration des déchets azotés excrétés par les branchies et l'urine est en fonction de la température, taille des poissons, concentration de l'ammoniaque dans le milieu et la qualité de l'aliment, et doit être maintenue inférieure au seuil critique de tolérance d'O. sp (inférieur à 5 mg / l pour les nitrates à 500 mg / l pour les nitrites, à 15 mg / l pour l'ammoniaque total et à 200 mg / l pour les M.E.S) (**Malcom et al ; 2000).** Le tableau suivant récapitule les différentes valeurs moyennes des paramètres physicochimiques tolérés pour la survie de Tilapia.

2.6.3La photopériode

L'action de la lumière, bien qu'étroitement liée à la température, agit sur la croissance via le système endocrinien. En effet, **Mélard et al., (1986**) expliquent qu'une photopériode optimale (18 h) stimule la sécrétion de l'hormone de croissance (GH) chez O.niloticus. Par ailleurs, les larves sont plus sensibles à la photopériode que les alevins et les juvéniles **(El Sayed et Mamdouh, 2004).** Expérimentalement, les larves qui sont exposées à une longue

période d'éclairement (18-24h) ont une meilleure croissance et une efficience alimentaire significativement plus importante que celles exposées à une période courte ou intermédiaire entre 6-12h **(El Sayed et Mamdouh, 2004).**

2.7 Régime alimentaire

C'est une espèce phytoplancton phage, 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).**Chez les tilapias, l'activité de nourrissage et la prise alimentaire sont fortement influencé par les facteurs environnementaux tels que l'oxygène dissous, la température, la lumière et la disponibilité alimentaire (**Kestemont et Baras, 2001; Madrid et al, 2001; Houlihan et al, 2001**). En élevage, cette espèce accepte facilement des aliments composés (**Lazard, 2009**).

3. L'Alimentation en pisciculture

Le développement de l'aquaculture fait face à de nombreuses contraintes, parmi lesquelles la faible disponibilité d'aliment de qualité à moindre coût. (**FAO., 2008;Brechbühl, 2009**). Les autres paramètres qui affectent la productivité des fermes sont le type d'exploitation, le prix des intrants, la qualité et le coût de l'aliment utilisé, les pratiques aquacoles, les systèmes d'élevage, les caractéristiques géographiques et le profil socio-économique des producteurs (**Gabriel et al. 2007;Ranjeet and Kurup, 2013**). En aquaculture intensive, le poste alimentation représente une part importante du coût de production des poissons. L'intérêt économique de ce type délevage est donc très dépendant de la disponibilité et du coût des aliments (**Tacon, 1996**). Ainsi, la réduction des charges liées à l'alimentation, et par conséquent la maîtrise du coût de production des poissons d'élevage, est l'une des priorités en aquaculture (**Jauncey and Ross, 1982).**

3.1 Evolution de la production de l'aliment

En aquaculture Traditionnellement, la pisciculture se déroulait en système extensif sans apports de nourriture. C'est avec l'apparition de la pisciculture intensive, que sont nés les premiers aliments industriels. Les premiers saumons d'élevage sont apparus en Norvège dans les années 70s, ils étaient alors nourris avec des poissons entiers (**Talbot and Rosenlund, 2002**). Le développement des premiers aliments a été initié au début des années 60s et a été appliqué à la salmoniculture dans les années 80s. Il s'agissait de granulés semi humides ou secs. Puis les granulés extrudés sont apparus dans les années 90s (**Robert, 2014)**. La formulation d'aliments aquacoles pour une espèce cible repose sur les connaissances acquises sur ses besoins nutritionnels. Ceux-ci sont établis à partir de l'étude du régime alimentaire de cette espèce à l'état sauvage ainsi que sur l'étude de la composition chimique de cette espèce. Ces connaissances en nutrition des poissons ont considérablement évolué depuis les 50 dernières années permettant avec les progrès technologiques une amélioration importante des aliments aquacoles (**Burel, 2017**).L'évolution des aliments destinés à la salmoniculture s'accompagne dune augmentation de l'énergie digestible des aliments. Beaucoup d'études ont été réalisées sur les salmonidés et leurs besoins nutritionnels sont ainsi bien documentés (**Talbot and Rosenlund, 2002**). L'élevage des poissons marins carnivores est apparu plus tard et les aliments aquacoles destinés à ces espèces se sont d'abord appuyés sur ceux des salmonidés. Néanmoins, les besoins nutritionnels des poissons marins sont de mieux en mieux cernés et la formulation des aliments s'est peu à peu affinée **(Guillaume et al., 2001)** Les premiers aliments aquacoles étaient élaborés avec des farines et des huiles de poisson. Ces farines contiennent en effet une teneur élevée en protéines (lune des sources d'énergie principale chez les poissons) ainsi que tous les acides aminés indispensables (AAI). Les huiles de poisson sont quant à` elles, une source de lipides et notamment d'acides gras essentiels (**Burel, 2017)**. Dans les années 70s, des études ont été menées pour diminuer le taux de protéines dans les aliments dans l'objectif de diminuer la dépendance en farine de poisson ainsi que la quantité de déchets azotés produits par les animaux d'élevage **(Médale and Kaushik, 2009**). La teneur en protéines a donc progressivement diminué dans les aliments en faveur de l'utilisation de lipides hautement caloriques **(Alvarez et al., 1999; Richard et al., 2006)**. Une telle substitution a eu pour conséquence une augmentation des dépôts lipidiques dans la chair des poissons **(Watanabe, 1982; Greene and Selivonchick, 1987; Arzel et al., 1994; Regostet al., 2003)**. Elle s'est également accompagnée dune augmentation de l'utilisation d'autres composants comme les coproduits d'abattoir (farine de plume, de viande, dos, de sang) de l'industrie laitière (bactéries, lactosérum) et de brasserie (drèche de brasserie,

malt) **(Médale and Kaushik, 2009).** En 2000, l'utilisation de farines issues d'animaux terrestres dans les aliments y compris aquacoles a été interdite en Europe en raison de la crise sanitaire de la vache folle. Ces sources de protéines restent cependant utilisées dans de nombreux pays. Certains produits ont été réintroduits en 2006 (farines de plumes et de sang) (**Robert, 2014**).

3.2 Le coût des aliments

La nutrition aquacole est maintenant bien établie comme une spécialité en sciences aquacoles: Il y a même un journal spécifique portant sur ce sujet: Aquaculture Nutrition En aquaculture intensive, le poste alimentation représente une part importante du coût de production des poissons. L'intérêt économique de ce type d'élevage est donc très dépendant de la disponibilité et du coût des aliments (**Tacon, 1996; Hoffman et al., 1997**). Ainsi, la réduction des charges liées à l'alimentation, et par conséquent la maîtrise du coût de production des poissons d'élevage, est l'une des priorités en aquaculture **(Jauncey et Ross, 1982**). La farine de poisson est en général la composante majeure des aliments en aquaculture. En effet, elle est riche en Acides Aminés Essentiels (AAE) dont le profil correspond remarquablement aux besoins des poissons. Cette source conventionnelle de protéines représente 40 à 60 % des protéines totales dans les aliments standards pour les Tilapias (**NRC, 1990**). Son prix d'achat élevé et l'irrégularité de sa qualité ont orienté les recherches vers des sources alternatives de protéines, en particulier végétales, qui ne sont pas directement utilisables pour la consommation humaine **(Shiau et al., 1987; Jackson et al., 1982; El-sayed, 1990)**. Par ailleurs, le tourteau de soja reste de loin le plus utilisé du fait de sa disponibilité, de la stabilité de son prix et surtout de sa bonne valeur nutritionnelle pour la plupart des poissons d'élevage (**Lovell, 1988; Guillaume et al., 1999; Furuya et al., 2004; Hernandez et al., 2004; Rondan et al., 2004; Beiping et al., 2005; Kenan et Chris, 2005).**

3. 3 Importance de l'alimentation

- Complément de l'aliment naturel.
- Augmentation de la productivité de la ferme.
- Prédictibilité de la production.
- Réduction du cycle de production.
- Amélioration de la santé des poissons.

3.4 Composition de l'aliment

3.4.1 Les protéines

La plupart des travaux concernant la nutrition des tilapias ont tenté de déterminer les besoins en protéines selon les différentes classes de taille. La proportion de protéines dans le régime est en effet de première importance, d'autant plus que les besoins protéiques des poissons sont généralement plus élevés que ceux des animaux terrestres.

L'apport en protéines animales dans l'aliment représente souvent plus de la moitié des coûts de l'alimentation **(Jauncey et Ross, 1982).** Le niveau de protéines permettant une croissance maximale diminue à mesure que la taille des poissons augmente. Les recommandations de **Jauncey et Ross (1982)** concernant le taux de protéines nécessaires selon les différentes catégories de tilapias .Pour les larves et les jeunes alevins (<1.0 g), la plupart des auteurs préconisent un régime avec une teneur en protéines avoisinant 50%. **Hutabarat et Jauncey (1987)** signalent toutefois que le meilleur coefficient de conversion (poids d'aliment distribué gain de poids) est obtenu avec un régime 30% de protéines et un rapport protéines énergie de 66.69 mg de protéines par kilocalorie d'énergie brute. Des concentrations en protéines inférieures à celles mentionnées, au tableau 07 procurent également une croissance satisfaisante. **Jauncey et Ross (1982)** ont ainsi montré que chez des alevins de Tilapia mossambica de 0.5 à 10 g, le taux optimal de protéines avoisinait 35 à40%, mais qu'une croissance égale à 80% ou 64% de la croissance maximale était obtenue avec un aliment respectivement à 24 et 16% de protéines. Ceci démontre la possibilité d'utiliser des taux de protéines sub-optimaux pour la croissance, mais éventuellement très intéressants sur le plan économique, en réduisant le coût de l'alimentation.

3.4.2 Lipides et glucides

Jauncey et Ross (1982) signalent qu'en termes de kilocalories, les protéines constituent la source d'énergie la plus onéreuse. Le but d'un aliment pour poissons est donc de maximiser l'utilisation des protéines pour la croissance en fournissant une quantité adéquate d'énergie sous forme de lipides et d'hydrates de carbone (action d'épargne des protéines). Toutefois, à des niveaux modérés de protéines, la quantité d'énergie ne peut dépasser un certain seuil sans provoquer des dépôts de graisse et des changements indésirables dans la composition de la chair du poisson. Les lipides constituent la première source d'énergie, le contenu énergétique d'un g de lipides (9.1 kcal d'énergie brute) étant deux fois plus élevé que celui d'un g de protéines (5.5 kcal) ou d'un g d'hydrate de C. (4.1 kcal) **(Jauncey et Ross (1982)).** Il semblerait toutefois que les tilapias n'utilisent pas les taux élevés de lipides aussi efficacement que le font les salmonidés ou les cyprins (**Jauncey, 1979; Stickney, 1986**), mais

peu d'études se sont intéressées à l'utilisation des lipides par ce groupe. Les lipides servent également de source en certains acides gras essentiels. Afin de satisfaire avec certitude les besoins en acides gras essentiels des tilapias, **Jauncey et Ross (1982)** recommandent d'inclure dans le régime, 1% de chacune des séries d'acides gras ∞-3 et ∞-6. Les besoins semblent toutefois importants pour la famille des acides linoléiques (∞-6). Des additions d'huiles végétales (soja ou maïs) riches en 18 : 2∞-6 procurent des meilleurs taux de croissance que des additions d'huiles de poisson riche en acides gras 20 : 5∞-3 (**Takechi et al, 1983a**). Le niveau alimentaire optimal en acides gras ∞-6 a été estimé à 0.5% chez Tilapia nilotica (**Takechi et al, 1983b**). Comme l'indique le tableau la quantité de lipides à incorporer dans le régime reste relativement constante durant la croissance du poisson jusqu'au stade de juvénile. Un enrichissement en lipides peut éventuellement être effectué dans l'aliment destiné aux géniteurs.

3.4.3 Vitamines et minéraux

Les quelques études ayant évalué les besoins des tilapias en hydrate de carbone ont montré qu'il existait des possibilités importantes d'épargne des protéines par utilisation d'hydrates de carbone (**Anderson, 1993**). Toutefois, les fibres (polysaccharides complexes constitués principalement de cellulose chez les végétaux) ne sont pas utilisables par les tilapias qui, comme les autres poissons, ne disposent pas de cellulase (**Stickney, 1976**). En étang, ces ingrédients non digestibles peuvent être utilisés comme fertilisants (**Huet, 1970**), mais en tanks, ils entraînent une augmentation de l'encrassement et de la détérioration de la qualité de l'eau. **(Hauser, 1975**) Certains aliments composés contiennent un supplément vitaminé et minéral appelé prémix. Ces prémix, mis au point pour d'autres espèces ont également donné satisfaction chez les tilapias, bien que certains symptômes de déficience (scoliose par ex.) puissent être observés, principalement suite à une carence en vitamine C, d'après les informations de **Jauncey et Ross (1982)** Même en cas d'une alimentation artificielle, les prémix vitaminé et minéral doivent être additionnés respectivement à raison de 2 et 4% du poids sec de l'aliment. Ces suppléments ne sont, par contre, pas requis dans les élevages de tilapias en étangs, car, dans ce milieu, ils trouvent ce qui leur faut en vitamines et oligo-éléments.

3.4.4 Besoins en énergie

Les dépenses énergétiques du poisson sont de 5 à 20 fois plus faibles que celles des vertébrés supérieurs terrestres : au repos, la flottaison permet une quasi absence de travail musculaire et l'ectothermie amène à ne dépenser pour les fonctions vitales qu'un minimum

d'énergie, surtout quand la température de l'eau est basse. Le besoin énergétique de croissance est par contre le même chez les poissons que chez les vertébrés terrestres croissant à la même vitesse. C'est la faible dépense d'entretien qui est à l'origine de l'excellente efficacité alimentaire observée chez les poissons .Les poissons, comme tous les animaux, tirent leur énergie de trois types de molécules : les glucides, les lipides et les protéines. La digestion est assurée par des enzymes extrêmement voisines de celles des mammifères ou des oiseaux et elle conduit aux mêmes molécules : sucres simples, acides gras et acides aminés. Toutefois, l'aptitude des poissons à digérer les macronutriments, bien que variable d'une espèce à l'autre, n'est pas la même que celle des vertébrés terrestres : les poissons digèrent très bien les protéines alimentaires, de façon plus variable les lipides (les lipides saturés solides à basse température étant mal digérés) et de façon médiocre, quoique très variable selon les espèces, certains glucides complexes comme l'amidon cru. Par conséquence, contrairement aux vertébrés terrestres, les nutriments utilisés de façon préférentielle pour la production d'énergie sont les acides aminés dont le catabolisme conduit à la production d'ammoniaque. Il est néanmoins possible, chez les salmonidés du moins, de substituer à ces nutriments des quantités importantes de lipides afin de limiter le catabolisme protéique. On peut obtenir aussi une épargne protéique par l'incorporation de glucides digestibles dans l'aliment.

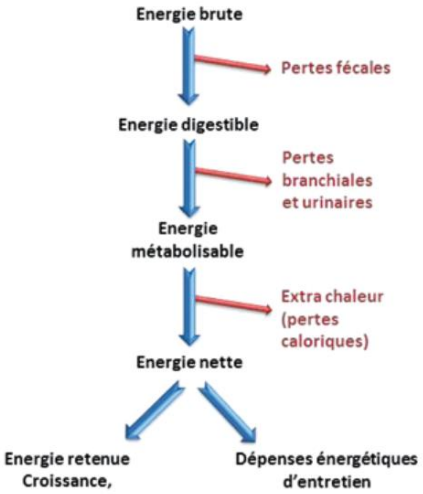


Figure n°10 : Bilan d'utilisation de l'énergie alimentaire chez le poisson **(d'après Cho et Kaushik, 1985)**.

Tableau n°2 : Proportions des composés alimentaires (en % de la matière sèche) pour différentes catégories de Tilapias **(d'après Jauncey et Ross (1982)**.

Composés (%mat.séche)	<0.5 g	0.5-10 g	10-35 g	35 g
Protéines brutes	50	35-40	30-35	30
Lipides bruts	10	10	6-10	6
Hydrates de C digestibles	25	25	25	25
Fibres	8	8	8-10	8-10
Vitamines	2	2	2	2
Minéraux	4	4	4	4

Tableau 3 Besoin en acides aminés essentiels (% matière azotée totale) de différentes espèces de poisson d'élevage **NRC (2011).**

AAI	Truite arc-en-ciel	Saumon atlantique	Bar	Daurade	Carpe	Tilapia
ARG	3.5-4.2	4.1-4.8	3.9	7.7-8.1	4.3	4.0-4.2
HIS	1.0-1.2	ND	ND	ND	2.1	1.7
ILE	1.5-2.8	ND	ND	ND	2.5	3.1
LEU	2.3-9.2*	ND	ND	ND	3.3	3.4
LYS	3.0-8.4*	4.0-5.0	4.4	8.6	5.7	5.1-5.7
MET	0.7-1.9	1.7	1.8-1.9	ND	2.0	2.1-2.8
PHE	2.0	ND	ND	ND	3.3	3.8
THR	2.6	2.6	2.3-2.6	ND	3.9	3.8
TRP	0.3-0.9	ND	ND	ND	0.8	1.0
VAL	1.7-3.4	ND	ND	ND	3.6	2.8

Tableau n°4 : Résumé des besoins en protéine selon différentes études Sources des données: **Shiau (2002), Fitzsimmons (2005), El-Sayed (2006), Lim et Webster (2006).**

Stade de développement	Stade	Besoin en protéine
Larve première alimentation	-	40.-50
Alevin	0.02-1.0	40
Fingerlings	1.0-10.0	35-40
Adulte	10.0-25.0	30-35
	25-200.0	30-32
Juvénile	>200	28-30
Stock de géniteur	-	40-45

3.5 Formulation de la taille de l'aliment

D'après les informations récoltées chez plusieurs auteurs (**Hastings, 1973**). De façon encore plus marquée que chez les autres espèces, il n'y a pas de formulation standard universellement acceptée, puisque l'intérêt d'un ingrédient particulier sera fonction de son abondance et de sa disponibilité selon les différentes régions. Les différents modes de formulation, de préparation (farine, granulés, pâtes,...), et de conservation de l'aliment ont été revus par **Jauncey et Ross (1982) et New (1987).** La taille de l'aliment doit être en relation avec l'âge du poisson (Tableau). Il est souhaitable que le granulé soit compact et ne se désagrège pas de suite au contact de l'eau mais les granulés trop durs sont déconseillés.

Tableau n°5: Taille des granulés recommandés pour les différentes classes de taille de Tilapia

Age/poids du poisson	**Taille de la particule (ø)**	**Références**
Larve: premières 24 h	En solution	MACINTOSH et DE SILVA, 1984
Larve : 2ème jour -10ème jour	500 µ m	
Larve : 10ème jour - 30ème jour	500-1000 µ m	
Alevin : 30ème jour - juvénile de 0.5 à 10g.	500-1500 µ m	
Alevin: de 1 à 30g.	1-2 mm	JAUNCEY et ROSS, 1982
>30g.	2-4 mm	

La ration journalière peut varier en fonction de plusieurs facteurs tels que la taille du poisson, ses besoins en protéines et sa capacité de digestion, la qualité de l'aliment, les conditions physico-chimiques du milieu (t°, O2, lumière,...). En conditions d'élevage intensif, on favorisera l'apport d'un aliment aussi riche que possible, - en considérant toutefois le rapport qualité-prix de l'aliment et sa rentabilité financière - ce qui permettra de réduire au maximum la quantité à distribuer et la fraction non digestible (et donc la dégradation du milieu d'élevage). Les rations journalières recommandées, selon la taille des alevins, par S**arig et Marek (1974)** et **Melard (1986).** D'autres valeurs ont également été proposées par **Melard et Philipart (1981), Balarin et Haller(1982) et New (1987)**. La ration est dite "de maintenance" lorsque la vitesse de croissance est nulle, et "maximale" lorsque la croissance est également maximale. La ration optimale est celle permettant une croissance maximale par unité de ration.

4. Introduction des protéines d'origine animale dans l'alimentation des poissons :

Les poissons nécessitent un apport protéique alimentaire élevé (30 à 55 % selon les espèces) par rapport aux autres animaux d'élevage et un apport en acides aminés répondant précisément à leur besoin. La farine de poisson est la meilleure source pro tique pour les aliments piscicoles en raison de sa teneur en protéines (64 à72 %), de son profil en acides aminés indispensables qui couvre les besoins des poissons et de l'absence de facteurs antinutritionnels. Cependant, il est devenu nécessaire de lui trou ver des substituts afin de limiter la dépendance de l'aquaculture aux produits de la Pèche et d'épargner les ressources marines. Les premiers essais ont été réalises avec des coproduits de la production animale (farine de viande, de sang, d'os, de plume) qui sont maintenant interdits en Europe. Les substituts potentiels les plus étudies sont les sources protéiques végétales. Leurs inconvénients majeurs sont leur faible taux pro tique, leur profil en acides aminés et la présence de facteurs antinutritionnels. Les extraits protéiques végétaux, tels que les glutens ou les concentres protéiques, présentent des taux protéiques plus élèves et des facteurs antinutritionnels en moindre quantité, mais leur prix, à l'heure actuelle très élevé, limite leur emploi. Les nombreuses études conduites au cours des 30 dernières années ont permis de cerner l'intérêt et les limites des différents substituts disponibles. L'utilisation de mélanges de sources protéique végétales et l'ajout de certains acides aminés indispensables rendent possible le remplacement de 75 à 95 % de la farine de poisson chez la plupart des espèces de pois sons. Cependant, des efforts de recherche restent à réaliser pour identifier les limites biologiques au remplacement total, les modes d'action des facteurs antinutritionnels, et pour ajuster l'apport en micronutriments (vitamines et minéraux) afin d'optimiser les régimes à base de protéines végétales pour les différentes espèces de poissons d'élevage.

Coproduits d'origine animale Dans les années 1970-1980, des essais de valorisation de coproduits d'origine animales ont connu un certain intérêt .Les farines de viande, fabriquées a partir de déchets d'abattoir et de boucherie, contiennent 50 à70 % de protéines, mais la température de cuisson, qui doit toujours être élevée pour des raisons sanitaires, ne permet pas d'obtenir des protéines aussi digestibles que celles des farines de poissons. Les farines de viandes sont limitées en acides aminés soufres .Lorsqu'il s'agit de farine de viande et d'os, c'est le faible apport protéique joint à l'apport minéral élevé qui pose problèmes pour son emploi dans les aliments aquacoles. Les coproduits de volailles, tels que la farine de déchets (viscères principalement), ou d'hydrolysats de plumes sont des ingrédients ayant une valeur biologique élevé, à condition d'avoir subsides traitements technologiques appropries, et sont couramment utilisés dans divers pays du monde dans les aliments pour poissons ou crevettes

La farine de sang, obtenue par d déshydratations du sang d'abattoir ayant subi un séchage par micronisation, conduit a un produit de bonne qualité. Malgré sa teneur en protéines élevée (85 %), sa valeur biologique est limitée du fait de ses faibles concentrations en méthionine, isoleucine et arginine et du large excès de lysine. Elle présente des propriétés intéressantes de liant. Elle est utilisée dans de nombreux pays extra-européens. Son incorporation dans les aliments pour les poissons d'élevage a été interdite en Europe, en 2002, au même titre que celle des autres produits d'origine animale, suite a la crise de

l'encéphalopathie spongiforme bovine(ESB). Bien que la farine de sang d'animaux non ruminants soit de nouveau u autorisée comme ingrédient de l'aliment piscicole depuis 2006, son utilisation est actuellement très restreinte en France .Chez la carpe, le poisson-chat africain et le tilapia, ces coproduits peuvent remplacer 50 à75 % de la farine de poisson sans modifier la croissance (**Yanget al., 2004 ;Godaet al., 2007).** Ils présentent aussi un intérêt pour le salmonidé́s et les poissons marins. **Watanabeet al., (1998)** ont montré chez la truite arc-en-ciel, la possibilité de remplacer totalement la farine de poisson de l'aliment, sans altérer la croissance, en utilisant un mélange de différents coproduits d'origine animale et végétale.

5. Utilisation de l'ail dans l'alimentation des poissons

L'ail est un véritable allié santé pour les organismes vivants, ses vertus pour l'homme et les animaux ne sont plus à prouver et on peut même l'utiliser comme aide contre les insectes ravageurs en pulvérisation au jardin. Tout est bon dans l'ail, c'est pourquoi il est indispensable d'en cultiver dans son jardin en permaculture ou dans son système aquaponique.

L'astuce d'ajouter de l'ail dans la nourriture à poissons était déjà connue et reconnue chez les fabricants de nourriture et les aquaponistes bidouilleurs mais désormais une étude Pakistanaise le confirme scientifiquement : l'ail (*Allium sativum*) améliore la croissance et l'immunité des poissons et particulièrement du Tilapia. L'étude, intitulée «Effet des régimes complémentaires d'Allium sativum sur la croissance et les réponses hématologiques chez le tilapia du Nil (Oreochromis *niloticus*), a démontré que l'ajout d'ail dans l'alimentation contribuait à la fois aux performances de croissance des poissons, mais également à l'amélioration du système immunitaire de ces différentes espèces. L'ail peut être utilisé comme stimulant de l'immunité et pour améliorer les performances de croissance du tilapia du Nil mais aussi de bien d'autres poissons. L'ail ail commun ou ail cultivé *(Allium sativum)* est une espèce de plantes potagères vivaces monocotylédones dont les bulbes, à l'odeur et au goût forts, sont souvent employés comme condiment en cuisine. La tête d'ail se compose de plusieurs gousses (ou caïeux, ou cayeux). La fleur d'ail est aussi consommée.



Figure n°11 :l'ail *(Allium sativum)*

- **Classification hiérarchique** de **Cronquist (1981)**

Règne : Plantae
Sous-règne : Tracheobionta
Division :Magnoliophyta
Classe : Liliopsida
Sous-classe : Liliidae
Ordre : Liliales
Famille :Liliaceae
Genre : Allium

- **Classification phylogénétique**

Ordre : Asparagales

Famille :Alliaceae

Tableau n°6: composition de portion de 3g d'ail cru

Que vaut une « portion » d'ail?	
Poids/volume	**Ail cru, 3 g / 1 gousse**
Calories	4
Protéines	0,2 g
Glucides	1,0 g
Lipides	0,0 g
Fibres alimentaires	0,1 g

Les plantes médicinales telles que l'ail se caractérisent par une action préventive et efficace dans différents organismes, c'est pourquoi les études ont été intensifiées pour élargir les connaissances sur ses propriétés et son utilisation dans les poissons d'élevage **(Schelkle et al.,2013 ; Militz et coll., 2013, 2014 ; Bulfon et al., 2015).**L'ail *(Allium sativum*), appartenant à la famille des Liliacées, est une plante médicinale originaire d'Asie centrale. Le bulbe est composé de 65% d'eau, 28% glucides sous forme de fructanes, 2,3% composés organosulfurés, 2% protéines, 1,2 % d'acides aminés libres et 1,5 % de fibres **(Santhosha et al., 2013).**La caractéristique remarquable de cette plante est la concentration de composés organosoufrés, la teneur en soufre est quatre fois supérieure à celle des autres produits comme

le brocoli, l'oignon, le chou-fleur et les abricots **(Lawson, 1996)**.Les composés organosulfurés les plus abondants dans l'ail entier sont la ɣ-glutamyl-Salkylcystéine et le S-alkylcystéine sulfoxyde, ce dernier groupe comprenant l'aline (allylcystéine sulfoxyde) **(Lawson, 1996 ; Lanzotti, 2006)**. Aline n'a pas d'odeur et est la composé soufré le plus abondant dans l'ail (6-14 mg/g d'ail frais) et est un précurseur de composés auxquels sont attribués des effets bénéfiques sur la santé **(Lawson, 1996;Prati et al., 2014)**.

L'aline est présente dans l'ail intact, mais sa concentration diminue lorsque le bulbe est fracturé Cela est dû à l'allinase, enzyme C-S lyase contenue dans les vacuoles,qui entre en contact avec l'aline libre dans le cytoplasme, générant des acides sulféniques des intermédiaires très réactifs, qui par condensation se transforment en allicine (principal thiosulfinate) **(Lanzotti, 2006 ; Corzo-Martínez et al., 2007 ; Díaz et Jiménez, 2008 ; Prati et al.al., 2014**) L'allicine (ester S-2-propényle de l'acide 2-propénol-1-sulfinothiotique) est la plus abondant dans l'ail, il représente entre 60 à 90 % des produits soufrés formés à de la réaction qui se produit après avoir coupé l'ail **(Lawson, 1998).** C'est un produit très instable, selon le solvant avec lequel il est mélangé, la température et la concentration.L'odeur de l'ail frais est due à l'allicine, mais après 30 minutes elle est due au produits générés par la décomposition de l'allicine tels que le diallyl disulfure **(Lawson, 1996)**.d'ail et l'extrait vieilli. La poudre d'ail, qui est soumise à une température de déshydratation de 50-60 °C, présente une diminution de 5 à 15% de la concentration d'allicine, ce qui le rend plus semblable à l'ail frais qu'à d'autres présentations **(Lawson,1998)**. Les composés organosulfurés dérivés de l'alline, tels que l'allicine, sont attribuer plusieurs effets bénéfiques sur la santé des humains et des animaux, puisqu'il agit comme antimicrobien, antioxydant, immunostimulant, hépatoprotecteur et anti fibrinolytique, **(Sahu et al., 2007 ; Iciek et al., 2009 ; Lee et Gao, 2012 ; Bulfon et al., 2015)**.L'ail a été utilisé en aquaculture sous différentes présentations, comme extrait aqueux, en poudre et frais macérés, administrés par voie orale ou intrapéritonéale et en bains immersion. Ce phytobiotique a été utilisé chez Oreochromis niloticus (**Shalaby et al.,2006 ; Aly et coll., 2008 ; Aly et Mohamed, 2010 ; Aly et coll., 2010 ; Omima, 2010), Labeo rohitaSahu et al., 2007)** et Oncorhynchus mykiss **(Nya et Austin, 2009, 2011)** pour évaluer leur effet sur les défis bactériens avec Aeromona hydrophila et Pseudomonas fluorescens. Dans ces expériences, des résultats variables ont été obtenus (augmentation ou diminution) du hématocrite, numération totale des leucocytes et des érythrocytes et numération différentielle leucocytes, ainsi qu'une diminution notable de la mortalité chez les organismes qui Ils ont reçu le traitement à l'ail. Parmi les résultats obtenus après administration orale d'ail, il a été s'avère avoir des effets à la fois préventifs et correctifs

contre les parasites monogène de la peau chez L. calcarifer **(Militz et al., 2013)**, des branchies chez Piaractus mesopotamicus **(Martins et al., 2002)** et les branchies et la peau de P. reticulata **(Fridman etal., 2014)**. De plus, des résultats favorables ont été observés en matière de prise de poids, facteur de conversion et indice de condition, en paramètres hématologiques et biochimiques, ainsi que dans la réponse immunitaire non spécifique **(Shalaby et al., 2006 ; Ndong et Fall, 2007 ;Sahu et coll., 2007 ; Aly et coll., 2008 ; Nya et Austin, 2009, 2011 ; Aly et Mohamed, 2010 ;Fazlolahzadeh et al., 2011).**

6. Risques pathologiques

Comme toutes les espèces aquatiques, le Tilapia du Nil peut être sensible à une série de maladies résultant de la prolifération de certains organismes pathogènes. Généralement, les maladies d'ordre bactériologique demeurent les plus rencontrées, à savoir la Septicémie à Aeromonas mobiles et Vibrioses, résultant principalement du stress et de la mauvaise qualité de l'eau. Les poissons affectés se manifestent par des brûlures au niveau de la peau et des nageoires et une perte d'équilibre liée à un comportement anormal (**FAO, 2005)**. D'autre part, des résultats obtenus d'une étude faite au niveau des fermes de tilapia au Ghana (**Mary, 2006**), ont révélé trois types d'ectoparasites, à savoir : Trichodinasp, des Monogènes et Tetrahymenasp, dont les deux premiers étaient fréquents dans la plupart des fermes, mais qui ne posent pas des véritables problèmes.

Tableaux n°7 : les principaux agents pathogènes rencontrés chez le Tilapia, bactéries Et virus

Agent	Localisation	Manifestations
VIRUS Iridovirus Lymphocystis	conjonctif du derme	Néoplasies cutanées bénignes
Bactéries Cytophagacées Flexibacter columnaris	Peau et branchies	Infections nécrotiques locales
Pseudomonadacées Pseudomonas fluorescens	infection systémique	Septicémies hémorragiques
Entérobactéries Edwardsiella tarda	infection systémique (h)	Septicémies hémorragiques ou granulomatoses
Vibrions Aeromonas hydrophila Streptocoques Streptococcus sp	infection systémique infection systémique	Septicémies hémorragiques Septicémies
Mycobactéries Mycobacteruim fortuitum	infection systémique (h)	Granulomatose chronique
RICKETTSIES Agent de l'Epitheliocystis	peau et branchies	Hyperplasie épithéllale
CHAPIGNONS Saprolégniales Saprolegnia spp. Aspergillus flavus Aspergillus niger	Peau et branchies mycoses profondes	Destruction de la peau Granulomatose
(h) Risque de transmission à l'homme.		

Les bactéries responsables de pathologies sur Tilapia sp sont des Gram négatif. Il y a Aeromanas hydrophila, Pseudomonas sp, Yersinia spp et Vibrio spp. Ces bactéries se retrouvent de façon normale sur le corps du poisson, dans le tube digestif et dans l'eau. Elles ne deviennent pathogènes que lorsque le système immunitaire du poisson s'affaiblit pour causes de stress ou de mauvaises manipulations (**Eissa et al., 2008 ; Mishra, 2010**). Les poissons atteints ne présentent pas de signes cliniques pathognomoniques. Les cas d'infection virale de O. niloticus sont rares. Des cas de septicémie hémorragique virale (SHV) isolée ont été indiqués sur ce poisson.

7. Composition nutritionnelle

a) **Peu de lipides** Le tilapia fait partie de la famille des « poissons maigres » comportant peu de lipides, mais il contient tout de même des acides gras oméga-3, favorables à une bonne santé cardiovasculaire.

b) **Des protéines complètes** Les protéines du tilapia sont complètes, c'est à dire qu'elles comportent les 9 acides aminés essentiels (que notre corps ne sait pas fabriquer). Ce sont donc des protéines d'excellente qualité.

c) **Des minéraux** La chair du tilapia est une excellente source de phosphore et de sélénium. Elle apporte également du magnésium.

d) **Des vitamines** La chair de tilapia contient des vitamines du groupe B (B3, B6 et B12) ainsi que de la vitamine D.

8. Composition chimique globale et valeur nutritionnelle de la chair du tilapia

Tableau n°8 : composition chimique et la valeur nutritionnelle de la chair du Tilapia (*Oreochromis niloticus*), parties analysée filet congelé, origine Chine.

		Moyenne	Min	Max
Valeur nutritionnelle	Valeur calorique en Kcal / 100g	93	84	98
	Valeur calorique en Kj / 100g	392	355	413
	Humidité en g / 100g	78,5	77,9	80,0
	Cendres en g / 100g	0,8	0,6	0,9
	Protides en g / 100g	18,1	17,4	19,4
	Glucides par différence en g / 100g	0,5	0,1	1,6
	Lipides totaux en g / 100g	2,1	1,5	2,7
	Cholestérol en mg / 100g	39,5	32,5	43,5

		Moyenne	Min	Max
Acides gras	AG saturés (mg/100g)	565	387	751
	AG monoinsaturés (mg/100g)	643	456	809
	AG polyinsaturés (mg/100g)	440	356	561
	Dont oméga 6 (mg/100g)	278	157	485
	Dont oméga 3 (mg/100g)	158	75	271
	Dont EPA (mg/100g)	11	2	26
	Dont DHA (mg/100g)	71	26	116

		Moyenne	Min	Max
Vitamines	Vitamine A (rétinol) µg / 100g	<2	-	-
	Vitamine E (dl-alpha tocophérol) en mg / 100g	0,93	0,73	1,16
	Vitamine D en µg / 100g	15,61	<0,5	53,60
	Vitamine B1 (Thiamine monochlorhydrate) en mg / 100g	<0,04	-	-
	Vitamine B2 (riboflavine) en mg / 100g	0,05	0,04	0,07
	Vitamine B5 (acide pantothénique) en mg / 100g	0,68	0,41	26
	Vitamine B6 (pyridoxine + -al + -amine HCl) en mg / 100g	0,23	0,18	0,30
	Vitamine PP (amide nicotinique) en mg / 100g	3,28	2,78	3,77
	Vitamine B12 (cyanocobalamine) en µg / 100g	1,07	0,13	1,77
	Caroténoïdes totaux (mg / 100g)	-	-	-

Minéraux et oligoéléments	Sodium en mg / 100g	28,3	23,9	29,8
	Calcium en mg / 100g	8,2	7,5	9,1
	Potassium en mg / 100g	282	229	331
	Magnésium en mg / 100g	25,4	23,8	27,2
	Fer en mg / 100g	0,27	0,21	0,32
	Cuivre en mg / 100g	<0,1	-	-
	Zinc en mg / 100g	0,32	0,28	0,35
	Manganèse en mg / 100g	<0,1	-	-
	Phosphore en mg / 100g	131	118	148
	Iode en µg/100g	6	3	13
	Sélénium en µg / 100g	18	12	23
	Chlorures en mg / 100g	-	-	-

9. Intérêt économique

Oreochromis niloticus il est le poisson le plus vendu sur la planète. Oreochromis sont des poissons exotiques consommés en abondance partout dans le monde. La dénomination tilapia s'applique en réalité à différents poissons blancs appartenant à la famille des Cichlideés et notamment Oreochromis niloticus et le tilapia du Nil. Le Tilapia est le poisson

d'élevage par excellence: c'est une des principales espèces d aquaculture en Asie, en Afrique et en Amérique du sud. Il est le 2ème poisson d'élevage au niveau mondial, après la carpe **(FAO, 2018**). En 2009 le Tilapia était élevé dans plus de 75 pays. Les pays plus grands producteurs étant la Chine, la Thaïlande, les Philippines, Indonésie, Taïwan, l'Egypte, la Colombie, Cuba, le Mexique. 40% à 50% de la production mondiale de tilapia proviendraient de Chine. Ce qui ne va pas sans poser de problèmes vu le nombre de fraudes dans cette filière piscicole. Les fermes d'élevage assurent à elles seules la moitié de la production mondiale. Une part d'autant plus remarquable que le tilapia, originaire d'Afrique, na été introduite qu'en 1978 en Chine, dans la province centrale du Hubei (**FAO, 2018**). La production mondiale de tilapia a dépassé les 7,6 millions de tonnes en 2014, dont 6,9 millions sont issus de l'élevage et le reste provient de la pêche. Il s'agit du second groupe des pèches élevées à travers le monde, derrière les carpes (19,3 millions de tonnes) et devant les salmonidés (3,17 millions de tonnes de saumons et truites).

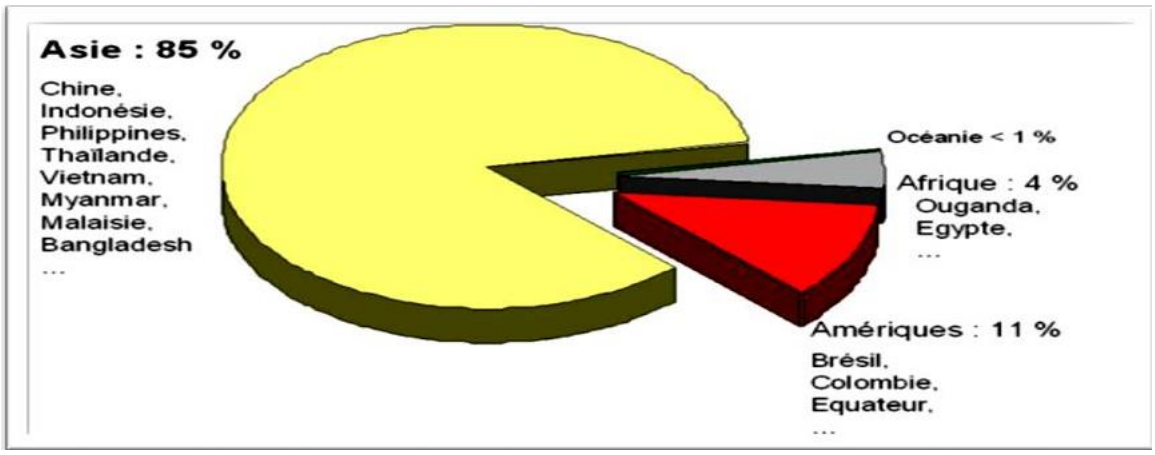


Figure n°12: Production de Tilapias et Cichlideés **(FAO, 2018).**



Chapitre II :
Présentation de la zone d'étude

1. Présentation de la zone d'étude

1.1 Présentation de la wilaya de Médéa

1.1.1 Localisation géographique de la wilaya de Médéa

La wilaya de Médéa est à la fois une ville et une wilaya du Nord de l'Algérie elle est située à 90 Km au Sud Ouest de la capitale Alger et à 42 km de Blida, occupant une position géographique centrale pouvant lui confiée un rôle stratégique assurant ainsi une parfaite jonction entre le littoral et la région des hauts plateaux. **(PDAU, 2015).** Située au cœur de l'Atlas Tellien, la wilaya de Médéa d'une superficie de 8.775,65km2 elle est caractérisée par une altitude élevée et un relief mouvementé enserrant quelques plaines assez fertiles mais de faible extension pour s'estomper ensuite aux confins des hautes plaines steppiques, en une série de collines mollement ondulées. **(PDAU, 2015) .** Sur le plan administratif, Le territoire de Médéa est organisé en 64 communes réparties à travers 19 daïras. **(PDAU, 2015).**

La population totale de la wilaya (2020) est estimée à 1 002 329 habitants, soit une densité de 104.7 habitants par Km². **(DPSB, 2020).** Située à proximité de grands centres urbains (Alger, Blida), Médéa bénéficie d'une situation privilégiée, au carrefour d'axe menant surtout vers le Sud. **(PDAU,2015)** Médéa surplombe de vastes étendues verdoyantes, elle jouit d'un climat méditerranéen subcontinental, froid en hiver, chaud en été. **(PDAU,2015) .**

Administrativement la wilaya de Médéa est limitée par :

- Au nord par la wilaya de Blida. **(09).**
- A l'est par la wilaya de : Bouira**(10)** et M'sila. **(28)**.
- Au sud par la wilaya de : Djelfa**(17)** et de Tiaret**(14).**
- A l'ouest par la wilaya de : Tissemsilt **(38)** et Ain Defla **(44).**

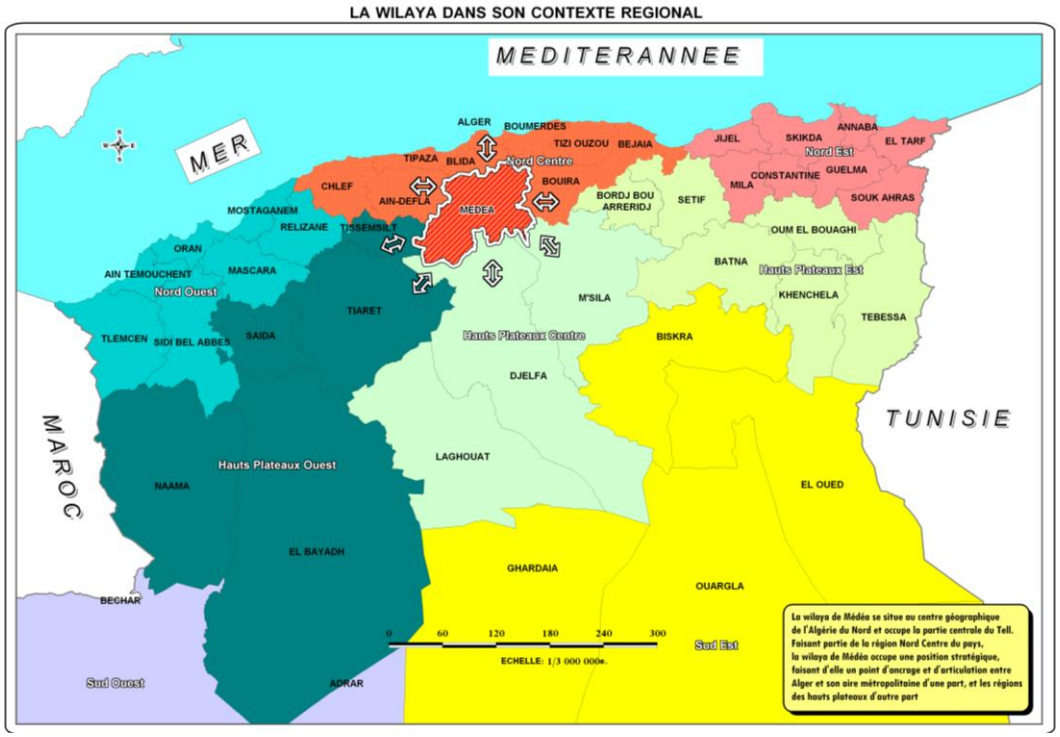


Figure n°13: la wilaya dans sons contexte régionale **(PDAU,2015).**

2. Présentation de la commune de « BENCHICAO».

2.1 Situation géographique

2.1.1 Délimitation

Situé dans le département du grand Titterie, Benchicao a été établi comme centre de colonisation dans les années 1880. En 1984, Benchicao a été reconnu comme une commune à part entière, après avoir été auparavant une agglomération secondaire rattachée à Ouzera, qui est aujourd'hui le chef-lieu de la Daira. **(PDAU, 2024).**La commune se trouve dans le tell central algérien, entre les montagnes de l'Atlas tellien et l'Atlas blidéen. Elle est située à environ 88 km au sud-ouest d'Alger, à 12 km au sud de Médéa, à 40 km au sud-ouest de Blida, à 8 km au nord de Berrouaghia.

Elle est délimitée comme suit :

- Au Nord par la commune de Ouzera .
- A l'Est par les communes de Berrouaghia et Ouled brahim.
- Au Sud par les communes de Berrouaghia et Zoubiria.
- A L'Ouest par les communes de Si mahdjoub et Tizi mahdi.

Les caractéristiques physiques de la région, telles que le climat, le relief et le sol, ont favorisé le développement de l'agriculture, en particulier de la vigne qui était auparavant une culture privilégiée destinée principalement à l'exportation. **(PDAU, 2024).**Avec la transition progressive de la vigne destinée à la vinification vers des variétés de table, l'arboriculture gagne également en importance, notamment dans la lutte contre l'érosion hydrique.

Concernant les infrastructures routières, Benchicao est reliée à plusieurs autres communes :

- Médéa et Berrouaghia via la route nationale 1(nouvelle autoroute Nord –Sud).
- Ouled Brahim et El Omaria via le chemin wilaya CW23.
- Si Mahdjoub et Tizi Mahdi via le chemin wilaya CW138. **(PDAU, 2024).**

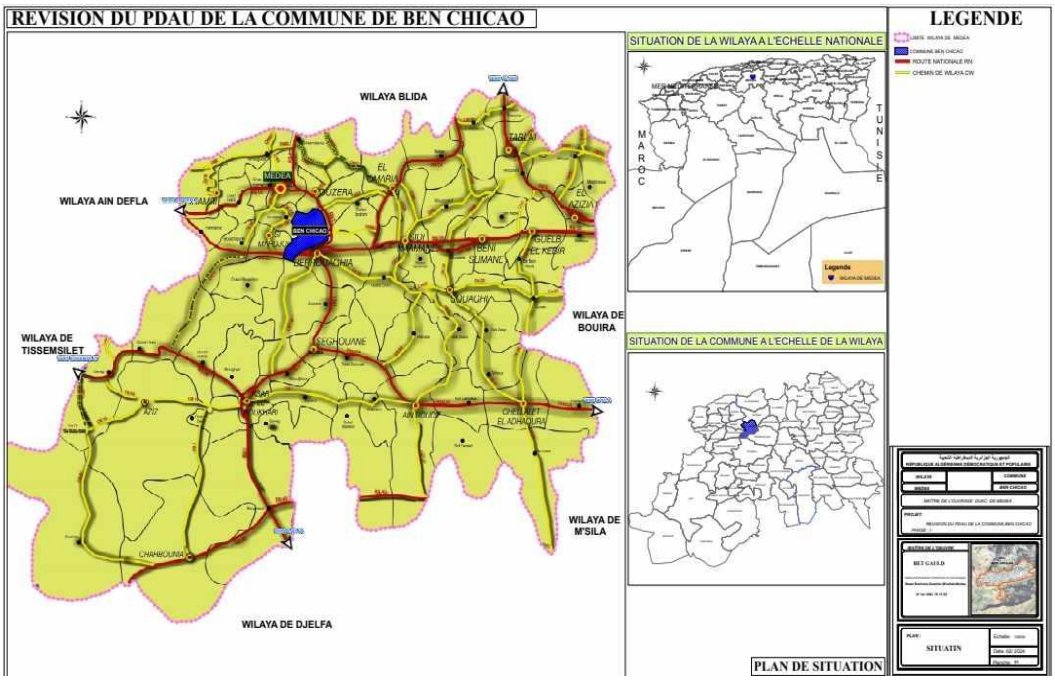


Figure n°14: Situation La commune de Benchicao **(PDAU, 2024).**

2.1.2 Consistance et composition territoriale

Le territoire communal de Ben Chicao regroupe les localités suivantes :
Agglomération chef lieu : Ben Chicao
Districts de la zone éparse :

- ✓ Bassour et maison d'enfant.
- ✓ Zaouia et Masconi.
- ✓ Mekhatiche.
- ✓ Ouled Larbi.
- ✓ Ouled Omrane.
- ✓ Ain Aissa .**(PDAU, 2024).**

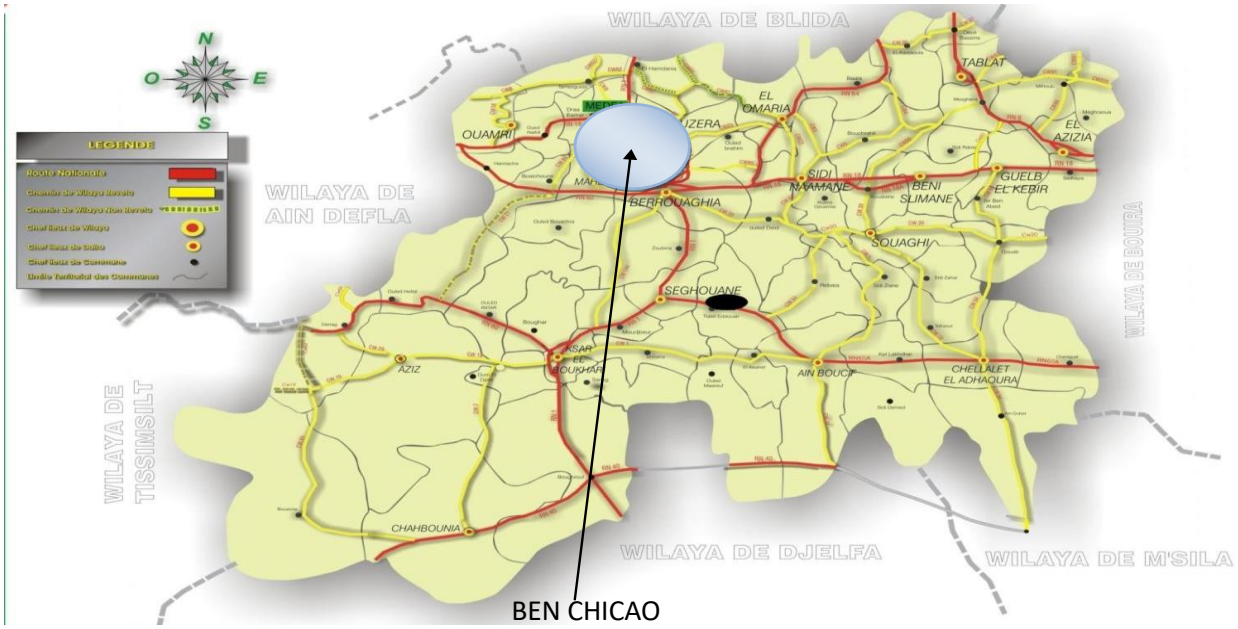


Figure n°15 : Situation de la commune par rapport à la wilaya de Médéa **(PDAU, 2024).**

2.2 Synthèse climatique de la commune de Benchicao

La commune de Benchicao se situe dans la zone climatique sub-humide, marquée par des Hivers froids et des Etés chauds. Malgré sa proximité avec la mer, l'influence continentale se fait sentir dans la région. Les précipitations, d'une moyenne annuelle de 800mm, sont caractérisées par leur intensité et leur irrégularité. La présence de neige et de gel est fréquente et peut avoir des conséquences néfastes sur l'agriculture, les sols et les infrastructures. Les écarts de température entre les mois les plus froids et les mois les plus chauds varient de 4.6° à 24.6°.**(PDAU, 2024).**

a) Pluviométrie

Pour ce qui est de la pluviométrie, il est relevé une concentration des pluies en hiver, alors qu'en été, la pluviométrie est très aléatoire. Les pluies printanières qui sont les plus bénéfiques pour la production agricole et particulièrement la céréaliculture, enregistrent des quantités assez appréciables. **(PDAU, 2024).**Il faut noter que les précipitations semblent suffisantes mais, leurs

mauvaises répartitions dans l'année agricole ainsi que leur violence diminuent de leur efficacité. **(PDAU, 2024).**

b) **Les orages**

Leur fréquence décroit du mois de Novembre à Février et croit en Mars et Avril.

Le maximum du nombre moyen d'orage est enregistré les mois de Mai et Septembre.

Le nombre total d'orages durant toute l'année atteint 16,3 jours pour la **(PDAU, 2024).**

c) Le grêle

Le nombre de jours de grêle est faible en général avec 6,5 enregistrés à la station de référence. **(PDAU, 2024).**

d) **La neige**

La moyenne altimétrique de notre zone d'étude étant de 950 mètres , la moyenne de présence de neige au niveau de toute l'étendue de la commune est de 22.6 jours par an. **(PDAU, 2024).**

e) La gelée blanche

Elle est relativement importante. Elle est de 20,3 jours **(PDAU, 2024).**

f) Températures

Benchicao se démarque des autres zones, l'altitude joue ici un rôle alternant les températures augment à partir du mois dé Février pour atteindre le maximum en juillet 25,6° et régressent à partir du mois de Décembre pour atteindre le minimum 4,6° au mois de janvier. **(PDAU, 2024).**

g) Les vents

Les plus dominant sont Ouest et Nord-ouest en hiver et Nord et Nord-est en été. Le paysage végétal de Benchicao se développe principalement dans les zones montagneuses qui ne sont pas propices à l'agriculture, à l'exception de quelques maquis convertis en terres agricoles. Le territoire communal peut être divisé en trois zones en fonction de la géomorphologie du sol :**(PDAU, 2024).**

- ✓ La partie Nord et Centrale de la commune. On y trouve une forêt dense composée de cèdres, chênes verts, pins d'alpée, etc. Ces espèces sont principalement situées dans le nord extrême et sur les versants septentrionaux. Des projets de valorisation sont mis en place pour développer ces zones à travers des projets de plantation d'arbres fruitiers, d'amandiers, de figuiers, ainsi que des projets d'élevage. **(PDAU, 2024).**

- ✓ La partie Sud et une partie Centrale de la commune. Cette zone est caractérisée par un maquis dense d'arbustes et de broussailles. Il couvre une grande partie de la commune. **(PDAU, 2024)**

- ✓ Les sols nus. Ces sols, en général, se trouvent sur des pentes marneuses ou schisteuses avec

une forte érosion due au ruissellement des eaux de pluie.

Il est donc essentiel de prévoir des programmes de reboisement à l'échelle régionale, en particulier dans la partie Est, ainsi que des mesures de conservation du sol pour prévenir l'érosion. La superficie totale de forêt est de 1893.20 ha, ce qui représente 33.8 % de la surface communale, répartie entre 1593.200 ha de forêts publiques et 300 ha de forêts privées. Dans la partie Est de la commune, au col de Benchicao, se trouve un point géodésique avec une altitude maximale de 1323 mètres. **(PDAU, 2024).**

3. Description de la ferme piscicole « TITTERI AQUACOLE »

Notre étude est effectuée au niveau de la ferme aquacole qui se situe à Benchicao (Wilaya de Médéa). L'étude du projet montre que cette ferme piscicole est conçue pour une capacité de production de 300 tonnes/an destinés à la consommation dont le Tilapia, le Clarias ainsi que des poissons d'ornement en élevage intensif dans des bassins spécialement conçus pour la pisciculture. Ce projet rentre dans le cadre du développement des activités d'élevage aquacole.

Ce projet permet de créer de l'emploi de façon permanente et par conséquent va avoir des retombées économiques et sociales bénéfiques au niveau de la région car la ferme **«TITERI AQUACOLE»** a bénéficiée d'une formation pour 22 stagiaires de la région (agents piscicoles) au niveau du centre de formation professionnel de Berrouaghia en collaboration avec le DPRH de Médéa et Ain Defla.



Figure n°16: La ferme piscicole « TITTERI AQUACOLE » **(Originale, 2024).**

4. Objectifs du projet

Ce projet prévoit la mise en place d'une ferme aquacole d'une capacité de 300 tonnes par an. Cette exploitation est installée dans un site composé de 4 hangars équipés par des bassins de plusieurs tailles. Les installations existantes:

4 Hangars

1 local technique

1 local pour l'aquariophilie

- **Espèces produites :** Tilapia, Clarias, Sandre et Carpe et poissons d'ornements.
- **Production annuelle :** 300 tonnes
- **Surface totale de la concession :** 6400 m^2
- **Site :** Benchicao Centre

Identité du demandeur

Promoteur : Sarl TITTERI AQUACOLE
Siège social : Benchicao
Situation : Wilaya de Médéa sur la route nationale n°1 entre Médéa et Berrouaghia qui relie Alger à Djelfa.

5.Problèmes et contraintes naturelles

Notre station d'étude, la ferme, se trouve à une altitude de 900 mètres. qui nécessite une installation d'un système de chauffage d'eau pour l'élevage de certains types d'espèces prévues. A cet effet, la technologie envisagée pour l'élevage du Tilapia, Clarias, Sandre et Carpe est une installation en circuit fermé chauffée par des chaudières àgaz.

Tableau 9: Les caractéristiques du bassin d'élevage de tilapia dans la ferme**.**

Hangar N°1 –A– (Fiche technique Sarl TITTERI AQUACOLE ,2014)

Longueur(m)	**3**
Largeur(m)	**3**
Hauteur(m)	**3**
Nombrede bassins	**12**
Contenance	**27 M^3**
Phase d'élevage	**Grossissement**
Charge / m^3	**30 kg**

Il est prévu un local de 50 m² pour l'aquariophilie de divers espèces dans des aquariums de dimension**:** Longueur **(0,8 m)** Largeur **(0,4 m)** Hauteur **(0,4 m).**

6.Description de l'investissement

6.1 Infrastructures primaires

Les dimensions des structures de production sont calculées en fonction des bassins existants par mètre cube, comme indiqué dans les tableaux suivants :

Tableau 10 : Les caractéristiques du bassin d'élevage de tilapia dans la ferme Hangars N° 1 Locale «A» Elevage de Tilapia . (**Fiche technique de l'entreprise TITTERI AQUACOLE, 2014).**

1- Hangars N° 1 Locale « A » Elevage de Tilapia

Référence locale	Type d'espèces	Nombre de bassins	Contenance	Phase d'élevage	Charge/ m^3
Hangar N°1 - A-	TILAPIA	12	27 M^3	Grossissement	30 kg

A.1 Unité grossissement

Pendant la phase de grossissement, l'objectif visé est de produire des poissons de 250g (taille marchande de tilapia). Le grossissement est réalisé dans des bassins.

A.2 Caractéristiques des Bassins

Longueur : 3 m

Largeur: 3 m

Hauteur : 3 m

Nombre de Bassin

La ferme prévoit d'élevage en phase de croissance dans des bassins, comme illustré dans la figure n° 17 :



Figure n°17 : Bassins pour le grossissement du Tilapia

Tableau 11: Les caractéristiques du bassin d'élevage de clarias dans la ferme Hangars N° 2 Locale «B» Elevage de Clarias. **(Fiche technique Sarl TITTERI AQUACOLE, 2014).**

2 - Hangars N° 2 Locale « B » Elevage de Clarias

Référence locale	Type d'espèces	Nombre de bassins	Contenance	Phase d'élevage	Charge/m^3
Hangar N°1 - B -	Clarias	14	27 M^3	Grossissement	50 kg

B.1 Unité grossissement

Pendant la phase de grossissement, l'objectif visé est de produire des poissons de 300g (taille marchande de Clarias). Le grossissement est réalisé dans des bassins.

B.2 Caractéristiques des Bassin

Longueur : 3 m
Largeur : 3 m
Hauteur : 3 m

Nombre de Bassin

La ferme envisage l'élevage en phase de grossissement dans des bassins figure n° 18 :



Figure n°18 : Bassins pour le grossissement du Clarias

Tableau 12: Les caractéristiques du bassin d'élevage de carpe dans la ferme Hangars N° 1 Locale «C» Elevage de Carpe **(Fiche technique Sarl TITTERI AQUACOLE, 2014).**

3 - Hangars N° 1 Locale « C » Elevage de Carpe

Référence locale	Type d'espèces	Nombre de bassins	Contenance	Phase d'élevage	Charge/m^3
Hangar N°1 - C -	CARPE	10	27 M^3	Grossissement	30 kg

C.1 Unité grossissement

Pendant la phase de grossissement, l'objectif visé est de produire des poissons de 300g (taille marchande de carpe). Le grossissement est réalisé dans des bassins.

C.2 Caractéristiques des Bassin

Longueur : 3 m
Largeur : 3 m
Hauteur : 3 m

Nombre de Bassin

La ferme prévoit d'élevage en phase de croissance dans des bassins, comme illustré dans la figure n°19:



Figure n°19 : Bassins pour le grossissement du Carpe

Tableau 13: Les caractéristiques du bassin d'élevage de Sandre dans la ferme Hangars N°1 Locale <D> Elevage de Sandre **(Fiche technique Sarl TITTERI AQUACOLE, 2014).**

4- Hangars N° 1 Locale « D » Elevage de Sandre

Référence locale	Type d'espèces	Nombre de bassins	Contenance	Phase d'élevage	Charge / m^3
Hangar N°1 - D -	Sandre	38	36 M^3	Grossissement	30 kg

D.1 Unité grossissement

Pendant la phase de grossissement, l'objectif visé est de produire des poissons de 300g (taille marchande de Sandre). Le grossissement est réalisé dans des bassins.

D.2 Caractéristiques des Bassin

Longueur : 3 m
Largeur : 3 m
Hauteur : 4 m

Nombre de Bassin

La ferme envisage l'élevage en phase de grossissement dans des bassins figure n° 20 :



Figure n°20 : Bassins pour le grossissement du Sandre

7. Installations auxiliaires

Il est prévu un locale de 50 m2 pour l'aquariophilie de divers espéces dans des aquariums de dimension

8. Caractéristiques des aquariums

Longueur : 0.8 m
Largeur : 0.4 m
Hauteur : 0.4 m
Nombre d'aquarium **: 100**

a) Bureaux administratifs

C'est une partie du bâtiment d'exploitation aménagée en bureaux administratifs.

b) Chambre froide

Pour conserver les poissons produits avant la commercialisation, il est prévu la réalisation de d'une chambre froide, d'une capacité d'environ **300 m^3**

c)poste de transformation et groupe électrogène

Dans le but d'éviter les mortalités massives dues aux manques d'oxygène provoqués par une panne de l'électricité ; il est prévu un groupe électrogène suffisamment puissant pour faire fonctionner tous les appareils de l'exploitation nécessitant de l'énergie électrique.

Bâtiment technique

Pour la protection des installations électriques, nous proposons l'aménagement d'un bâtiment électrique de 10 m2 en dur avec une dalle en béton armé en pente pour l'évacuation des eaux de pluie et qui comprend :

- Un tableau général de basse tension
- Un transformateur
- Un groupe électrogène **(Fiche technique Sarl TITTERI AQUACOLE, 2014).**

Hangar de stockage

Nous proposons l'aménagement de l'hangar de l'extérieur pour le stockage d'aliment artificiel d'une surface de 300m^2. Il est à noter que la réception de l'aliment en sac se fait tous les trois mois, donc la capacité de stockage de l'hangar est de 300t ce qui constitue les besoins pour le fonctionnement de la ferme durant trois mois.

Atelier de stockage de matériels

Cet espace de 100 m^2 est prévu pour le stockage du matériel divers nécessaire au fonctionnement de la ferme, la réparation et la maintenance de l'ensemble des infrastructures et des engins de travail. **(Fiche technique Sarl TITTERI AQUACOLE, 2014).**



Chapitre III
Matériel et méthodes

1 .L'objectif

L'objectif de cette étude est de trouver des aliments qui répondent aux besoins des Tilapias rouges (*Oreochromis sp*) et leur impact sur la croissance, et de comparer les aliments avec d'autres substances fabriquées et testées dans la ferme.

- Aliment a base de farine de poissons de la ferme.
- Aliment a base de déchets de poulets (intestins) et la farine de poissons testé(préparé).

2 .Le matériel utilisé

- Des bassins en plastique : Nous avons utilisé un réservoir de 1000 litres d'eau pour élever les alevins de poissons de Tilapia tout au long de cette étude.
- Multi paramètre: Appareil utilisé pour mesurer les paramètres physico-chimiques d'eau (la température, le pH, la conductivité, la salinité, l'oxygène dissous).
- Balance électronique: pour mesurer le poids du Tilapia du Nil ou bien la quantité d'aliment distribué chaque dix jour
- une règle graduée : pour Mesurer la longueur de poissons tous les 10 jours



Multi paramètres



Balance électrique



Règle

3. Matériel biologique

L'espèce étudiée : *Oreochromis sp* (*Tilapia rouge*) est un hybride obtenu par un croisement de deux espèces de tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) et Tilapia mossambica (Peters, 1852). Au cours de l'expérience, nous avons utilisé uniquement des poissons mâles âgés de 2 mois, de taille moyenne de (4.5 et 4.2) 25 dans chaque bassin, les poissons ont été relâchés dans des bassins de stockage pour s'acclimater pendant une semaine (S0) avant le début de l'expérience.



Figure n°21 : *Oreochromis sp Tilapia rouge* (**Originale, 2024**).

4. Préparations effectuées

4.1 Préparation des bassins d'alevinage

- 2 bassins de 1000 litres, bassin d'aliment de la ferme B1, bassin d'aliment B2.
- Remplissage des deux bassins par l'eau de forage.
- Installation des tuyaux de chauffage (à partir de la chaudière à gaz) et des tuyaux
- d'oxygénation (à partir de la pompe d'oxygène).





Figure n°22 : les bassins d'élavage de tilapia de cette étude(originale,2024).

4.2Préparation de l'aliment

4.2.1 Préparation de l'aliment testé

Nous avons préparé l'aliment au niveau de la ferme aquacole et nous avons utilisé les ingrédients suivants :

- 1Kg 380G de contenu de rumen de poulet.
- 120G de farine de poissons.
- 42G poudre d'ail.
- 600 G de farine de mais.
- 2G de sel de table.



Farine de mais


les intestins de poulet


poudre d'ail

4.2.2Préparation de l'aliment témoin

- 50% Poissons de la carpe (farine de poisson).
- 50% Farine de mais .

5. Les étapes de fabrication de l'aliment testé

Pour préparer l'aliment, nous suivons ces étapes :

Broyez le mélange d'intestin dans un moulin jusqu'à ce qu'il devienne un mélange lisse, puis mélangez-le avec les autres ingrédients secs et pétrissez-le jusqu'à ce qu'il tienne bien, puis étalez-le dans un plateau ouvert pour qu'il sèche quelques jours avant de le façonner en flocons de spaghetti. , et séchez-le a l'air libre.



Pétrir le mélange



le séchage



Formation

6. Suivi des paramètres physicochimiques de l'eau

Les paramètres physico-chimiques des eaux (la température, le pH, la conductivité, la salinité, l'oxygène dissous) pour les deux bassins sont mesurés chaque 10 jours à l'aide d'un multi paramètre de marque Consort 113768 et observer l'influence de ces paramètres sur la croissance de tilapia (O. sp). Le taux de renouvèlement d'eau est deux fois par mois.

7. Suivi de la croissance

Le contrôle de la croissance des alvines a été réalisé chaque dix jours . Il consistait à peser et à mesurer tous les poissons de chaque bassins à l'aide d'une balance électroniques de marque Kern avec 0,01 précision et d'un ichtyomètre gradué en centimètre. Ce contrôle permet d'évaluer l'évolution de la biomasse. Aussitôt, après le contrôle, les poissons sont remis dans les bassins après avoir nettoyé ceux-ci et en renouvelant la totalité de l'eau.




Figure n23°: Mensuration des poissons lors de cette étude.

8. L'alimentation de poisson

L'aliment est distribué à la main trois fois par jour: 8h 00, à 12h00 et à 16h00 chaque Jour pendant la durée de l'expérience (91j). La ration journalière qui est de 12% A partir de ce poids individuel, une moyenne était calculée, ce qui nous a permis de réajuster la ration en fonction de la biomasse réelle dans le bassin (**Médale, *et al.*, 2013**).De la Biomasse présente dans les bassins change avec chaque pesée effectuée chaque 10 jours.



Figure n24° : Mesurer la quantité de nourriture.

9. Analyse d'aliment

Les analyses biochimiques sont réalisées par un laboratoire national de contrôle et d'analyse des produits de la pêche de l'aquaculture et de la salubrité des milieux.

L'analyse biochimique des aliments est un outil essentiel pour garantir une nutrition adéquate, contrôler la qualité des aliments et optimiser les performances de production dans l'aquaculture. Cette analyse biochimique revêt une importance cruciale pour plusieurs raisons:

- Évaluation de la qualité nutritionnelle.
- Détermination de la digestibilité.
- Contrôle de la qualité.
- Optimisation de la formulation.
- Suivi de la performance.

10. Calcul des paramètres zootechniques

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. Selon **(Diogo et al, 2018)** et **(Khwuanjai et Pornchai 1997; Kanangire 2001; Bamba et al. 2007):**

a)Poids moyen initial(Pmi)

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

b) Poids moyen final(Pmf)

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

c) Gain moyen quotidien Elliott, J. M., & Hurley, M. A. (2000)

Le gain moyen quotidien (GMQ) ou taux de croissance journalier (TCJ) représente le gain moyen de poids quotidien obtenu durant la durée de l'élevage.

GMQ (g/j) = (Poids moyen final – Poids moyen initial) / Durée de l'expérimentation

d) Gain de poids (GP)

Gp(g) = Pf – Pi

Gp: gain de poids (g)

Pf: Poids corporel final (g)

Pi: Poids corporel initial (g)

e) Taux de survie (TS).

Ce taux a permis de connaître l'effet de la substitution sur la suivie des poissons.

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

f) Taux de croissance spécifique (TCS) Jobling, M. (1983)

Le TCS donne la vitesse instantanée de croissance des poissons. Il s'exprime par la formule suivante :

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

g) Taux de conversion alimentaire (TCA) Beamish, F. W. H., et Fournier, D. A. (1981).

Ce coefficient permet dévaluer l'efficacité des aliments utilisés pour la croissance des poissons.

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

h) Coefficient d'efficacité protéique (CEP)

Pour apprécier l'efficacité d'utilisation des protéines contenues dans l'aliment.

CEP = Gain de masse corporelle (g) Protéines ingérées (g)

i) Ingéré volontaire (IV)

Donnée qui intéresse directement l'éleveur, l'ingéré volontaire est la quantité d'aliments volontairement ingérée par unité de temps et par unité de biomasse. Cet indice de consommation est déterminé à partir de la relation suivante :

IV (%/j) = 100 x D / [(Bi + Bf) / 2)] /durée de l'expérience (jours)

Avec D : quantité cumulée d'aliments distribués (g),

Bi et Bf, biomasses initiale et finale (g).

j) Facteur de Condition (K)

la formule de **Tesch (1971).**

Facteur condition Le facteur ou coefficient de condition K est défini par le rapport entre le poids et la taille du poisson, il renseigne sur la condition physique du poisson. Il est donné par

(K) =100 W⁄ L3

W = Poids en g

L = Longueur en (cm).

k) Taux de mortalité

Taux de mortalité (%)= (Nombre de poissons morts /Nombre total de poissons) ×100



Chapitre IV
Résultats et interprétations

1. Evolution par rapport aux bassins

1.1 Evolution des paramètres physico-chimiques de l'eau

a) Température de l'eau

D'après la figure n°25 montrant l'évolution de la température moyenne de l'eau d'élevage de Tilapia on remarque que la température moyenne du bassin1 23,20±1,71 °C est légèrement supérieure à celle du bassin 2 21,98±2,19 °C. La température de l'eau est un paramètre important pour les organismes aquatiques, du fait que la plupart des paramètres physico-chimiques et biochimiques sont liés à ce paramètre **(Aissaoui, 2013).** Dans le milieu naturel, Tilapia est un poisson eurytherme qui peut supporter des grandes variations de la température de l'eau **(CTA, 2017).** Au fait, au-dessous de 16-17 °C, le Tilapia cesse de s'alimenter et devient de plus en plus sensible à une série de maladies **(Chervinski, 1982).** De même, d'autres travaux ont montré que les hautes températures (supérieures à 32°C) entrainent une baisse de la croissance car elles provoqueraient une accélération du transit intestinal et une réduction considérable de la digestibilité et de l'assimilation des éléments nutritifs **(Pandit et Nakamura, 2010).**

b) Oxygène dissous

La figure n° représente la moyenne d'oxygène dissous au niveau des deux bassins d'élevage d'*Oreochromis sp.* D'après ces résultats on remarque que la moyenne d'O_2 dissous est similaire dans les deux bassins et elle se situe à une valeur moyenne de 0,68±0,04 mg/l. De point de vue concentration en oxygène dissous, le tilapia peut résister au manque d'oxygène dissous. La moyenne de croissance du tilapia s'arrête si l'oxygène dissous devient inférieure à 3mg/l **(Abd El Bari, 2007).** Cela peut être dû à une erreur de mesure durant notre étude, ou à l'oxygénation générale de la ferme.

c) La salinité

Selon la figure n°3 montrant la salinité moyenne des deux bassins d'expérimentation, on constate que la moyenne est identique au niveau des deux bassins atteignant une moyenne de 0,60±0,10g/l. A cet effet, bien que la plupart des tilapias soient des espèces d'eau douce, leur capacité d'adaptation à différentes salinités est nettement remarquable (**Stickney, 1986).Morgan et al (1997) et Fontainhas-Fernandes et al (2000)** ont montré qu'en eau saumâtre, milieu dont la pression osmotique est proche de celle de l'animal (9‰), le coût métabolique de l'osmorégulation est réduit. Cela se traduit par une plus faible activité Na+-K+/ATPase branchiale, observée aux salinités comprises entre 5 et 10‰, milieux iso-osmotiques aux poissons **(Güner et al 2005).**Aussi, le transfert direct des alevins de *Oreochromis* de l'eau douce à des eaux de salinités ne dépassant pas 17‰, s'avère –t-il possible. Par ailleurs, il apparaît qu'au lieu d'un transfert direct, les alevins peuvent subir un transfert progressif. Dans ce cas, il est possible d'atteindre des salinités plus élevées (30‰), avec un taux de survie de l'ordre de 80% **Villegas (1990), Lemarie et al (2004) et Güner et al (2005).**

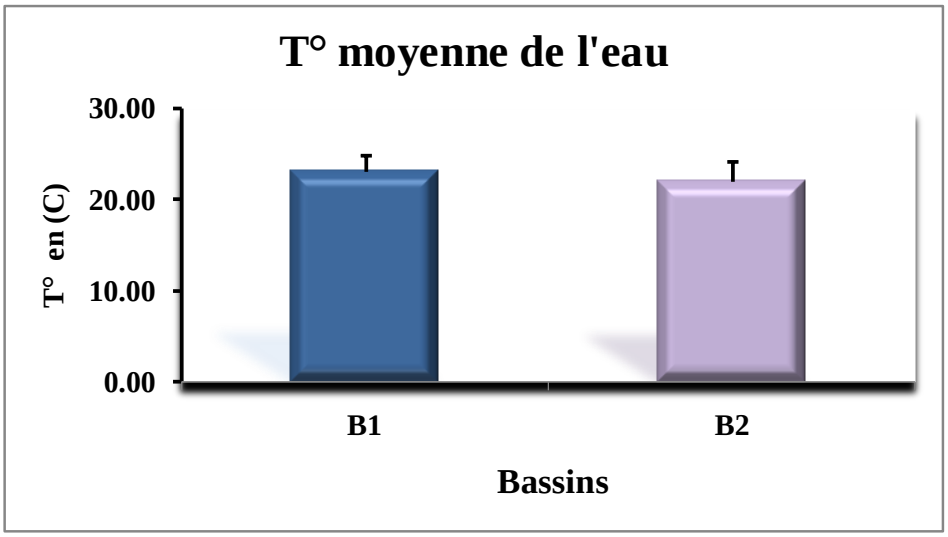


Figure n° 25 : Evolution de la température moyenne de l'eau au niveau des deux bassins de l'expérimentation (février2024_mai2024).

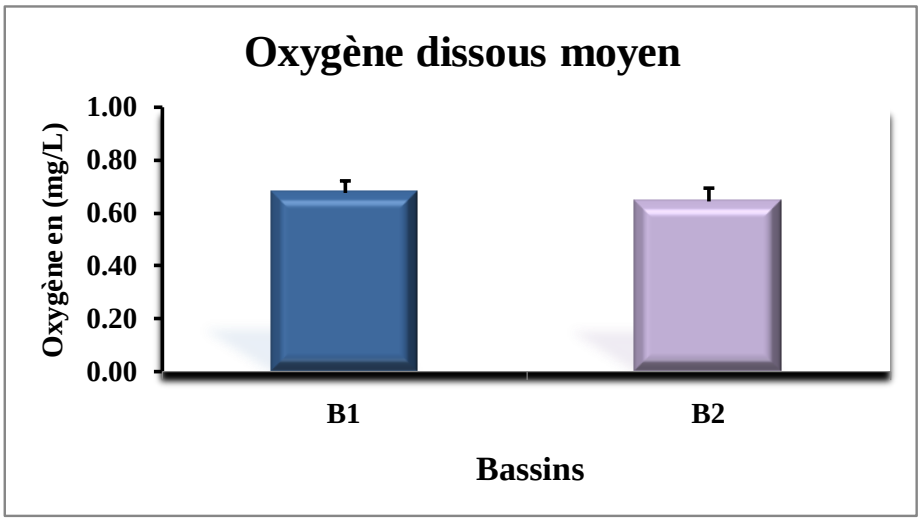


Figure n° 26: Evolution de l'oxygène dissous moyen de l'eau au niveau des deux bassins de l'expérimentation (février2024_mai2024).

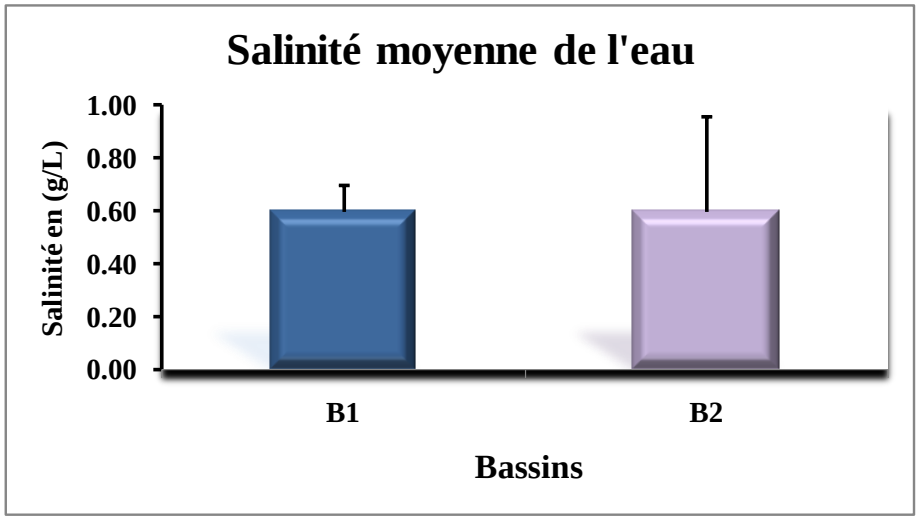


Figure n° 27 : Evolution de la salinité moyenne de l'eau au niveau des deux bassins de l'expérimentation (février 2024_mai2024)

d) pH

D'après la figure représentant l'évolution du pH au niveau des deux bassins d'élevage de Tilapia rouge on enregistre que la moyenne du pH est similaire au niveau des deux bacs d'élevage arrivant à un pH de 8,17±0,64 ce qui est probablement dû à l'origine de l'eau utilisée. Les Tilapia préfèrent un pH compris entre 6,5 et 8,5 (**Malcom et al. 2000**). La croissance des poissons d'eau douce est meilleure en eau neutre ou alcaline qu'en eau acide (**Brusler et al., 2004).** Le pH influe sur la prise alimentaire, lorsqu'il est optimal il augmente la consommation volontaire de l'aliment chez le poisson **(Luquet et Kaushih, 1986).**

e) La conductivité électrique

D'après les résultats observés sur la figure n° 5, on constate que la moyenne de la conductivité électrique dans les bassins de tilapia (1 et 2) est respectivement de 1,30±0,14ms/cm et 1,14±0,08ms/cm. Selon **Arrignon (1998**), la conductivité permet l'évaluation globale des ions présents dans l'eau. Elle augmente avec la teneur en sels électrolysables dissous et avec les mobilités de ses ions. Une haute conductivité indique la possibilité de la présence, à un niveau important, des ions dangereux à la santé et de la corrosivité de l'eau **(Chaibi, 2013).** Les valeurs extrêmes de la conductivité observées sont proches à la fourchette de conductivités propices pour la pisciculture qui vont de 150 à 450 µS/cm selon **Mamadou (1998).**

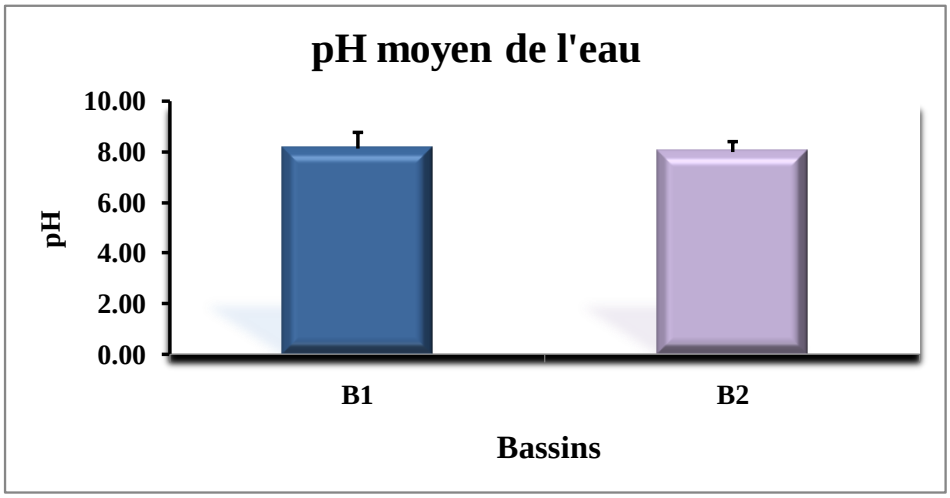


Figure n° 28 : Evolution de ph moyen de l'eau au niveau des deux bassins de l'expérimentation (février2024_mai2024).

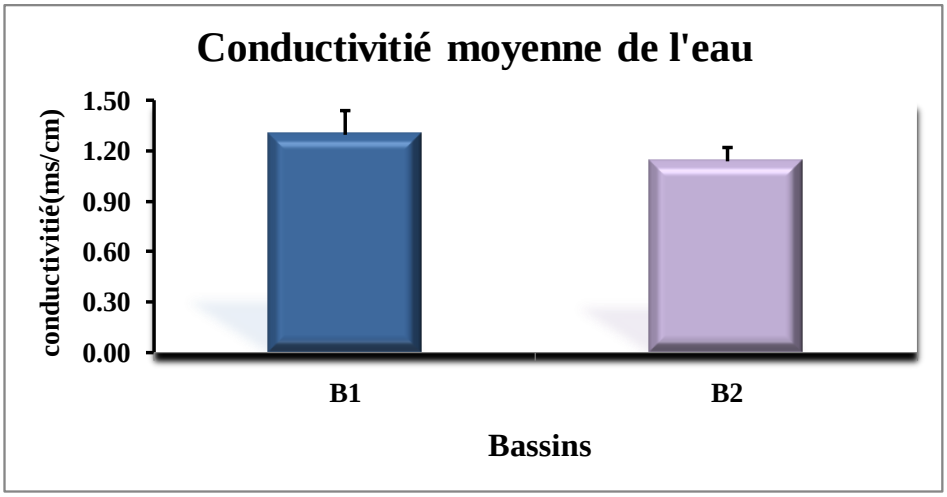


Figure n° 29 : Evolution de conductivité moyenne de l'eau au niveau des deux bassins de l'expérimentation (février2024_mai2024).

1.2 Evolution d'aliment distribué

a)Quantité d'aliment

Selon la figure n 30 on constate que la quantité d'aliment distribué était à peu près la même, variant légèrement entre les deux bassins 20,45±10,45g/19,52±11,28g respectivement.

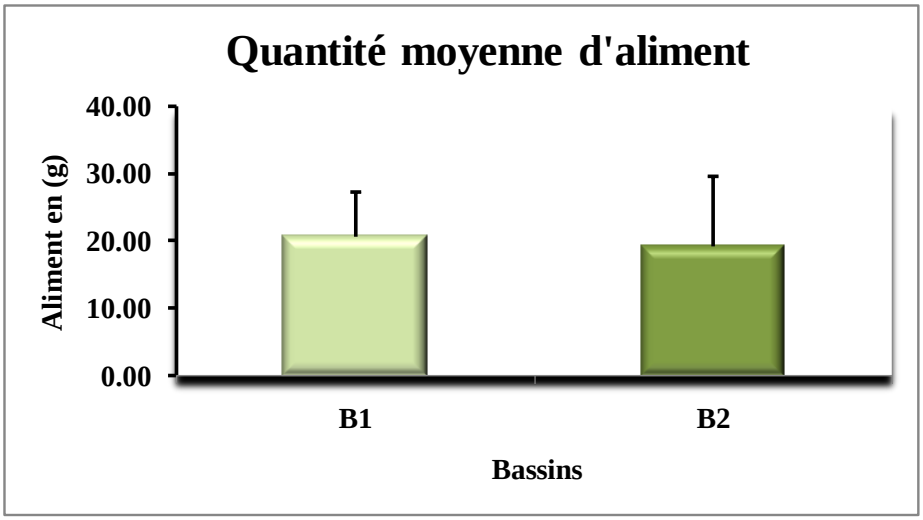


Figure n° 30 : Evolution de Quantité moyenne d'aliment au niveau des deux bassins de l'expérimentation (février2024_mai2024).

1.2.1 Résultats de paramètres de qualité de l'aliment distribué

Après avoir effectué des analyses pour déterminer les composants chimiques des aliments, Les analyses effectuées ont porté sur le dosage des protéines ainsi que le dosage des matières grasses et les cendres au niveau des deux aliments de cette étude.les résultats suivants ont été obtenus :

- **Dosage des protéines**

À partir de la figure n° 31 illustrant les résultats du dosage des protéines au niveau des deux aliments de l'expérimentation (février24_mai24), nous remarquons que les pourcentages de protéines animales varient d'un aliment à un autre. Au fait les protéines représentent 43% pour l'aliment du B_1, alors qu'ils ne représentent que 30,41% pour l'aliment du B_2.

Au fait, **National Research Council des États-Unis (2011)** a établi des recommandations générales pour les besoins nutritionnels des poissons. Selon **Nrceu (2011)**, les besoins en protéines du tilapia rouge peuvent varier de 25% à 40% de l'aliment sec, en fonction de facteurs tels que la taille du poisson et les conditions de culture.

- **Dosage des matières grasses**

Selon la figure n°32 des résultats des matières grasses dans les deux aliments expérimentés durant cette étude, on peut constater que le taux de ces dernières est similaire

pour les deux aliments avec un pourcentage de 13% enregistré. Selon le **NRCEU (2011)**, les besoins en matières grasses du tilapia rouge peuvent varier de 5% à 15% de l'aliment sec.

- **Dosage des cendres**

D'après la figure n°33 illustrant les résultats des cendres dans les deux aliments de Tilapia rouges on remarque que le taux le plus élève est enregistre dans l'aliment B1 avec 22,96%, pour le B2 le taux des cendres est de l'ordre de 14,76%. Selon la **FAO, 2024** les alevins et les Fingerlings de tilapia rouge ont besoin de moins 16% de cendres.

- **l'humidité**

D'après la figure n°34 il s'avère que l'aliment B2 a enregistré un pourcentage très élevé de l'ordre de 86,59% alors que l'aliment B1 a affiché un taux de 11% d'humidité. Selon la **FAO, 2024** les alevins et les Fingerlings de tilapia rouge ont besoin de moins 10% d'humidité.

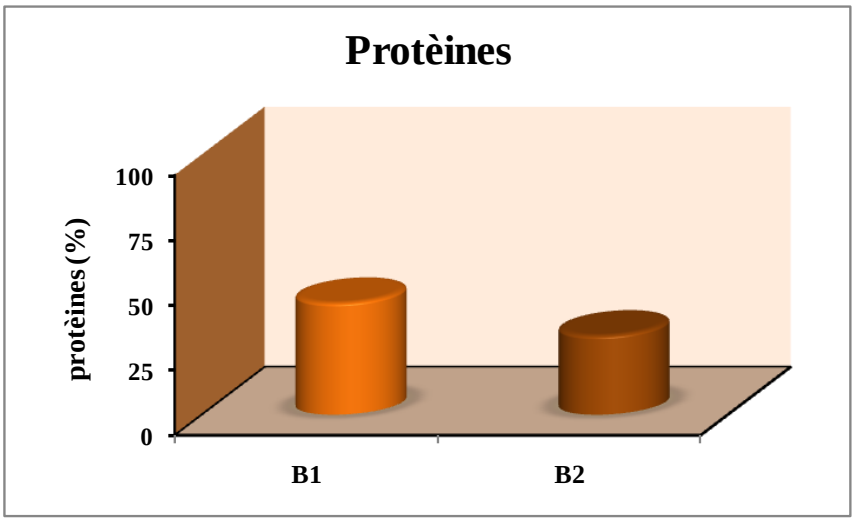


Figure n°31 : Résultats du dosage des protéines dans les deux aliments de l'expérimentation (février2024_mai2024).

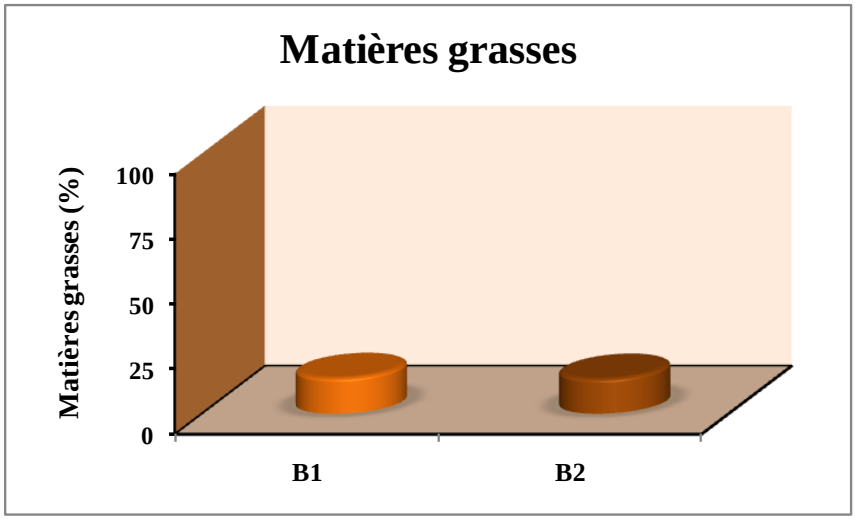


Figure n°32 : Résultats des matières grasses dans les deux aliments de l'expérimentation (février2024_mai2024).

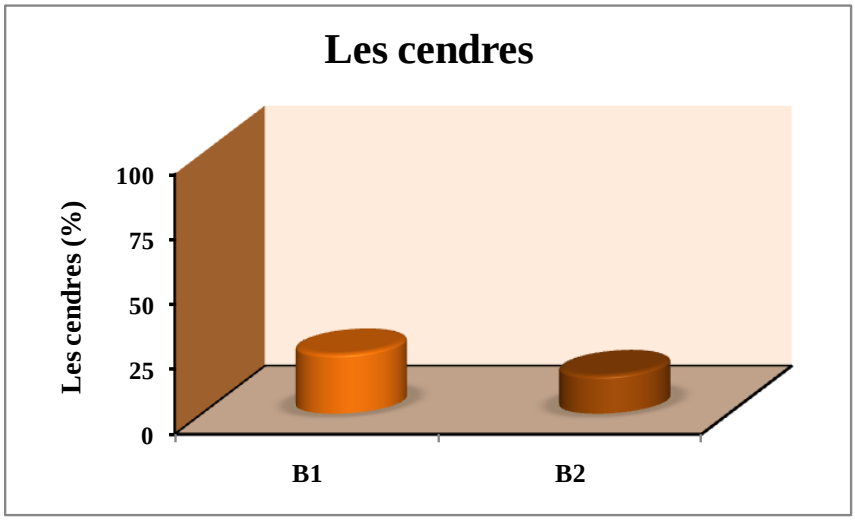


Figure n°33 : Résultats des cendres dans les deux aliments de l'expérimentation (février2024_mai2024).

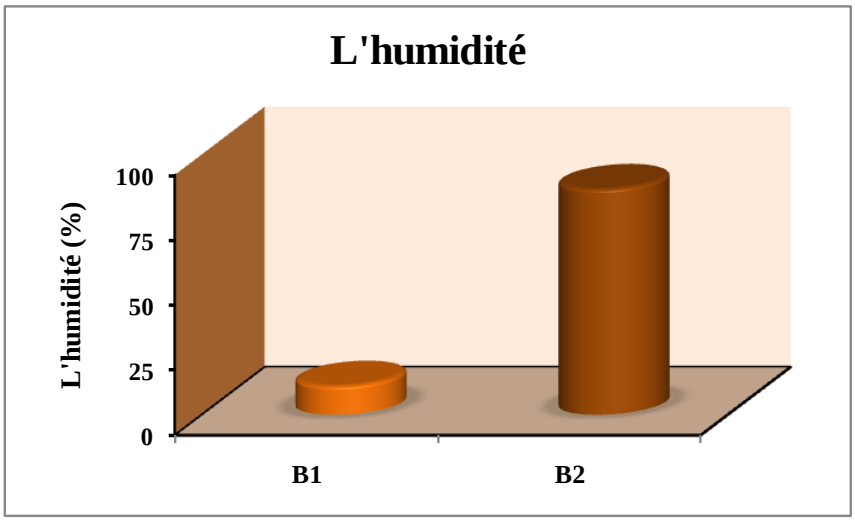


Figure n°34 : Résultats de l'humidité dans les deux aliments de l'expérimentation (février2024_mai2024).

1.3Evolution des paramètres zootechniques dans les bassins d'élevage de Tilapia

a) Le poids

D'après la figure n 35 comparant le poids moyen des poissons des deux bassins de Tilapia rouge on note que le poids moyen du Premier bassin est de 174,4±54,99g, celui-ci est supérieur à celui du deuxième bassin qui est de 140,5±87,93 g sachant que le poids initial était de 61,39g et 51,63g respectivement pour B1 et B2.

b) La taille

D'après la figure n 36 illustrant les tailles moyennes des Tilapias rouges on remarque que les tailles moyennes au niveau du bassin 1 sont de l'ordre de 6,74±0,09cm alors que les tailles moyennes du bassin2 sont de l'ordre de 6,37±0,26cm sachant que les tailles moyennes initiales des deux bassins étaient de 4.5cm et 4.2cm respectivement pour le bassin 1 et le bassin 2.

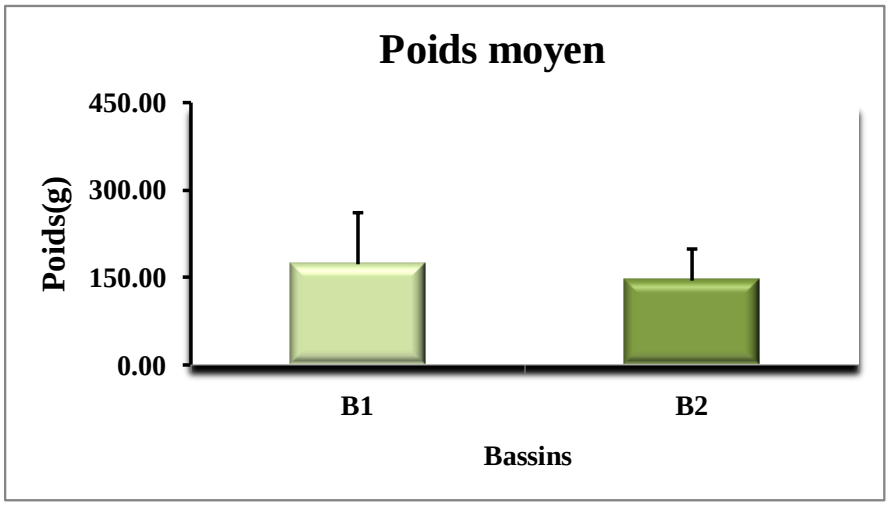


Figure n° 35 : Evolution de poids moyen des poissons au niveau des deux bassins de l'expérimentation (février2024_mai2024).

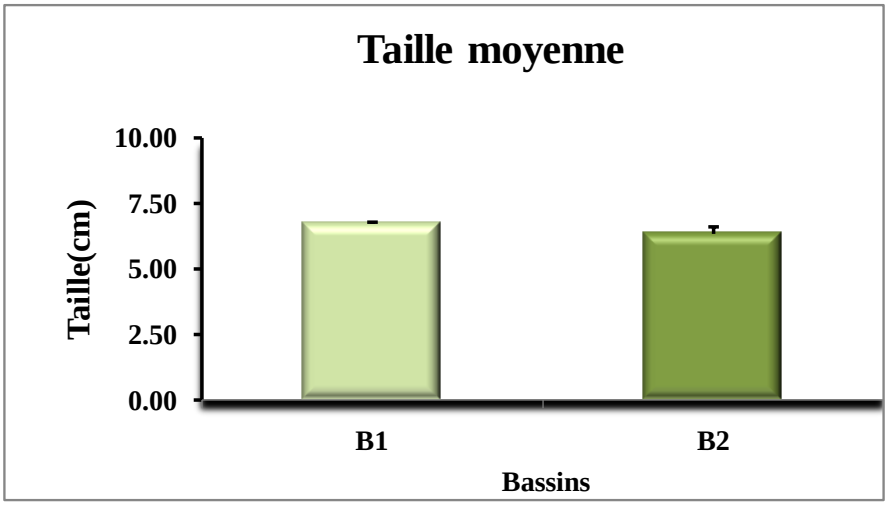


Figure n° 36 : Evolution de la taille moyenne des poissons. au niveau des deux bassins de l'expérimentation (février2024_mai2024).

1.4 Evolution des paramètres de survie et mortalité dans les bassins d'élevage d'*Os*

a) La survie

Selon la figure n°37 on note que la moyenne de survie pour le bassin 1 était de 24,8±0,4 individu par ailleurs 24,7±0,6 a été enregistré dans le deuxième bassin.

b) La mortalité

D'après la figure n°38 il s'avère que la moyenne de la mortalité pour le bassin 1 était de 0,20±0,42 individu tandis que pour le bassin 2 était de 0,30±0,52 individu. Ces résultats sont probablement dus aux mauvaises manipulations du poisson.

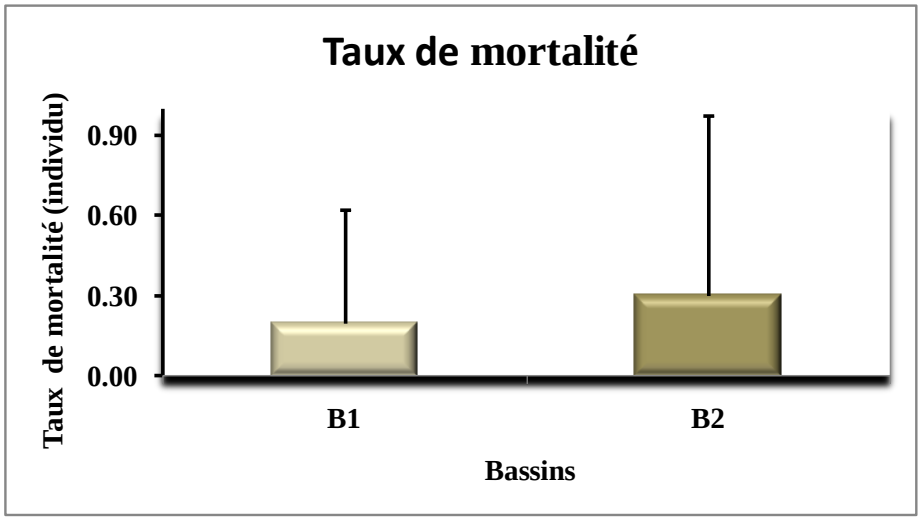


Figure n° 37 : Evolution de moyenne de mortalité (au niveau des deux bassins de l'expérimentation (février2024_mai2024).

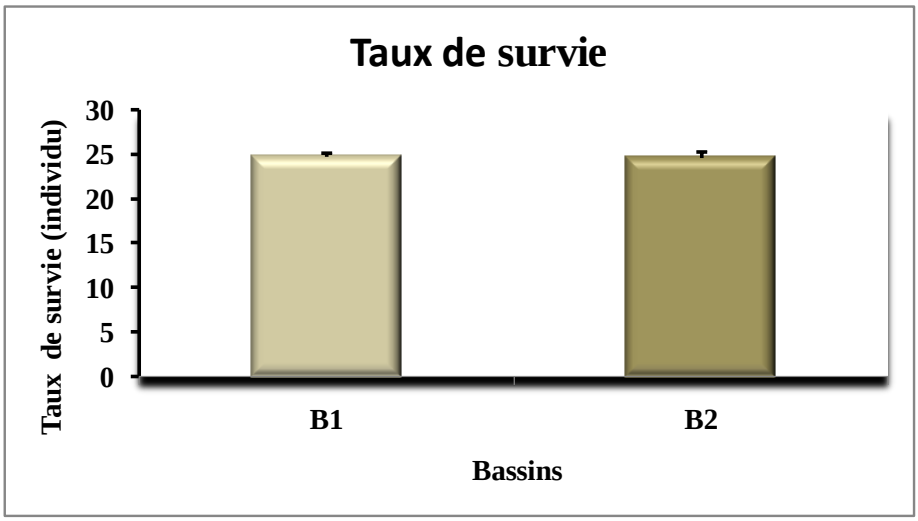


Figure n° 38 : Evolution de la moyenne de survie au niveau des deux bassins de l'expérimentation (février2024_mai2024).

2. Analyses statistiques

Afin de tester s'il y a des différences, en ce qui concerne les paramètres physicochimiques de l'eau dans les différents aquariums, on a appliqué le test de Student pour toutes les variables vérifiant les conditions d'application du test, sauf pour la salinité, l'oxygène et la mortalité, on a appliqué le test de **Mann-Whitney**. Les résultats **du** test **t** de **Student** montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre les deux aquariums en ce qui concerne les variables suivantes : l'évolution du poids, l'évolution de la taille, la température, le Ph, la conductivité et la quantité d'aliments. Par ailleurs, les résultats du test de Mann et Whitney, montrent qu'il Il n'y a pas de différence significative en ce qui concerne la mortalité et la salinité entre les deux bassins, cependant il y a une différence significative en ce qui concerne l'oxygène.

3. Evolution temporelle

3.1. Evolution des paramètres physico-chimiques

a) La température de l'eau

La figure n°39 montre une évolution similaire de la température dans les deux bassins; de faibles valeurs (environ 22°C) sont observées au début de l'expérimentation, suivies d'une augmentation (au tour de 25°C) et enfin une baisse (au tour de 23°C). On remarque, en outre, que l'évolution de la température est caractérisée par quelques fluctuations dont la plus importante est celle du 5mars. Cette instabilité serait due, d'une part, aux coupures intempestives du courant électrique au niveau de la ferme et d'autre part, au renouvellement de l'eau occasionnant son refroidissement. De façon générale, tout au long de l'expérience, la température de l'eau est située entre 19 °C et 25°C pour les deux bassins. D'après **Azaza et al. (2008),** la température de l'eau exerce un large spectre d'actions sur la prise alimentaire, le métabolisme, la croissance et la survie des poissons. Ces valeurs restent un peu proches de l'intervalle recommandé pour l'élevage optimal de Tilapia et qui se situent entre 24-28 °C pour **Lacroix (2004).**

b) L'oxygène dissous

En observant la courbe, il apparaît clairement que les niveaux d'oxygène tout au long de la période d'élevage du tilapia rouge ont varié entre deux valeurs et ont été parfois constants pour les deux bassins, entre les valeurs 0,6mg/L et 0,8 mg/L. au fait pour l'effet de l'oxygène sur la croissance des poissons, jusqu'à 3 ppm d'oxygène dissous le Tilapia ne présente pas de difficulté métabolique particulière mais en-deçà de cette valeur, un stress respiratoire se manifeste bien que la mortalité ne survienne qu'après 6 h d'exposition à des teneurs de 3.0 ppm. Ces faibles valeurs d'oxygène dissous ne sont pas, en moyenne, dans la gamme défavorable pour la croissance des tilapias Il n'empêche que, grâce à son hémoglobine particulière à haute affinité pour l'oxygène dissous (0.12 ppm), cette espèce peut supporter,

sur de courtes périodes, des concentrations aussi faibles que 0,1 ppm d'oxygène dissous. Par ailleurs une teneur en oxygène dissous supérieure à 3 mg.L-1 constitue l'optimum pour une bonne croissance de Tilapia. **(Magid et Babiker, 1975; Kestemont et al., 1989; Mélard, 2000).**

c) Salinité de l'eau

A travers la courbe d'évolution de la salinité de l'eau de pisciculture de Tilapia rouge, pendant la période expérimentale du 14 février au 14 mai, on remarque une fluctuation des valeurs de salinité, ces valeurs variaient entre les deux étangs d'une valeur de 0,5 g/l à une valeur de 1g/l et diminuée à la valeur la plus basse de 0,1g/l. Les Tilapias rouges hybrides ont une croissance et une grande tolérance pour les eaux salines, la capacité d'adaptation à différentes salinités est nettement remarquable cette tolérance varie par espèce de 0.015 et 30g/l **(Stickney, 1986., Malcom et al ., 2000)**. Ainsi, Les tilapias montrent leur capacité à supporter des salinités élevées jusqu'à 28 g/l **(Azaza et Kraiem, 2007).**

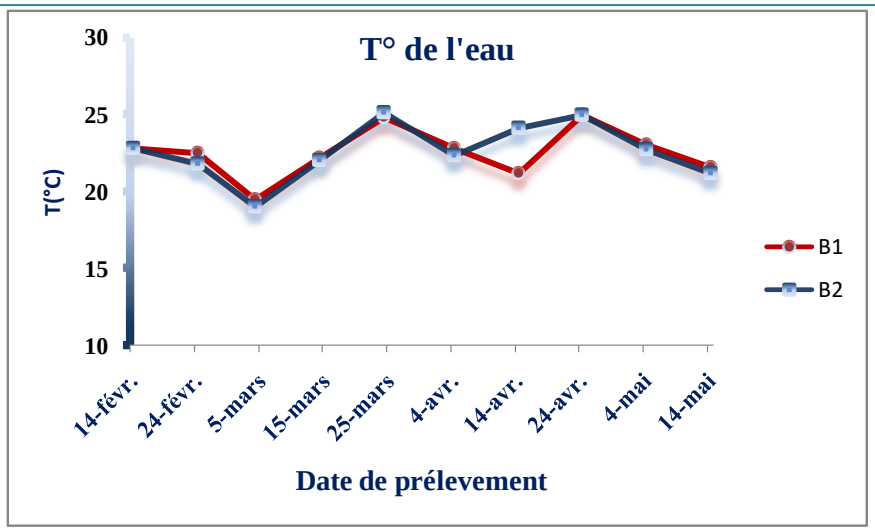


Figure n°39 : Évolution des valeurs de température de l'eau au niveau des deux bassins de l'expérimentation (février2024_mai2024).

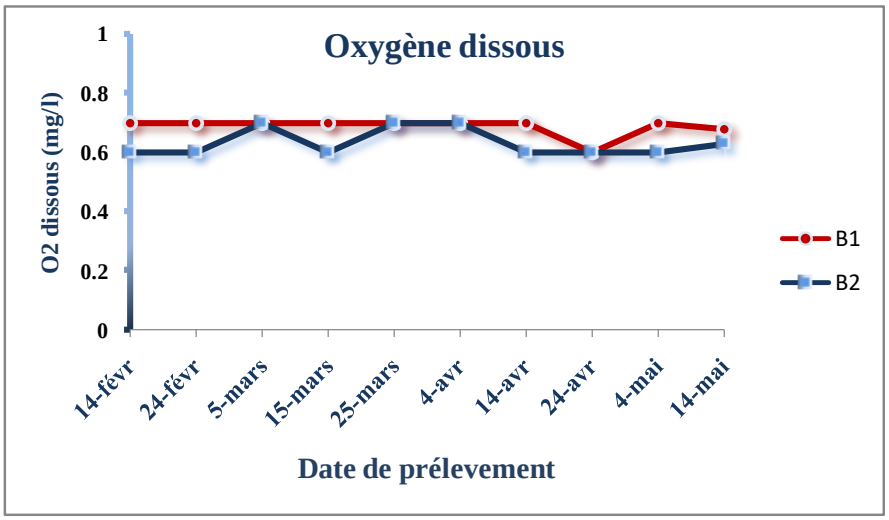


Figure n°40 : Évolution des valeurs de l'oxygène dissous de l'eau au niveau des deux bassins de l'expérimentation (février2024_mai2024).

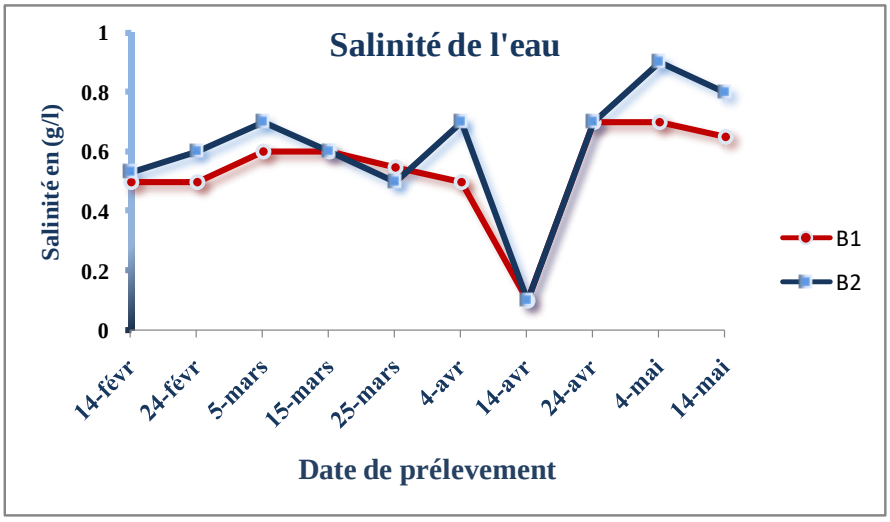


Figure n°41 : Évolution des valeurs de salinité de l'eau au niveau des deux bassins de l'expérimentation (février2024_mai2024).

d) pH

La figure 5 montre que le pH de l'eau dans les bassins expérimentaux a connu des valeurs autour de 8,5 au début d'expérience, suivies d'une chute de valeurs (pH autour de 6) entre 5ème et 7ème semaine, suivie enfin d'une augmentation légère de valeurs jusqu'à dernière semaine. Durant toute la période expérimentale, le pH de l'eau est resté entre 6 et 8. Les meilleures conditions sont proches de la neutralité mais la tolérance pour ce poisson est de 5 à 11 **(FAO, 2013).**Une bonne croissance du tilapia est obtenue à un pH compris entre 7 et 9 **(Pouomogne, 1998).** IL doit être compris de préférence entre 6 et 8, Les valeurs supérieures ou inférieures à cette plage inhibent la bonne croissance et la bonne reproduction des poissons **(Eira Carballo et al. 2008).**

e) Conductivité électrique de l'eau

En observant les courbes de ce paramètre, on constate une fluctuation des valeurs des conductivités électriques de l'eau en fonction du temps, si bien que l'on constate la similarité des valeurs depuis le début de l'expérimentation le 14 février. Puis une augmentation notable des valeurs des deux bassins le 15 mars, et le retour de la fluctuation jusqu'à la fin de l'expérimentation le 14 mai. Pour **Rodier et al. (2009)**, la mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre son évolution.

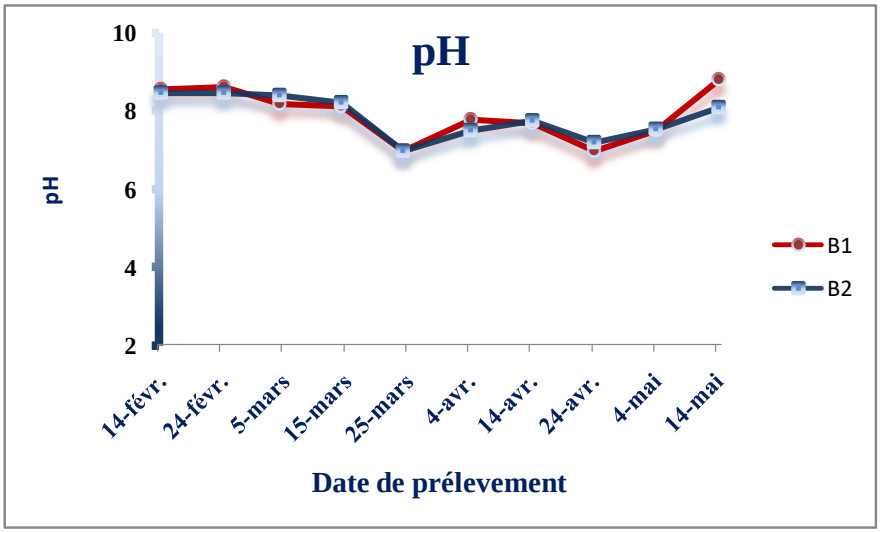


Figure n°42 : Évolution des valeurs de pH de l'eau au niveau des deux bassins de l'expérimentation (février 2024_mai2024).

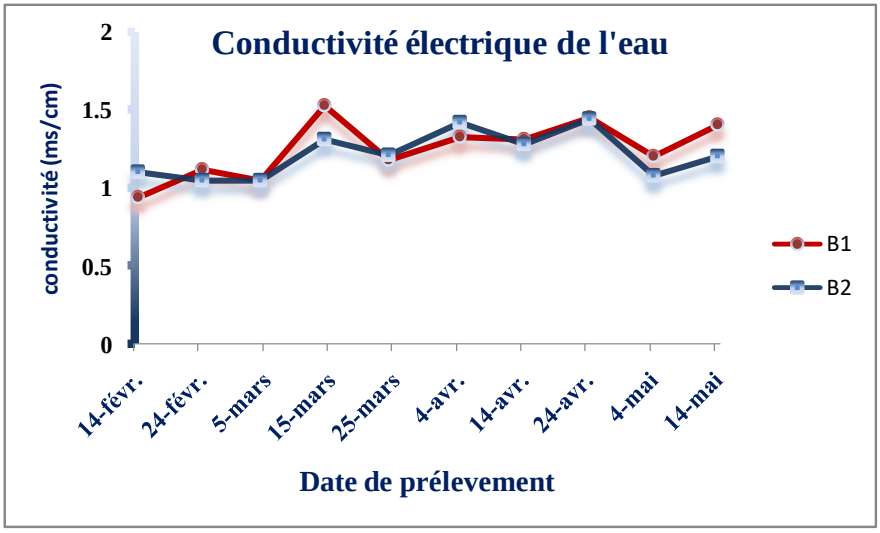


Figure n°43 : Évolution des valeurs de conductivité électrique de l'eau au niveau des deux bassins de l'expérimentation (février 2024_mai2024).

3.2 Evolution temporelle de quantité d'aliment distribué

a) La quantité d'aliment distribué

Selon la figure n°44 on constate que la quantité d'aliment distribué augmente pour les deux bassins en fonction du temps. Les plus faibles quantités d'aliment distribué au niveau des deux lots sont enregistrées au début de cette étude respectivement pour B1 et B2 (7,3-6,2g) alors que les quantités d'aliment distribué les plus élevés sont notés à la fin de cette étude (33,04-31g).

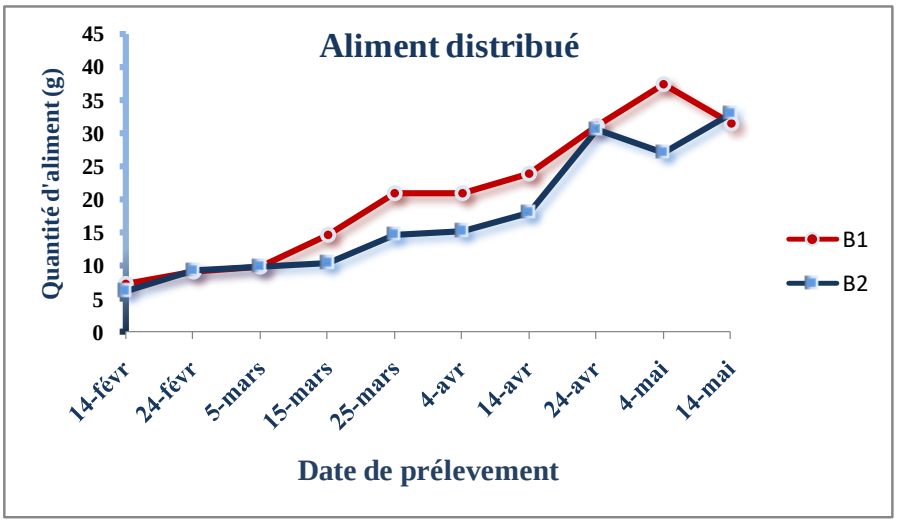


Figure n°44 : Évolution d'aliment distribué au niveau des deux bassins de l'expérimentation (février2024_mai2024).

3.3 Evolution temporelle des paramètres zootechniques

a)Poids

La figure n°45 représentant l'évolution des poids de Tilapia rouge sur une période de 91 jours montre une amélioration remarquable du poids de chaque population des poissons selon le temps. Au fait, le poids total (25 alevins) était au début de cette étude de 61,39g et 51,53g respectivement pour B1 et B2, celui-ci atteint un poids final de 262,6 g et 275,54g respectivement.

b) Taille

La figure n°46 affiche l'évolution de la taille moyenne des poissons. D'après ces résultats il s'avère que les poissons des deux bassins ont enregistrées de tailles croissantes et presque similaires (7,99/8cm) respectivement, sachant quelle était au début de (4,5/4,2cm).

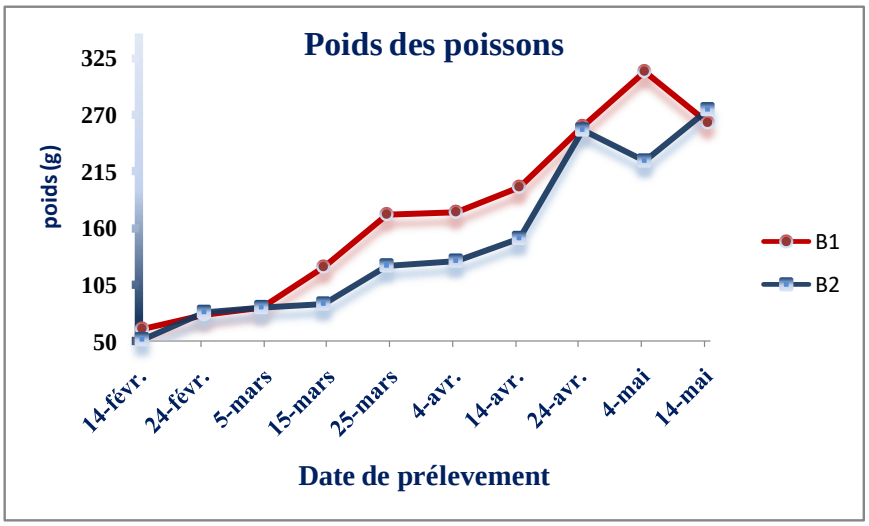


Figure n°45 : Évolution des valeurs de poids des poissons au niveau des deux bassins de l'expérimentation (février 2024_mai2024).

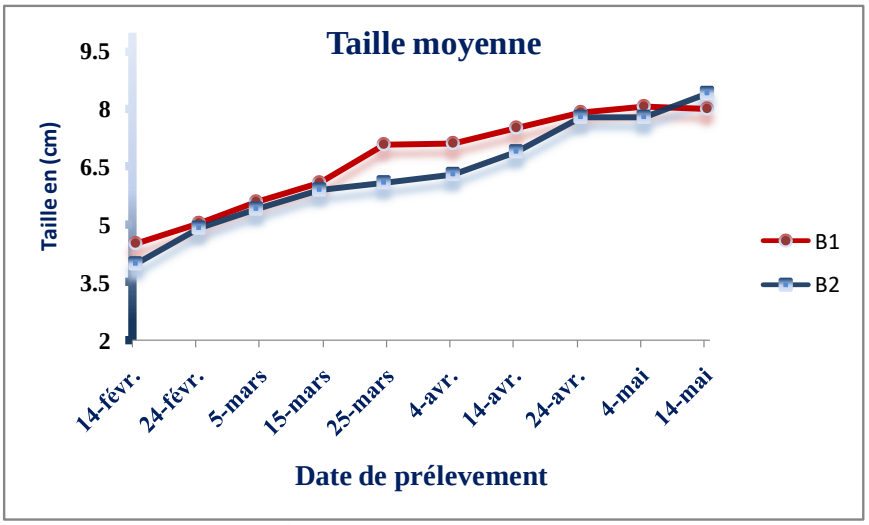


Figure n°46 : Évolution de taille des poissons au niveau des deux bassins de l'expérimentation (février2024_mai2024).

3.4 Evolution temporelle de taux de survie et mortalité

a)Taux de survie

Au regard de la figure n°47 on remarque que le taux de survie enregistré pour le B1 est de 98 % où le nombre total de mortalité est de 02 individus durant toute la durée d'expérimentation, alors que le taux de survie est de 88% pour B2 avec 03 individus morts sont enregistrés pour ce bassin.

b) La mortalité

A travers la figure n°48 sur l'évolution de mortalité en fonction du temps, on constate facilement qu'un décès a été enregistré le 15 mars et le 4 avril pour le premier bassin et deux décès pour le deuxième bassin le 15 mars et une autre fois le 25mars, le total était en moyenne de trois décès pour B1 et deux individus pour B2.

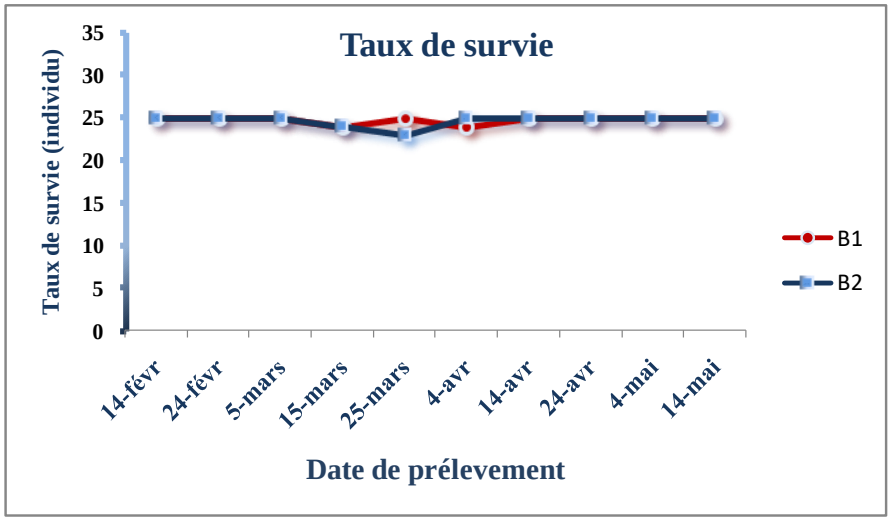


Figure n°47 : Évolution de taux de survie au niveau des deux bassins de l'expérimentation (février2024_mai2024).

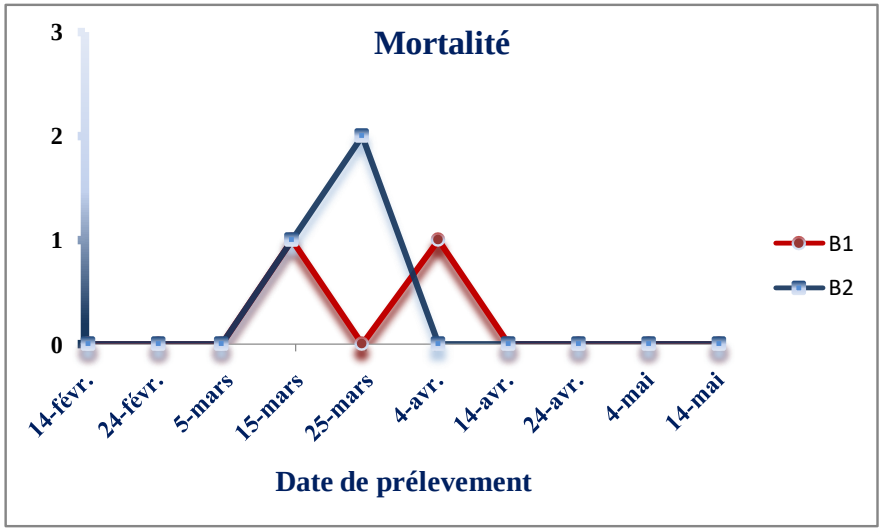


Figure n°48 : Évolution de mortalité au niveau des deux bassins de l'expérimentation (février2024_mai2024).

4. Corrélations

Les résultats du test de normalité de Shapiro-Wilk révèlent que les variables : poids, taille, température, Ph, conductivité et quantité d'aliments, suivent significativement des distributions normales. On pourrait s'appuyer, alors, sur les résultats du test du coefficient de corrélation de Pearson pour examiner l'existence de liaison ou de corrélation entre ces variables.

Pour les autres variables, ne vérifiant pas la condition de normalité, on pourrait appliquer le test non paramétrique du coefficient de Spearman.

Les résultats du test de Corrélation de Pearson révèlent :

- Une très forte corrélation positive et significative entre l'évolution des poids des poissons et l'évolution de la taille des poissons soit **r=0,955** ; c'est par ailleurs une valeur significative puisque la p value = 0.000 <5%. On en déduit, qu'il existe une très forte relation linéaire positive et significative entre l'évolution des poids des poissons et l'évolution de la taille des poissons.
- une très forte corrélation positive (même exacte) entre l'évolution des poids des poissons et la quantité d'aliment soit **r=1 ;** c'est par ailleurs une valeur significative puisque la p value =0.00<5%. On en déduit, qu'il existe une relation linéaire positive et significative entre l'évolution des poids des poissons et la quantité d'aliment.
- une corrélation négative ou inverse entre l'évolution des poids des poissons et le Ph soit **r=-0,696 ;** c'est par ailleurs une valeur significative puisque la p value =0.01<5%. Ceci permet de dire qu'il existe une relation linéaire inverse et significative.
- une très forte corrélation positive entre l'évolution des tailles des poissons et la quantité d'aliments soit **r=0.955 ;** c'est aussi une valeur significative puisque la p value =0.00<5%. On conclut don l'existence d'une relation linéaire positive et significative entre l'évolution des tailles des poissons et la quantité d'aliments.
- une corrélation négative ou inverse entre l'évolution des poids des poissons et le Ph soit **r=-0,635** ; c'est par ailleurs une valeur significative puisque la p value =0.03 <5%. L'existence une relation linéaire inverse et significative est envisageable.
- Pour les autres variables telles que : la température et la conductivité, les liaisons avec le poids et la taille ne sont pas significatives.

Le test de Corrélation de Spearman indique :

- une corrélation positive entre l'évolution des poids des poissons et la salinité soit **r= 0,462** ; c'est par ailleurs une valeur significative puisque la p value =0.04 <5% .

On se permet de dire qu'il existe une relation linéaire positive et significative entre l'évolution des poids des poissons et la salinité.

- une corrélation positive entre l'évolution des tailles des poissons et la salinité soit **r= 0,472** ; c'est par ailleurs une valeur significative puisque la p value =0.036 <5%. Il existe donc une relation linéaire positive et significative l'évolution des tailles des poissons et la salinité.
- les liaisons de l'oxygène et de la mortalité avec le poids et la taille ne sont pas significatives.

5.La régression

On a utilisé la méthode de pas à pas afin d'éliminer les variables non significatives.

Pour la variable dépendante Poids :

Selon les résultats du test de régression linéaire, la variable dépendante poids pourrait dépendre significativement de deux variables seulement soient : la quantité d'aliments et le Ph ; deux modèles peuvent être alors suggérés :

- Poids prédit = -0.004+8.333×quantité d'aliments ; avec une p value =0.000<5% (dans ce cas, la quantité d'aliments a un effet significatif sur l'évolution des poids).
- Poids prédit = -4.168+8.351×quantité d'aliments +0.490×Ph avec p value0.019<5% (dans ce cas, la quantité d'aliments et du Ph ont un effet significatif sur l'évolution des poids).

Les deux modèles sont tous les deux pertinents puisque les coefficients de détermination R^2 dans les deux modèles sont évalués à 1.

Pour la variable dépendante Taille

La variable dépendante taille pourrait dépendre significativement d'une seule variable, soit : la quantité d'aliments ; le modèle suggéré est :

- Taille prédite = 4.134+0.126×quantité d'aliments ; avec une p value =0.000<5% (dans ce cas la quantité d'aliments a un effet significatif sur l'évolution des tailles).

Les autres variables sont exclues à cause de la colinéarité ou parce qu'elles ne sont pas significatives.

6.Les indices de croissance de poisons

a)Le poids moyen initial (PMI)

La figure n°49 montre que le poids moyen initial d'*Oreochromis sp* était différent au démarrage de cette étude vu l'hétérogénéité de la population et l'impossibilité d'avoir un poids initial identique. Les poids initiaux (Pmi) par individu en mois de février2024 se situent entre 2,45g (B1) et 2,06g (B2). Selon **Tidwell et al. (2002),** les juvéniles de Tilapia rouge de 4-12 semaines ont généralement un poids initial d'environ 2 grammes à 20 grammes.

b) Poids moyen final (PMF)

La figure n°50 résume les résultats du poids moyen final obtenus pour chaque poisson. Les poids finaux (PMF) obtenus sont de 10,5g (B1) et 11,04g (B2) après 91 jours d'élevage de ce poisson.

c)Le gain moyen quotidien (GMQ)

D'après les résultats de la figure n°51 nous remarquons que le gain moyen quotidien enregistré durant notre étude est de l'ordre de 0,08g/j enregistrée au niveau du bassin 1 alors qu'il est de l'ordre de 0,09g/j pour le bassin2.

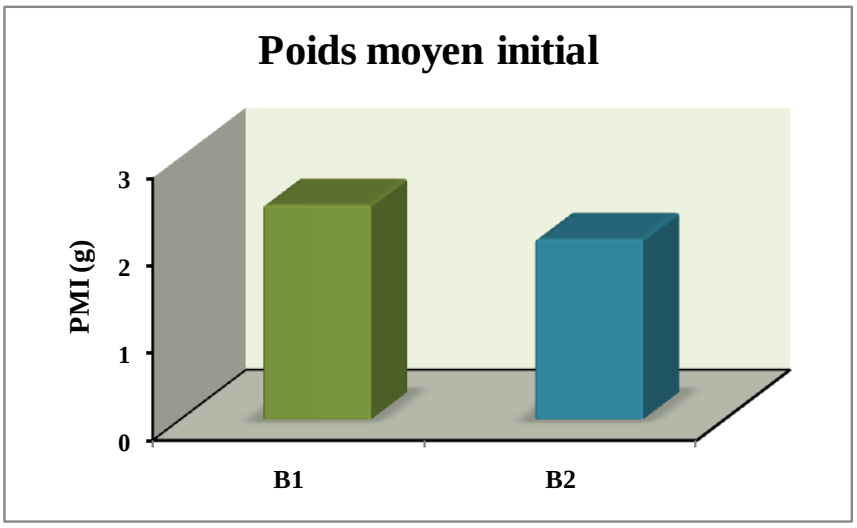


Figure n°49 : Les valeurs de poids moyen initial au niveau des deux bassins de l'expérimentation (février 2024-mai2024) .

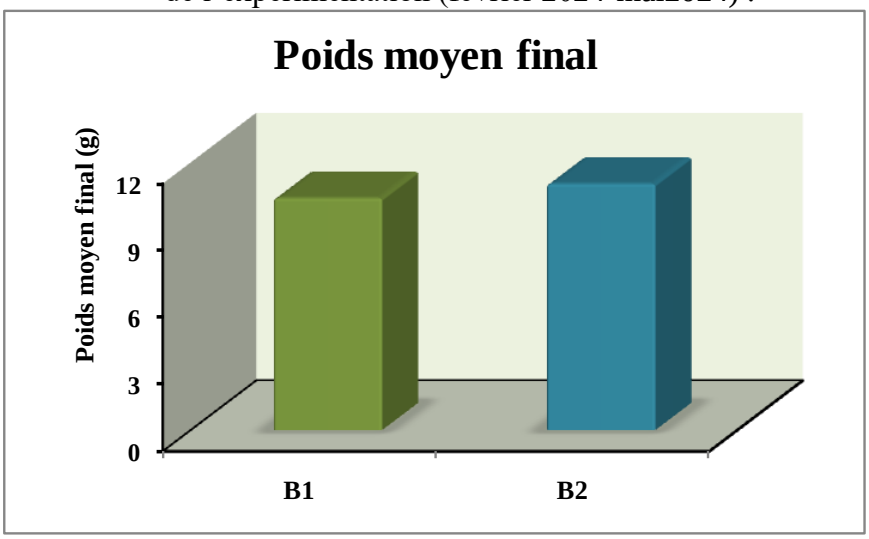


Figure n°50: Les valeurs de poids moyen final au niveau des deux bassins de l'expérimentation (février 2024-mai2024)

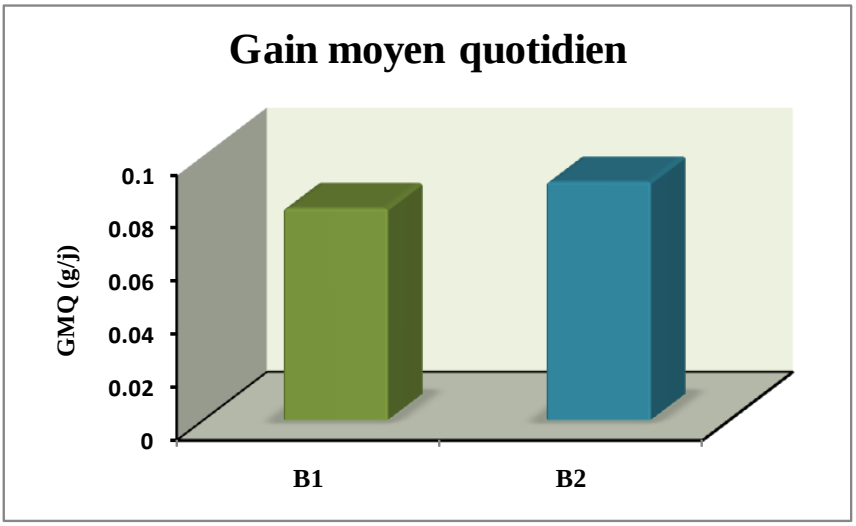


Figure n°51 : Les valeurs de gain moyen quotidien au niveau des deux bassins de l'expérimentation (février 2024-mai2024)

d) Le gain de poids

La figure n°52 illustre le gain de poids au niveau des deux lots étudiés. A partir de ces résultats on observe que le gain de poids enregistré après les 91 jours de cette étude est de 201,21g (B1) et 224g (B2).

e) Taux de survie (TS)

La figure n°53 affichant les résultats du taux de survie des poissons, montre que ce dernier était presque similaire pour les deux bassins ce taux était de 92% pour (B1) et 88% pour (B2). Par ailleurs, les taux de survie obtenus dans le présent travail sont dans l'intervalle de 75 à 100% observé dans la plupart des études sur cette espèce par de nombreux auteurs **(Bamba et al, 2008; Makori et al., 2017, Sissao et al., 2019).**

f) Taux de mortalité

D'après la figure n°54 on constate que dans les deux bassins les résultats du taux de mortalité sont proches ces derniers ont été de 8% pour (B1) et de 12% pour (B2).

g) Le taux de croissance spécifique (TCS)

D'après les résultats de la figure n°55 on constate que cet indice est de 1,6% au niveau du B1 tandis qu'il est de l'ordre de 1,9% pour le B2. Des résultats entre 2,43-2,46 % ont été obtenus par **Azaza et al (2006)** et **Dibala et al (2018).**

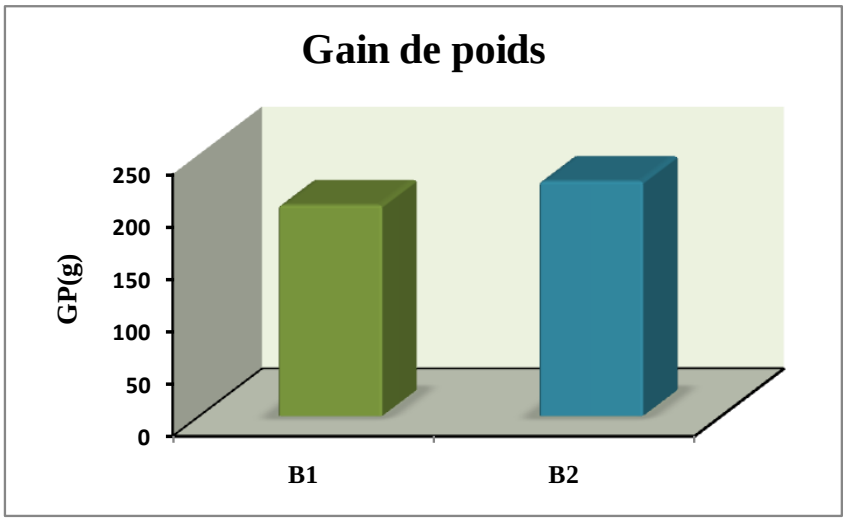


Figure n°52 : Les valeurs de gain de poids au niveau des deux bassins de l'expérimentation (février 2024-mai2024)

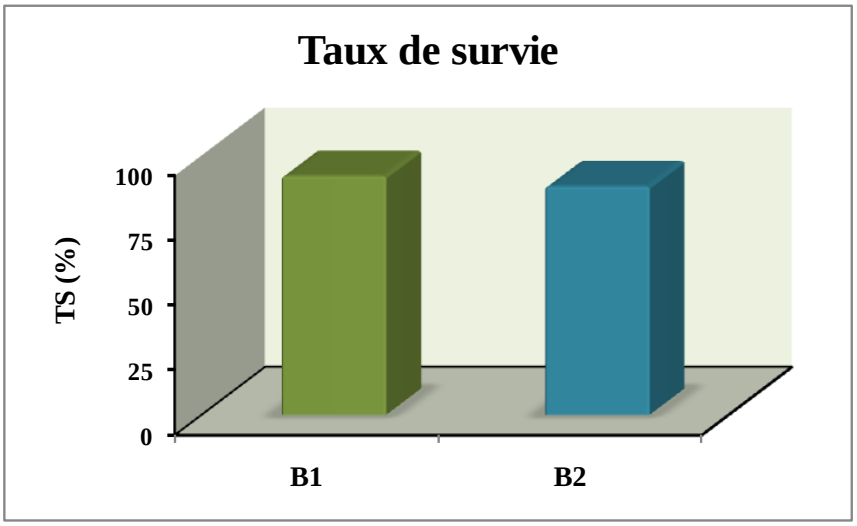


Figure n°53 : Les valeurs de taux de survie au niveau des deux bassins de l'expérimentation (février 2024-mai2024)

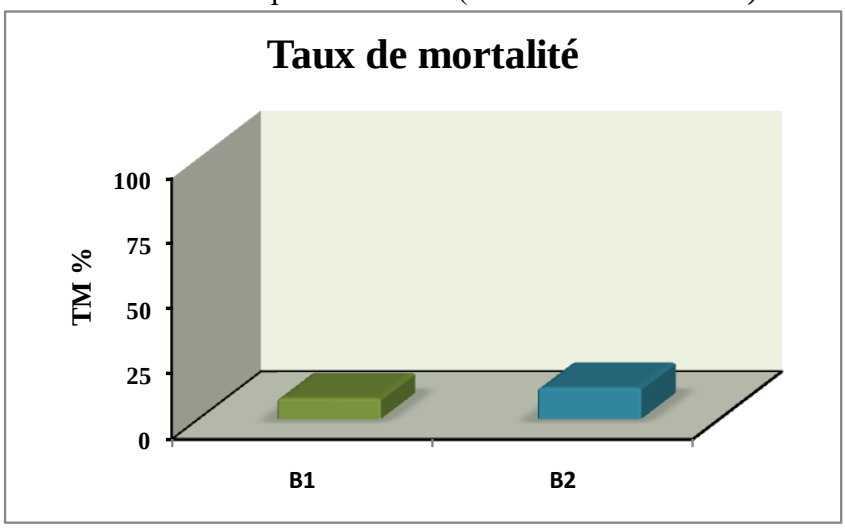


Figure n°54 : Les valeurs de taux de mortalité au niveau des deux bassins de l'expérimentation (février 2024-mai2024).

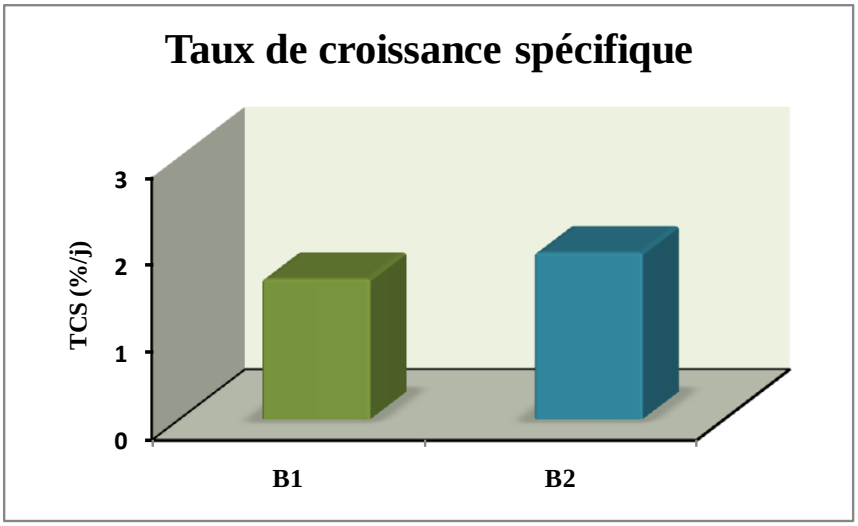


Figure n°55 : Les valeurs de taux de croissance spécifique au niveau des deux bassins de l'expérimentation (février 2024-mai2024).

h) L'indice de conversion alimentaire (ICA)

C’est un indicateur utilisé pour évaluer l'efficacité avec laquelle les poissons convertissent la nourriture qu'ils consomment en croissance corporelle. En regardant la figure n on constate que les deux bassins ont enregistré une différence de valeur de l’ordre de 1,03 pour (B1) et 0,8 pour (B2). L’élévation de la température entraine simultanément une augmentation de la croissance, de l’ingestion volontaire et de l’indice de conversion **(Brett 1979**). D’après **Philippart et al. (1979) et O’Connor et al. (1985),** plus la valeur du ICA est réduite mieux l’aliment est utilisé et converti.

i) Ingéré volontaire

L'indice d'ingéré volontaire (IIV) chez les poissons est un indicateur utilisé pour évaluer l'appétit et la consommation alimentaire des poissons. Les résultats illustrés dans la figure, font apparaître que les valeurs d’ingéré volontaire obtenus à la fin de notre étude (91jours) sont de l’ordre de 2,25 %/J pour B1 et 1,8 %/J pour le B2. Un IV plus élevé indique que le poisson consomme une plus grande quantité de nourriture par unité de masse corporelle, ce qui peut être interprété comme un appétit plus fort. Cependant, il est important de prendre en compte d'autres facteurs tels que la qualité de l'eau, la température, la santé du poisson et la composition de l'alimentation pour interpréter correctement l'IV et comprendre les besoins alimentaires des poissons .C’est une mesure de la quantité d'aliment consommée volontairement par les poissons dans un environnement donné, et il est crucial pour évaluer et optimiser les pratiques d'alimentation en aquaculture **Jobling (1994).**

j) Facteur de condition (K) :

L'indice de facteur de condition chez les poissons est une mesure utilisée pour évaluer la santé et le bien-être des poissons en fonction de leur poids par rapport à leur longueur. Cet indice fournit des informations sur la condition physique et la corpulence des poissons, ce qui peut être utile pour évaluer la qualité de l'habitat, l'état de santé des populations de poissons et les effets des stress environnementaux Une valeur de K plus élevée indique généralement un poisson en meilleure condition physique, tandis qu'une valeur plus faible peut indiquer une condition physique plus pauvre. D’après les résultats de la figure n° on constate que ce facteur est de 2,05 au niveau du B1 tandis qu’il est de l’ordre de 1,9 pour le B2. Selon **Ricker, (1975)** un facteur de condition de 1,0 est considéré comme optimal, ce qui signifie que le poids du poisson est conforme à ce qui est attendu pour sa taille. Les poissons en dessous de 1,0 peuvent être considérés comme étant en moins bonne condition, tandis que ceux au-dessus de 1,0 peuvent t être en meilleure condition.

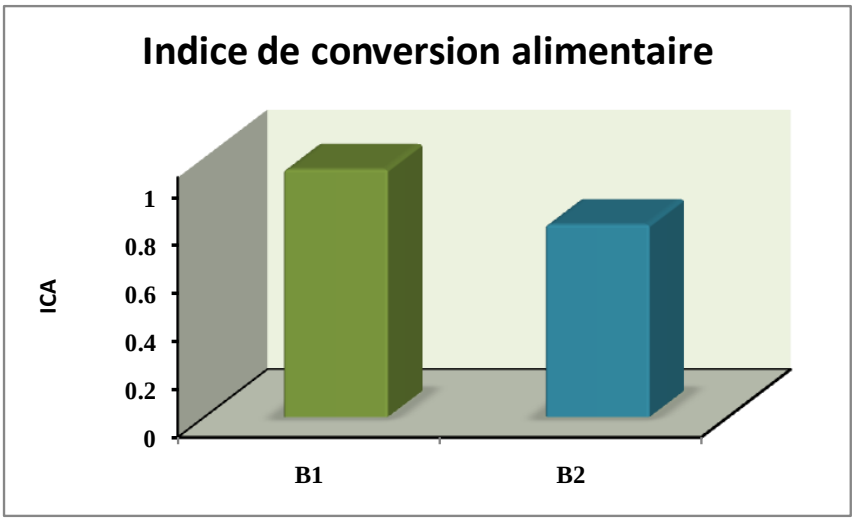


Figure n°56 : Les valeurs de taux de conversion alimentaire au niveau des deux bassins de l'expérimentation (février 2024-mai2024).

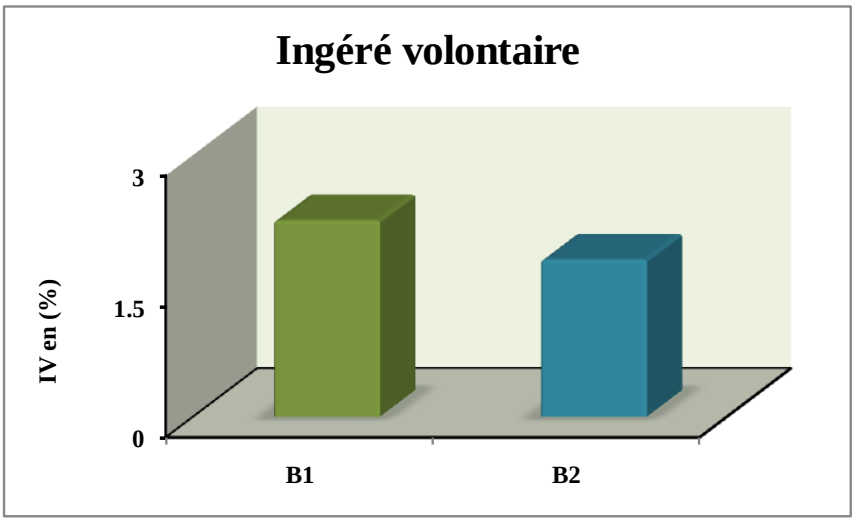


Figure n°57 : Les valeurs de taux de ingéré volontaire au niveau des deux bassins de l'expérimentation (février 2024-mai2024).

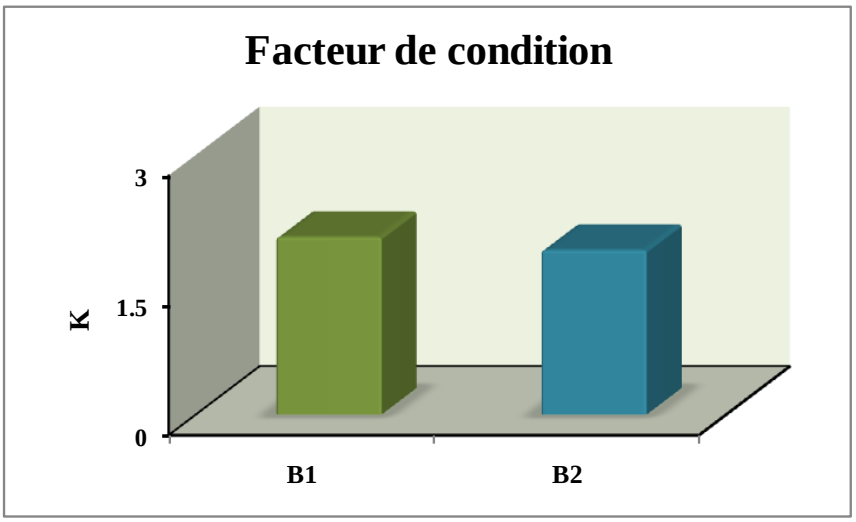


Figure n°58 : Les valeurs de facteur de condition au niveau des deux bassins de l'expérimentation (février 2024-mai2024).

k) Coefficient d'Efficacité Protéique (CEP)

Le Coefficient d'Efficacité Protéique d'un aliment est le rapport entre le gain de poids du poisson et la quantité de protéines ingérée. Cette dernière est calculée en multipliant la quantité totale d'aliment utilisée tout au long du test par le pourcentage de protéines dans l'aliment. Selon **(alliot et al., 1984)**, plus la valeur du rapport (CEP) est grande et plus la valeur biologique des protéines est grande. Le CEP est calculé comme suite : CEP = Gain de poids (g) / Protéines ingérées. Selon la figure n° on observe que la valeur la plus élevée est enregistré dans le bassin 2 pour l'aliment B2 avec une valeur de l'ordre de 7,4, tendis que une valeur de 4,6 est enregistré pour le B1.

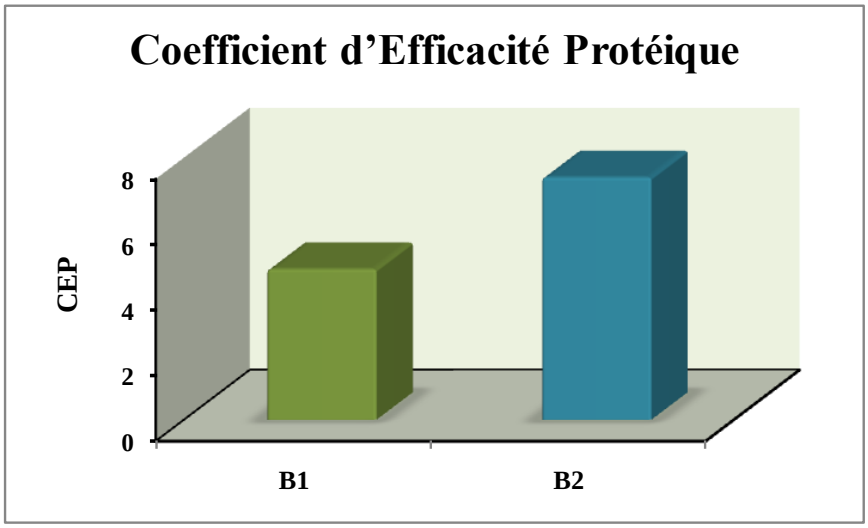
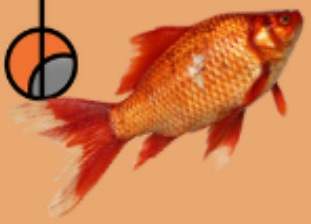


Figure n°59 : Les valeurs de Coefficient d'Efficacité Protéique au niveau des deux bassins de l'expérimentation (février 2024-mai2024).



Discussion

Discussion

Dans cette étude, nous avons préparé un aliment à base de protéines animales (intestins de poulet, farine de poisson) auquel nous avons ajouté une quantité d'ail en poudre. L'effet de cet aliment sur les performances de croissance de Tilapia rouge est comparé à l'effet d'un deuxième aliment préparé au niveau de la ferme Titeri Aquacole à base de farine de poisson, celui-ci est considéré cette fois ci, comme témoin durant cette étude.

Selon la **FAO (2018)**, certaines espèces de Tilapia, en particulier le Tilapia rouge, ont été identifiées comme des poissons d'élevage clés dans le monde entier en raison de leur adaptabilité aux différentes conditions environnementales, de leur croissance rapide et de leur capacité à transformer une variété d'aliments en protéines de haute qualité. Les paramètres physico-chimiques de l'eau, tels que la température, le pH, la salinité et la concentration en oxygène dissous, jouent un rôle crucial dans la santé, la croissance et le bien-être des poissons en aquaculture. Un contrôle précis de ces paramètres est essentiel pour assurer des conditions optimales dans les systèmes d'élevage et garantir la réussite de la production piscicole **Boyd (2015).** Selon **Stickney (2015)** la qualité de l'eau est un facteur déterminant pour le succès de l'aquaculture. Les poissons sont des organismes aquatiques sensibles aux changements des paramètres de leur environnement, et des fluctuations importantes peuvent entraîner des problèmes de santé, une croissance réduite et même la mortalité des poissons. Par conséquent, le contrôle et la gestion adéquats des paramètres physico-chimiques de l'eau sont essentiels pour assurer une production durable et rentable en aquaculture.

D'après **Jobling, (2013)** la température de l'eau est un paramètre environnemental critique en aquaculture, influençant directement la physiologie, le comportement et la croissance des poissons d'élevage. Les espèces de poissons ont des plages de températures optimales spécifiques pour leur croissance et leur développement. Pour les Tilapias rouges, maintenir des températures d'eau optimales peut maximiser la croissance, réduire les stress et les maladies et favoriser une production efficace et durable en aquaculture. Dans le cas de notre étude la température est contrôlée au niveau de la ferme par une chaudière à gaz, les valeurs moyennes enregistrées de ce paramètre se situent entre 21,98±2,19 et 23,20±1,71 °C nos résultats sont proches des résultats de **Hatchane et Rais 2023 (**22,91±23,3 °C) mais inferieurs aux résultats de **Gourah et Meftah, (2018)** (22,58 ± 26,11 °C) ainsi qu'aux résultats de **Bassour (2022)** (24,95± 26,77°C). Ces valeurs enregistrées au cours de cette expérience sont conformes à la réglementation européenne relative aux eaux piscicoles **(2006/44/CEE et 2006/113/CE)** qui propose des températures entre 8 et 30 °C. **Mélard (1999)** a situé l'optimum de température pour la croissance d'*Oreochromis sp* entre 26-30 °C, alors qu'**Edna et Boyd (1997)** ont trouvé qu'une température comprise entre 28 et 32 °C est optimale pour la croissance des Tilapias. Selon la **FAO, 2018,** la plage de température optimale pour l'élevage des Tilapias rouges est généralement de 25°C à 30°C. Pour **Chervinski, (1982)** le Tilapia s'alimente moins au-dessous de 20 °C et cesse de s'alimenter au-dessous de 16 °C alors que la mort se produit au-dessous de 12°C **(Philippart et Ruwet, 1982; Popma et Lovshin, 1996).** Le métabolisme du corps du poisson est largement influencé par la température de l'eau. Si la température de l'eau environnante augmente, le métabolisme du corps du poisson aussi augmente. En conséquence, les poissons grandissent

rapidement. Ainsi, les poissons grandissent plus vite en été que dans n'importe quelle autre saison. Inversement, en saison hivernale, les poissons grandissent très lentement, car leur taux métabolique devient très lent donc ils prennent une très petite quantité de nourriture. Généralement, la température optimale pour la croissance des poissons dans le bassin de culture est entre 25-32°C **(Satarupa Ghosh e al., 2019).**

Concernant l'oxygène dissous nos valeurs enregistrées 0,6g/l sont inférieures à celles de **Gourah et Meftah (2018)** qui ont enregistré des valeurs entre 2,90 et 7,05 mg/l. **Bassour, 2022,** a présenté des valeurs d'O_2 dissous entre 1,01 et 6,16 mg/l. Ces valeurs ne correspondent pas aux résultats des normes européennes de qualité des eaux piscicoles fixées par la directive n° **2006/44/CEE et 2006/113/CE** qui exigent une concentration en oxygène dissous >3 mg/L. Cependant 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 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 *Oreochromis sp*. Les Tilapias sont capables de survivre dans des conditions où la concentration en oxygène dissous est très basse. En effet, ils arrivent même à résister à des teneurs inférieures à 0,5 mg/l, niveau considéré inférieur au seuil limite toléré pour la plupart des espèces à intérêt aquacole (**Rappaport et al., 1976).** L'oxygène est le composant le plus important de tous les organismes vivants. Le maintien des niveaux optimaux d'oxygène dissous dans les étangs est crucial pour une bonne production. C'est pourquoi, les pisciculteurs doivent également prendre des mesures pour s'assurer que les niveaux d'oxygène dissous sont maintenus à un niveau adéquat. Le niveau d'oxygène dissous favorable à la pisciculture se situe entre 5 et 20 mg/L **(Kepenyes et Váradi, 1984 ; Gouvernent of India, 2021).** Dans notre étude, nous n'avons pas pu contrôler l'oxygène dissous, faute des pannes de la pompe d'oxygène et/ou de l'appareil de mesure.

Pour ce qui est de la salinité, les valeurs enregistrées sont en moyenne de 0,6 g/l, les eaux utilisées sont de nature légèrement saumâtre, les valeurs sont en conformité avec les recommandations de **Kestemontet al., 1969; Kirk, 1972,** relative aux valeurs de salinité préférées ou tolérées par *Oreochromis* bien que cette espèce soit capable de tolérer des salinités allant de 0 à 7 g/L **(Lawson et Anetekhai, 2011)**. Selon **Stickney (1986),** la plupart des Tilapias soient des espèces d'eau douce, leur capacité d'adaptation à différentes salinités est nettement remarquable, Pendant la période d'expérimentation, les mesures de ce paramètre (0,61g/l en moyenne) sont similaires avec celles de **Hatchan et Rais (2023)** (0,6g/l en moyenne) et sont légèrement inferieures aux résultats de **Gourah et Meftah (2018)** qui ont enregistré des valeurs entre 2,80 et 3,26 g/l. Une augmentation de la salinité attenue également l'impact d'une concentration en azote ammoniacale élevée **(Miller et al., 1990).** La croissance de Tilapias rouges peut être affectée par la salinité de l'eau **(Boyd et Teichert-Coddington, 2005).** Une corrélation positive entre l'évolution des poids des poissons et la salinité soit **r= 0,462.**

Selon **Smith et Johnson (2020),** le pH de l'eau peut avoir des effets significatifs sur la croissance, le métabolisme et le comportement alimentaire du Tilapia rouge. Un pH inapproprié peut entraîner un stress chez les poissons, réduire leur appétit et compromettre leur santé globale. Des investigations approfondies sur les réponses physiologiques du Tilapia rouge à différentes valeurs de pH sont nécessaires pour optimiser les pratiques d'élevage et

minimiser les effets néfastes sur cette espèce importante en aquaculture. Le pH durant la présente étude (8,17) se situe bien dans les limites optimales pour la croissance du Tilapia *Oreochromis sp*. **Eira Carballo et al. (2008)** constatent qu'une eau adaptée à la pisciculture doit avoir un certain degré d'acidité, indiquée par la valeur du pH de l'eau. Celui-ci doit être compris de préférence entre 6,7 et 8,6. Les valeurs supérieures ou inférieures à cette plage inhibent la bonne croissance et la bonne reproduction des poissons. Ces résultats sont presque similaires à celles de **Hatchane et Rais (2023)** (8,23-8,35), et ils sont plus élevés à celles de **Gourah et Meftah (2018)** (7,33-7,93) où le pH reste légèrement alcalin. Toutefois, les valeurs de pH entre 2-3 provoquent un stress physiologique qui conduit même à la mort des poissons **(Malcolm et al., 2000).** Une corrélation négative entre l'évolution des poids des poissons et le Ph soit **r=-0,696 .**

Durant cette étude, la conductivité électrique était de 1,14-1,3 ms/cm dans les deux bassins d'élevage, ces mesures sont inférieures à celles de **Bassour (2022)** (1,6ms/cm en moyenne) mais restent similaires à celles reportées par **Hatchane et Rais (2023).** Ces résultats restent toujours dans l'intervalle des conductivités propices pour la pisciculture qui vont de 0,15 à 0,45 mS/cm selon **Mamadou (1998).**

Tilapia est une espèce omnivore, opportuniste qui valorise tout déchet agricole (tourteaux, drèches, farines, etc.), ménager et d'élevage (excréments de volailles, porcs, lapins, etc.) **(Alliouche, 2010)**. Une récente étude, concernant le développement de la filière à des moindres coûts en Benin, a été réalisée en systèmes intégrés volaille-poisson, pourrait être une stratégie prometteuse **(Diogo et al., 2018).** Cinq nutriments sont généralement visés pour répondre aux besoins des Tilapias, à savoir les protéines, les lipides, les glucides, les vitamines et les minéraux. Néanmoins, la plupart des recherches sont essentiellement consacrées sur les besoins en protéines **(El-Sayed, 2006)** et à moindre mesure en énergie **(Schrama et al., 2012;Pirozzi et al., 2010; Tacon et Metian, 2008)**.

Dans cette étude, nous avons mis en évidence l'importance de l'alimentation dans la pisciculture, en mettant l'accent sur l'efficacité de formulations novatrices telles que celles utilisant les intestins de poulet et l'ail. L'utilisation d'intestins de poulet dans l'alimentation des Tilapias offre une solution durable en valorisant les sous-produits de l'industrie avicole Néanmoins, l'intestin de poulet bouilli pourrait encore être utilisé comme principale source de protéines pour remplacer jusqu'à 50% de la farine de poisson comme **Kamil (2006**) l'a également mentionné dans son expérience. L'utilisation des matières premières d'origine animale comme la farine de poisson est presque indispensable dans les régimes alimentaires des animaux aquatiques **(Guillaume et al., 1999).** En effet, leur constitution en acides aminés indispensables, en acides gras essentiels et vitamines notamment du groupe A, correspondent aux besoins des vertébrés dont les poissons. Par exemple, la restauration des entrailles et des têtes de poulet dans la production de poisson est très importante. En fait, la farine de plumes provenant d'abattoirs de volailles contient principalement des protéines de kératine, qui sont

importants pour digérer. Cependant, la teneur de ces déchets avicoles en protéines est élevée (80-85%), mais la valeur biologique de ces derniers est très faible en raison de l'extrême pauvreté en méthionine, lysine et l'histidine **(Guillaume et al., 1999)**. Dans le contexte de la pisciculture, cette farine peut être utilisée en plus d'autres sources de protéines. Cependant, les déchets comprenant les têtes, les entrailles, le sang et les viscères de volailles, constituent une sorte de farine de viande de composition variable **Nyinawamwiza (2007)**. Au fait de nos jours, plusieurs essais sont conduits pour tenter de remplacer partiellement ou totalement la farine de poisson par autres sources de protéines localement disponibles **(Tshinyama Ntumba, 2018)**. De plus, la surutilisation et la mauvaise utilisation des antibiotiques dans la pisciculture et leurs conséquences sur la santé mondiale ont conduit à rechercher des alternatives plus naturelles telles que les plantes médicinales. En ce sens, l'ail (*Allium sativum*) possède différents composés bioactifs dotés de propriétés biologiques pour la santé animale. Parmi eux se trouvent l'ajoène, l'alliine et l'allicine, qui confèrent des propriétés biologiques telles que celles favorisant la croissance, antimicrobiennes, antivirales, antioxydantes et antiparasitaires.

L'étude de **Fall et Ndong (2007)** a montré qu'une supplémentation de 0,5% en ail *(Allium sativum*) avait significativement amélioré le nombre de leucocytes, l'éclatement respiratoire, l'activité phagocytaire et l'activité du lysozyme, indiquant les propriétés immunostimulantes de l'ail chez le juvénile Tilapia hybride. Le Tilapia hybride juvénile nourri avec 1% d'ail n'a montré aucune amélioration de l'activité du lysozyme, de l'activité phagocytaire et de l'indice phagocytaire qui indiquent que les propriétés immunostimulantes de l'ail semblent disparaître à forte concentration. Cependant une étude Pakistanaise confirme scientifiquement que **l**es régimes contenant 1,5% d'ail se sont avéré les meilleurs pour la croissance, tandis que ceux contenant 2% d'ail étaient les meilleurs pour renforcer l'immunité du Tilapia. Ce taux d'ail utilisé (2%) est identique à celui utilisé pour la préparation de notre aliment. Une étude publiée dans le journal "Aquaculture" en 2014 a montré que l'ajout d'ail à l'alimentation du Tilapia rouge pendant huit semaines a entraîné une augmentation significative de la pigmentation rouge de la peau **(voir photo n°)**. Les chercheurs ne pensent que les composés actifs de l'ail, tels que les allicine, peuvent stimuler la production de mélanine, le pigment qui donne au Tilapia sa couleur rouge. Une autre étude, publiée dans le journal **"Fish Physiology and Biochemistry" en 2016**, a montré que l'ail peut améliorer la qualité de la chair du Tilapia rouge. Les chercheurs ont constaté que le Tilapia nourri à l'ail avait une chair plus ferme et une couleur rouge plus intense.

A propos des résultats des analyses de qualité effectuées pour chaque aliment à part, ces derniers ont montré que l'aliment testé est composé de 30,41% de protéines et 13,34% de matières grasses, 14,76% de cendres et un fort pourcentage d'humidité 86,59 %, tandis que l'aliment témoin de la ferme est constitué de 43% de protéines, 13,66% de matières grasses, 22,96% de cendres et un faible taux de l'humidité 11%. Nos résultats sont plus élevés par rapport aux résultats de **Hatchan et Rais (2023).** Au fait, les résultats de ces aliments indiquent une teneur en protéines généralement considérée comme adéquate pour le tilapia rouge, bien que des niveaux plus élevés puissent être bénéfiques pour favoriser une croissance optimale, selon **New (1987),** les Juvéniles (0,5-35g) de tilapia ont besoin de 35% de protéines

pour une croissance optimale. Selon **El-Sayed (2006),** les besoins en protéines du Tilapia varient, entre autres, avec la taille ou l'âge du poisson, ils diminuent avec l'augmentation de la taille du poisson. Au stade larvaire, le Tilapia du Nil a besoin des teneurs élevées, soit 35–45 %, voire 50 % de protéines alimentaires pour une croissance maximale alors que les juvéniles de Tilapia ont besoin de 30 à 40 % de protéines alimentaires, tandis que les Tilapias adultes exigent 20 à 30 % de protéines pour une performance optimale. Les géniteurs de Tilapia ont besoin de 35–45 % de protéines alimentaires pour une reproduction optimale, la croissance et la survie des larves. D'autre part pour une efficacité optimale des performances de production, les protéines doivent représenter 30% de la Matière Sèche (MS) de la ration pour des poissons de faible niveau trophique comme les tilapias **(Hutabarat et Jauncey, 1987; Médale et al., 2013)** signalent toutefois que le meilleur coefficient de conversion (poids d'aliment distribué gain de poids) est obtenu avec un régime 30% de protéines. **Jauncey et Ross (1982)** signalent qu'en termes de kilocalories, les protéines constituent la source d'énergie la plus onéreuse. Le but d'un aliment pour poissons est donc de maximiser l'utilisation des protéines pour la croissance en fournissant une quantité adéquate d'énergie sous forme de lipides et d'hydrates de carbone. Ainsi un taux de 13% de matières grasses est un taux presque similaire avec le taux recommandé par **Hanle (2000)** qui se situent entre 6% et12%, et il est cohérent avec les valeurs de la **FAO (2024)** qui se limitent à 13% pour les alevins et les Fingerlings de tilapia. Il convient de retenir aussi que l'utilisation des aliments « haute énergie », riches en lipides, tend à favoriser l'engraissement des poissons, ce qui peut avoir des répercussions négatives sur la qualité des produits **(Corraze, 1999; Corraze et Kaushik, 2009).** En effet, **Rivière (1978)** a noté qu'une augmentation des lipides dans l'aliment peut entrainer une économie en protéine de 35% à 48% sans altérer les performances de celui-ci**,** pour le taux d'humidité dans un aliment de tilapia la **FAO (2024)** a mentionné un taux de moins 10% où B1 a enregistré une valeur proche de celle-ci (11%), pour le B2 qui a enregistré une valeur (86,59%) celle-ci est relativement élevée et pourrait indiquer une forte présence d'eau dans cet aliment. Cela peut avoir plusieurs implications, notamment une densité énergétique plus faible de l'aliment, une plus grande sensibilité à la détérioration et une durée de conservation plus courte. Par rapport aux résultats des cendres, 14% pour l'aliment préparé B2 est relativement élevée et peut indiquer la présence de minéraux provenant des ingrédients de l'alimentation. Cette valeur est cohérente aux valeurs de la **FAO (2024)** qui précise des valeurs moins de 16% pour les alevins et les Fingerlings de Tilapia, tandis que la valeur de cendre de l'aliment témoin (22%) est plus élevée par rapport à ces résultats. Signalons toutefois que la vitamine B12 peut être synthétisée dans l'intestin de Tilapia et qu'il n'est donc pas nécessaire de l'inclure dans le régime **(Lovell et Limsuwan, 1982).**

Les quantités totales d'aliment distribué durant cette étude s'affichent comme suit: 206,96g pour l'aliment témoin (B_1) et 175g pour l'aliment préparé (B_2). Statistiquement il ya une très forte corrélation positive entre l'évolution des poids des poissons et la quantité d'aliment (r=1).

Rappelons que notre étude à comparer la performance de croissance de deux aliments: fabriqué et témoin par rapport à des paramètres de croissance. Pour l'aliment témoin (B_1), il a été fabriqué en mélangeant à la fois de la farine de mais et de la farine de poisson dans des

proportions variables. Quant à l'aliment préparé (B_2) à partir d'intestins de poulet (entrailles) et de la poudre d'ail (2% du poids d'aliment) et la farine de mais.

Orachunwong et al. (2001), a remarqué que le tilapia hybride rouge élevé dans des cages flottantes et nourri trois ou quatre fois par jour avec un régime contenant 25% de protéines, grandit mieux et présente un meilleur rapport de conversion alimentaire que s'il est nourri seulement deux fois par jour. Rappelons que nos poissons sont nourris pendant 91 jours à raison de 3 fois/jour.

Le deuxième bassin a enregistré une augmentation de poids notable, atteignant un poids final de 275,54 g, sachant que le poids de départ était de 51,53g, poids qui n'était pas le même entre les deux bassins, et que la prise de poids était cohérente avec l'augmentation de la taille, qui était au début de l'expérience d'une moyenne de 4,2 cm et elle a atteint 8cm de moyenne enfin d'expérimentation au niveau du B2. Toutefois, au niveau du B1 il a été enregistré à la fin de l'expérience un poids de 262,6g malgré l'écart du poids au départ avec le poisson du B2, qui pesait initialement 61,39g plus que le deuxième bassin avec une moyenne de taille de 4,5cm au début et qui a atteint 8cm. **Furuya et al. (2004)** ont montré que la substitution totale de la farine de poisson par le tourteau de soja est possible dans un régime alimentaire destiné pour les alevins *d'Oreochromis* enrichi par la méthionine, la lysine, la thréonine et le phosphate de calcium tout en conservant les mêmes performances de croissance et la qualité de la carcasse. D'après ces résultats, il ressort que la bonne croissance chez le Tilapia rouge est observée chez le poisson du B2, l'état général des poissons enfin d'expérimentation était satisfaisaient pour les deux bassins 98% pour B1 et 88% pour B2 avec des décès justifiés par une mauvaise manipulation lors de la mesure du poids et de taille, ceci montre que les paramètres physico-chimiques d'eau d'élevage se situent dans l'intervalle recommandés pour l'élevage de Tilapia rouge, sauf le taux d'oxygénation que nous n'avons pas pu contrôler. Statistiquement une très forte corrélation positive et significative entre l'évolution des poids des poissons et l'évolution de la taille des poissons a été enregistré (r=0,955).

Pour les paramètres zootechniques**, Jobling 2010** constate que l'importance des indices chez les poissons réside dans leur capacité à fournir des données quantitatives sur la croissance, la conversion alimentaire, la survie et d'autres paramètres clés qui influent sur la rentabilité de l'élevage. Ces indices permettent aux aquaculteurs de surveiller la performance de leurs stocks, d'identifier les problèmes potentiels et de prendre des décisions éclairées pour améliorer la gestion de leur exploitation. Les deux aliments testés dans la présente étude ont conduit à une performance de croissance satisfaisante. Le taux de survie des poissons élevé durant ce travail est acceptable (88% et 98%). Ce taux démontre l'adaptation des alevins d'*OreochromisSp* aux régimes alimentaires utilisés. Une valeur de 0,08 et 0,09g/j est enregistrée pour le gain moyen quotidien durant notre étude (91j), néanmoins ce dernier reste intéressant et acceptable en comparaison à celui enregistré par **Gourah et Meftah (2018)** (0.067 et 0.096 g/j). Cependant les résultats de **Hatchan et Rais (2023)** sont supérieurs à nos résultats (0,57 et 1,58g/j). D'après **Hardy (2010)** le gain moyen quotidien peut être utilisé pour évaluer l'efficacité des régimes alimentaires et des pratiques de gestion, ce qui contribue à améliorer la productivité et la rentabilité des opérations aquacoles. Concernant le taux de

croissance spécifique, il est calculé pour évaluer la croissance relative des poissons sur une période donnée, en comparant la différence de poids corporel d'un poisson avant et après une période de temps spécifique **Jobling (2010)**. Après 91j de notre étude on a enregistré un taux de 1,6 et 1,9%/j pour les bassins B1et B2 respectivement, cette valeur est inférieure aux résultats de **Hatchan et Rais (2023) (**1,13-2,01%/j) ainsi qu'aux résultats de **Bassour (2022)** (1,69et 2,95%/j). Nos résultats sont toutefois presque loin comparativement aux données rapportées avec des régimes plus équilibrés (taux de croissance spécifique supérieur à 3 %/j **(Jauncey, 1982).** Ceci signifie que B2 a le meilleur taux de croissance spécifique. La faiblesse de performances constatée résulterait aussi du faible degré de convertibilité (par les poissons) des ingrédients utilisés dans la formulation de l'aliment à base de sous-produits agricoles **(Köprücü et al., 2005).** L'indice de conversion alimentaire, un facteur qui renseignent sur la qualité de l'aliment et sa digestibilité par les poissons. Nous remarquons dans la présente étude que la valeur de conversion alimentaire chez les alevins *d'Oreochromis sp* est de l'ordre de 1,03 pour (B1) et 0,8 pour (B2) et c'est inférieur par rapport aux valeurs enregistrées par **Hatchan et Rais (2023)** (1,93-5,49), des résultats similaires sont enregistrés par **Gourah et Meftah (2018) (**1,03 et 1,04). D'après **Philippart et al. (1979) et O'Connor et al. (1985),** plus la valeur du ICA est réduite mieux l'aliment est utilisé et converti. Selon **Troell (2000)**[1] un ICA plus bas indique une meilleure efficacité alimentaire**. Melard (1999)** a montré que les coefficients de digestibilité protéique de soja et de maïs chez le tilapia *Oreochromis* sont respectivement de 96 % et 85 % contre 87 % pour la farine de poisson. Pour l'indice d'ingéré volontaire (IV) dans notre expérience, les valeurs suivantes ont été obtenues 2,25 %/J pour B1 et 1,8 %/J pour le B2. L'indice d'ingéré volontaire est utilisé pour évaluer plusieurs aspects de la performance des poissons en aquaculture, y compris l'efficacité alimentaire, la santé et la croissance. Une augmentation de l'indice d'ingéré volontaire peut indiquer une alimentation adéquate, une bonne assimilation des nutriments et une croissance optimale des poissons **(Jobling, 1994).** Concernant la relation entre l'indice de conversion alimentaire et l'indice d'ingéré volontaire pour les poissons des deux bassins, il s'avère que l'indice de conversion était meilleur pour les poissons du deuxième bassin, avec une valeur de 0,8. Plus la valeur est petite, plus l'indice de consommation alimentaire est élevé, mais l'indice d'ingéré volontaire était plus élevé pour les poissons du premier bassin que pour le deuxième bassin, et cela dépend de la quantité d'aliment distribué Le premier bassin a enregistré la quantité de d'aliment distribuée plus que le deuxième, ce qui concorde avec les fluctuations de poids survenues tout au long de la période d'expérience. En effet, **Person-Le Ruyet et Bergot (1999)** ont rapporté que contrairement au quotidien nutritif et la croissance journalière, le taux de croissance spécifique et la conversion alimentaire diminuent avec l'augmentation de la taille des animaux .Le facteur de condition K, indice de l'état de la santé et de la chair des poissons et de croissance **(Kaushik et Oliva-Teles, 1985),** a montré une nette amélioration au cours des stades d'élevage avec un maximum de 1,61 pour le stade de grossissement 500g-1Kg. Cette valeur est pratiquement la même que celle trouvée par **Burnham et Anderson (1998)** qui ont apporté que le meilleur facteur de condition chez le poisson d'élevage est de 1,62. L'indice K étant inversement proportionnel à la longueur des

poissons ce qui explique la meilleure croissance en poids lors de notre expérimentation pour le bassin B1 avec une valeur de 2,05, cette valeur est presque similaire avec la valeur de deuxième bassin 1,9. Le Coefficient d'Efficacité Protéique d'un aliment est le rapport entre le gain de poids du poisson et la quantité de protéines ingérée. Cette dernière est calculée en multipliant la quantité totale d'aliment utilisée tout au long du test par le pourcentage de protéines dans l'aliment. Selon **Alliot et al., (1984)**, plus la valeur du rapport (CEP) est grande et plus la valeur biologique des protéines est grande, dans cette étude la valeur de ce indice la plus élevé est enregistré pour l'aliment préparé.



Conclusion

Conclusion

La pisciculture est une composante vitale de la sécurité alimentaire mondiale, fournissant une source cruciale de protéines pour des millions de personnes. L'élevage du Tilapia rouge (*Oreochromis sp*), en particulier, est significatif en raison de sa popularité mondiale et de sa contribution à la sécurité alimentaire. Dans les systèmes d'élevage, le recours aux aliments exogènes répondant aux besoins nutritionnels assurera l'élevage du Tilapia qui est le défi majeur des producteurs de Tilapia.

Le but de cette étude est de contribuer à la fabrication d'un aliment à base de protéines animales et de tester son efficacité avec un autre aliment considéré comme qui est celui utilisé (témoin) au niveau de la ferme "Titteri aquacole" située à Benchicao, Médéa sur la croissance du Tilapia Rouge (*Oreochromis sp*). Notre étude s'est déroulée sur une période de 91 jours (février-mai 2024) au niveau de cette ferme. Nous avons réparti 50 poissons *Oreochromis sp* dans 2 bassins, chaque bassin avec 25 poissons mâles. Un bassin a été alimenté avec l'aliment préparé, et l'autre avec l'aliment témoin (farine de poissons) .A chaque fois l'aliment, est distribué à 12% du poids total des 25 poissons. Cette étude, bien que limitée à la phase de pré-grossissement (taille marchande: 250g), repose sur une comparaison de l'efficacité de ces deux aliments sur la croissance du Tilapia rouge (*Oreochromis sp*). Pour cela, les paramètres physico-chimiques ainsi que la quantité d'aliment distribué et les paramètres zootechniques (poids, taille) ont été relevés tous les 10 jours, le calcul des indices de croissance ainsi que les analyses statistiques ont permis aussi d'avoir plus de visibilité et d'analyses des différents résultats.

A cet effet, le suivi des facteurs abiotiques représenté par l'analyse des différentes paramètres physico-chimiques de l'eau (T°, pH, conductivité, salinité ,oxygène dissous) nous a permis de déterminer la qualité de l'eau au niveau de la ferme piscicole. Ce suivi a révélé qu'à l'exception des valeurs d'oxygène dissous qui ont été témoin très probablement d'un dysfonctionnement de la pompe d'O_2 dissous au niveau de la ferme parfois aussi de l'instrument de mesure (électrode), les autres paramètres s'avèrent normales et favorables à l'élevage de ce poisson. L'analyse statistique elle a montré qu'il n'y avait aucune différence significative entre les deux bassins (B1 et B2) de cette étude.

La préparation de l'aliment testé consistait à mélanger l'intestin du poulet nettoyé et bouilli avec de la farine de mais et de la poudre d'ail (2%), puis à le sécher et à le former en flocons. Il a été ensuite distribué aux juvéniles de tilapia âgés de deux mois trois fois par jour à raison de 12% du poids total du poisson, le poids total de la nourriture distribuée était de 206,96g pour B_1 et 175g pour B_2 à la fin de cette étude. il n'y a pas de différence significative entre la distribution des variables (poids, taille, température, Ph, conductivité et quantité d'aliments) par rapport à la qualité d'aliment.cependent y'a une très forte corrélation positive entre l'évolution des tailles des poissons et la quantité d'aliments.

Concernant les paramètres zootechniques, le poids total pour B_2 a atteint un poids final de 275,54 g, le poids de départ était de 51,53g; la taille moyenne était au début de 4,2 cm et elle a atteint 8cm de moyenne enfin d'expérimentation. Au niveau du B_1 le poids final est de 262,6g alors qu'il pesait initialement 61,39g avec une moyenne de taille de 4,5cm au début et

qui a atteint 8cm à la fin d'expérimentation. une très forte corrélation positive et significative entre l'évolution des poids des poissons et l'évolution de la taille des poissons Cette différence en faveur du régime alimentaire B2 peut être dû à la richesse du régime B2 en protéines animales (farine poisson et intestins du poulet). A ce propos, les résultats des analyses biochimiques effectuées pour chaque aliment ont montré que l'aliment testé (B_2) est composé de 30,41% de protéines et 13,34% de matières grasses, 14,76% de cendres et 86,59 % d'humidité, tandis que l'aliment témoin (B_1) de la ferme est constitué de 43% de protéines, 13,66% de matières grasses, 22,96% de cendres et un faible taux de l'humidité 11%. Ces résultats indiquent également que les aliments étaient plus ou moins équilibrés.

De plus l'utilisation de l'ail dans les systèmes B_2, celui-ci considéré comme antiseptique, anti-inflammatoire, anticholestérol, antioxydant, antiallergique.. a pu faire une différence visuelle significative dans la couleur des poissons Tilapia.

Les indices de croissance calculés s'alignent sur la même logique pour dire que le régime alimentaire B_2 à est plus performent que le B_1. Cependant, il suffit de rappeler que ces derniers étaient plus élevés pour l'aliment préparé B_2 qui a enregistré 0,08 de GMQ et 201,21 de GP, 1,6% pour TCS, 1,03% pour ICA, 2,25 de IV et 2,05 de facteur de condition et 7,4 d'efficacité protéique. Contre 0,09 de GMQ et 224 de GP, 1,9% pour TCS, 0,8% pour ICA, 1,8 de IV et 1,9 de facteur de condition et 4,6 d'efficacité protéique pour B_1

Les résultats du test de régression et après suppression des variables non significatives ces derniers nous ont permis de faire ressortir des modèles mathématiques s'affichant comme suit:

- **Poids prédit** = -0.004+8.333×quantité d'aliments ; avec une p value =0.000<5% (dans ce cas la quantité d'aliments a un effet significatif sur l'évolution des poids)

  Ou bien :

- **Poids prédit** = -4.168+8.351×quantité d'aliments +0.490×Ph avec p value0.019<5% (dans ce cas, la quantité d'aliments et du Ph ont un effet significatif sur l'évolution des poids)
- **Taille prédite** = 4.134+0.126×quantité d'aliments ; avec une p value =0.000<5% (dans ce cas la quantité d'aliments a un effet significatif sur l'évolution des tailles)

En conclusion l'étude révèle que l'aliment expérimental à base de la farine de poissons et d'intestin de poulet et d'ail a démontré une efficacité remarquable dans l'amélioration des performances de croissance des Tilapias rouges.

Pour améliorer la croissance et le rendement chez le Tilapia rouge, il nécessite une approche intégrée qui combine la connaissance des besoins nutritionnels des poissons, l'optimisation de la composition des aliments et l'application de pratiques de gestion alimentaire efficaces.

Il serait intéressant de :

- Mener cette étude sur une durée plus longue (passer du pré grossissement au grossissement).
- Impact sur la qualité de la chair : étudiez l'effet de l'aliment sur la qualité de la chair des poissons en termes de saveur, de texture et de composition chimique.
- Compléter cet aliment avec le changement de taux des protéines selon les besoins de Tilapia rouge dans chaque stade.
- Évaluation de la digestibilité : éffectuez des tests pour évaluer la digestibilité de l'aliment chez les Tilapias afin de déterminer dans quelle mesure les nutriments sont absorbés et utilisés par les poissons.
- Mener des études approfondies sur l'ajout d'ail à l'alimentation de Tilapia rouge avec déférentes proportions et étudier son effet sur le système immunitaire, la croissance, et l'amélioration de couleur.
- Expérimentez le traitement en laboratoire des intestins par fermentation pour garantir l'élimination complète de toute maladie ou bactérie nocive.
- Analyse économique : évaluez les coûts de production de l'aliment contenant du intestin de poulet et de l'ail par rapport aux aliments conventionnels et analysez la viabilité économique de son utilisation à grande échelle dans l'élevage de Tilapias.

Références

Abdellaoui et Lameri, 2022. Contribution à l'étude comparative de l'effet de deux aliments (témoin et fabriqué) sur la croissance d'un poisson d'eau douce «Tilapia du Nil» (Oreochromis niloticus) au niveau de la ferme «Titteri Aquacole» -Médéa.

Aissaoui, A. (2013). Evaluation du niveau de contamination des eaux de Barrage Hammam Grouz de la région d'oued Athmana (wilaya de mila) par les activités agricoles. Thèse de magister, université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, faculté de science Biologique et science Agronomique.

ANDI, 2013. Agence nationale du développement et de l'investissement de la Wilaya de Médéa.pp 10.

APC, 2022. (Recensement).

Arrignon J., (2000). Pisciculture en eau douce. Le Tilapia. Le technicien d'agriculture tropicale. Maisonneuve et Larose.

Azaza M.S., 2004. Tolérance à la température et à la salinité chez le tilapia du Nil (Oreochromis niloticus L., 1758) en élevage dans les eaux géothermales du sud tunisien, Master de la Faculté des Sciences de Tunis.

Azaza M.S et al, 2005. Élaboration d'aliments secs pour le tilapia du Nil Oreochromis niloticus (l., 1758) en élevage dans les eaux géothermales du sud tunisien.

Bamba Y., Ouattara A., DA Costa K.S. & Gourène G., 2008. Production d'Oreochromis niloticus avec des aliments à base de sous-produits agricoles.

Bassour, 2022. L'effet d'un aliment formulé à base d'azolla sur la croissance et la qualité toxicologique et biochimique des juvéniles du Tilapia rouge (Oreochromis sp).

Beamish, F. W. H., & Fournier, D. A. (**1981).** "A Method for Comparing the Precision of a Set of Age Determinations." Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 38(8), 982-983 ;

Belhadi M. et Rachedi L., 2007. Situation actuelle de l'aquaculture en Algérie. Mémoire d'ingénieur.

BELLET R., 1977. Coefficient de transformation des aliments granulés salmoniculture. Pisc. Fr., 49:7-11.

Benidiri R., 2017. Création d'un projet piscicole. Mem. Mas. Génie électrique et électronique.

Références bibliographiques

Benkortbi.A A., 2017. Étude technico-économique de la ferme TITTERI AQUACOLE.29p.

Billard R., 2005. Introduction à l'aquaculture. Editions Lavoisier.

Bouguaerra.S S., 2018. Impact socio-écologique des Projets de Proximité de Développement Rural Intégré (PPDRI) dans la région Sud-est de la Wilaya de Médéa.

Boyd CE, Tucker CS., 1998. Pond Aquaculture Water Quality Management. Kluwer Academic Publishers: New York.

C.F- Médéa, 2018. Conservation des forêts de la wilaya de Médéa.

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

Chalabi.A., 1991. L'aquaculture en Algérie.

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

David C., 1978. Formulation des aliments destinés à l'élevage de Tilapia nilotica (L).

D.E-Médéa, 2021. Direction de l'environnement.

Diégane Ndong, 2007. The effect of garlic (*Allium sativum*) on growth and immune responses of hybrid tilapia (Oreochromis niloticus x Oreochromis aureus).

Elliott, J. M., & Hurley, M. A. (2000) A Method for Assessing Stream Habitat and its Application to River Stocks of Atlantic Salmon, Salmo salar L." Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 10(2), 139-160.

Fermon Y., 2009. La pisciculture de subsistance en étangs en Afrique.

FAO, 2002. L'aquaculture joue un rôle crucial dans le développement et la réduction de la pauvreté et de la faim. Article presse.

FAO, 2008. Climate change and food security: a framework document.

FAO, 2009. Global agriculture towards 2050: How to feed the world, 2050. Rome: s.n.

FAO, 2014. Small-scale aquaponic food production: Integrated fish and plant farming.

FAO, 2015. A guide to recirculation aquaculture: An introduction to the new environmentally friendly and highly productive closed fish farming systems.

Références bibliographiques

FAO, 2016. La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture. Rapport. Pp (6-8).

FAO, 2018. Culture aquatic species information program: Oreochromis niloticus.

FAO, 2022. La Situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2022.

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.

Gourah et Meftah, 2018. Introduction de Panicum virgatum dans l'alimentation de Tilapia rouge (Oreochromis Sp.) et son impact sur la croissance.

Hatchane et Rais, 2023. Contribution à une étude comparative à l'efficacité de trois aliments (fabriqué et commercialisés) sur le pré-grossissement de Tilapia rouge (Oreochromis sp) au niveau de la ferme piscicole «Titteri Aquacole»- Médea.

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

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

Jobling, M. (1983) "Some Physiological and Energetic Aspects of Growth in Fish." Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology, 76(4), 653-662.

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

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.

Kouismi M., 2018. Intervention dans un site historique Cas d'étude: Le centre historique de Médéa.pp 41.

Köprücü K et Özdemir Y., 2005. Apparent digestibility of selected feed ingredients for Nile Tilapia (Oreochromis niloticus). Aquaculture 250 p: 308-316.

Lacroix, E., 2004. Pisciculture en zone tropicale. GFA Terra systems.

Lazard J., 1984. L'élevage du Tilapia en Afrique. Données techniques sur la pisciculture en étang. Bois et Forêts des Tropiques.

Lazard J., 1990. Transferts de poissons et développement de la production piscicole. Rev. Hydrobiol. Trop., 23(3): 251-256.

Lazard J., 2009. La pisciculture des tilapias.

Le Cren E.D., 1977. The determination of the âge and growth of the Perch (Perca fluviatilis) from the opercular bone. J. An. Eco. 16, p.188-204.

Lovell, R.T. et Limsuwan, T., 1982. Intestinal synthesis and dietary nonessentiality of vitamin B12 in Tilapia nilotica. Trans. Am. Fish.

Malcolm C., Beveridge H., McAndrew B. J., 2000. Tilapias: biologie.

Malcolm E. & Kutschera U., 2011. Medicinal Leeches: Historical use, Ecology, Genetics and Conservation. BioOne Freshwater Biological Association.

Maatar. A ; Bouhain. Y, 2004. L'aquaculture en Algérie situation et perspectives, étude du lac EL MELLAH.

Médale F., Kaushik S., 2009. Les sources protéiques dans les aliments pour les poissons d'élevage.

Melard Ch. et Philippart J.C., 1981. La production de tilapia de consommation dans les rejets industriels d'eau chaude en Belgique. Cahiers d'Ethologie appliquée, collection Enquêtes et.

Mélard C., 1986. Les bases biologiques de l'élevage intensif du Tilapia du Nil.

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.

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

Mélard C, Philippart JC., 1980. Pisciculture intensive de O

NRC, "Nutrient Requirements of Fish and Shrimp", National Academies Press, 2011.

Nsaka, J., (2008) : Elevage associé à la pisciculture cas de porc-poisson, Travail de Fin de Cycle, UNIKIN.

Ouattara NI, Iftime A, Mester LE. 2009. Age et croissance de deux espèces de Cichlidae (Pisces):Oreochromis niloticus (Linnaeus, 1758) et SarotherodonmelanotheronRüppell, 1852 du lac de barrage d'Ayamé (Côte d'Ivoire, Afrique de l'Ouest).

Pilippart, JC, et Ruwet, J. (1982): Ecology and distribution of Tilapias. In *The Biology and Culture of Tilapias*, Pullin RSV, Lowe-McConnell RH (eds).

Rodier J., 2005 : L'analyse de l'eau. Ed. DUNOD. Paris. 1383p.

Références bibliographiques

Révision du PDAU intercommunal MEDEA, DRAA SMAR, OUZERA ET TAMEZGUIDA DOSSIER (2015) :PHASE1.

S.H– Médéa, 2021. Services Hydrauliques.

S.H– Médéa, 2024. Services Hydrauliques.

Stickney “Aquaculture: An Introductory Text" (2005).

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.

Thabet R ., 2017. Etude comparative de l'élevage du Tilapia du Nil "Oreochromis niloticus" entre les eaux douces et géothermales en Tunisie. Mémoire de master. Aquaculture. France : Agro Campus Ouest.61p

TRC/APC2022.

Welcomme, R.L. (1988). International introduction of inland aquatic species. F.A.O. Fish techn. 318 p.