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 et par*:**

Mr. FERDI Haithem et M^elle^. LOUDJEDI Manel

Thème

CONTRIBUTION À UNE ETUDE COMPARATIVE DE PRODUCTION DU TILAPIA ROUGE (*OREOCHROMIS SP.*) AVEC DES ALIMENTS À BASE DE PROTEINES ANIMALES AU NIVEAU DE LA FERME « TITTERI AQUACOLE » -MEDEA

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

Président	**Mr. MASMOUDI.M. B**	M.C.B	UYF-MEDEA
Examinatrice	**Mme. NABI. F**	M.C.A	UYF-MEDEA
Promoteur	**Mr. BELHADJ. H**	M.C.B	UYF-MEDEA
Co-promoteur	**Mr. BOUDJEBBOUR. A**	M.C.B	UYF-MEDEA

Année universitaire : **2023/2024**


بسم الله الرحمن الرحيم

Remerciements

Avant tout louange à **Dieu** le tout puissant pour nous avoir donné le courage,
La volonté et la patience pour terminer ce travail.

Nos vifs remerciements et notre profonde gratitude s'adresse à notre promoteur Mr. **Belhadj Hichem,**
Qui a accepté de nous encadrer. Nous le remercions infiniment
Pour son aide, ses orientations, sa patience et sa correction sérieuse de ce travail.

Nous tenons également à exprimer nos sincères remerciements à notre Co-Promoteur **Mr. Boudjebbour Abdelmadjid,**
Ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir lieu sans son aide.

Aux différents membres de jury qui nous ont fait honneur et ont bien
Voulu examiner ce modeste travail **Mme. NABI .M et Mr. MESMOUDI.M. B**
Nous tenons à exprimer notre respect,
et nos profondes gratitudes à l'ensemble de nos enseignants du Département des sciences de la nature et de la vie, pour avoir prodigué un enseignement de qualité et à chercher toujours à le perfectionner.

Nos remerciements également à tous **les enseignants** du département
De **biologie** de l'université de **Yahia Fares Médéa**.

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 leur aide.

À tous les camarades de promotion et tous les étudiants de l'écologie et environnements pour les bons moments passés ensemble.

Et enfin nous remercions tous ceux qui ont participé de près ou de loin
Pour la réalisation de ce travail.

Dédicace

Avent tous je remerciai le dieu pour mon compromis

d'arriver à se jours.

Je dédie ce mémoire a :

Mes parents *à leur soutienne et leur*

Encouragement je suis fière de vous.

Mes frères ***HOUSSEM et YOUNESS***

Mes Seurre ***IKRAM et SERINE***

A tous ma famille deux coté

Maternelle et paternelle

A tous qui me connue de proche ou de loin

Et un grand remercie à tous mes
Amies



Dédicaces

En mémoire de mon père ***F. Mohamed El-Cherif,***
et de mon petit frère ***F. Habib Taha,***
que je n'ai jamais oublié.
Reposent en paix.
Je dédie ce travail pour ma petite sœur
« Notre pilote » ***F.Chafek ,***
Je partage cette réussite avec vous.
A ma chère ***maman*** *merci*
pour votre présence dans les moments qui
m'étaient les plus difficiles,

A mes chères Sœurs ,
je vous souhaite une vie pleine de bonheur.

Je dédie ce travail pour mon ami ***karim hallal***
qui ma aider dans cette réussite.
A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à
réaliser ce travail.



Résumé

Cette participation est faite au niveau de la ferme piscicole "Titteri aquacole" à Benchicao, Médéa. L'objectif de ce dernier est apprécié l'efficacité de la nourriture préparée à partir d'un résidu de poisson, poulet et de farine de maïs sur la croissance du tilapia rouge (*Oreochromis sp*). Notre démarche consiste à comparer deux types d'aliments : notre aliment préparé et aliment de la ferme (locaux). Dans ce but, nous cherchons à délimiter lequel de ces deux aliments permet un meilleur agrandissement de nos piscicole (phase de pré-engraissement).

Cinquante poissons *d'Oreochromis sp* de poids moyen initiale entre 2,45g et 2,21g ont été séparés sur deux bassins, (Divisé également au niveau des deux bassins chaque bassin, contient vent cinq poissons). Le premier bassin sont alimentés par l'aliment de la ferme local (ancien), notre par l'aliment préparé, pendant une durée de 91 jours.

Les résultats obtenus ont montré que les paramètres physico-chimiques tels la température, concentrations d'oxygène dissous, pH, conductivité électrique et salinité sont pratiquement favorables pour l'élevage de cette espèce. En outre, les résultats de cette étude ont révélé que les meilleures performances de croissance ont été observées chez les poissons nourris avec l'aliment témoin alors que les plus faibles performances de croissance ont été enregistrées chez les poissons nourris avec l'aliment préparé.

Le gain de poids moyen pour chaque lot de poissons nourris avec les 2 aliments : aliment témoin (B_1) et aliment prépare (B_2) révèle que l'aliment témoin (B_1) présente une avance remarquable (GP= 201.28g) par rapport á l'aliment préparer (B_2) avec (GP=192.12g). L'indice de conversion été plus élevés chez les alevins nourris avec le régime B_1 (ICA=1.03) respectivement que chez les alevins nourris avec le régime B_2 (ICA=0.69).

Mots clés : ferme « Titteri aquacole » – Médéa., *Oreochromis sp,* aliment préparé, aliment témoin, la croissance, paramètres zootechniques, indices de croissance.

ملخص

أجريت دراستنا على مستوى مزرعة الأسماك "تيتيري أكواكول" الواقعة في بن شيكاو المدية. الهدف من هذا هو تقييم فعالية العلف المحضر من بقايا الأسماك والدجاج ودقيق الذرة على نمو البلطي الأحمر(أوريوكروميس سب) ؛ في سبيل هذا قمنا بمقارنة نوعين من العلف: العلف المجهز من قبلنا والعلف محلي الانتاج. لهذا الغرض، نسعى إلى تحديد أي علف يسمح بنمو أفضل لتربية الأسماك لدينا (مرحلة ما قبل التسمين).

تم فصل خمسين سمكة من (أوريوكروميس سب) من متوسط الوزن الأولي بين 2.45 جرام و2.21 جرام على حوضين، (مقسمة بالتساوي على مستوى الحوضين لكل حوض، تحتوي على خمسة وعشرون سمكة). يتم تغذية الحوض الأول من علف المزرعة المحلية (القديمة)، وتمت تغذية أسماك الحوض الثاني بالعلف المجهز من قبلنا، لمدة 91 يومًا.

أظهرت النتائج أن المؤشرات الفيزيوكيميائية مثل درجة الحرارة وتركيزات الأكسجين المذابة والأس الهيدروجيني والتوصيل الكهربائي والملوحة مواتية عمليًا لتكاثر هذا النوع. بالإضافة إلى ذلك، كشفت نتائج هذه الدراسة أن أفضل أداء للنمو لوحظ في الأسماك التي تتغذى بالعلف المحلي، بينما تم تسجيل أقل أداء للنمو في تغذية الأسماك بالعلف المجهز من قبلنا.

يشير متوسط زيادة الوزن لكل دفعة من الأسماك التي تتغذى على العلفين: العلف المحلي (**B1**) والأعلاف الجاهزة (B2) يشير إلى أن العلف المحلي (B2) له تقدم ملحوظ (GP = 201.28g) **على** العلف المحضر **(**B2**)** مع **(**GP = 192.12g). كان مؤشر التحويل أعلى في الحوض الذي يتم تغذيته بالنظام الغذائي (B1) **(**ICA = 1.03**)** على التوالي مقارنة بالزريعة التي يتم تغذيتها بالنظام الغذائي (B2) **(**ICA = 0.69.**)**

الكلمات المفتاحية :مزرعة" تيتيري أكواكول"- المدية، أوريوكروميس سب، الغذاء المُعد، تقنيات التحكم في الغذاء، النمو تقنيات تربية الحيوانات، مؤشرات النمو.

ABSRACT

This participation is performed at the fish farm "Titteri aquacole" in Benchicao, Médéa. The objective of this study is to evaluate the effectiveness of food prepared from a residue of fish, chicken and corn flour on the growth of red tilapia (*Oreochromis sp*). Our approach is to compare two types of food: our prepared food and farm food (local). For this purpose, we seek to define which of these two feeds allows a better enlargement of our fish farming (pre-growing phase).

Fifty *Oreochromis sp* fish of initial mean weight between 2.45g and 2.21g were separated in two tanks (Equally divided at the level of the two tanks each tank contains five fish). The first basin is fed by the food of the local farm (old), us by the prepared food, for a period of 91 days.

The results showed that physico-chemical parameters such as temperature, dissolved oxygen concentrations, pH, electrical conductivity and salinity are practically favorable for the breeding of this species. In addition, the results of this study revealed that the best growth performance was observed in fish fed with the control feed while the lowest growth performance was recorded in fish fed with the feed prepared.

The average weight gain for each batch of fish fed with the two feeds: control feed (B1) and preparation feed (B2) indicate that the control feed (B1) has a remarkable lead (GP= 201.28g) over the prepared feed (B2) with (GP=192.12g). The conversion index was higher in fry fed with the B_1 diet (ICA=1.03) respectively than in fry fed with the B_2 diet (ICA=0.69).

Keywords: farm «Titteri aquacole» – Medea.,*Oreochromis sp,* prepared food, control food, growth, zootechnical parameters, growing indices.

Table des matières

RESUME **6**

LISTE D'ABREVIATIONS **12**

LISTE DES TABLEAUX **14**

INTRODUCTION GENERALE : **1**

CHAPITRE I : 3

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE **3**

1 GENERALITES SUR L'AQUACULTURE **4**

1.1 DEFINITION DE L'AQUACULTURE 4
1.2 DEFINITION DE LA PISCICULTURE : 5
1.3 AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE LA PISCICULTURE 6
1.4 HISTORIQUE DE LA PISCICULTURE 7
1.4.1 En Algérie : 7
1.5 LES POTENTIALITES EXISTANTES : 7
1.5.1 Le potentiel hydrique 8
1.5.2 Le potentiel biologique 10
1.5.3 Le potentielle humaines 11
1.6 OBJECTIFS DE LA PISCICULTURE : 11
1.7 LES DIFFERENTS SYSTEMES DE LA PISCICULTURE 11
1.7.1 La pisciculture intensive 12
1.7.2 La pisciculture extensive 13
1.7.3 La pisciculture semi intensive 14
1.7.4 La pisciculture super intensive 14
1.8 L'ALIMENTATION EN PISCICULTURE 16
1.9 EVOLUTION DE LA PRODUCTION DE L'ALIMENT PISCICULTURE 16
1.10 LA RECHERCHE SUR LA NUTRITION DU POISSON 17
1.11 INGREDIENTS UTILISES EN ALIMENTATION POUR POISSONS 18

2 GENERALITE SUR LE TILAPIA **19**

2.1 PRESENTATION DE L'ESPECE TILAPIA ROUGE (OREOCHROMIS SP) 19
2.2 DEFINITION DE L'ESPECE TILAPIA ROUGE (OREOCHROMIS SP) 20
2.3 SYSTEMATIQUE 21
2.4 LA MORPHOLOGIE 21
2.5 REPARTITION GEOGRAPHIQUE 22
2.6 DANS LE MONDE 22
2.7 DANS ALGERIE 22
2.8 EXIGENCES ECOLOGIQUES 23
2.8.1 Oxygène dissous 23
2.8.2 Température 23

2.8.3 Potentiel d'hydrogène (pH) 23
2.8.4 Salinité 23
2.8.5 Composés azotées 23
2.9 LES BESOINS NUTRITIONNELS TU TILAPIA 24
2.9.1 Énergie 24
2.9.2 Les vitamines 24
2.9.3 Protéines 25
2.9.4 Minéraux 26
2.9.5 Glucides (les hydrates carbones) 27
2.9.6 Les lipides 27
2.10 CROISSANCE 28
2.11 REPRODUCTION 29
2.12 ANATOMIE DES TILAPIA 29
2.12.1 Squelette 29
2.12.2 Muscle 30
2.12.3 Appareil digestif : 30
2.12.3.1 La bouche : 30
2.12.3.2 Les dents: 30
2.12.3.3 Le pharynx: 30
2.12.3.4 L'œsophage et l'estomac: 30
2.12.3.5 L'intestin: 31
2.12.3.6 Le foie: 31
2.12.3.7 L'anus: 31
2.13 APPAREIL RESPIRATOIRE : 31
2.14 APPAREIL CIRCULATOIRE : 31
2.15 APPAREIL EXCRETEUR 31
2.16 LES MODES D'ELEVAGE 32
2.16.1 L'élevage en cages flottantes 33
2.16.2 L'élevage en bassin à terre 33
2.17 LES PROBLEMES SANITAIRES 34
2.17.1 Influence du type d'élevage 34
CHAPITRE II : 36
PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE 36
3 PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE 37
3.1 LA SITUATION GÉOGRAPHIQUE 37
3.2 LES LIMITES GÉOGRAPHIQUES 37
3.3 LA GEOMORPHOLOGIE 37
3.4 SYNTHESE CLIMATIQUE DE LA REGION 38
4 LA COMMUNE DE BENCHICAO 39
4.1 LES LIMITES GÉOGRAPHIQUES 39
4.2 CARACTERISTIQUES CLIMATIQUES GENERALES 39

5 DESCRIPTION DE LA FERME AQUACOLE 40
6 OBJECTIF DU PROJET : 40
7 LES PROBLEMES ET LES CONTRAINTE NATUREL 41
8 DESCRIPTION DE L'INVESTISSEMENT 42
8.1 INFRA STRUCTURE PRIMAIRE 42
8.1.1 Unité de grossissement 43
8.1.2 Caractéristiques des Bassin 43
8.2 INSTALLATIONS AUXILIAIRES 45
8.2.1 Bureaux administratifs 45
8.2.2 Chambre froide 45
8.2.3 Poste de transformation et groupe électrogène 45
8.3 BATIMENT TECHNIQUE 46
CHAPITRE III. 47
MATERIEL ET METHODES 47
9 RAPPEL DES OBJECTIFS DE L'ETUDE 48
10 SITE D'ETUDE 49
11 PROVENANCE ET CARACTERISTIQUES DE L'ECHANTILLON 49
12 MONTAGE EXPERIMENTAL 49
12.1 LES ROUTINES ASSOCIEES A L'EXPERIMENTATION 50
12.2 PROCEDURE EXPERIMENTALE 51
12.3 EFFICACITE DES ALIMENTS TESTES SUR LA CROISSANCE DU TILAPIA 51
13 SUIVI DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DE L'EAU D'ELEVAGE 51
14 LA FABRICATION D'ALIMENT MISE EN ESSAI 53
14.1 PREPARATION DE L'ALIMENT EXPERIMENTAL 53
14.2 FORMULATION D'ALIMENT TESTE 53
14.3 PROCESSUS DE FABRICATION DES ALIMENTS 55
14.4 LA TECHNIQUE D'ALIMENTATION 55
15 ANALYSE STATISTIQUE. 55
16 ESTIMATION DES PARAMETRES ZOOTECHNIQUES 56
17 ETUDE DE L'EFFICACITE DES ALIMENTS 57
17.1 INDICES DE CROISSANCE 58
CHAPITRE VI : 59
RESULTATS ET DISCUSSIONS 59
18 EVOLUTION PAR RAPPORT AUX AQUARIUMS 60
18.1 EVOLUTION DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES 60

18.1.1 La température de l'eau 60
18.1.2 L'oxygène dissous 60
18.1.3 La salinité 60
18.1.4 Potentiel d'hydrogène pH 61
18.1.5 La conductivité électrique 61
18.2 EVOLUTION DES PARAMETRES ZOOTECHNIQUES ..... **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
18.2.1 Aliment distribué 62

19 RESULTATS DE QUELQUES PARAMETRES DE QUALITE DE L'ALIMENT DISTRIBUE 63

19.1 LES PROTEINES 63
19.2 LES MATIERES GRASSES 63
19.3 LES CENDRES 64
19.4 L'HUMIDITE 65
19.5 POIDS MOYEN 66
19.6 TAILLE MOYENNE 66
19.7 LA SURVIE 67
19.8 LA MORTALITE 67

20 EVOLUTION TEMPORELLE 68

20.1 EVOLUTION DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES 68
20.1.1 La température de l'eau 68
20.1.2 L'oxygène dissous 68
20.1.3 La salinité 68
20.1.4 Potentiel d'hydrogène pH 70
20.1.5 La conductivité électrique 70

21 EVOLUTION TEMPORELLE D'ALIMENT DISTRIBUE 72

21.1 EVOLUTION LES PARAMETRES ZOOTECHNIQUE 72
21.1.1 Aliment distribué 72
21.1.2 Poids total 72
21.1.3 Taille moyenne 72

22 LES ANALYSES STATISTIQUES 73

22.1 LE TEST DE COMPARAISON DES MOYENNES 75
22.2 CORRELATIONS ET REGRESSIONS 76
22.3 CORRELATION DE PEARSON 76
22.4 LES RESULTATS DU TEST DU CORRELATION DE SPEARMAN 77
22.5 LA REGRESSION 77
22.5.1 Pour la variable dépendante poids 77
22.5.2 Pour la variable dépendante Taille 77
22.5.3 Pour la variable dépendante poids 77

23 LES INDICES DE CROISSANCE 78

23.1 POIDS MOYEN INITIAL (PMI) 78

23.2 POIDS MOYEN FINAL (PMF) 78
23.3 GAIN DE POIDS (GP) 78
23.4 GAIN MOYEN QUOTIDIEN (GMQ) 79
23.5 INDICE DE CONVERSION ALIMENTAIRE (ICA) 80
23.6 TAUX DE CROISSANCE SPECIFIQUE (TCS) 80
23.7 TAUX DE SURVIE 81
23.8 TAUX DE MORTALITE 81
23.9 INDICE DE CONDUCTION FULTON (K) 81
24 DISCUSSION : 83
CONCLUSION 84
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES : 84
ANNEXE ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
Tableau I. 1:	Avantages et inconvénients de la pisciculture.	6
Tableau I.2 :	Les sites potentiels existants en algérien.	7
Tableau I.3 :	Les potentiels hydriques existants en Algérie.	9
Tableau I.4 :	Principales espèces aquatiques peuvent développer en aquaculture en Algérie.	10
Tableau I.5:	Différents niveaux d'intensification des system d'élevage piscicole.	14
Tableau I.6:	Principales espèces du tilapia.	20
Tableau I.7:	Limites de tolérance de certains paramètres physicochimique chez Oreochromis sp.	24
Tableau I.8:	Besoins vitaminiques d'Orechromis sp en mg/kg d'aliment.	25
Tableau I.9:	Besoins quantitatifs en AA indispensable de Tilapia.	25
Tableau I.10 :	Besoins en protéines en eau douce.	26
Tableau I.11 :	besoins nutritionnels en macro minéraux	27
Tableau I.12:	Besoins théoriques en glucides et en fibres chez O.niloticus.	27
Tableau I.13 :	Lipides bruts, acides gras essentiels et énergie.	28
Tableau I.14 :	Résumé des besoins alimentaires en protéines, lipides et glucides chez les Tilapia.	28
Tableau II.1:	Les caractéristiques du Hangar d'élevage de tilapia.	42

TableauII.2: caractéristique de hangar c levage de clarias. 44

TableauII.3: caractéristique de hangar D levage de clarias. 45

Tableau III.1 : Formule alimentaire mise en essai pour 1kg d'aliment. 54

Tableau III.2 : Etapes de la préparation des aliments. 55

Tableau III.3 : Formules des paramètres zootechniques. 57

Tableau III.4 : Méthodes d'estimation des indices d'efficacité alimentaire utilisés. 57

Tableau III.5 : Indices de croissance des poissons expérimentés. 58

Liste des figures

N°	Titre	Page
FigureI.1:	Cages piscicoles de pleine mer.	12
Figure I.2 :	Bassin de pisciculture intégré à l'agriculture.	13
Figure I.3 :	Etangs piscicoles en Chine.	13
Figure I.4 :	Production mondiale de Tilapia de pêche et d'élevage (en tonne) (FAO, 2008).	15
Figure I.5 :	Principaux pays producteurs du Tilapia(FAO, 2005).	22
Figure I.6 :	Squelette du Tilapia(Grant Museum of Zoology, University College London).	30
Figure I.7:	anatomie et morphologie du tilapia(Arringnon, 1998).	32
Figure I.8:	Les principaux composants d'une cage d'élevage Piccolotti, (2014).	33
Figure I.9 :	L'élevage à terre en bassins.	34
Figure II.1 :	cartes de situation geografique de la wilaya de médéa.	38
Figure II.2 :	représente la commune de Benchicao	39
Figure II.3:	la ferme TITERI AQUACOLE (originale 2024).	40
Figure II.4 :	Les Hangars (Original 2024).	42
Figure II.5 :	Hangars N° 1 Locale << D >> Elevage de Sandre	43
Figure II.6 :	Hangars N° 2 Locale «B» Elevage de Clarias	44
Figure III.1:	Tilapia rouge (Oreochromis Sp), (originale,2024).	49
Figure III.2 :	schéma du dispositif expérimental,(originale,2024).	50
Figure III.3:	Dispositif expérimental d'élevage :installation	50
Figure III.4:	Mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau d'élevage,(originale,2024).	52
Figure III.5 :	Mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau d'élevage,(originale,2024).	52
FigureIII.6 :	Contrôle hebdomadaire de la croissance (A: mesure du poids total, B: mesure de la taille individuelle), (originale, 2024).	53

FigureIII.7 : Etapes de la préparation des aliments ; (A): Ingrédients de l'aliment, (B) : passage de la pâte par le hache-viande, (C) : Séchage ; (D) : Aliment prêt, (originale, 2024). 55
FigureIV.8: Température moyenne (°c) pour les deux bassins. 60
Figure IV.9 : Oxygène dissous moyen (mg/l) pour les deux bassins. 61
Figure IV.10 Salinité moyenne (g/l) pour les deux bassins(B1) et(B2). 61
Figure IV.11 : pH moyen pour les deux bassins(B1) et(B2). 62
Figure IV.12: Conductivité électrique moyenne (mS /cm) pour les deux bassins (B1) et (B2). 62
FigureIV.13 : les variations d'aliment moyen (g) distribueraux deux bassins 63
Figure IV.14 : Résultats du dosage des protéines dans les deux aliments de l'expérimentation (février 2024-mai2024). 64
Figure IV.15 : Résultats du dosage des matières grasses dans les deux aliments De l'expérimentation (février 2024-mai2024). 64
Figure IV.16 : Résultats du dosage des cendres dans les deux aliments de l'expérimentation (février 2024-mai2024). 65
Figure IV.17 : Résultats du dosage d'humidité dans les deux aliments de l'expérimentation (février 2024-mai2024). 65
Figure IV.18 : les variations des poids moyen (g)Pour les deux bassins(B_1) et(B_2). 66
Figure IV.19 : les variations de la taille moyenne (cm)Pour les deux bassins (B_1) et(B_2). 66
Figure IV.20 : la survie marquée au deux bassins (B1) et (B2). 67
Figure IV.21 : La mortalité moyenne (individu) marquée au deux bassins (B1) et (B2). 67
Figure IV.22 : Évolution des valeurs de température de l'eau au niveau des deux bassins (B_1) et(B_2) de l'expérimentation (février 2024-mai2024). 69
Figure IV.23: Évolution des valeurs de l'oxygène dissous (mg/l) au niveau des deux bassins (B_1) et(B_2) de l'expérimentation (février 2024-mai2024). 69

Figure IV.24: Évolution des valeurs de l'oxygène dissous (mg/l) au niveau des deux bassins (B_1) et(B_2) de l'expérimentation (février 2024-mai2024). 70
FigureIV.25 : Évolution des valeurs de p H au niveau des deux bassins (B_1) et(B_2) 71
Figure IV.26 : Évolution des valeurs de conductivité électrique de l'eau au niveau des deux bassin (B_1) et(B_2) de l'expérimentation (février 2024-mai2024). 71
Figure IV.27: Évolution de la quantité d'aliment distribué au niveau des deux Bassins(B1) et (B2) de l'expérimentation (février2024 -mai 2024) . 73
Figure IV.28 : Évolution des valeurs de poids totale(g) au niveau des deux bassins (B_1) et(B_2) de l'expérimentation (février 2024-mai2024). 73
Figure IV.29: Évolution de la taille moyenne (cm) au niveau des deux bassin (B_1) et(B_2) de l'expérimentation (février 2024-mai2024). **Erreur ! Signet non défini.**
Figure IV.30 : la survie (25 individu) au niveau des deuxBassins (B_1), (B_2) de l'expérimentation (février2024 -mai 2024). 74
Figure IV.31: la mortalité (25 individu) au niveau des deuxBassins (B_1), (B_2) de l'expérimentation (février2024 -mai 2024). **Erreur ! Signet non défini.**
Figure IV.32: Les valeurs de poids moyen initial (g)au niveau des deux bassinsB_1 et B_2 de l'expérimentation (février 2024-mai2024). 78
Figure IV.33: Les valeurs de poids moyen final(g) au niveau des deux bassinsB_1 et B_2 de L'expérimentation (février 2024-mai2024). 79
Figure IV.34: Les valeurs de gain de poids (g) au niveau des deux bassinsB_1 et B_2 de l'expérimentation (février 2024-mai2024). 79
Figure IV.35 : Les valeurs de Gain moyen quotidien au niveau des deux bassins (B1) et (B2) de l'expérimentation (février 2023-mai2023) 80
Figure IV.36 : Les valeurs d'indice de conversion alimentaire au niveau des deux bassinsde l'expérimentation (février 2024-mai2024). 80
Figure IV.37 : Les valeurs de taux de croissance spécifique au niveau des deux bassins B1etB2de l'expérimentation (février 2024-mai2024). 81
Figure IV.38: Les valeurs de taux de survie au niveau des deux bassinsB1et B2 de l'expérimentation (février 2024-mai2024). 82

Figure IV.39 : Les valeurs de taux de mortalité au niveau des deux bassinsB1et B2 de l'expérimentation (février 2024-mai2024). 82
Figure IV.40 : Les valeurs de indice de condition (k) au niveau des deux bassinsB1et B2 de l'expérimentation e (février 2024-mai2024). 83

Liste d'abréviations

‰ : Pour mille.

B_1 : Bassin numéro 1

B_2 :Bassin numéro 2

CE : Conductivité électrique.

FAO : Organisation Mondiale pour l'Alimentation et Agriculture.

g : Grammes.

g/j : Gramme par jour.

Gp : Gain de poids.

ICA : Indice de Conversion Alimentaire.

IPC : Indice de Performance de Croissance

Kg : Kilogrammes.

km_2 : Kilomètre carré.

K :indice de condition

L : Litre.

M.P.R.H. : Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques.

m3 : Mètre cube.

mg : Milligrammes.

mg/Kg : Milligramme par Kilogramme.

mg/l : Concentration milligrammes/litre.

ml : Millilitre.

mm : Millimètres.

Nf : Nombre final de poissons.

O.sp : *Oreochromis sp.*

pH : Potentiel Hydrogène.

Pmf : poids moyen final.

Pmi : poids moyen initial.

Ppm : partie par million.

QA : quantité d'aliment.

Q2 : Le quotient pluviométrique.

TCS : Taux de croissance spécifique.

T°C : Température en degré Celsius.

INTRODUCTION

Introduction générale

La pêche et l'aquaculture jouent un rôle primordial pour la sécurité alimentaire et nutritionnelle, ainsi que pour la garantie des moyens de subsistance de millions de personnes. Le terme aquaculture recouvre toutes les formes d'élevage d'animaux et de plantes aquatiques en eau douce, saumâtre ou salée. Elle représente une part croissante de la production mondiale de denrées alimentaires d'origine aquatique. L'objectif de l'aquaculture est le même que celui de l'agriculture, c'est-à-dire le contrôle de la production alimentaire dans le but d'obtenir un meilleur approvisionnement pour la consommation **(FAO, 2015).**

En aquaculture, l'alimentation représente plus de 50% à 80% du coût total de la production. L'apport d'aliment constitue ainsi un maillon essentiel de l'activité aquacole. Une bonne alimentation permet d'optimiser la croissance des poissons et de minimiser les rejets qui sont des sources de pollution du milieu d'élevage. D'après **Arrignon (1993),** la pisciculture intensive rencontre des problèmes quant aux choix de l'aliment le plus favorable permettant des taux de croissances élevées, d'assurer un bon état sanitaire et une qualité organoleptique acceptable, d'avoir un coût le plus bas possible et le moins d'impacts négatifs possible sur l'environnement.

Parmi les espèces de Tilapias introduites en Algérie, on trouve le Tilapia rouge (*Oreochromis sp*). 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).**

Le tilapia est une espèce très appréciée pour sa valeur nutritionnelle et ces potentialités aquacoles. Ses caractéristiques biologiques (croissance rapide, grande résistance au manque d'oxygène, supporte bien les manipulations) rendent ce poisson apte à toutes les formes d'élevage, avec tous les intermédiaires il est donc possible d'intégrer sa pisciculture à différents schémas de développement **(Lazard, 1984).**

De nombreuses recherches ont été menées sur l'élevage du Tilapia rouge et son alimentation. À l'échelle internationale, on peut citer, à titre d'exemple, les travaux de **Tran-Ngoc et al,(2016),Aanyu et al,(2018),**

En Algérie, des études ont été menées dans le cadre de la composition alimentaire des poissons d'élevage **Alliouche,(2010);Dergal,(2015), Soumaa et mansour,(2021),ACHAB et al,(2022).** Cependant, aucune formule n'est basée sur le résultat souhaité.

Introduction générale

Notre étude retenue au sein de notre université s'inscrit dans la continuité d'autres travaux précédents. Parmi ces recherches précédentes, on peut citer, par exemple, les travaux de **Acheb et Dairi (2022), Zekour (2021)**, **HATCHANE et RAIS ; 2023 .**

Le but de notre travail, qui vise à fournir des aliments locaux, en fonction des exigences disponibles pour soutenir l'activité.

L'objectif principale de la recherche d'une meilleure intégration des sous-produits locaux dans les aliments, et améliore formule de l'aliment à d'origine animale pour améliorer la production du tilapia rouge *Oreochromis sp.*

Nous poursuivons les objectifs suivant :

- Évaluer les taux de croissance et de survie d'*O.sp* en testant l'efficacité de l'aliment local et l'aliment préparer.
- Évaluer la valeur nutritionnelle et la digestibilité de ces aliments pour le tilapia rouge.
- D'incorporer dans l'alimentation des poissons, d'autres sources protéiques
- D'un point de vue économique, la substitution de certains ingrédients afin d'amoindrir le prix des aliments.

Après cette introduction, nous avons structuré ce travail en 4 chapitres :

- **Chapitre I :** nous présentons des données bibliographiques sur l'aquaculture, la pisciculture et le Tilapia, sa répartition géographique, sa morphologie et anatomie, sa reproduction, et ses besoins nutritionnels.
- **Chapitre II :** présente la ferme aquacole (zone d'étude), en fournissant des informations détaillées sur cet environnement spécifique.
- **Chapitre III :** Décrit brièvement le matériel et la méthodologie suivie lors de la réalisation de ce travail.
- **Chapitre IV:** Résultats et discussion traite de l'évaluation les indices zootechniques, l'efficacité de chaque aliment sur la croissance de Tilapia rouge.

Enfin, une conclusion générale récapitule l'ensemble de nos résultats.

Chapitre I :
Synthèse bibliographique

Généralités sur l'aquaculture

1.1 Définition de l'aquaculture

Le terme aquaculture ou aquiculture, en usage au début de XXème siècle et préconisé par l'Académie française) est défini comme l'Art de multiplier et d'élever les animaux aquatiques.

- **Amanieu (1974) :** Le terme aquaculture désigne toutes les activités humaines relatives aux problèmes d'élevage d'animaux et, plus rarement, de culture de végétaux aquatiques.
- **Barnabé (1989) :** Ce terme recouvre toutes les activités ayant pour objet la production, la transformation (conditionnement) et la commercialisation d'espèces aquatiques, qu'il s'agit de plante ou d'animaux d'eau douce, saumâtre ou salée sous des conditions contrôlées ou semi-contrôlées par l'homme.
- **F.A.O (1995) :** "Food and Agriculture Organisation" L'aquaculture est l'élevage des organismes aquatiques y compris : poissons, crustacés, mollusques et plantes aquatiques, avec deux conditions :

↳ Une intervention humaine dans le processus d'augmentation de la production mise en charge régulière, alimentation, protection...etc.

Une propriété individuelle ou juridique du stocke en élevage. Du point de vue des statistiques, les organismes aquatiques récoltés par un individu ou une personne juridique les ayant eux en propriété au long de leur période d'élevage sont donc les produits de l'aquaculture. Par contre, les organismes aquatiques exploités publiquement en tant que ressource commune avec ou sans licence approprié sont à considérer comme des produits de la pêche.

Selon **(Belayachi et Belhadj, 2014)**« L'aquaculture est une activité de production de poissons, mollusques, crustacés et algues, en systèmes intensifs ou extensifs. Par aquaculture, on entend aussi les différents systèmes de culture de plantes et d'élevage d'animaux dans des eaux continentales, côtières et maritimes, qui permettent d'utiliser et de produire des espèces animales et végétales diverses et variées.»

L'aquiculture, quant à elle, est l'élevage et la culture des animaux et des plantes vivant en eaux douces.

L'aquaculture au sens large reprend l'aquaculture au sens strict telle que définie plus haut, plus l'aquiculture. C'est au sens large que ce terme est le plus employé.(Lacroix, 2004)**.**

L'aquaculture s'intéresse à plusieurs catégories de productions dont les principales :

- La conchyliculture concerne l'élevage des mollusques.
- La pisciculture qui est l'élevage des poissons.
- L'astaciculteur définissant l'élevage de l'écrevisse genre astacia.
- L'algoculture définissant la culture des algues.
- L'échiniculteur concerne l'élevage des oursins.
- La carcinoculture concerne l'élevage des crustacés,**(Benidiri, 2017).**

L'Aquaculture est une activité de production de poissons, mollusques, crustacés et algues, en systèmes intensifs ou extensifs. Par aquaculture, on entend différents systèmes de culture de plantes et d'élevage d'animaux dans des eaux continentales, côtières et maritimes, qui permettent d'utiliser et de produire des espèces animales et végétales diverses et variées(Benidiri, 2017)

L'aquaculture a été Récemment définie par(Jansen et al., 2023) par rapport à la production animale, comme le moyen efficace de la production de protéines avec des coûts environnementaux relativement faibles.

1.2 Définition de la pisciculture :

La pisciculture est une branche de l'aquaculture qui désigne l'élevage des poissons en eaux douces, saumâtres ou salées. 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 prédateur ainsi pour les contrôler (alimentation, traitement, capture…).La pisciculture a été inventée en Chine, le premier traité de pisciculture y fut écrit par Fan Li en 473. Il existe deux familles principales de pisciculture.**(Benidiri, 2017).**

Il existe deux catégories essentielles :

- La production en étang, avec un bassin en terre, dans lequel les poissons se nourrissent totalement ou partiellement de la production biologique du milieu.
- La production intensive en bassin artificiel ou cages, où les poissons sont exclusivement nourris de l'aliment apporté par le pisciculteur**(Belayachi et Belhadj, 2014).**

1.3 Avantages et inconvénients de la pisciculture

Comme toute activité anthropique, l'aquaculture a des bienfaits et des méfaits, que nous résumons sur le tableau.

Tableau I.1: Avantages et inconvénients de la pisciculture**(Frankic et Hershner, 2003).**

Avantages	Inconvénients
Augmenter l'approvisionnement alimentaire des ménages et améliorer la nutrition.	Hypoxie/anoxie des sédiments résultant de l'enrichissement organique.
Accroître l'économie des ménages par diversification des sources de revenus et de nourriture.	Enrichissement en carbone/nutriments de la colonne d'eau et du benthos.
Augmenter l'emploi et réduire les prix des denrées alimentaires.	Niveaux réduits d'oxygène dissous dans une colonne d'eau (suite à l'eutrophisation).
Améliorer la gestion des ressources en eau	Apports chimiques, pharmaceutiques et toxiques dans les sédiments et la colonne d'eau.
Préserver la biodiversité aquatique par le repeuplement et la récupération des espèces protégées.	Les bio-invasions, les agents pathogènes et les maladies (souvent dues au surpeuplement) et les introductions de stocks de cultures génétiquement modifiés.
Réduire la pression sur les ressources halieutiques.	Pressions sur l'écosystème des mangroves.
Améliorer/renforcer les habitats.	Changements dans les interactions trophiques.
Stimule la recherche et le développement technologique.	Augmentation des conflits d'usages multiples par et sur l'aquaculture.

1.4 Historique de la pisciculture

1.4.1En Algérie :

Le secteur de l'aquaculture est très ancien en Algérie, d'ailleurs, les premiers essaies ont été faites dans l'embouchure de la Macta (golfe d'Arzew) en 1880, par la suite des tentatives d'Ostréiculture (élevage des huitres) ont été menées à Mars El Kebir, sur l'Oued Sebaou (Seridi, 2011).mais dans cette époque et jusqu'à la fin des années 90 la plupart des opérations sont des essaie ou des études universitaires ou des différents centres de recherche.

C'est après l'année 2000 qu'on remarque une augmentation de production et une diversification des produits de l'aquaculture**.(Seridi, 2011).**

1.5 Les potentialités existantes :

L'Algérie possédé des grandes potentialités pour développer l'aquaculture, un créneau qui nécessite une grande maitrise pour pouvoir augmenter la production de poisson du pays**.** Les possibilités de développement de la filière d'activité aquacole sont considérables sur les sites potentiels.

Tableau I.2 : Les sites potentiels existants en algérien**(Karali et Echikh, 2004).**

Pôle	Zones	Espèces à développer	Wilayas
A	Sites littoraux, lacs et oued, barrages, zones humides, retenues collinaires, chott, étang	Algues, loup, daurade, moule, huitre, anguille	Guelma, souk-Ahras. Oum El Bouagui
B	Lacs naturels, oued, barrages, retenues collinaires, chott, étangs.	Carpe argentée, mulet.	Msila, Bordj Bou Arreridj, Sétif, Batna, Mila, Bouira

C	Sites littoraux, eaux des rejets thermoélectriques, retenues collinaires	Loup, dorade, moule	Ain Defla, Médéa, Djelfa,
D	Sites littoraux, lacs naturels, oued, barrages, retenues collinaires.	Carpe argentée, carpe royale, mulet, sandre,	Relizane, Mascara, Tiaret
E	Sites littoraux, lacs naturels, oued, barrages, retenues collinaires.	Moule, carpe argentée,	Sidi Bel Abbas, Saida
F	Sebkha, chott, ressources en eau des zones semi-arides, canaux d'irrigation,	Tilapia, silureglane	Bechar, ElBayad, Adrar, Tindouf, Tamenraset
G	Sebkha, chott, ressources en eau des zones semi-arides, canaux d'irrigation,	Artemia, algues	Biskra, ElOued, Ouargla

1.5.1 Le potentiel hydrique

L'Algérie dispose des potentialités naturelles significatives sur tout le territoire national (littorale et régions intérieures), des sites naturels et artificiels propices à l'implantation de fermes aquacoles et des ressources hydriques considérables (100.000 ha) dont la quasi-totalité reste inexploitée (eau souterraine et eau géothermale), Plus particulièrement dans le sud du Pays.

Tableau I.3 : Les potentiels hydriques existants en Algérie**(Karali et Echikh, 2004).**

Potentiel hydrique	Localisation	Superficie (ha)	Type d'exploitation
Sites littoraux	Bande côtière	500	Intensif, conchyliculture
Embouchures d'oued		8.000	Elevage en eau saumâtre
Barrage-retenues Collinaires	32-32% à l'Est 41-44 % à l'Ouest 26-18 % au Nord 1-5 % au Sud	50.000	Aquaculture en cages Flottantes Production intensive en bassins
Marrais	Fetzara et Tonga à L'Est Lac macta à l'Ouest	15.000	Zone de pêche d'alevins d'espèces euryhalines
Les Sebkhas	Bethiouamerouan	3.000	Approvisionnement en Artémia
Zones semi-arides	Chott E-Chergui, Oued righ	20.000	Pisciculture
Lacs	El Mellah, Oubeira, Tonga	865 2.200 2.000	Pisciculture, Conchyiculture
Eaux de forage			Exploitation aquacole

1.5.2Le potentiel biologique

L'Algérie dispose d'un potentiel biologique tant considérable que diversifié. Cependant, elle demeure l'un des rares pays en méditerranée à disposer de ressources halieutiques à très haute valeur marchande très prisées par les consommateurs étrangers. On citera :

- ⇨ Les poissons nobles tels que : mérou, dorade, thon rouge, espadon …
- ⇨ Les crustacés tels que : les crevettes royales, langoustines, langoustes.
- ⇨ Les céphalopodes tels que : poulpes, seiches, calmars.
- ⇨ Les algues (600 espèces), le zooplancton.

Plus d'une vingtaine d'animaux aquatiques peuvent développer en aquaculture.

Tableau I. 4 : Principales espèces aquatiques peuvent développer en aquaculture en Algérie(Karali & Echikh, 2004).

Espèce	Nature de milieu	Régime alimentaire	Origine
Carpe commune *Hypophthalmichthysmolitrix*	Eau douce	Omnivore	Chine
Carpe royale	Eau douce	Omnivore	Chin
Carpe herbivore	Eau douce	Herbivore	Chine
Barbeau (*Barbus Barbus)*	Eau douce	Omnivore	Autochtone
Anguille *(Anguilla Anguilla)*	Eau saumâtre	Carnivore	Autochtone
Mulet *(SemotilisCorpolaris)*	Eau saumâtre	Herbivore	Autochtone
Tilapia *(Oreochromusniloticusà*	Eau douce	Microphage	Nil (Egypte)
Loup *(Anarhichas lupus)*	Eau de mer	Carnivore	Autochtone
Truite *(salmotrutta)*	Eau douce	Carnivore	Autochtone
Sandre *(Sandre Lucioperca)*	Eau douce	Carnivore	Hongrie
Dorade *(SparusAurata)*	Eau de mer	Carnivore	Autochtone
Gardon *(RutilusRutilus)*	Eau douce	Carnivore	Autochtone
Poisson chat *(AmeiurusMelas)*	Eau douce	Carnassier	Europe
Huître *(OstreaAngasi)*	Eau de mer	Eau de mer	Autochtone

1.5.3Le potentielle humaines

En 2017, la population maritime active dans le secteur de la pêche s'élève à 103800 emplois (directs et indirects), affichant ainsi une création de 8800 nouveaux emplois, soit une évolution de 9,3% par rapport à 2016. La ventilation de la population maritime selon les emplois directs et indirects fait ressortir une dominance des inscrits maritimes, soit 52%. Ils sont estimés à 53921, répartis-en 45877 marins pêcheurs, 5449 patrons côtiers et 2595mécaniciens avec une augmentation de 8,2% par rapport à 2016, due essentiellement à l'injection de nouvelles unités de pêche **(ONS,2018).**

En 2013, plus de 43 exploitants la pêche continentale au niveau des barrages et des retenues collinaires (environ 28 plans d'eau). La pêche lagunaire de l'anguille est attribuée par adjudication au plus offrant à un (01) concessionnaire par plan d'eau.

Deux entreprises conchylicoles qui sont actuellement en production emploient 24 personnes. Les entrepreneurs privés qui ont reçu un soutien financier dans le cadre du programme d'appui à la relance économique et dont les projets devraient être opérationnels permettront la création de 303 emplois répartis comme suit: **(ONS, 2018).**

- Ferme d'élevage de tilapia du Nil dans le Sud du pays : 139 emplois
- Ferme d'élevage de bar européen et de dorade royale dans le Nord-Ouest du pays: 85emplois
- Ferme d'élevage de bar européen et de dorade royale dans le Nord Est du pays: 60emplois
- Unité d'élevage de moules et d'huîtres dans le Nord : 19 emplois

Toutes ces fermes seront gérées par leurs propriétaires **(ONS, 2018).**

1.6 Objectifs De La Pisciculture :

Le but fondamental, au sens commun, des activités aquacoles est de produire de la matière vivante à partir de l'élément aquatique, c'est à dire la production pour la consommation humaine d'aliments riches en protéines. Elle consiste en fait à manipuler les milieux aquatiques, naturels ou artificiels, pour réaliser la production d'espèces utiles à l'homme **(FAO,2008).**

D'après **(Barnabé 1991)**; elle aurait pour objectifs :

- La production de poisson pour la pêche pour la reconstitution des stocks naturels.
- L'identification des sites naturels et aménageables pour l'exploitation aquacole.
- L'introduction de nouvelles techniques d'élevage.
- Le contrôle de la reproduction pour l'amélioration du rendement.

1.7 Les différents systèmes de la pisciculture

Selon le degré d'intensification

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 (Fermon, 2010), On distingue quatre types de pisciculture :

- La pisciculture intensive
- La pisciculture extensive.
- La pisciculture semi-intensive.
- La pisciculture super intensive

1.7.1La pisciculture intensive

Elevage se pratique dans des espaces entièrement ou partiellement clos (bassins en terre, béton ou en plastique, nasses ou cages géantes flottantes, etc.), en eau douce ou en pleine mer suivant les espèces. L'aliment est presque entièrement apporté par l'éleveur. L'eau est constamment renouvelée par le courant (cages) (photo1).

Une prise d'eau sur un cours d'eau (bassins) ou un recyclage (cas de l'élevage en circuit fermé), ce renouvellement vise à maintenir une eau riche en oxygène et pauvre en ammoniaque. L'oxygène devient un facteur limitant, des aérateurs mécaniques ou des systèmes d'injection d'oxygène gazeux pur à base d'oxygène liquide sont souvent utilisés **(Benidiri, 2017).**

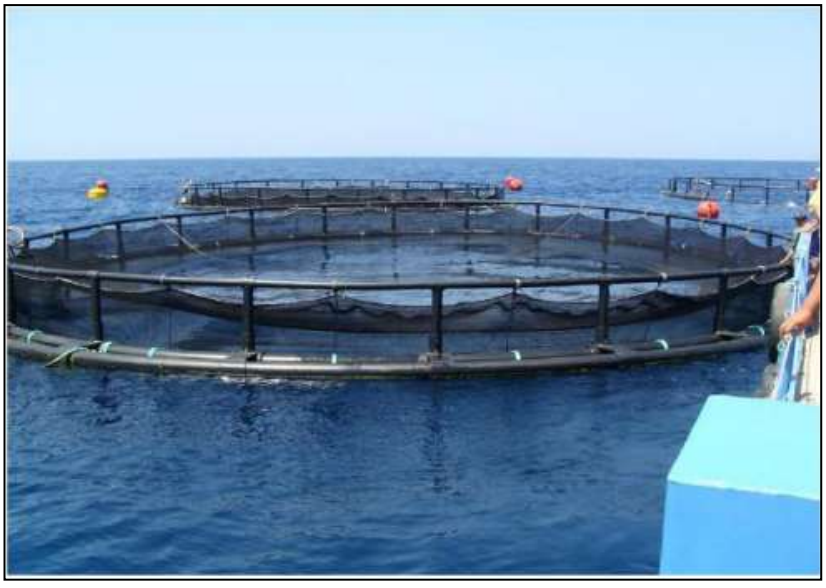


Figure I.1:Cages piscicoles de pleine mer.



Figure I. 2 : Bassin de pisciculture intégré à l'agriculture.

1.7.2La pisciculture extensive

La production en étang, avec un bassin en terre avec un faible degré de contrôle (comme de l'environnement, de la nutrition, des prédateurs, des compétiteurs, des agents pathogènes), faibles coûts initiaux, technologie simple et faible efficacité de forte dépendance du climat local et de la qualité de l'eau, de l'utilisation de plans d'eau naturels (tels que les lagunes ou les baies) et d'organismes naturels souvent non-spécifiés, comme nourriture d'élevage **(Benidiri, 2017).**



Figure I. 3 : Etangs piscicoles en Chine.

1.7.3La pisciculture semi intensive

Les systèmes de production piscicole semi-intensifs reposant sur l'utilisation d'une fertilisation ou sur l'emploi d'une alimentation complémentaire (tableau1), sachant qu'une part importante de l'alimentation du poisson est fournie in situ par l'aliment naturel. Les élevages associés (volaille-poisson, bovin-poisson) appartiennent typiquement à ce type de pisciculture **(Fermon, 2010).**

1.7.4La pisciculture super intensive

Dans ce système d'élevage les poissons exigent un contrôle très minutieux :

- ⇨ de l'alimentation : qui doit être équilibrée et satisfaisante en quantité et en qualité selon l'espèce et le stade physiologique des poissons.
- ⇨ des différents paramètres de l'eau (PH, température, oxygénation…), avec un renouvellement fréquent Un exemple de ce type d'élevage en Belgique, ils ont élevé des Tilapias ou Carpes du Nil (Oreochromisniloticus) en bacs inoxydables à la densité de 300 poissons par m3 avec un renouvellement d'eau de 400% par heure. Ils ont utilisé de l'eau chaude provenant du système de refroidissement d'une centrale nucléaire. La production est de 30 kg/ m3 / mois (les poissons atteignent de 250 à 500 g / pièce).Pour l'alimentation des poissons, ils ont utilisé des distributeurs qui se terminent par des tiges qui sont dans l'eau. Chaque fois que le poisson pousse la tige avec sa bouche, un peu de nourriture tombe dans l'eau à cet endroit. Les poissons apprennent très vite à se nourrir à la demande.**(Lacroix, 2004).**

Tableau I.5: : Différents niveaux d'intensification des system d'élevage piscicole**(Fermon, 2010).**

Niveau						
d'intensification	Extensif		Semi - intensif		Intensif	Super intensif
Densité de poisson A la mise en charge	< 0.1 / m^2	0.1 à 1 / m^2	1 à 5 / m^2		5 à 10 / m^2	10 à 100 / m^2
Structure d'élevage	Etang petit barrage mare		Etang		Etang cage	Etang, bassin Hors sol Race ways enclos
Rendement (t/ ha / an)	0-0.3	0.3-1	1à 5	5 à 15	15 à 50	50et plus jusqu' à 200kg .m3

Empoissonne ment	Le plus souvent polyculture	Polyculture	En général, Monoculture	Monoculture
Intrants	Peu ou pas d'intrants	Fertilisants, Macrophytes, aliment simple sons tourteaux)	Aliment Composé	Aliment équilibré avec farines de poissons, Extrudé, antibiotique.
Taux journalier de renouvellement de l'eau (%)	Apport naturel	Compensation des pertes Aération	Recirculation de l'eau	Aération/oxygénation
Modèles	Semi-aquaculture	Aquaculture de production		Aquaculture de Transformation

Deux espèces sont aujourd'hui vulgarisées en pisciculture. Il s'agit d'*Oreochromis niloticus* (Tilapia du Nil) et du *Clarias gariepinus* (poisson-chat africain, silure noir) qui sont toutes des espèces d'eau douce.

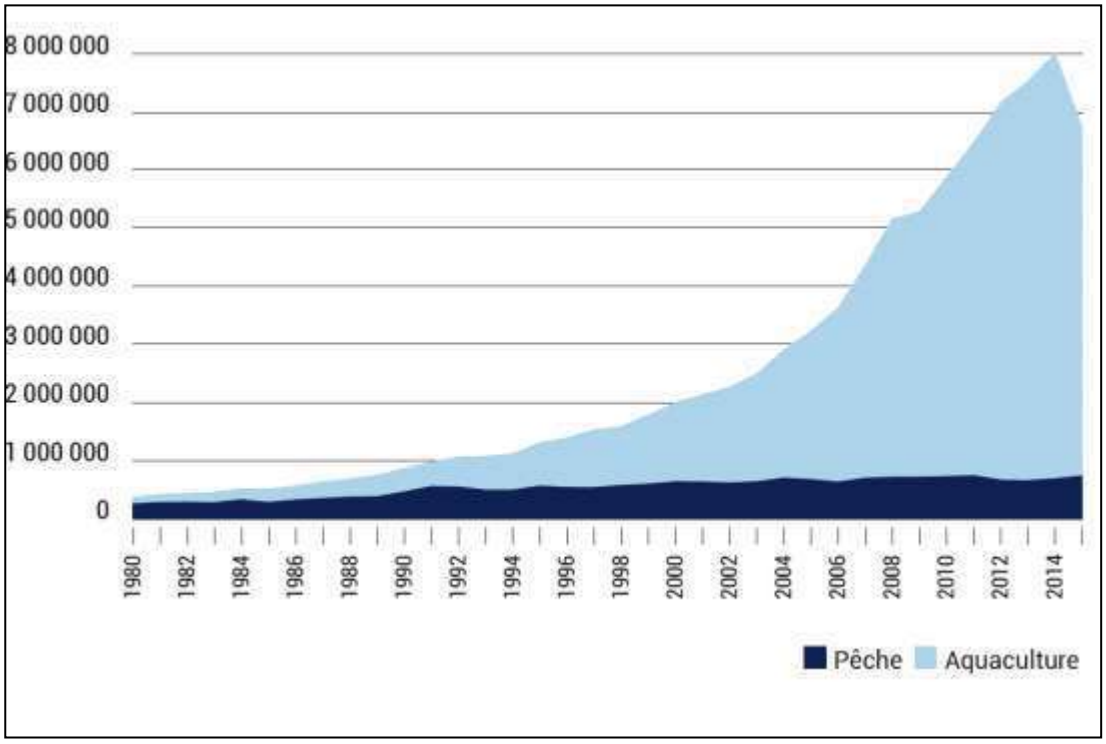


Figure I.4 : Production mondiale de Tilapia de pêche et d'élevage (en tonne) (FAO, 2008).

1.8 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 **(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).**

En aquaculture intensive, le poste alimentation représente une part importante du coût de production des poissons. L'intérêt économique de ce type d'élevages est donc très dépendant de la disponibilité et du coût des aliments **(Tacon, 1998)**. 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 **(Kim Jauncey et Ross, 1982).**

1.9 Evolution de la production de l'aliment pisciculture

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'élevages sont apparus en Norvège dans les années 70s, ils étaient alors nourris avec des poissons entiers **(Talbot et 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).**

Les aliments aquacoles sont conçus pour une espèce spécifique en se basant sur les connaissances accumulées sur ses besoins nutritionnels. Ces données sont basées sur l'analyse du régime alimentaire de cette espèce en pleine nature et sur l'analyse de La structure chimique de cette espèce. Depuis les 50 dernières années, les connaissances en nutrition des poissons ont connu une évolution significative, ce qui a permis, grâce aux avancées technologiques, d'améliorer considérablement les aliments aquacoles **(Burel, 2017).**

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 **(F. Médale et Guillaume, 1999).**

Les premiers aliments aquacoles étaient élaborés avec des farines et des huiles de poisson. Ces farines contiennent en effet une teneur élevée en protéines (l'une des sources d'énergies 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 **(Françoise Médale et 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).** Une telle substitution a eu pour conséquence une augmentation des dépôts lipidiques dans la chair des poissons **(Watanabe, 1982).** Elle s'est également accompagnée d'une augmentation de l'utilisation d'autres composants comme les coproduits d'abattoir (farine de plume, de viande, d'os, de sang) de l'industrie laitière (bactéries, lactosérum) et de brasserie (drèche de brasserie, malt) **(Françoise Médale et 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**) (Rober, 2014).**

Toutefois en 2013, l'utilisation de farines animales a été de nouveau autorisée pour l'alimentation des poissons d'élevages sous la forme de Protéines Animales Transformées **(KALT, 2011).**

1.10 La recherche sur la nutrition du poisson

La recherche en nutrition consiste à examiner les matériaux indispensables pour la survie, la formation et la réparation des tissus corporels, ainsi que la production d'énergie à cet effet. L'étude de la nutrition des poissons comprend aujourd'hui des études.

Analyses de la consommation d'aliments et des mécanismes physiologiques qui y régulent, des besoins et des interactions en nutriments, des voies métaboliques et de l'utilisation des nutriments, de la croissance, de la reproduction et du développement précoce **(Houlihan, Boujard, et Jobling, 2008).**

L'investigation des influences nutritionnelles sur la capacité des poissons à résister aux facteurs de stress environnementaux et à déclencher une réponse immunitaire en présence de pathogènes fait également partie de la recherche sur la nutrition des poissons. À ce titre, la recherche moderne sur la nutrition des poissons couvre un large éventail de domaines interdépendants et nécessite souvent

l'intégration des connaissances acquises grâce aux progrès de la chimie, de la biochimie, de la physiologie, de la microbiologie, de l'immunologie et de la biologie moléculaire **(Kortner et al., 2014).**

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

Les études nutritionnelles sont jugées hautement prioritaires par les praticiens et les chercheurs **(Jones et al., 2015).** Bien que des informations soient disponibles, des connaissances accrues sont nécessaires sur les effets physiologiques de la substitution des sources de protéines végétales par les poissons dans les aliments **(Tacchi et al., 2012).**

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

1.11 Ingrédients utilisés en alimentation pour Poissons

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

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

Des informations importantes sur le potentiel et les limites de l'utilisation d'ingrédients à base de plantes et d'autres ingrédients nouveaux dans les aliments pour poissons sont demandées. Tant les praticiens de l'aquaculture que les chercheurs considèrent que les études visant à améliorer la base de connaissances devraient recevoir une priorité élevée **(Jones et al., 2015).** Il y a des avantages à

inclure des ingrédients provenant de plantes dans les aliments pour poissons, mais il y a aussi des problèmes associés à leur utilisation **(Gatlin et al., 2007).**

Plusieurs plantes contiennent des protéines qui manquent de certains acides aminés, comme la lysine et la méthionine, nécessaires aux poissons. Cela implique que des suppléments d'acides aminés seront souvent nécessaires pour les aliments préparés avec des sources de protéines. D'origine végétale. La proposition est devenue viable grâce aux avancées technologiques de micro-liaison et de micro-encapsulation, et la supplémentation en acides aminés qui compense les carences en protéines végétales est maintenant un moyen rentable de produire des aliments pour les poissons d'élevage**(Aragão et al., 2014).**

Outre les protéines dont l'équilibre en acides aminés peut être défavorable et les huiles qui manquent de certains acides gras essentiels sur le plan nutritionnel, la majorité des plantes contiennent un ou plusieurs ANF. Les ANF sont des composés qui ont la capacité de influencer la saveur des aliments, perturber la digestion et l'assimilation des nutriments, diminuer l'ingrédient alimentaire ou entraîner des effets métaboliques néfastes **(Francis, Makkar, et Becker, 2001).** Certains des effets négatifs des ANF peuvent être réduits ou éliminés par différentes formes de traitements appliqués aux ingrédients d'origine végétale **(Council et al., 2011).**

Indépendamment de leur type et de leur source, les ingrédients susceptibles d'être inclus dans les aliments pour poissons doivent être soigneusement évalués avant d'être généralisés**(Houlihan, Boujard, et Jobling, 2008).**

Généralité sur le Tilapia

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

Le nom « tilapia » provient de le mot Bushman signifie « poisson » **(Trewavas, 1983)**. Tilapia est un terme générique utilisé pour désigner un groupe de poissons comestibles d'importance commerciale appartenant à la famille des Cichlidés, qui habitent les eaux fraîches et saumâtres de l'Afrique, le Moyen-Orient, l'Inde côtière **(Chapman, 2000)**. 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 des écosystèmes variés de même que sa chair savoureuse fait de lui un excellent candidat pour l'aquaculture. Leur consommation moyenne mondiale passerait de 14 25 kg par habitant d'ici 2030 **(FAO, 2008)**. Trois espèces de tilapia sont couramment introduites : *O. mossambicus*, *O. niloticus* et

O. aureus. L'*O. niloticus* d'eau douce (tilapia du Nil) est utilisé dans 75 % du volume d'élevage **(Young et Muir, 2002)**.

Le tableau ci-dessous montre les principales espèces du tilapia :

TableauI.6: Principales espèces du tilapia**(Hugueny et Lévéque, 1994).**

Espèce	Nom scientifique
Tilapia du Nil	*Oréochrome niloticus*
Tilapia Mozambicain	*Oréochrome mosambicus*
Bleu Tilapia	*Oréochrome aereus*
Tilapia à trois taches	*Oréochrome andersonii*
Tilapia à poitrine rouge	*Tilapia rendalli*
Tilapia à tête vert / Tilapia à nageoires longues	*Oréochrome macrochir*
Karonga Tilapia/ Tilapia Shiranus à ventre	*Oréochrome Karongae et Oréochrome shiranus*
Tilapia rouge	*Tilapia Zilli*

Les avantages de choix *d'Oreochromis sp* est une espèce prisée pour sa valeur la nutrition et le potentiel aquacole de ceux-ci. Ces caractéristiques biologiques (croissance Rapide, haute résistance à l'hypoxie, supportant de bonnes manipulations) rendent ce poisson adapté à toutes les formes d'élevage, ainsi sa pisciculture peut être intégrée dans différents programmes de développement par tous les intermédiaires.

1.13 Définition de l'espèce tilapia rouge (*Oreochromis sp*)

Le Tilapia rouge (*Oreochromis sp*) est originaire d'Afrique, mais il a été introduit dans beaucoup de régions tropicales, subtropicales et tempérées du monde pendant la deuxième moitié du XXe siècle **(Pillay, 1990).** C'est une espèce hybride de l'eau douce ils sont des mutants génétiques choisis parmi les espèces de Tilapia du genre *Oreochromis*. Le premier hybride de Tilapia rouge a été produit à Taïwan à la fin des années 1960. Il s'agissait d'un croisement entre (*Oreochromis mossambicus*), une femelle orange rougeâtre mutante et (*Oreochromis niloticus*) mâle, appelé Tilapia rouge taïwanais **(Galman et Avtalion, 1983).**

1.14 Systématique

Oreochromis sp, appelée communément le Tilapia rouge, présente la Position systématique suivante:

Règne : Animalia.

Embranchement : Chordata.

Sous embranchement : Vertebrata

Super –classe : Osteichthyes

Classe : Actinopterygii.

Sous-classe : Neopterygii.

Super-ordre : Acanthopterygii

Ordre : Perciformes.

Sous-ordre : Labroidei

Famille : Cichlidae.

Genre : Oreochromis.

Espèce : *OreochromisSp*

1.15 La morphologie

- Le Tilapia hybride ou rouge a un corps comprimé latéralement, tendant vers l'ovale et allongée, une tête portant une narine de chaque côté, une bouche petite, pourvue de lèvre; le Tilapia est pourvu de 3 à 4 séries de dents sur chaque mâchoire et six chez les individus dépassant les 20 cm (longueur standard), avec une teinte soit de couleur grise, albinos, rose, rouge-orange **(Trewavas, 1983),** et des fois ayant des taches grises sur la poitrine.
- Les tilapias ont des formes assez conventionnelles, latéralement comprimées, profondes. Le corps est recouvert d'écailles cycloïdes relativement grandes, qu'il est difficile de déloger. Les nageoires dorsale et anale ont des épines dures et des rayons mous. Les nageoires pectorales et pelviennes sont grandes et plus antérieures dans une configuration avancée **(El-Sayed, 2006).**

1.16 Répartition géographique

1.17 Dans le monde

Les Tilapias sont originaires d'Afrique, d'Israël et de Jordanie et ont été distribués dans le monde entier. La majorité des Tilapias d'élevage sont produits dans des pays à climat tropical ou subtropical. Les Tilapias sont cultivés dans des pays aux climats tempérés mais doivent être gardés dans l'eau chaude pour survivre aux mois d'hiver froids à l'extérieur. Les principaux pays producteurs de Tilapia se trouvent en Asie, avec la Chine continentale, les Philippines et Taïwan les leaders mondiaux **(Lovshin, 1997),** l'élevage du Tilapia augmente dans les Amériques avec la croissance des marchés intérieurs et le marché d'exportation vers les États-Unis.

Oreochromis sp a une répartition originale strictement africaine couvrant les bassins du Nil, du Tchad, du Niger, de la volta et du Graben **(Paugy, Lévêque, et Teugels, 2003).**



FigureI.5 : Principaux pays producteurs du Tilapia**(FAO, 2005).**

1.18 Dans Algérie

Algérie se distingue parmi les pays méditerranéens par sa très faible production en produits de la pêche, bien que le ratio alimentaire soit 5,4 KG/ha/an en 2010, cela reste bien en dessous de la moyenne mondiale qui a été estimé en 2012 à 19,2 KG/ha/an **(FAO, 2005).**

Dans ce perspectif; l'office national de développement et de production aquacole (O.N.D.P.A) et les responsable de instance égyptienne des ressources halieutique sont parvenue à un accord sur l'introduction du Tilapia en Algérie. Suite au succès de la première expérience concernant le lancement en 2001 de la production du Tilapia en Algérie, une cargaison, estimé 1,5 t d'alevins de Tilapia a était livrée.

Ces alevins sont repartis sur le sept pole aquacole en Algérie (Nord-est, Hauts plateaux de l'est, centre, hauts-plateaux de centre, Nord-ouest, sud-est, sud-ouest).

L'O.N.D.P.A souhaité l'importation de ce poisson et sa vente en Algérie, il espère ainsi la création par des promoteurs privés, de quelque 30 fermes aquacoles pour l'élevage du Tilapia, d'autant que l'état a adopté un programme national pour l'encouragement de l'aquaculture.

Cette approche est corroborée par les recommandations de la FAO qui demande aux pays membre une production de plus de 50% de poisson à partir d'élevage pour remédier à la raréfaction des ressources halieutiques **(Dergal, 2015).**

1.19 Exigences écologiques

1.19.1 Oxygène dissous

Le taux d'oxygène nécessaire pour *L'Oreochromis Sp* est de 3 mg/l et l'optimal est de 4 à 5mg/l **(Malcom, Beveridje, et McAndrew, 2000).** De même, elle tolère de faibles niveaux d'oxygène dissous et ne rencontre pas de difficultés métaboliques particulières si le taux d'oxygène dans l'eau n'est pas inférieur à 3mg/l **(Ouattara et al., 2003).**

1.19.2 Température

Dans l'habitat naturel, cette espèce supporte des températures de 14 à 33°C, mais dans les conditions de laboratoire, *Oreochromis sp,* tolère des températures estimées de 15°C à 40°C **(Balarin et Hatton, 1979).**

L'optimale pour l'activité biologique (alimentation, croissance et reproduction) est entre 26 et 36 °C. Cette espèce ne se nourrit pas en dessous de 15 °C **(Malcom, Beveridje, et McAndrew, 2000).**

1.19.3 Potentiel d'hydrogène (pH)

De même, la tolérance aux variations de pH est très grande puisque l'espèce se rencontre dans des eaux présentant des valeurs de pH de 5 à 11. Ainsi que Le pH idéal étant situé entre 6,5 et 8,5 **(Malcom,. Beveridje, et McAndrew, 2000).**

1.19.4 Salinité

Elle est entre 0.015 et 30 ‰ . Au-delà de plus de 20 ‰ . L'espèce subit un stress important qui la rend sensible à une série de maladies. La reproduction serait inhibée en eau saumâtre à partir de 15 à 18 ‰ **(Malcom, Beveridje, et McAndrew, 2000).**

1.19.5 Composés azotées

La concentration des déchets azotés excrétés par les branchies et l'urine est en fonction de la température, la taille de l'individu, les concentrations de l'ammoniaque dans le milieu et la qualité de l'aliment, elle doit être maintenue inférieure au seuil critique, pour *l'Oreochromis sp,* elle ne doit pas

dépasser 5 mg/L pour les nitrites, 500 mg/L pour les nitrates, 15 mg/L pour l'ammoniaque total et 200 mg/L pour les matières en suspension **(Malcom, Beveridje, et McAndrew, 2000).**

TableauI.7: Limites de tolérance de certains paramètres physicochimique chez Oreochromis sp**(J. Arrignon, Arrignon-Labadie, et Joannis, 1969).**

Paramètres	Limites de tolérance	Remarques
O_2 (mg/l)	0.1	Survie quelques heurs
	2-4	Survie des alevins
	> 5	Bonne croissance
T (◦C)	6,7 –42	Valeurs extrêmes lors d'acclimatation progressive
	21 –30	Reproduction et croissance
pH	5 -11	Limite de tolérance
	7 –8	Valeurs recommandées
S (‰)	< 29	_
	12,5	Déterminé expérimentalement

1.20 Les besoins nutritionnels tu tilapia

1.20.1 Énergie

Chez les poissons, ce sont les protéines et les lipides alimentaires qui leur permettent de couvrir leurs besoins énergétiques en raison de capacités limitées à utiliser efficacement l'énergie des glucides alimentaires **(F. Médale et Guillaume, 1999**)**.** L'énergie est nécessaire pour maintenir le métabolisme de base et une croissance adéquate (rapport protéines digestibles/ énergie) actuellement recommandés pour la croissance **(F. Médale et Guillaume, 1999).**

Proteines Digestibles (mg/gMs)	Energie Digestible (KJ/gMs)	PrD/ED (mg/kJ)
300	**12 ,1**	**25**

1.20.2 Les vitamines

Les vitamines sont un groupe extrêmement mixte de composés organique essentielle dans la vie animale. Ils sont généralement « essentiels » en même sens que les EAA ou les EFA, soit qu'elles ne peuvent pas de tout être synthétisées par une espèce particulier **(Kim Jauncey, 1998).**

Tableau I.8 : Besoins vitaminiques d'Orechromis sp en mg/kg d'aliment.

Vitamines	Besoins (mg/kg d'aliment)	Signes de déficience	référence
Cyanocobalamine (vitamine B 12)	Non nécessaire		(Lovell et Limsuwan, 1982)
Acide ascorbique (vitamine C)	1250	Scoliose, lordose, croissance réduite, Diminution de l'efficacité de réparation des blessures, hémorragie, exophtalmie, anémie.	(Soliman et al., 1994)
Vitamine E	50-100	Anorexie, croissance réduite, faible efficacité d'ingestion, hémorragie de la peau et des nageoires, dégénération musculaire, mortalités élevés.	(Nanba & Satoh, 1987)

1.20.3 Protéines

Les protéines sont constituées d'unités de base, les donnes relatives à l'alimentation du tilapia sont rares et concernent essentiellement l'apport azoté les besoins quantitatifs en protéines apparaissent proches de 35% de la ration et sont homogènes avec ceux connus pour les autres espèces. Les besoins en protéines des stades juvéniles des tilapias sont 35-36% quelque soient l'espèce et son comportement alimentaires **(Lazard, 1990).**

Tableau I. 9: : Besoins quantitatifs en AA indispensable de Tilapia**(F. Médale et Guillaume, 1999).**

Acides aminés essentiels	Quantité
Arginine	4 ,1
Histidine	1,7
Isoleucine	3 ,1
Leucine	3.4
Lysine	4 ,6

Méthionine +cystine	3,2
Thréonine	3,8
Tryptophane	1,0

selon**(Lazard, 1990).** Les besoins en protéines varient selon la taille du poisson et le stade physiologique :

Éclosion-0,5g : 50% de protéines

0,5 g – 10g : 40% de protéines

10g _30g : 30-35% de protéines

TableauI.10 : Besoins en protéines en eau douce**(FAO, 2022).**

Stade de développement	**poids (g)**	**Besoin(%)**
Larves (premier alimentation)		45-50
alevins	0,02-1 ,0	40
figerlings	1 ,0-10,0	35-40
juvéniles	1 0,0-25,0	30-35
adultes	25-200	30-32
	>200	28-30
Stock de géniteur		40-45

1.20.4 Minéraux

Les poissons ont besoins de minéraux qui sont des constituants de certains tissus ou de certaines molécules, équilibre ionique, régulation des fonctions endocrines **(F. Médale et Guillaume, 1999).**

Les minéraux sont des nutriments inorganiques requis en quantités variables, selon leurs rôles physiologique et métabolique **(Campbell, 1985).**

Tableau I.11 :besoins nutritionnels en macro minéraux (%de la matière sèche et en Oligo-éléments (ppm)

Macro-minéraux/oligo-éléments	Besoins
P	0,9
Ca	0,65*
Mg	0,06
Zn	10
Mn	12
Cu	3,5

1.20.5 Glucides (les hydrates carbones)

Les besoins en glucides exacte des espèces de tilapia ne sont pas connus. Les glucides sont inclus dans les aliments de tilapia pour fournir une source d'énergie bon marché et pour améliorer les propriétés de liaison à la granulette. Tilapia peut utiliser efficacement jusqu'à 35 à 40% de glucides digestibles. L'utilisation des glucides de tilapia est affectée par un certain nombre de facteurs, notamment la source des glucides, d'autres ingrédients alimentaires **(FAO, 2022).**

Tableau I.12: Besoins théoriques en glucides et en fibres chez O.niloticus**(Barnabé, 1991)**.

Glucides digestibles	25%
Fibres	8 % pour les alevins de 10g 8 à 10 % pour les poissons de 10g à la taille marchande

1.20.6 Les lipides

L'apport de lipides dans l'alimentation des poissons, est d'abord indispensable satisfaire les besoins en acide gras essentiels, (les capacités de bioconversion sont réduites ou très réduites). Teneur optimale d'incorporation de matière grasse de tilapia <10%. D'après **(Hanle, 2000)**, les besoins nutritifs en lipides des Tilapias se situent entre 6% et12% de la ration alimentaire. Les lipides constituent avec les protéines une source d'énergie particulièrement bien adaptée à la physiologie et au métabolisme des poissons ; ils sont de plus en plus employés pour fabriquer des aliments très efficaces **(F. Médale et Guillaume, 1999).**

Tableau I.13 : Lipides bruts, acides gras essentiels et énergie**(FAO, 2022).**

Lipides bruts, % min		10-15
Acides gras essentiels, % min		
	18 :2n-6	0 ,5-1,0d
	20 :4n-6	d1% 20
	18 :3n-3	
	20 :5n-3	1,0d
	22 :6n-3	
Glucides % max		40
Fibre brutes, %max		8-10
Rapport protéines –énergie (mg /kca)		110_f
:4n-6 ou 0,5-1% 18:2n-6,		120g

L'utilisation des glucides présents dans le régime alimentaire semble baisser avec la diminution de la taille des poissons. f protéines en mg par rapport à l'énergie brute en kcal ; g protéines en mg par rapport à l'énergie digestible en kcal. Les lipides constituent la première source d'énergie. Le contenu énergétique d'un gramme de lipide (9.1 kcal d'énergie brute) et deux fois plus élevé que celui d'un gramme de Protéine (5.5 kcal) ou un gramme d'hydrate de carbone (4.1 kcal) **(K. Jauncey et Ross, 1982),** mais il semblerait toutefois que les Tilapias n'utilisent pas des taux élevés en lipides.

TableauI.14 : Résumé des besoins alimentaires en protéines, lipides et glucides chez les Tilapia**(K. Jauncey et Ross, 1982).**

Nutriment Poids	**> 0.5**	**0.5-10 g**	**10-35 g**	**35 g-taille Marchande**	**Géniteurs**
Protéines brutes	50 %	35-40 %	30-35 %	25-30 %	30 %
Lipides bruts	10 %	10 %	6-10 %	6 %	8 %
Glucides	25 %	25 %	25 %	25 %	25 %

1.21 Croissance

En général, *Oreochromis Sp,* pousse de manière similaire à *Oreochromis niloticus,* est connu pour son taux de croissance rapide, a un indice de croissance plus élevé que les autres espèces du genre **(Frimpong et al., 2014).** En élevage, lorsque les conditions du milieu sont favorables la croissance de cette espèce est liée la qualité et la quantité d'aliment aux facteurs sociaux et la nature

du sexe. Ses besoins alimentaires ont fait l'objet de nombreux travaux. Le meilleur aliment des poissons de ce groupe est celui qui contient 50% de protéines en début d'élevage (après résorption de la vésicule vitelline), 40% à 10 g et 30% à partir de 30 g **(K. Jauncey et Ross, 1982).**

La croissance d'un organisme recouvre l'ensemble des phénomènes définissables par des critères qualitatifs (organogenèse, croissance différentielle, synthèse biochimique différentielle etc.) ou quantitatifs (multiplication du nombre et ou de la taille des Aquaculture en cages flottantes sur le fleuve Niger et biologie augmentation de la taille et de la masse des organes). Ces critères peuvent évoluer simultanément ou successivement et aboutissent en général l'accroissement de la masse totale de l'organisme **(Baroiller et Jalabert, 1989).** La croissance varie selon l'espèce, les conditions externes (milieu), internes (hormones ou autres facteurs de croissance) et le sexe.

1.22 Reproduction

La reproduction n'est possible qu'au-dessus de 20°C. Les femelles pondent des œufs dans leur nid et incubent les œufs dans leur bouche. Ils peuvent pondre des œufs tous les 30 jours. Les mâles marquent leur territoire et défendent leurs nids. Des lots d'œufs sont pondus dans le nid. Ils sont fécondés à l'extérieur, puis collectés par les femelles, qui les incubent pendant 5 à 7 jours dans leur bouche. Les juvéniles y restent jusqu'à ce que le sac vitellin soit absorbé. Selon sa taille, les femelles peuvent incuber jusqu'à 200 œufs. Les œufs sont gros et elliptiques (en forme de poire) et les alevins mesurent environ 4 mm de long à la naissance **(Trewavas, 1983).**

1.23 Anatomie des Tilapia

L'anatomie *d'Oreochromis sp* est adaptée au comportement alimentaire. D'une manière générale, la taille du tube digestive *d'Oreochromis sp* est adaptée à la prise alimentaire de petits repas et avec une grande fréquence **(FAO,2008).**

Selon **(Arrignon, 1993)** , l'anatomie de la plupart des tilapias est la suivante :

1.23.1 Squelette

Charpente du corps, le squelette du Tilapia est osseux. Le squelette de la tête comprend les os du crane qui protègent les centres nerveux et les os de la face, essentiellement les mâchoires qui soutiennent les branchies. Les os du tronc comprennent la colonne vertébrale et des petit os, supports des nageoires, elles-mêmes constituées de rayon osseux ou cartilagineux **(Fig. 05).** Les os du tronc comprennent la colonne vertébrale et des petits os, supports des nageoires, elles-mêmes constituées de rayons osseux ou cartilagineux **(Romand et al., 1992).**



FigureI. 6 : Squelette du Tilapia(Grant Museum of Zoology, University College London).

1.23.2 Muscle

On distingue une masse musculaire composée de deux « filets » dorsaux, épais et de deux flancs moins épais, en étroite relation avec les arêtes. Ces masses musculaires assurent la propulsion du poisson. D'autres muscles, plus petites, font fonctionner les mâchoires, le pharynx, les opercules, les nageoires.

1.23.3 Appareil digestif :

De l'avant vers l'arrière, l'appareil digestif, qui permet au Tilapia de se nourrir, comprend :

1.23.4 La bouche :

est plus ou moins proéminent suivant que les Tilapia sont ou non des suceurs.

1.23.5 Les dents:

les dents sont fonctionnelles : fines dents pharyngiennes en forme de crochets chez les poissons planctophages tels que le Tilapia nilotica, fortes dents râpeuses chez les tilapias herbivores.

1.23.6 Le pharynx:

Le pharynx est une sorte de carrefour où s'ouvrent les branchies.

1.23.7 L'œsophage et l'estomac:

L'œsophage est un conduit vers l'estomac dont les parois sont plus ou moins épaisses suivant l'alimentation des espèces. La digestion est favorisée par l'émission par la paroi de sucs gastriques chimiques, ce qui explique le mauvais gout de certains Tilapia herbivores quand on ne les vide pas avant cuisson.

1.23.8 L'intestin:

Est le plus long chez les Tilapia herbivores que chez les autres, est le passage sang des éléments nutritifs résultant de la digestion.

1.23.9 Le foie:

Est une grosse glande brune placée en arrière du cœur.

1.23.10 L'anus:

Débouche en avant de l'orifice génito-urinaire et de premier rayon de la nageoire anale.

1.24 Appareil respiratoire :

C'est par les branchies que respire le poisson. Chacune est composée d'une armature osseuse: au niveau de l'arc branchial qui supporte les lamelles au niveau de squelettes se fait le transfert de l'oxygène de l'eau vers l'organisme du poisson.

Le Tilapia est équipé d'une paire de quatre branchies situées de part et d'autre de corps. Elles sont protégées par une sorte de couvercle: l'opercule ou encore l'ouïe. Chacun peut observer que le Tilapia avale et déglutit sans cesse ; le courant d'eau, passant par la bouche, irrigue les branchies qui fixent l'oxygène **(Romand et al., 1992).**

1.25 Appareil circulatoire :

L'appareil circulatoire, qui irrigue de sang le corps du Tilapia, est un circuit fermé comprenant les artères, puis des vaisseaux très fins, les capillaires, ensuite les veines et une pompe qui anime le tout: le cœur, situé en arrière des branchies.

1.26 Appareil excréteur

L'appareil excréteur est essentiellement constitué par les reins, sortes de glandes brunes, très allongées et ramifiées, tapissant la partie dorsale de la cavité viscérale avec laquelle ils sont en relation. Les urines sont drainées vers l'orifice par deux canaux: les uretères **(Fig. 06)**.

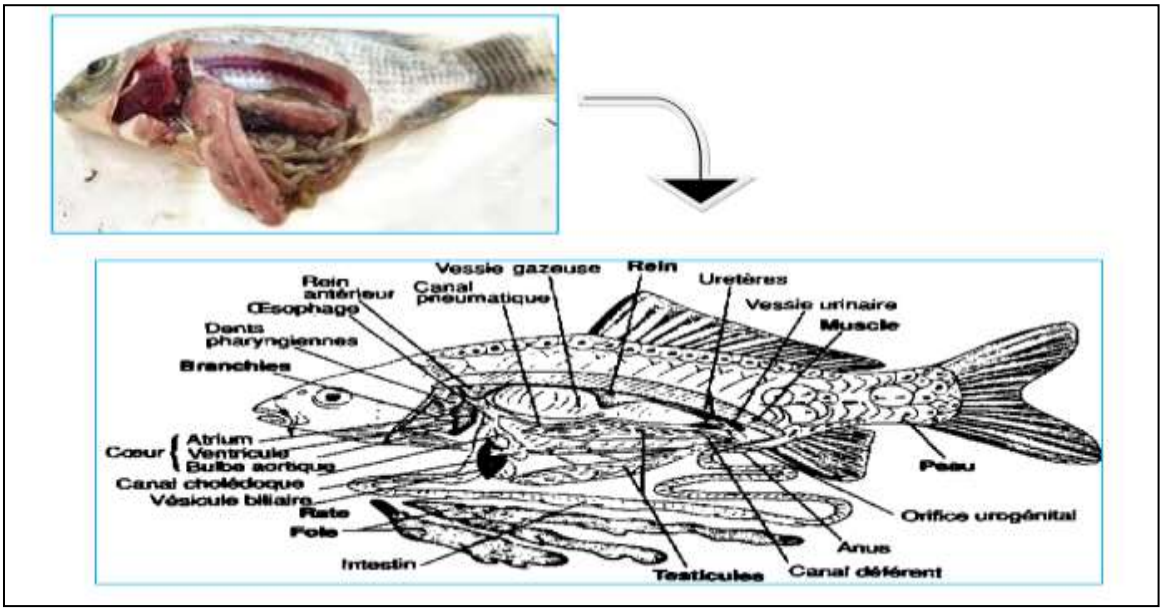


Figure I.7: anatomie et morphologie du tilapia(Arringnon, 1998).

1.27 Les modes d'élevage

Les systèmes et les technologies utilisées en aquaculture ont connu une évolution rapide au cours des cinquante dernières années.

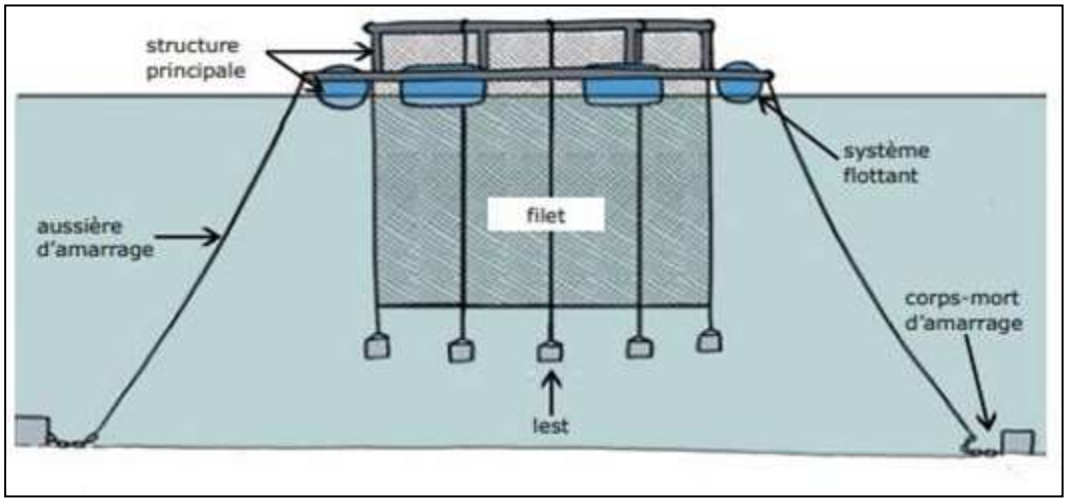
Il en existe toute une gamme, allant de systèmes très rudimentaires - comme les étangs exploités par les familles pour leur propre consommation dans les pays tropicaux - jusqu'aux systèmes à haute technologie (comme les systèmes intensifs clos, dont la production est axée sur l'exportation) **(FAO, 2020).**

Une grande partie des techniques utilisées en aquaculture sont relativement simples et s'appuient sur de petites modifications qui améliorent la croissance et le taux de survie des espèces ciblées, par exemple en améliorant les apports en aliments, les niveaux de semences, les concentrations d'oxygène et la protection des stocks de prédateurs. Les systèmes simples que sont les petits étangs d'eau douce, utilisés pour l'élevage de poissons herbivores et filtreurs, fournissent près de la moitié de la production aquacole mondiale **(FAO, 2020).**

Les technologies de production piscicole les plus courantes sont l'élevage en cages flottantes en zones côtières, et l'élevage terrestre (en bassins) en circuit ouvert ou fermé.

1.27.1 L'élevage en cages flottantes

La cage d'élevage qualifie une unité d'élevage dont le fond et les côtés sont fermés par un écran ajouré en bois ou en filet ou en tube. Dans le cadre de l'aquaculture, la cage d'élevage permet un échange naturel d'eau latéralement et, dans la plupart des cas, par le dessous de la cage **(Lavenant et Paquotte, 1995)(Anonyme).**



FigureI. 8: Les principaux composants d'une cage d'élevage **Piccolotti, (2014).**

Les principaux intrants sont : Les alevins se sont les petits poissons stockés dans les cages pour démarrer l'élevage.

Ils peuvent être produits dans une écloserie, l'endroit où se pratique la production artificielle des juvéniles de poissons. Ils peuvent aussi être capturés dans leur environnement naturel à l'aide de différents instruments de pêche (filet, nasses, pièges à poisson, etc.) **(Piccolotti, 2014).**

1.27.2 L'élevage en bassin à terre

Les poissons grandissent dans des bassins d'élevage (remplis d'eau douce ou d'eau de mer selon l'espèce).

- En eau douce : anguille (grossissement), truite, esturgeon, tilapia, pangasius, saumon juvénile…
- En eau de mer : bar, daurade royale, turbot…

Les bassins d'élevage sont généralement soit Raceways, soit des bacs circulaires ou sub-carrés.

Les bassins circulaires ou sub-carrés répondront mieux au principe de circuit fermé que des bassins au long pour des raisons de fonctionnement hydraulique : (rotation de la masse d'eau et élimination par le centre du bassin des déchets solides) **(Lavenant et Paquotte, 1995).**

Les dimensions des bassins doivent respecter des proportions (hauteur/diamètre) permettant une bonne hydraulique des bassins **(Lavenant et Paquotte, 1995).**



FigureI. 9 : L'élevage à terre en bassins.

Certains élevages sont équipés d'un système à écoulement dans lequel l'eau n'est utilisée qu'une seule fois (circuit ouvert) alors que d'autres disposent d'un système qui recycle l'eau ; l'eau est filtrée, purifiée et réoxygénée en continu (circuit fermé ou système recirculé, selon la quantité d'eau neuve ajoutée dans le système) **(Lavenant et Paquotte, 1995).**

1.28 Les problèmes sanitaires

1.28.1 Influence du type d'élevage

Le tilapia est un animale rustique peu sensible aux variations de certains facteurs de l'environnement et assez résistant aux maladies pisciaires habituelles **(Jacques Arrignon, 1993).** Ses facultés ont toutefois des limites auxquelles il convient de porter attention. Cette attention doit concerner toute rupture d'équilibre survenant entre :

- Le poisson.
- Un agent pathogène (virus, bactérie, champignon…).
- L'environnement dans lequel vit le poisson: l'eau.

Il convient de veiller particulièrement à la qualité de l'environnement aquatique: PH, oxygène, température, turbidité…, variable suivant le type d'élevage et d'autant plus Fragile que l'élevage est intensif **(Jacques Arrignon, 1993).**

L'intensification des méthodes de production favorise en effet l'action de certains Éléments du milieu sur la santé du cheptel. Par rapport aux conditions naturelles des Élevages extensifs, l'intensification implique une forte concentration des animaux et Certain confinement. Un volume d'eau limité devra donc assurer des apports en oxygène Et en aliments très supérieurs aux normes habituelles. De plus, la consommation des aliments engendrera des déchets dont le principal est l'ammoniaque, nocif **(Jacques Arrignon, 1993).**

La densité des poissons est également un facteur favorable à la prolifération des Parasites et des microbes naturellement présents dans l'eau. Les premiers se multiplieront En fonction du nombre de leurs hôtes et les seconds trouveront en outre un milieu Favorable à leur multiplication en raison de la présence de déchets et de reliefs de Nourriture **(Jacques Arrignon, 1993).**

La densité des poissons est enfin un risque pour les animaux eux-mêmes qui, Confinés, deviennent agressifs et se mettent de ce fait en état de stress et de moindre Résistance **(Jacques Arrignon, 1993).**

Toutes les conditions sont ainsi réunies pour que le cheptel de poisson entre dans Une situation de grand risque pathologique si l'on n'y prend pas garde **(Jacques Arrignon, 1993).**

Chapitre II :
Présentation de la zone d'étude

Présentation de la zone d'étude

1.29 La situation géographique

Médéa, Capitale du Tetteri, est une wilaya située au cœur de l'Atlas Tellien, caractérisée par une altitude élevée 981mau niveau de la mer (et un relief mouvementé enserrant quelques plaines assez fertiles pour s'estomper ensuite aux confins des hautes plaines steppiques, en une série de collines ondulées. Une telle position stratégique a fait de Médéa une zone de transit principale et un trait d'union entre le Tel et le Sahara, d'une part, et entre les Hauts Plateaux de l'Est et ceux de l'Ouest, d'autre part. La wilaya de Médéa est située à 88 km à l'Ouest de la capitale, Alger. Elle s'étend sur une superficie de 8.775,65 Km². La population totale de la wilaya est estimée à 861 204 habitants soit une densité de 99 habitants par Km² **(D.E-Médéa, 2024).**

1.30 Les limites géographiques

La wilaya est située Au Nord de l'Algérie. Elle est limitée par les wilayas suivantes:

- La Wilaya de Blida au Nord.
- La wilaya de Djelfa au Sud.
- Les wilayas d'Ain Defla ; Tissemsilt et Tiaret à l'Ouest
- Les Wilaya de M'sila et Bouira à l'Est.

1.31 La géomorphologie

Enserrée entre les longitudes 2°10′ et 3°20′ Est et les latitudes 35°26′ et 36°30′ Nord, la wilaya de Médéa se situe au centre géographique de l'Algérie du Nord et occupe la partie centrale du Tell qui s'étend de des monts de Bouira à l'Est à ceux de l'Ouarsenis à l'Ouest et allant des versants sud de l'Atlas Blidéen au Nord jusqu'aux premiers contacts des monts du Titteri avec les Hautes-plaines au Sud. Un relief contrasté, constitué de montagnes de l'Atlas tellien, du plateau de Médéa et de la plaine des Béni Slimane **(D.E-Médéa, 2022).**

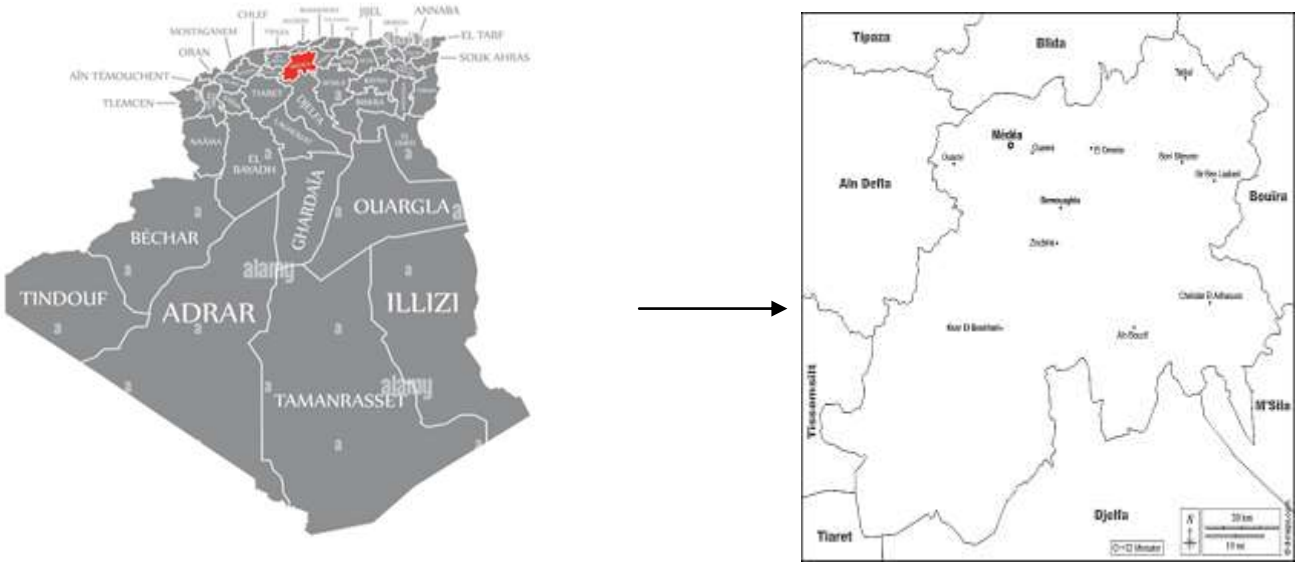


Figure II.1 : cartes de situation geografique de la wilaya de médéa.

1.32 Synthèse climatique de la région

Les facteurs de disposition du climat

- L'altitude qui atteint 1240 m au-dessus du niveau de la mer (sommet de Benchicao).
- La position sur les monts de l'Atlas tellien.
- L'exposition aux vents et aux vagues de courants venant de l'Ouest **(D.E-Médéa, 2022).**

La wilaya de Médéa est caractérisée par un climat méditerranéen semi-continental, froid et humide en hiver, tempéré au printemps, chaud et sec en été, avec une moyenne de pluviométrie élevée. La pluviométrie est caractérisée par son intensité et son irrégularité avec une moyenne annuelle des précipitations de 800mm, particulièrement en mois Décembre, Janvier et Février. La neige quant à elle, recouvre régulièrement les hauteurs de Benchicao, situées à une altitude de 1240 m, Taguenssa commune d'Ouled Hellal et Ain Diss à la commune d'Ain Boucif **(Boulesnam et Boufatah, 2015).** La neige, le gel sont des agents climatiques qui caractérisent le climat de la région. Ils ont parfois des effets néfastes sur l'agriculture, la mécanique des sols et les infrastructures. La moyenne des températures entre les mois les plus froids et les mois les plus chauds varient entre 6,45°C et 24,6°C. *(D.E Médéa, 2022).*

La commune de benchicao

La commune de benchicao se situe au sud-est du chef-lieu du la wilaya de MEDEA à une distance de 22 Km. Elle est caractérisée par un relief accidenté et des pentes plus ou moins importantes, avec une altitude qui varient entre 1000m et 1200m (zone montagneuse de l'atlas tellien). A une Superficie 59 km^2 avec une Population : estimation 11936 habitants, fin 2021.



Figure II.2 : représente la commune de Benchicao

1.33 Les limites géographiques

- Au Nord par la commune d'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 Mahjoub et Tizi Mahdi **(D.E- Médéa, 2022).**

1.34 Caractéristiques climatiques générales

La région de Benchicao est caractérisée par un relief accidenté et des pentes plus ou moins importantes, avec une altitude qui varient entre 1000 m et 1200m (zone montagneuse de l'atlas tellien).

Le climat de la région de Benchicao est caractérisé par :

a. Un automne assez doux et pluvieux.

b. Un hiver très froid, pluvieux, neigeux avec des gelées noires.

c. Un printemps assez pluvieux avec quelques gelées tardives (gelées blanches).

d. Un été sec et chaud. **(ONM-Médéa, 2020) .**

DESCRIPTION DE LA FERME AQUACOLE

Réalisée à la ferme aquacole située à Benchicao (Wilaya de Médéa), notre étude porte sur l'analyse de la conception et de la fonctionnalité du projet.

Dans le cadre du développement de l'activité d'élevage, il existe un projet axé sur la pisciculture intensive dans des étangs spécialement aménagés. La capacité de production de 300 tonnes par an est dédiée à la consommation de Tilapia, Clarias et poissons d'ornement.

La pratique de l'aquaculture présente une opportunité de générer des emplois à long terme, entraînant des résultats économiques et sociaux positifs au niveau régional.

Un exemple est la ferme « TITERI AQUACOLE », qui a formé 22 personnes de la région intéressées à devenir agents de pisciculture. Cette formation s'est déroulée au centre de formation professionnelle de Berrouaghia, en collaboration avec les DPRH de Médéa et Ain Defla.



L

Figure II.3: la ferme TITERI AQUACOLE **(originale 2024).**

OBJECTIF DU PROJET :

Ce projet prévoit la mise en place d'une ferme aquacole d'une capacité de production de 300 tonnes (poissons)/an. Cette exploitation est installée dans un site composé de 4 hangars équipés par des bassins de plusieurs tailles.

Tableau II.1: Les installations existantes

Les installations existantes	Les espèces produites	Production annuelle	Surface total de de la concession	Site
4 hangars 1local technique 1 local pour L'aquariophile	Tilapia Clarias Sandre Carpe Poisson d'ornement	300 tonnes	6400m²	Ben chicao

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.

Les problèmes et les contrainte naturel

Située à une altitude élevée de 900 m au-dessus du niveau de la mer, notre station d'étude abrite une ferme où nous menons nos recherches. Cependant, l'élevage réussi d'espèces de poissons spécifiques nécessite certaines techniques d'élevage.

Afin de mettre en œuvre un système de chauffage de l'eau, la technologie proposée pour l'élevage de Tilapia, Clarias, Sandre et Carpe implique une installation en circuit fermé chauffé par des chaudières à gaz.



Figure II.4: Les Hangars **(Original 2024).**

Description de l'investissement

1.35 Infra structure primaire

Les structures d'élevage sont Dimensionnement des structures de production: Les dimensionnées sur la base des bassins existant par mètre cube, présentées dans le tableau suivant :

Hangarn°1 Locale «A» Elevage de Tilapia

Tableau 15: Les caractéristiques du Hangar d'élevage de tilapia (Fiche technique Sarl TITTERI AQUACOLE, 2014).

Référence local	**Type d'espèces**	**Nombre de bassin**	**Contenance**	**Phase d'élevage**	**Charge/m**
Hangar n°1-A-	TILAPIA	12	27M	Grossissement	30 kg

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

Reference locale	**Type d'espèces**	**Nombre de bassins**	**Contenance**	**Phase d'levage**	**Charge/m**
Hangar n°1 -B-	clarias	14	27m	grossissement	50kg

Unité de 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.

Caractéristiques des Bassin

Longueur : 3 m

Largeur: 3 m

Hauteur : 3



Figure II.5: Hangars N° 1 Locale << D >> Elevage de Sandre

1.35.1 Unité de 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.

1.35.2 Caractéristiques des Bassin

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



Figure II.6 : Hangars N° 2 Locale « B » Elevage de Clarias

Tableau II.3: caractéristique de hangar c levage de clarias.

Référence locale	**Type d'espèces**	**Nombre de bassin**	**Contenance**	**Phase d'élevage**	**Charge /m**
Hangar n°1 –c-	Carpe	10	27m	Grossissement	30kg

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.

Caractéristiques des Bassins

Longueur : 3 m

Largeur : 3 m

Hauteur : 3 m

Tableau 16: caractéristique de hangar D levage de clarias.

Référence locale	Type d'espèces	Nombre de bassin	Contenance	Phase d'élevage	Charge /
Hangar n°1 –D-	Sandre	38	36m	Grossissement	30kg

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.

Caractéristiques des Bassin

Longueur : 3 m

Largeur: 3 m

Hauteur : 3 m

1.36 Installations auxiliaires

Il est prévu un locale de 50 m² pour l'aquariophilie de diverses espèces dans des aquariums de dimension Caractéristiques des aquariums

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

1.36.1 Bureaux administratifs

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

1.36.2 Chambre froide

Pour conserver les poissons produits avant la commercialisation, il est prévu la réalisation d'une chambre froide, d'une capacité d'environ 300 m3.

1.36.3 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.

1.37 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).**

CHAPITRE III.
MATERIEL ET METHODES

En aquaculture, l'alimentation représente une part considérable du coût de production des poissons. L'intérêt économique de la pisciculture est donc très dépendant de la disponibilité et du coût des aliments. **Hoffman et al., (1997); Tacon,(1997)** Ainsi, la réduction des couts liés à l'alimentation, et par conséquent la maîtrise des charges de production des poissons d'élevage, est l'une des priorités en aquaculture**. Jauncey et Ross, (1982)**. Subséquemment, Il est impératif d'élaborer des aliments à partir des matières premières disponibles localement. Il existe certes des formules standards d'aliments performants pour le Tilapia, toutefois il n'est pas indiqué de les adapter pour l'élaboration de régime alimentaire. Ceci en raison des matières premières disponibles localement et plus particulièrement la farine de poisson, qui constitue généralement la principale source de protéines des aliments**. Azaza,(2004).**

Il est donc primordial de reformuler des aliments en tenant compte de la valeur nutritive des matières premières disponibles localement. C'est dans ce contexte que des régimes expérimentaux ont été élaborés et testés sur des alevins de Tilapia en phase de pré- grossissement.

Rappel des objectifs de l'étude

L'objectif de cette expérimentation consiste à comparer deux régimes alimentaires et à observer leurs effets sur la croissance de la Tilapia rouge (*Oreochromis sp*). En d'autres termes, nous cherchons à déterminer quel aliment est le plus efficace pour pré-grossir notre poisson, en termes de qualité d'aliment. Les objectifs fixés sont :

- La formulation et la fabrication d'aliments locaux répondants aux besoins du tilapia rouge.
- Examiner les paramètres de qualité de l'eau tout au long de l'expérimentation pour assurer des conditions optimales pour la croissance des poissons.
- Suivi zootechnique de l'efficacité des aliments formulés sur la croissance du tilapia
- Analyser la composition corporelle des Tilapias après avoir été nourris avec chaque régime alimentaire.
- Une comparaison entre l'aliment préparer et l'aliment local.
- Comparer les coûts des deux régimes alimentaires afin de déterminer lequel est le plus économique tout en maintenant une croissance optimale des Tilapias.

Site d'étude

L'expérimentation a été menée du 14/02/2024 au 14/05/2024, étude au niveau du de la ferme **« TITTRI AQUACOLE »** ferme aquacole située à Benchicao (Wilaya de Médéa)., sur une durée de 91 jours.

Provenance et caractéristiques de l'échantillon

Cinquante (50) alevins de tilapia rouge (*Oreochromis sp.)* Ont été utilisés dans cette étude. Ils ont été obtenus auprès de la ferme « TITTRI AQUACOLE ». Après collecte, les poissons ont été relâchés dans des aquariums de stockage pour s'acclimater pendant une semaine (S_0) avant le début de l'expérience.



Figure III.1: Tilapia rouge (Oreochromis Sp), **(originale,2024).**

Montage expérimental

L'étude a été réalisée dans deux aquariums (étiquetés B_1-B_2). Chaque aquarium contient deux diffuseurs relié à une pompe d'oxygène pour homogénéiser l'oxygène dissous et une résistance pour assurer la température favorable (≥ 25C°). Les bassins sont d'une capacité de 1000L chacun, dans lesquels 50 individus répartis à égalité sur les deux bassins.

Le poids total initial des poissons était de 61.39± 55.37 g, Le niveau d'eau a été maintenu presque plein tout au long de l'étude et remplacé chaque 10 jours. La croissance des poissons a été

évaluée avec des aliments expérimentaux préparés au laboratoire et nourris sur une période de 12 semaines.

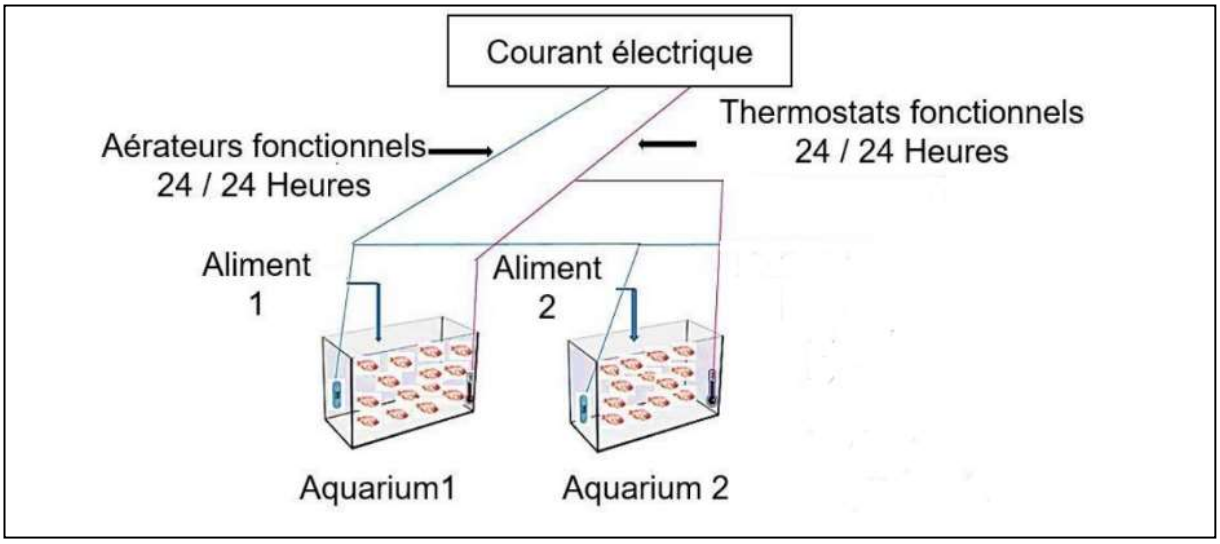


Figure III.2 : schéma du dispositif expérimental**,(originale,2024).**



Figure III.3 : Dispositif expérimental d'élevage : installation

Des bassins (B1, B2), (originale,2024).

1.38 Les routines associées á l'expérimentation

Nous décrivons et résumons notre expérience dans les points suivants :

- Période de l'expérience : 14 février - 14 mai 2024 (91 jours).

- Dimensions des deux aquariums utilisés : 100 cm / 100 cm/ 100 cm ; (densité préférable : 80-180 individus / m3 **(Coche, 1977).**
- Nettoyage journalier et élimination des déchets du fond de chaque aquarium
- Renouvellement quotidien de 50 % de l'eau de chaque aquarium, en utilisant l'eau potable de source
- Vérification quotidienne (chaque jour) des thermostats et nettoyage des pompes d'oxygène
- Vérification et mesure, in situ, régulièrement (chaque dix jours) des paramètres physico-chimiques de l'eau et les maintenir dans les limites tolérables pour le tilapia selon**. (El-Sayed, 2006); (Ross, 2000).**
- Distribution manuelle des aliments trois fois par jour : à 9H00, à 12H00 et à 16H
- Chaque semaine, des pesées ont été effectuée individuellement, et les rations alimentaires journalières ont été adaptées en fonction du poids total moyen du poisson contenu dans chaque aquarium**. (Nihoreye et al., 2019).**

1.39 Procédure expérimentale

Notre expérience consiste à proposer une nouvelle formule d'aliments, destinés au Tilapia d'élevage. Cette aliments sont préparés, à part totale, Résidus de poisson, de poulet et maïs, avec celle d'un aliment témoin. Cette comparaison a été complétée par des analyses zootechniques et des paramètres physico-chimiques.

1.40 Efficacité des aliments testés sur la croissance du Tilapia

L'expérience de nourrissage des alevins de Tilapia (*Oreochromis sp*) est réalisée pendant 91 jours pour évaluer l'impact des régimes expérimentaux sur leurs performances de croissance.

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

Tout au long de la période d'étude, les paramètres physico-chimiques des échantillons d'eau, y compris la température de l'eau, la conductivité , le pH, l'oxygène dissous et la salinité, ont été mesurés quotidiennement selon la méthode électro métrique **(Rodier et al., 2009).** à l'aide d'un multi paramètre de type «consort C5020», avant le nourrissage des poissons.



Figure III.4 : Mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau d'élevage**,(originale,2024).**

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



Figure III.5 : Mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau d'élevage,(**originale,2024).**

Le suivi de l'évolution des alvines a été effectué chaque dix jours de expérimentation. Tous les poissons de chaque aquarium devaient être pesés et mesurés individuellement à l'aide d'une balance

électronique de marque Kern avec une précision de 0,01 et une portée de 200g, ainsi qu'un ichtyo mètre gradué en centimètre. Cette vérification permet d'évaluer la progression de la biomasse.

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



Figure III.6 : Contrôle hebdomadaire de la croissance (A: mesure du poids total, B: mesure de la taille individuelle), **(originale, 2024).**

La fabrication d'aliment mise en essai

1.41 Préparation de l'aliment expérimental

Les ingrédients utilisés dans la préparation du régime alimentaire expérimentée sont :

- Farine de maïs (acheté du marché).
- Déchets de poissons (L'obtenir auprès de la pêcherie).
- Déchets de poulets (L'obtenir auprès de L'abattoir).
- Le sel (acheté du marché).

1.42 Formulation d'aliment testé

La formulation et la fabrication d'aliments piscicoles est une technique d'élaboration des aliments composés d'un certain nombre d'ingrédients, mélangés à différentes proportions, pour se compléter et constituer un aliment complet du point de vue nutritionnel **(FAO, 2012)**.

L'aliment préparé est à base de déchets organique de poisson, de poulet, principale source de protéine animale avec la farine de maïs comme source d'énergie. Ces trois matières premières

constituent les principales sources d'alimentation de ce poisson d'élevage convenable également à son régime omnivore **(Diogo, 2018).**

La formule utilisée pour la fabrication d'aliment expérimentée est comme suit :

- Pesée les ingrédients sur une balance selon la formule de l'aliment à préparer.
- Broyage des ingrédients en fines particules par la moulinette.
- Mélange des ingrédients dans un récipient.
- Par la moulinette on fait ressortir l'aliment préparé sous forme de granulats.
- Puis on laisse sécher le tout à l'air libre.

La composition de ce régime est dictée par le souci de subvenir aux besoins des animaux et des disponibilités du terrain.

Tableau III.1: Formule alimentaire mise en essai pour 1.5 kg d'aliment.

Composants	Dosage
Déchets de poissons (A)	**500 g**
Déchets de poulets (B)	**500 g**
Farine de maïs	**500 g**
Le sel	**Pincée**

1.43 Processus de fabrication des aliments

Certains ingrédients ont été subis à un nettoyage à l'eau, avant d'être séchés à l'air libre,



Figure III.6: Etapes de la préparation des aliments ; (A): Ingrédients de l'aliment, (B) : passage de la pâte par le hache-viande, (C) : Aliment prêt, **(originale, 2024).**

1.44 La technique d'alimentation

Du début de l'expérimentation jusqu'à la fin, la quantité d'aliment distribué par aquarium était de 12% du poids total des poissons. La distribution de l'aliment a été faite manuellement, répandu à la surface de chaque aquarium pour que les poissons puissent avoir tous leur ration sans qu'il n'y soit de cannibalisme entre eux. La ration alimentaire journalière est calculée après chaque mensuration des poissons (10 jours). L'alimentation a été distribuée à 09h00, à 12h00 et 16h00 tous les jours (trois fois par jour).

Analyse statistique.

La comparaison statistique des différents paramètres a été faite par l'analyse de la corrélation, appliquée sur le programme Excel-Stat.

Estimation des paramètres zootechniques

Les paramètres zootechniques suivis pour évaluer l'effet de l'aliment sur les performances biologiques des poissons sont : le taux de mortalité, le taux de survie, la croissance et les indices alimentaires.

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

Poids moyen initial (Pmi)

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

Poids moyen final (Pmf)

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

Gain de poids.

Gp(g)= $(PF - Pi)$.

Gain moyen de poids qotidienne (GMQ).

Ce coefficient permet d'évaluer l'efficacité des aliments utilisés sur la croissance des poissons. Il se traduit par la formule suivante :

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

Indice de conversion alimentaire (ICA).

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

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

Taux de croissance spécifique (TCS).

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

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

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.

Taux de mortalité (TM).

TM% = (Nombres d′individus morts⁄Ni)

↳indice de condition (k)

K est un indice qui évalue l'état corporel des poissons.

$$\mathbf{K} = 100 \times w / L^3$$

Ces paramètres ont été calculés conformément à la procédure de **(Bamba et al., 2008, (Prapee et al., 1997, Kanangire, 2002, Hengsawat et al., 1997).**

Tableau III.2 : Formules des paramètres zootechniques.

Paramètres	*Formules*
Taux de mortalité (TM)	TM% = (Nombres d'individus morts⁄Ni) × 100 (Gulland et al., 1965)
Taux de survie (TS)	TS = (Nf⁄Ni) ×100 (Bechelem et al., 2023)
Taux de croissance spécifique	TCS(%/j) = (Lnpf−Lnpi) ×100 (D. D. De Silva et al., 2012)
Quantité d'aliment distribué	QA = (poids total × 0,05)(ACHAB et al., 2022)

Ni : effectif initial ; **Nf** : nombre final de poissons ; **t** : durée de l'expérience en jours ; **Pf** : poids final des poissons en (g) ; **Pi** : poids initial des poissons en (g) ; **TCS** : Taux de croissance spécifique ; **QA** : Quantité d'aliment distribué.

Etude de l'efficacité des aliments

Pour estimer la croissance des poissons et l'efficacité d'aliment 2 au cours de l'expérience, nous avons utilisé les indices d'efficacité alimentaire.

Tableau III.3 : Méthodes d'estimation des indices d'efficacité alimentaire utilisés.

Les indices	*Formules*
Poids moyen initial(Pmi)	Pmi (g) = Biomasse initiale (g) / Nombre initial de poisson (Alliouche, 2010)
Poids moyen final(Pmf)	Pmf (g) = Biomasse finale (g) / Nombre final de poisson. (Alliouche, 2010)
Gain moyen quotidien(GMQ)	GMQ(g/j)= (poids moyen final −poids moyen initial) /Durée de l*F*expérimentation) ×100

	(ACHAB et al., 2022)
Gain de poids(GP)	Gp(g)= $(PF - Pi)$
Indice de conversion alimentaire (ICA)	ICA = Qa⁄Gp

Gp *: gain de poids (g) ;**Pf**: Poids corporal final (g);**Pi**: Poids corporal initial (g) ; **IC** : Indice de conversion alimentaire ;**Qa** : Quantité d'aliment distribué (g) ;**Gp** : Gain de poids (g) ;**IPC** : performance de croissance .*

1.45 Indices de croissance

Le tableau suivant représente les résultats des indices de croissance dans les aquariums d'élevage de Tilapia, il résume les différents paramètres zootechniques et indices suivis et calculés au cours de la période d'étude.

Tableau 17 : Indices de croissance des poissons expérimentés.

Paramètre	B1	B2
Poids moyen initial (PMI) (en g)	2.45	2.21
Poids moyen final (PMF) (en g)	10.51	9.89
Gain de poids (en g)	201.28	242.12
Quantité d'aliment distribué (en g)	206.46	168.59
Indice de conversion alimentaire (ICA)	1.03	0.69
Taux de survie (TS) (en %)	92	20
Taux de mortalités (TM) (en %)	**8%**	**80%**

Chapitre VI :
Résultats et discussions

Evolution par rapport aux Bassin

1.46 Evolution des paramètres physico-chimiques

1.46.1 La température de l'eau

La figure IV.1 Illustre les variations de la température moyenne de l'eau au niveau des deux bassins (B_1) et (B_2) pendant l'expérimentation. D'après ces résultats on remarque que les moyennes sont respectivement de 21,65 ±1,94 °C et 23 ± 1,90 °C enregistrées pour B1 et B2. Ces valeurs (supérieures à 20°C) sont liées au chauffage des eaux par une chaudière centrale au niveau de la ferme aquacole. Cependant, selon **Popma et Lovshin, (1996); Faye et al., (2018),** les valeurs optimales de température de l'eau pour l'élevage de tilapia se situent entre 25 et 30°C.

1.46.2 L'oxygène dissous

La figure IV.2 montre les moyennes d'oxygène dissous enregistrées pour les deux bassins (B1) et (B2) entre 14fevrier-14mai2024. Selon ces résultats, on observe que les valeurs sont de 0,4 mg/l pour B_1 et 0,7 mg/l pour B_2. Nos résultats pour ce paramètre sont très faibles une fois comparés aux valeurs optimales d'élevage de ce poisson qui sont de 5mg/l selon **Mallard et al. (2006).** En outre, ces faibles valeurs proviennent soit d'un manque d'approvisionnement en cette matière par la pompe d'oxygène soit à l'appareil de mesure (oxymètre) de ce paramètre.

1.46.3 La salinité

Selon la figure IV.3 les moyennes de la salinité enregistrées durant cette étude (14fevrier-14mai24) sont de 0,48±0,16g/l pour B_1 et 0,52±0,17g/l pour B_2. Les valeurs d'élevage optimales, à cet effet, sont de 0 à 10 g/l d'après **Robert, (2014).**

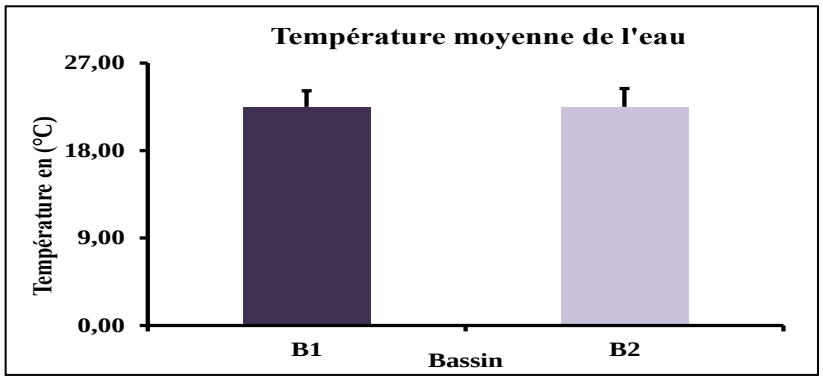


Figure 10 : Température moyenne (°c) pour les deux bassins.

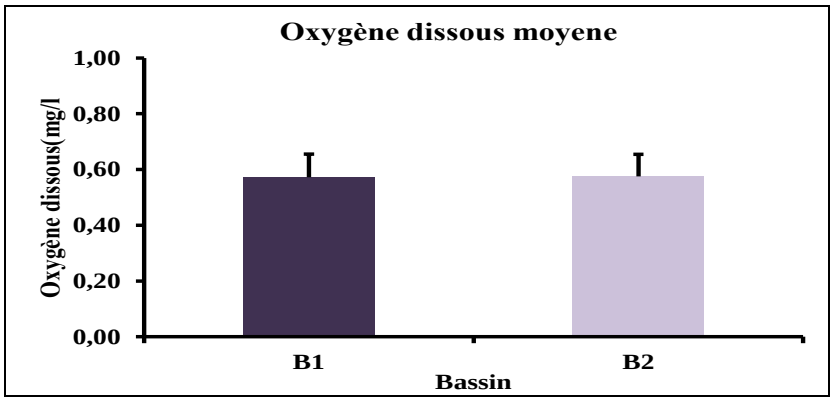


Figure IV.2 : Oxygène dissous moyen (mg/l) pour les deux bassins.

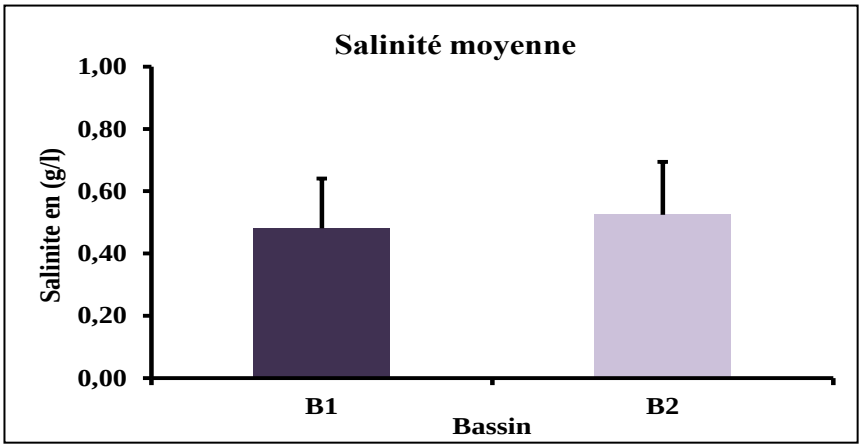


Figure IV.3 : Salinité moyenne (g/l) pour les deux bassins(B1) et(B2).

1.46.4 Potentiel d'hydrogène pH

Au vu des résultats du pH moyen au niveau de la figure IV.4 Ces derniers présentent un pH moyen de 7,92±0,65 pour B_1 alors qu'il est de 7,97±0,68 pour le B_2. Les valeurs optimales d'élevage de Tilapia rouge sont de 5 à 11 selon **Malcolm et al., (2000).**

1.46.5 La conductivité électrique

La figure IV.5 Représente les valeurs moyennes obtenues pour la conductivité électrique de l'eau pour les deux bassins de l'expérimentation (B_1) et (B_2)**.** Ces valeurs sont situées à une valeur de 1,05±0,28mS/cm(B_1**)** et1,20±0,56mS/cm au(B_2**). Russell et al., 2011** propose une un intervalle de conductivité compris entre 0,19-0,29 mS/cm. Selon **Russel et al. (2011)**

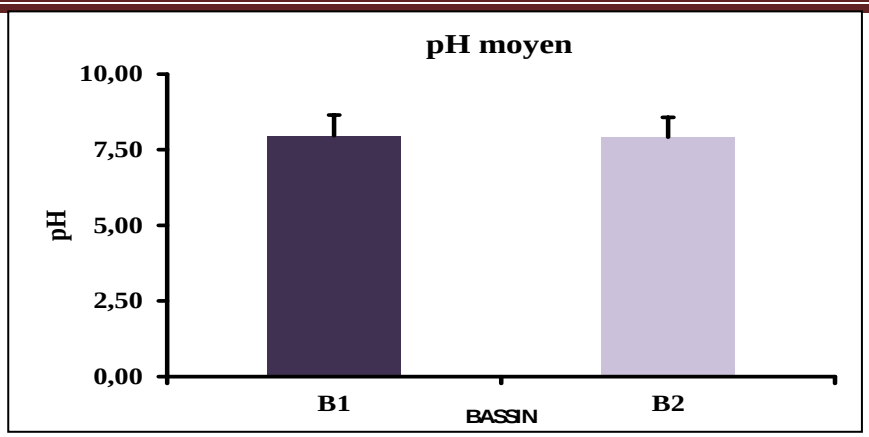


Figure IV.4 : pH moyen pour les deux bassins(B1) et(B2).

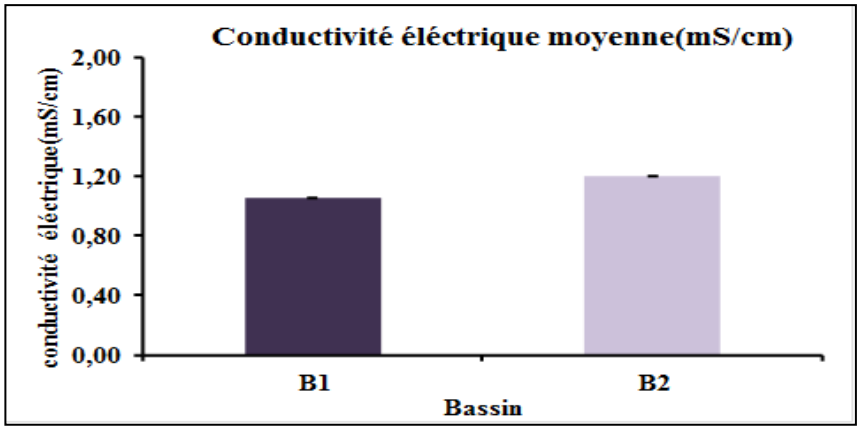


Figure IV.5 : Conductivité électrique moyenne (mS /cm)

pour les deux bassins (B1) et (B2).

Les analyses statistiques

Selon le **test de Shapiro-Wilk,** il n'y a pas de différence significative entre la distribution des variables par rapport à la qualité d'aliment en ce qui concerne les variables suivantes : poids, taille, température, Ph, conductivité et quantité d'aliments et la distribution selon une loi normale (c'est-à-dire sue l'échantillon provient d'une population normale pour ces variables).

1.46.5 Aliment distribué

La figure IV.6 Représente l'aliment moyen distribué (12% du poids total du poisson) pour les deux bassins de cette étude. On note que la quantité moyenne d'aliment distribué pour le B_2 est de 14,02±11,70g alors que pour B_1 une valeur de 20,50±18,98g est enregistrée.

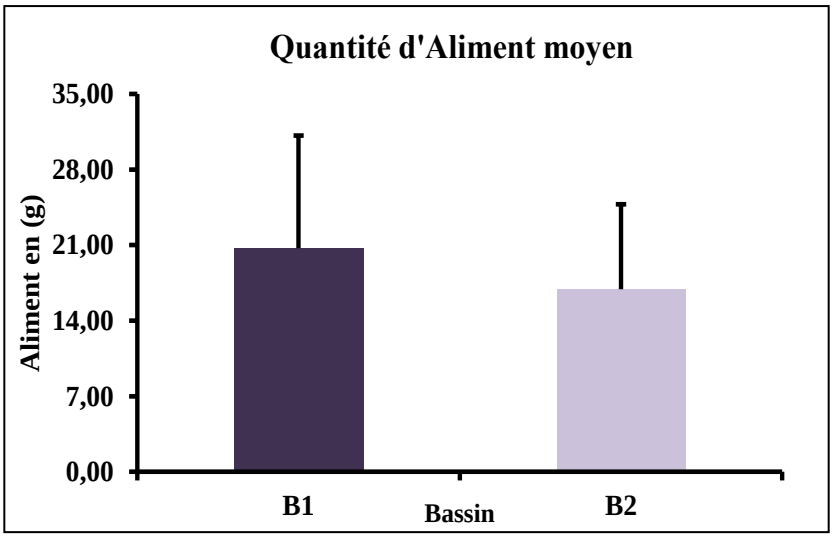


Figure IV.6 : les variations d'aliment moyen (g) distribué aux deux bassins **(B_1) et (B_2).**

Résultats de quelques paramètres de qualité de l'aliment distribué

1.47 Les protéines

D'après la figure IV.7 Les résultats obtenus du dosage des protéines par rapport au poids total de l'aliment considéré montre que les protéines représentent 43% du poids total dans l'aliment témoin, 23,71% dans l'aliment testé. On remarque que l'aliment testé à une faible teneur en protéines comparé aux résultats de la FAO, 2016 (exigeant un taux de protéines de 32% au minimum).

1.48 Les matières grasses

La figure IV.8 Indique le taux de matières grasses. A partir de ces derniers, l'aliment témoin affiche un taux de matières grasses qui est de 13%; alors que l'aliment testé affiche un taux de 0,83% de matières grasses. L'aliment témoin à une faible valeur des besoins de tilapia rouge en matières grasses selon de la **FAO, 2016** pour le stade des alevins limité de 6 à 13%

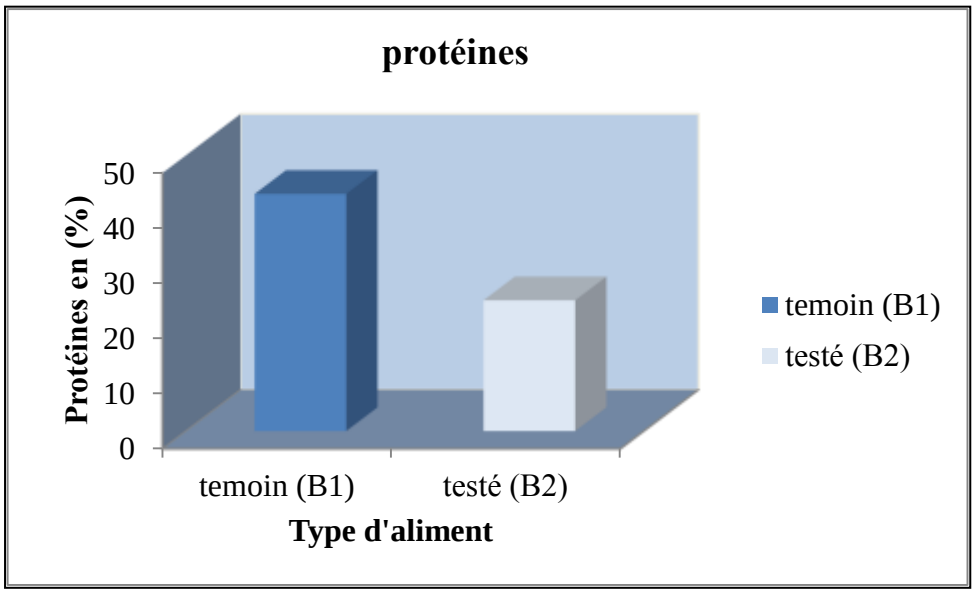


Figure IV.7 : Résultats du dosage des protéines dans les deux aliments de l'expérimentation (février 2024-mai2024).

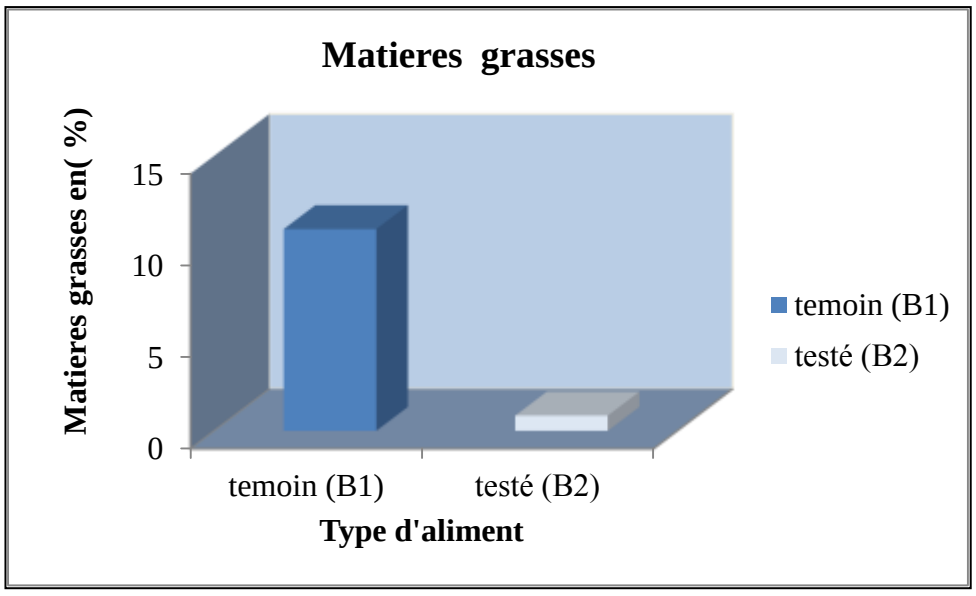


Figure IV.8 : Résultats du dosage des matières grasses dans les deux aliments De l'expérimentation (février 2024-mai2024).

1.49 Les cendres

Les valeurs du dosage des cendres est illustré au niveau de la figure IV.9, celle-ci montre que l'aliment témoin a un taux de 22,8% qui est supérieur à celui de l'aliment testé qui est de 18,84%. Cependant, ces taux des cendres pour les deux aliments semblent être supérieurs aux exigences de la **FAO, 2016** qui exige un taux de cendres <16%.

1.50 L'humidité

D'après la figure IV.10 le taux d'humidité de l'aliment témoin est 11% et faible compara ment avec le taux d'aliment testes 60, 70%. Ses résulte liée au l'utilisation des Déchets de poulet et de poisson frais (son séchage) Pour l'aliment testé.

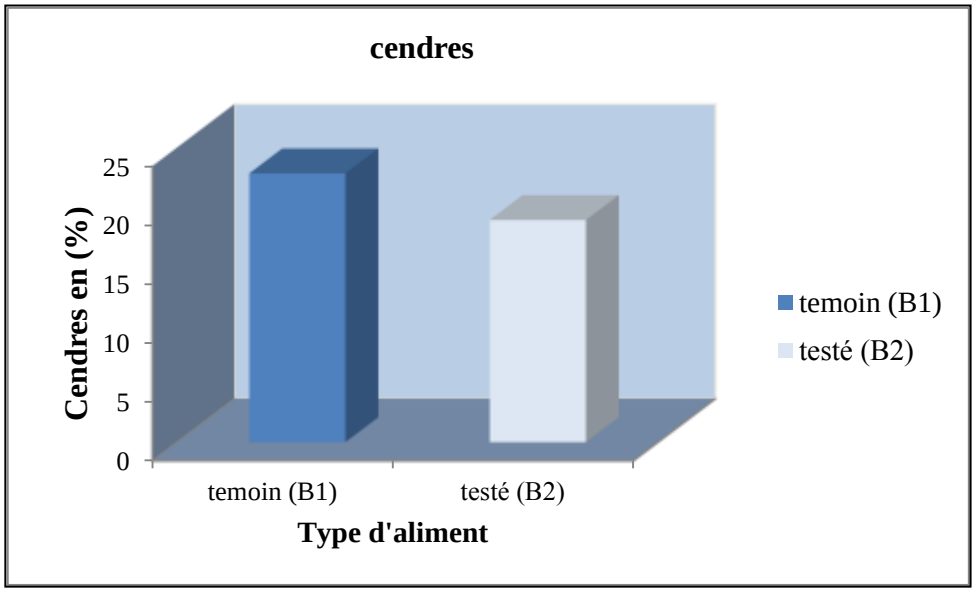


Figure IV.9 : Résultats du dosage des cendres dans les deux aliments de l'expérimentation (février 2024-mai2024).

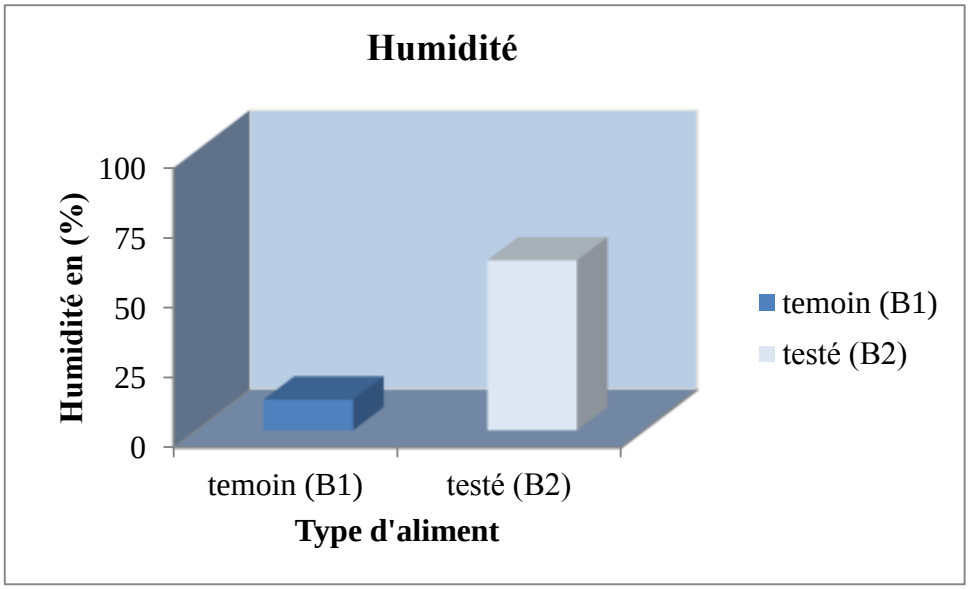


Figure IV.10 : Résultats du dosage d'humidité dans les deux aliments de l'expérimentation (février 2024-mai2024).

1.51 Poids moyen

Selon la figureIV.11 des poids moyens de nos poissons pour les deux bassins de cette étude on constate que le poids moyen enregistré pour B_2 est de 206,47 ±33,52g alors qu'il est de 223,35± 87.94g pour B_1.

1.52 Taille moyenne

La figure IV.12 Représente les tailles moyennes (cm) pour B_1 et B_2 au cours de l'expérimentation (14février-14mai24). Selon ces résultats on note que le lot de poisson provenant du B_1 enregistre une taille moyenne de 8,14 ±0.26 cm alors que le lot du B_2 enregistre une taille moyenne qui atteigne une valeur de 8,21± 0,23cm.

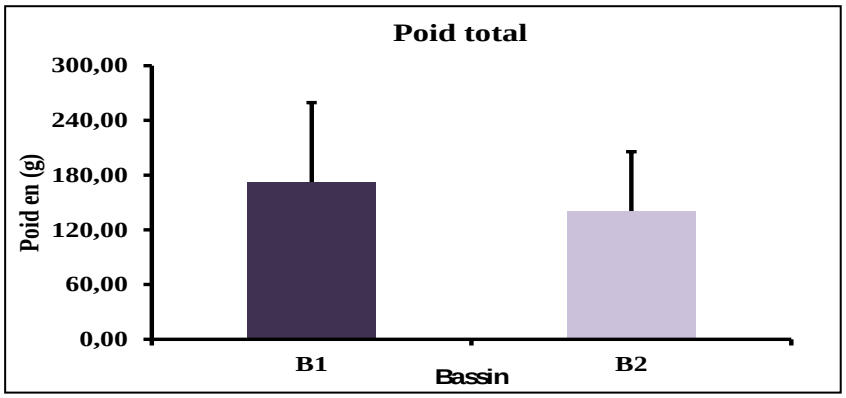


Figure IV.11 : les variations des poids moyen (g)Pour les deux bassins(B_1) et(B_2).

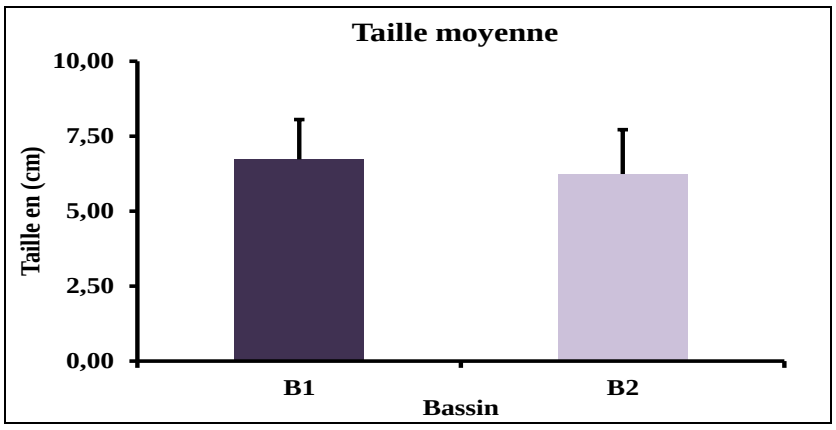


Figure IV.12: les variations de la taille moyenne (cm)Pour les deux bassins (B_1) et(B_2).

1.53 La survie

La figure IV.13 montre les valeurs moyen de survies pour les deux bassins au cour de l'expérimentation, la moyenne a été calculé après chaque pêche de contrôle lors d'une pesée tous les dix jours. Les valeurs sont obtenu à la fin de l'expérience est appréciable et nous enregistrons 23 ± 0,92 de survie dans le bassin témoin(B_1), dans le bassin testé(B_2) 22,90 ± 1,73.

1.54 La mortalité

La figure IV.14 Le nombre des décès pour les deux bassins de cette étude noté de l'expérimentation. En remarque que la moyenne de mortalité enregistrée (B_1) a une valeur de 0,20 ±0,42. On marque une valeur supérieurs 2 ±1,63 dans le (B_2).

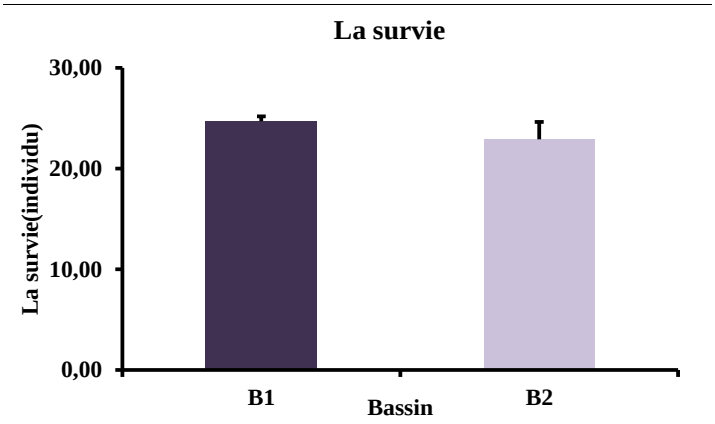


Figure IV.13 : la survie marquée au deux bassins (B1) et (B2).

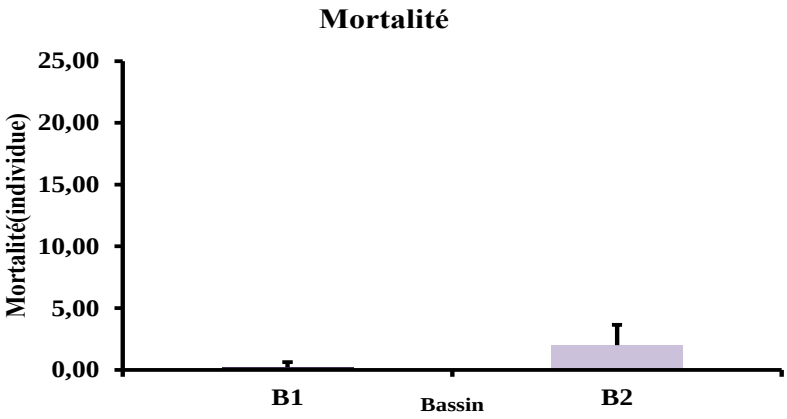


Figure IV.14 : La mortalité moyenne (individu) marquée au deux bassins (B1) et (B2).

Evolution temporelle

1.55 Evolution des paramètres physico-chimiques

1.55.1 La température de l'eau

La figure IV.15 Représente les variations de température des deux bassins B1 et B2 en fonction du temps. On note généralement des fluctuations de température qui se situent entre 19°C et 25°C. Ces fluctuations sont liées au chauffage des eaux effectué au niveau de la ferme. Ces valeurs sont légèrement inférieures aux normes optimales de la croissance d'*Oreochromis sp.* qui se situent entre 25 et 30°C (**Popma et Lovshin, 1996; Faye et al., 2018).**

1.55.2 L'oxygène dissous

La figure IV.16 Représente la variation temporelle de l'oxygène dissous au niveau des deux bassins de cette étude. On observe qu'il y a une variation remarquable de ce paramètre avec des valeurs qui se situent entre un minimum de 0,4mg/l et un maximum de 0,7mg/l. Les valeurs de l'oxygène dissous restent inférieures aux normes optimales de la croissance d'*Oreochromis sp* . **Abdel-Tawwab et al.,(2014).** En général, les Tilapias sont très tolérants aux faibles concentrations d'oxygène dissous et persistent jusqu'à 0,1 mg/l **(Abdel Magid et Babiker, 1975).** Cependant, la croissance idéale est obtenue à des concentrations supérieures à 3 mg/l (Ross, 2000) **.**

1.55.3 La salinité

La figure IV.17 Illustre la variable de la salinité de l'eau durant l'expérimentation (14 fevrier_14mai24). On remarque que l'évolution de ce paramètre est similaire pour les deux bassins (14février _25mars24). La salinité varie entre 0,5 et 0,6g/l au début de l'expérimentation, une diminution de la salinité est enregistrée le 14avril24, les valeurs de ce paramètre se situent à 0,5g/l enfin de cette étude. cette espèce soit capable de Tolérer des salinités allant de 0 à 7 g/L **(Lawson and Anetekhai, 2011).**

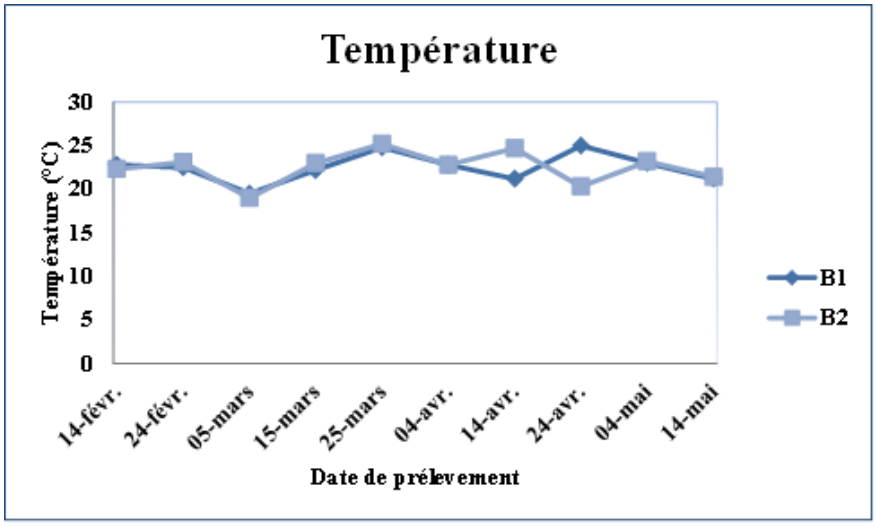


Figure IV.15: Évolution des valeurs de température de l'eau au niveau des deux bassins (B_1) et(B_2) de l'expérimentation (février 2024-mai2024).

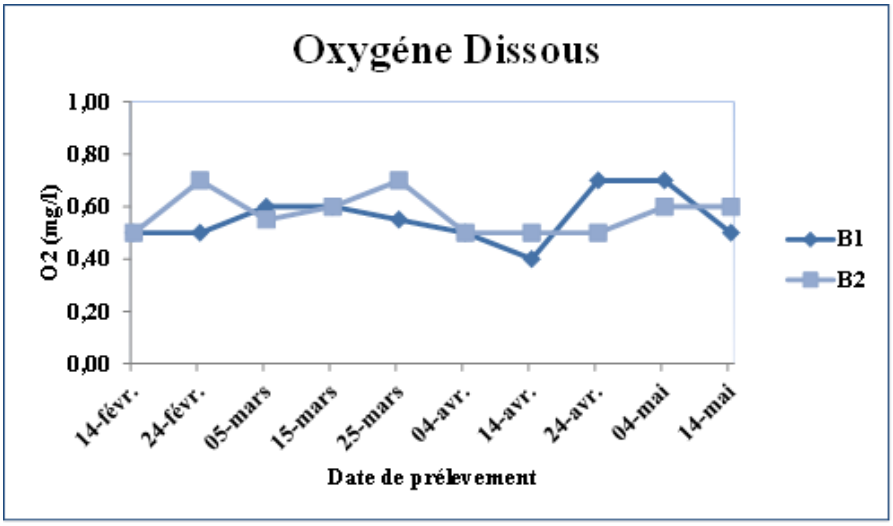


Figure IV.16: Évolution des valeurs de l'oxygène dissous (mg/l) au niveau des deux bassins (B_1) et(B_2) de l'expérimentation (février 2024-mai2024).

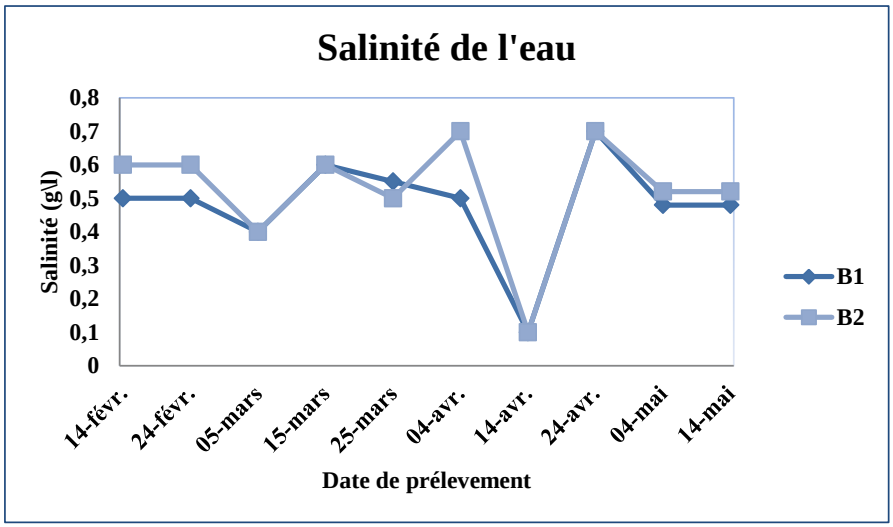


Figure IV.17: Évolution des valeurs de l'oxygène dissous (mg/l) au niveau des deux bassins (B_1) et(B_2) de l'expérimentation (février 2024-mai2024).

1.55.4 Potentiel d'hydrogène pH

Au vu des résultats du pH au niveau de la figure IV.18 on remarque qu'il y a une similitude des valeurs de pH entre les deux bassins (B_1) et (B_2). Les valeurs obtenues du pH varient entre des minima de l'ordre de 6,98 pour B_1 et B_2 et des maxima de l'ordre de 8,80 enregistré enfin de cette étude. Ces valeurs restent conformes aux limites de tolérance du Tilapia ($5 \leq pH \leq 11$) établies par **Arrignon, (1998),** et à l'intervalle optimal pour la croissance ($7 \leq pH \leq 9$) établi par **Ross (2000).**

1.55.5 La conductivité électrique

La figure IV.19 représente les valeurs obtenues pour la conductivité électrique de l'eau pour les deux bassins de l'expérimentation (B_1) et (B_2). Ces valeurs varient entre 0,94 mS/cm et 1,45 mS/cm pour le B1, et entre 0,98 mS/cm et 1,50 mS/cm pour le B2. Selon **Russell et al., (2011),** une conductivité de l'eau comprise entre 0,15 et 0,50 mS/cm est idéale pour la pisciculture. Néanmoins, **JACQUES et JEAN-PIERRE (2013)** élargissent le spectre de conductivité souhaitable pour les étangs à poissons, et la placent entre 100 et 2000 µS/cm.

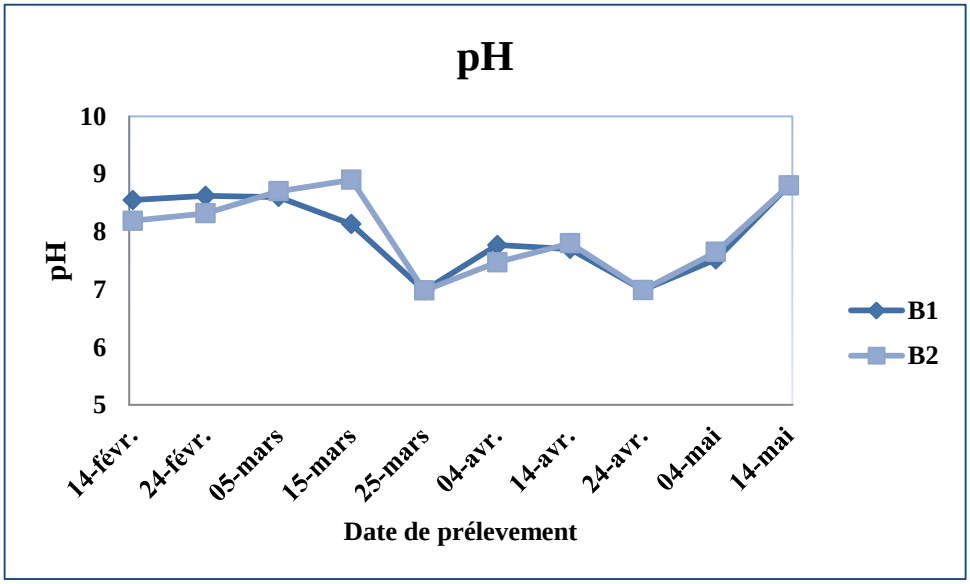


Figure IV.18 : Évolution des valeurs de p H au niveau des deux bassins (B_1) et(B_2) l'expérimentation (février 2024-mai2024).

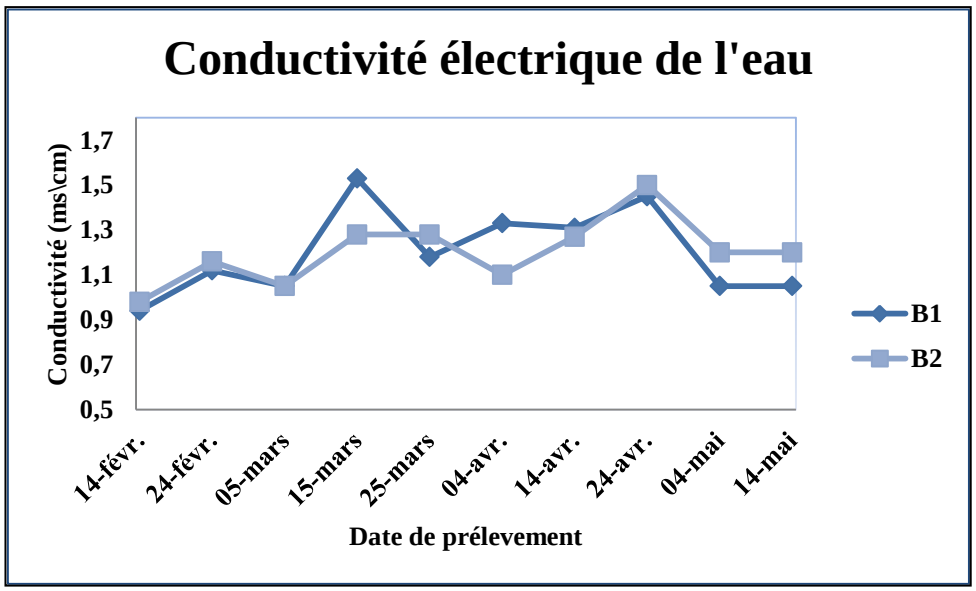


Figure 11 : Évolution des valeurs de conductivité électrique de l'eau au niveau des deux bassin (B_1) et(B_2) de l'expérimentation (février 2024-mai2024).

Evolution temporelle d'aliment distribué

1.56 Evolution les paramètres zootechnique

1.56.1 Aliment distribué

La figure IV.20 Représente l'évolution temporelle de la quantité d'aliment distribué (12% du poids des alevins de tilapia rouge) durant cette étude (24 fév.-14 mai. 24). D'après ces résultats, on observe que la quantité d'aliment distribuée est de 7,3 g et 6,64 g respectivement distribuées pour le B_1 et B_2. Ces quantités augmentent au fur et à mesure des dates de prélèvement pour arriver aux quantités maximales distribuées arrivant à 31,08 et 22,9g respectivement pour B_1 et B_2.

1.56.2 Poids total

La figure IV.21 Représente les courbes de croissance (poids des 25 individus) en fonction du temps d'expérimentation. On remarque selon ces résultats que le poids total des poissons augmente chaque dix jour chez les poissons des deux bassins sachant que les poids initiaux étaient de 61 ,39 g et 55,37 g respectivement pour B_1 et B_2 alors que les poids finals arrivent à 262,67 g et247, 49 g respectivement pour B_1 et B_2.

1.56.3 Taille moyenne

La figure IV.22 Représente les courbes de croissance (moyenne des tailles des 25individus) obtenus pour les deux régimes B_1 et B_2. Cette taille comparée pour les deux bassins montre que l'évolution est presque identique avec une légère différence en faveur du B1. On remarque selon ces résultats que la taille moyenne des individus au départ étaient de 4 ,50cm et 3,69 cm respectivement pour B_1 et B_2 alors que ces tailles moyennes arrivent à 7,95cm et 8,37 cm respectivement pour B_1 et B_2.

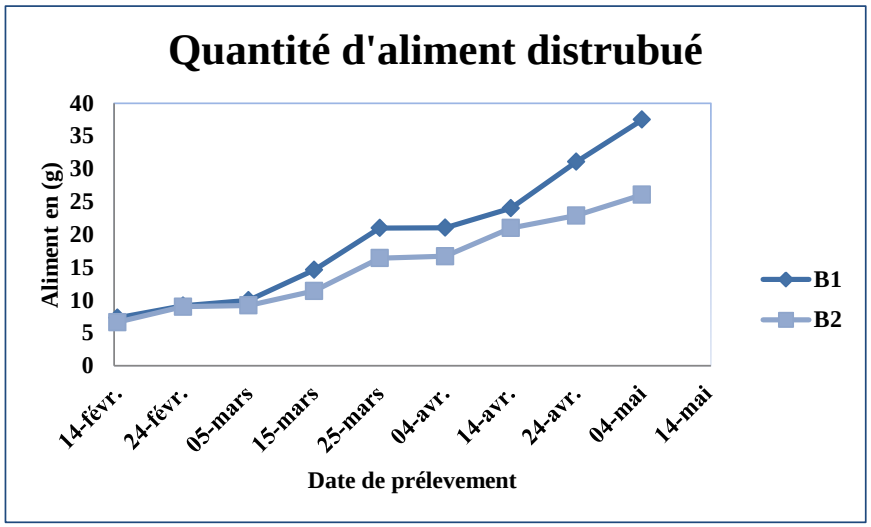


Figure 12 : Évolution de la quantité d'aliment distribué au niveau des deux Bassins(B1) et (B2) de l'expérimentation (février2024 -mai 2024) .

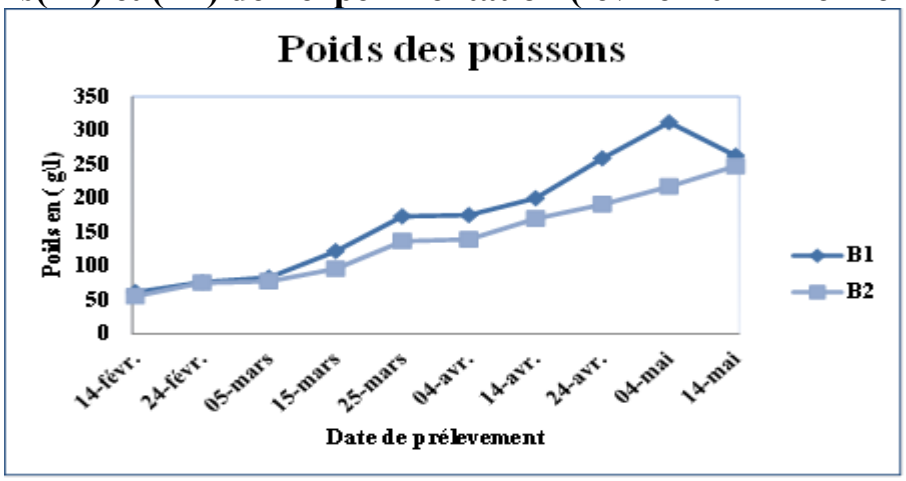


Figure IV.21 : Évolution des valeurs de poids totale(g) au niveau des deux bassins (B_1) et(B_2) de l'expérimentation (février 2024-mai2024).

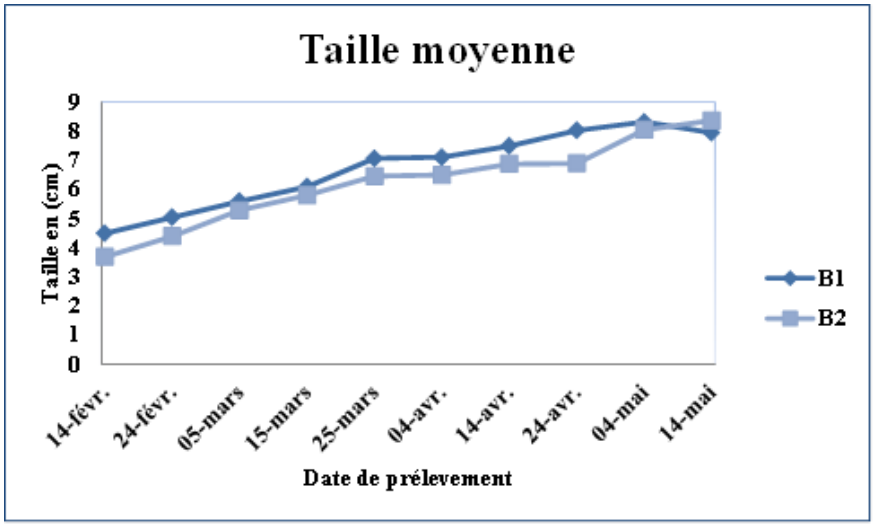


Figure IV.22 : Évolution de la taille moyenne (cm) au niveau des deux bassin (B_1) et(B_2) de l'expérimentation (février 2024-mai2024).

La survie

La figure IV.23 représente l'évolution du nombre des alevins *d'Oreochromis sp.* Pendant l'expérimentation. On remarque le nombre de poisson au niveau du B1 est relativement stable variant entre 23-25 individus alors que le nombre de poisson varie entre 20-25 individus au niveau du B_2.

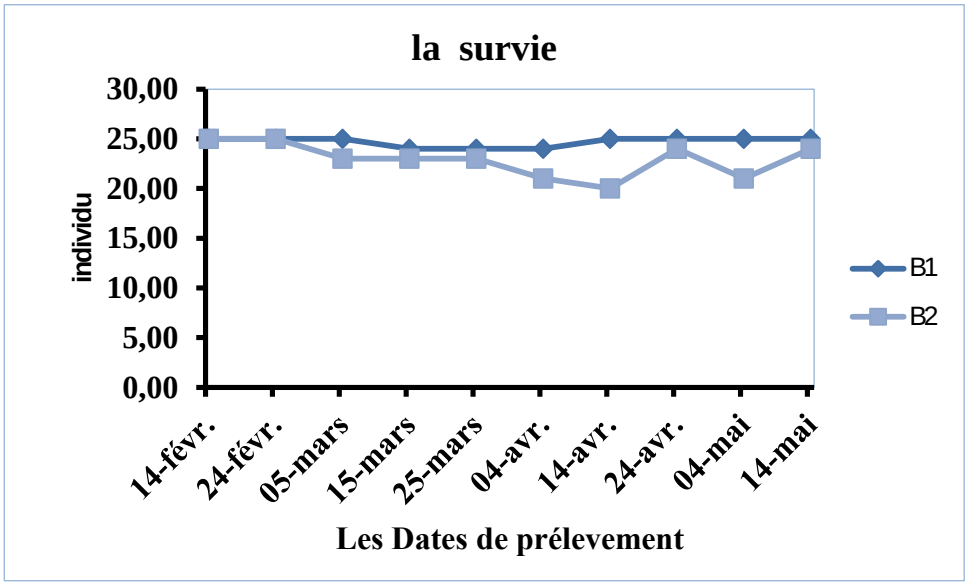


Figure IV.23 : la survie (25 individus) au niveau des deux Bassins (B_1), (B_2) de l'expérimentation (février2024 -mai 2024).

La mortalité

La figure IV.24 représenté le nombre de mortalité enregistré au niveau des deux bassins de cette étude. On note que la mortalité est faible pour B} inscrivant 2 cas décès. Cependant, au niveau du B_2 on note un nombre total de décès arrivant à 20 individus. La plupart de ces mortalités sont liées aux accidents liés aux déplacements des alevins dans le bassin intermédiaire lors du nettoyage des bassins. En effet, on a observée des blessures au niveau du corps des alevins morts, causées par ces accidents de manipulation.

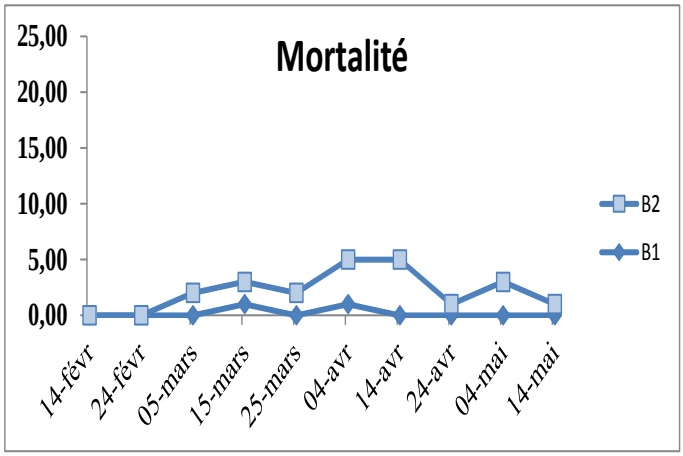


Figure 13 : la mortalité (25 individus) au niveau des deux Bassins (B_1), (B_2) de l'expérimentation (février2024 -mai 2024)

Les analyses statistiques

Selon le **test de Shapiro-Wilk,** il n'y a pas de différence significative entre la distribution des variables par rapport à la qualité d'aliment en ce qui concerne les variables suivantes : poids, taille, température, Ph, conductivité et quantité d'aliments et la distribution selon une loi normale (c'est-à-dire sue l'échantillon provient d'une population normale pour ces variables).

1.57 Le test de comparaison des moyennes

montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre l'évolution des poids des poissons nourris par l'aliment Testé et ceux nourris par l'aliment du labo (aliment préparé) ; qu'il n'y a pas de différence significative entre l'évolution des tailles des poissons nourris par l'aliment Testé et ceux nourris par l'aliment du labo (aliment préparé) ; qu'il n'y a pas de différence significative entre la température, le Ph, la conductivité et la quantité d'aliments dans les aquariums : B2 (aliment Testé) et B1 (aliment préparé), avec une p value supérieure à 5%.

On utilise **le test de Mann et Whitney** pour les variables qui ne suivent pas significativement une loi normale. Les résultats du test montrent qu'il n'y a pas de différence significative en ce qui concerne l'oxygène et la salinité entre les différents aquariums ou par rapport à la qualité d'aliment, cependant il y a une différence significative en ce qui concerne la mortalité entre les deux bassins ou par rapport à la qualité d'aliment.

1.58 Corrélations et régressions

Une des conditions d'application du test de corrélation de Pearson est que les variables doivent provenir d'une population normale. Lees résultats du test de normalité montrent que les variables : poids, taille, température, Ph, conductivité et quantité d'aliments suivent significativement une distribution normale.

Pour les autres variables, on pourrait appliquer le test non paramétrique du coefficient de Spearman.

1.59 Corrélation de Pearson

Les résultats du Test de corrélation de Pearson révèlent :

1) l'existence d'une assez forte corrélation positive entre l'évolution des poids des poissons et l'évolution de la taille des poissons soit r=0,947 ; c'est par ailleurs une valeur significative puisque la p value =0.000 <5% . (Donc 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).

2) l'existence d'une corrélation positive entre l'évolution des poids des poissons et la quantité d'aliments, soit r=0, 512 ; c'est par ailleurs une valeur significative puisque

la p value =0.021 <5%. Il existe donc une relation linéaire positive et significative entre l'évolution des poids des poissons et la quantité d'aliments.

3) l'existence d'une corrélation positive entre l'évolution des tailles des poissons et la quantité d'aliments, soit r=0.492 ; c'est aussi une valeur significative puisque la p value =0.027 <5%. Il existe donc une relation linéaire positive et significative entre l'évolution des tailles des poissons et la quantité d'aliments.

Pour les autres variables telles que la température, le Ph et la conductivité les liaisons avec le poids et la taille ne sont pas significatives.

1.60 Les résultats du test du Corrélation de Spearman

Montrent que Les liaisons de la température, du Ph et de la conductivité avec le poids et la taille ne sont pas significatives.

1.61 La régression

La méthode utilisée du pas à pas supprime les variables non significatives.

1.61.1 Pour la variable dépendante poids

La variable dépendante poids pourrait dépendre significativement d'une seule variable soit : la quantité d'aliments.

Le modèle suggéré est :

Poids prédit = 93.946+3.973×quantité d'aliments ; avec une p value =0.000<5% (dans ce cas la quantité d'aliments à un effet significatif sur l'évolution des poids).

Les autres variables sont exclues à cause de la colinéarité ou parce qu'elles ne sont pas significatives (voir le tableau en annexe).

1.61.2 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 = 5.384+0.070×quantité d'aliments ; avec une p value =0.000<5% (dans ce cas la quantité d'aliments à 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 (voir le tableau en annexe).

1.61.3 Pour la variable dépendante poids

La variable dépendante poids pourrait dépendre significativement d'une seule variable soit : la quantité d'aliments

Poids prédit = 93.946+3.973×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).

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

les indices de croissance

1.62 Poids moyen initial (pmi)

Selon la figure IV.25 on note que les alevins d'*Oreochromis sp.* Démarrent avec un poids moyen initial de 2,45 g pour B_1 et 2,21g pour B_2. Ces différences sont dues à la génétique, Hiérarchie sociale, santé et métabolisme, l'envérenment, comportement alimentaire

Et le stade de développement

1.63 Poids moyen final (pmf)

D'après la figure IV.26 Le poids moyen final des poissons du B_1 (10,51g) est supérieur à celui des poissons du B_2 (10,31g).

1.64 Gain de Poids (GP)

Cet indice permet d'évaluer la croissance pondérale des poissons pendant un temps donné. La figure IV.27 montre le gain de poids moyen pour chaque lot de poissons nourris avec les deux aliments. Ces résultats montrent que GP maximal est obtenu pour B_1 (201,28g) alors que GP minimal est obtenu pour (192,12g)

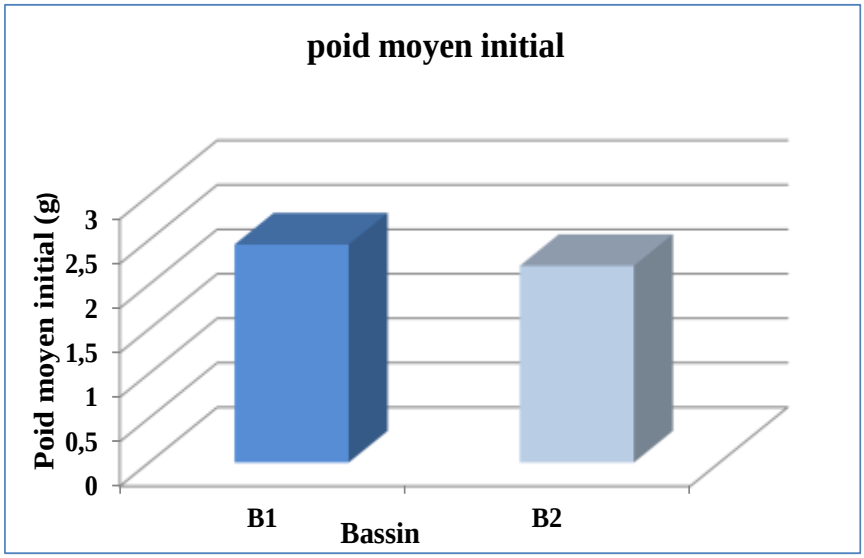


Figure IV.25 : Les valeurs de poids moyen initial (g)au niveau des deux bassinsB_1 et B_2 de l'expérimentation (février 2024-mai2024).

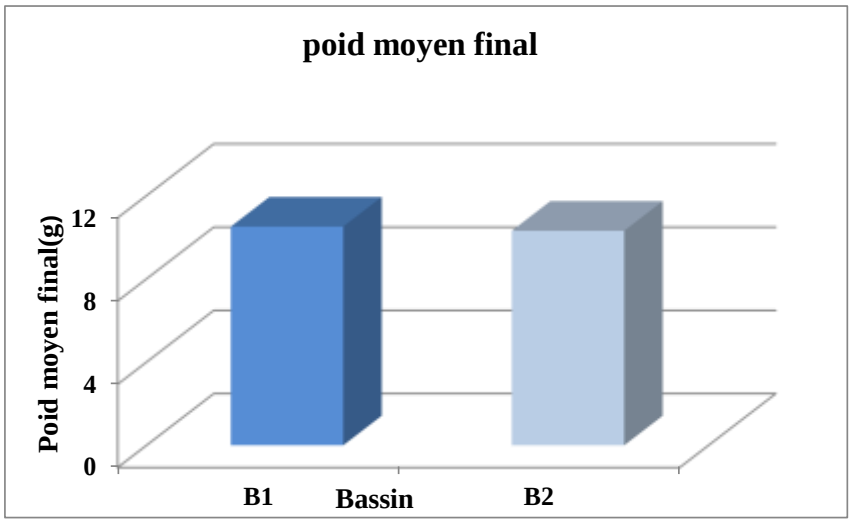


Figure IV.26: Les valeurs de poids moyen final(g) au niveau des deux bassinsB_1 et B_2 de L'expérimentation (février 2024-mai2024).

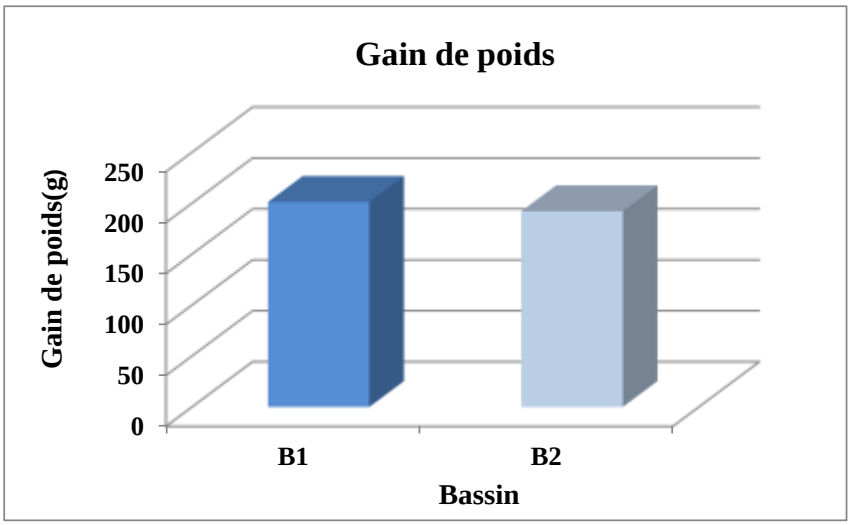


Figure IV.27: Les valeurs de gain de poids (g) au niveau des deux bassinsB_1 et B_2 de l'expérimentation (février 2024-mai2024).

1.65 Gain moyen quotidien (GMQ)

Selon la figure IV.28 Le gain moyen du poids quotidien enregistré durant les 91 jours, varie entre 0,08g/j chez les poissons du B_1 et 0,09 g/j chez ceux du B_2.

1.66 Indice de conversion alimentaire (ICA)

Selon la figure IV.29 l'indice de conversion alimentaire (ICA) des poissons nourris au niveau du B_1 est significativement supérieur à celui enregistré chez les poissons du B_2. Le ICA du B_1 est de 1,03 le ICA du B_2 est de 0,69

1.67 Taux de Croissance Spécifique (TCS)

En ce qui concerne les taux de croissance spécifique (TCS). Durant les 91 jours d'expérience, les alevins nourris avec l'aliment préparé destiné au B_2 ont présenté un TCS légèrement supérieur à ceux des alevins nourris avec l'aliment témoin destiné au B_1 ces taux sont respectivement de 1,69 et 1,60%/jour.la figure IV.30

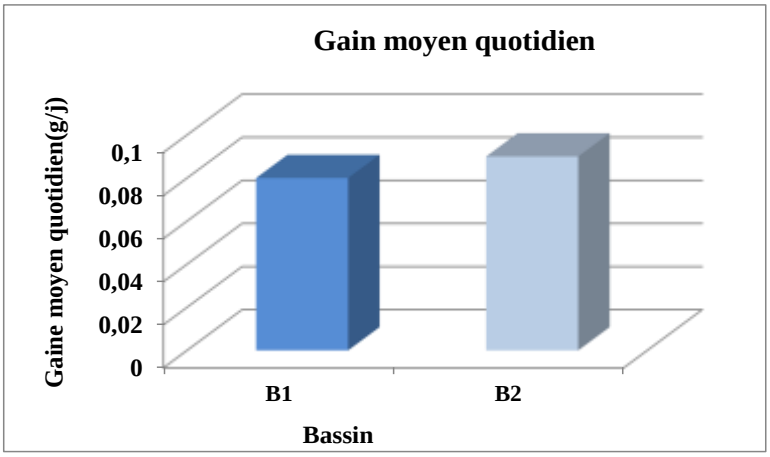


Figure IV.28 : Les valeurs de Gain moyen quotidien au niveau des deux bassins (B1) et (B2) de l'expérimentation (février 2023-mai2023)

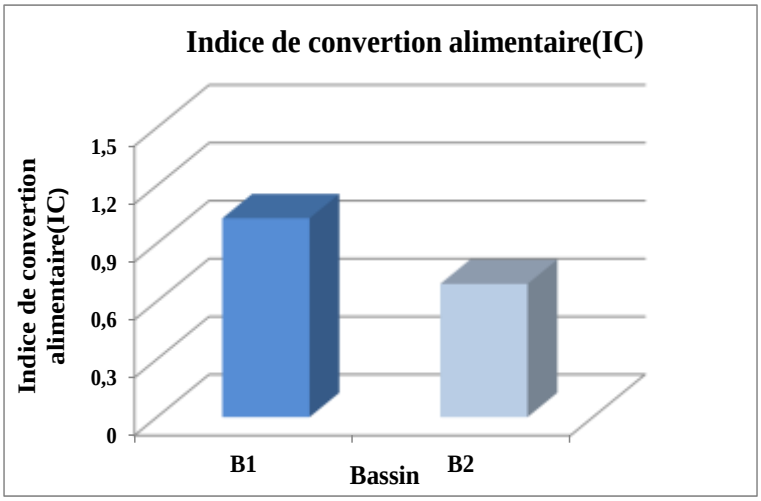


Figure 14 : Les valeurs d'indice de conversion alimentaire au niveau des deux bassins de l'expérimentation (février 2024-mai2024)

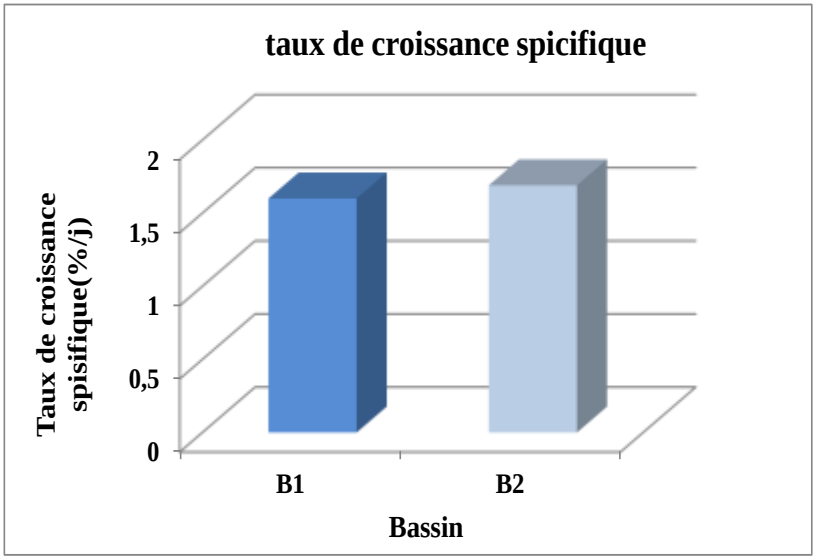


Figure IV.30 : Les valeurs de taux de croissance spécifique au niveau des deux bassins B1etB2de l'expérimentation (février 2024-mai2024).

1.68 Taux de survie

La figure IV.31 Affichant les résultats du taux de survie des poissons, montrent que ce dernier était stable jusqu'à la fin d'expérimentation (TS=92%) pour B_1 de taux total des 25 individus alors qu'il est de 20% pour le B_2.

1.69 Taux de mortalité

Selon la figure IV.32 le taux de mortalité des poissons enregistré dans les deux bassins était de 8% pour B_1 et 80% noté au niveau B_2.

1.70 Indice de conduction Fulton (k)

La figure IV.33 montre les valeurs de K calculé au niveau des deux bassins de cette étude. Les résultats de cet indice sont de l'ordre de 2,09 pour le B_1 et de l'ordre de 1,68 pour le B_2. Au fait, si K>1, le poisson est en bonne condition (bien nourrie) .

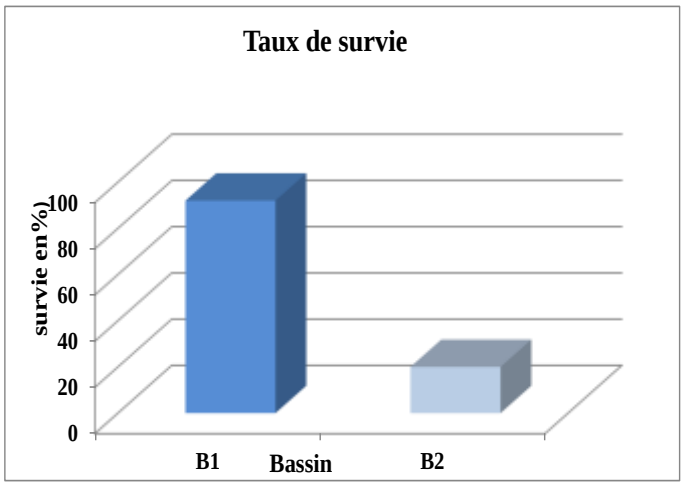


Figure IV.31 : Les valeurs de taux de survie au niveau des deux bassinsB1et B2 de l'expérimentation (février 2024-mai2024).

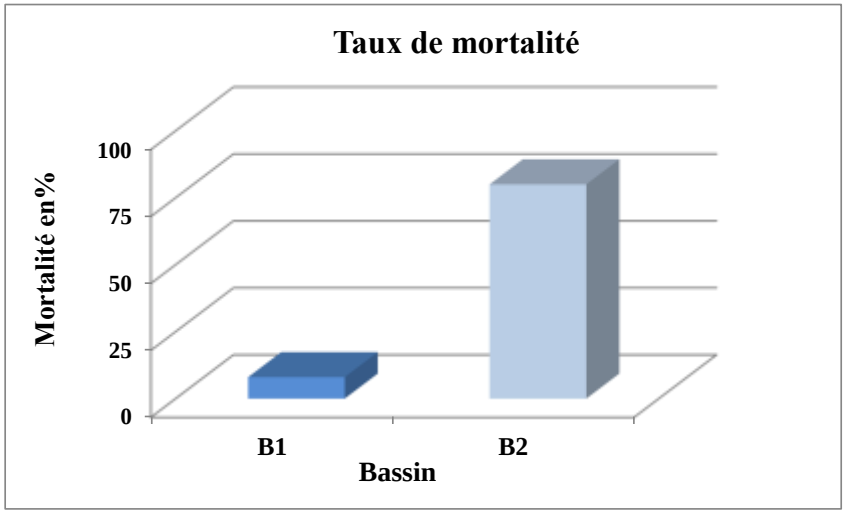


Figure IV.32 : Les valeurs de taux de mortalité au niveau des deux bassinsB1et B2 de l'expérimentation (février 2024-mai2024).

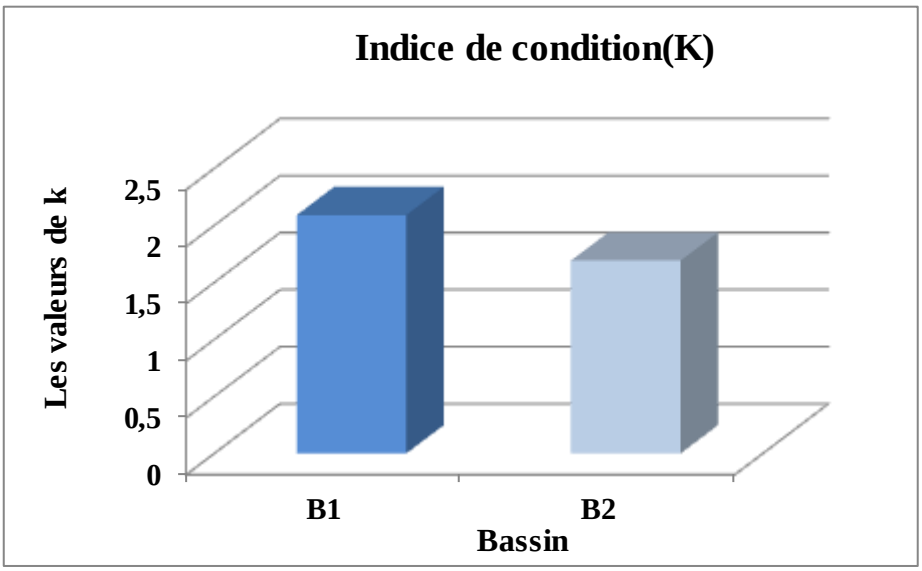


Figure IV.33: Les valeurs d'indice de condition (k) au niveau des deux bassinsB1et B2 de l'expérimentation e (février 2024-mai2024).

Discussion :

Cette étude a porté sur le tilapia rouge hybride (*Oreochromis sp.*), qui est l'une des plus importantes espèces élevées actuellement dans les eaux douces. 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. Sa consommation moyenne mondiale passerait de 14 à 25 kg par habitant /ans d'ici 2030 **F.A.O (2018).**

Notre objectif était de développer un aliment à base de protéines animales (déchets de poulets et déchets de poisson) répondant aux besoins nutritionnels de Tilapia rouge (*Oreochromis sp.*) poisson élevé en captivité au niveau de la ferme «Titteri Aquacole» -Médéa. Nous avons également comparé les effets de cet aliment préparé sur la croissance de ce poisson (phase de pré-grossissement) avec l'effet d'un autre aliment considéré comme témoin qui est lui aussi préparé à base de farine de poisson.

La période d'expérimentation s'est déroulée entre 14 février et 14 mai 2024. Cinquante alevins de Tilapia (taille individuel initial: 6-7cm/poids individuel initial:5-8g) provenant de la ferme piscicole "Titteri aquacole" ont été répartis sur deux bassins d'expérimentation, chaque bassin contient, à cet effet, vingt-cinq alevins de sexe mâle. Un bassin a été nourri avec l'aliment préparé, l'autre avec l'aliment témoin. Au final, un régime alimentaire concerne chaque bassin, chaque aliment est distribué à raison de trois repas par jour, la quantité d'aliment change chaque dix jour et

elle est calculée sur la base de 12% du poids total des vingt-cinq poissons de chaque bassin (B_1 et B_2).

En ce qui concerne la qualité physicochimique des eaux d'élevage, les paramètres physicochimiques de l'eau sont, mis à part l'oxygène dissous, dans les gammes de valeurs recommandées. La température représente un facteur principal qui conditionne de part et d'autre les propriétés de l'eau requise pour l'élevage des différentes phases de croissance du tilapia. Pour les valeurs enregistrées de la température de l'eau 22,50±1,65 (B_1) et 22,50±1,88°C (B_2). Nos résultat sont inférieurs à ceux de **Hakkoum et Rabouh (2018)** qui ont rapporté des températures de l'ordre de 25,51±1,47°C ainsi qu'à ceux de **Bechlem et Jerad (2023)** qui ont enregistré des valeurs de 26°C. Selon **Suresh (2003),** les valeurs optimales de croissance se situent entre 26 et 32°C. Le tilapia rouge est un poisson eurytherme qui peut supporter des grandes variations de la température. Ainsi, il est possible de rencontrer ce poisson à des températures entre 14-33°C. Cependant, dans des conditions d'élevage, les températures létales inférieure et supérieure enregistrées sont respectivement 7,4 et 40,73°C selon **Mélard (1986) et Sifa et al. (2002)**. Au-dessous de 16-17°C, il cesse de s'alimenter et devient de plus en plus sensible à une série de maladies (**Chervinski, 1982)**. En contrepartie, les essais d'élevage de ce poisson au niveau du sud tunisien utilisant les eaux souterraines géothermales montrent une tolérance vis á vis des températures de 36 et 40°C **(Azaza et al., 2006; Kraiem et Azaza, 2007)**. 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).**

Les valeurs de l'oxygène dissous varient pour cette étude entre 0,56±0,10 (B_1) et 0,58± 0,08 mg/L(B_2) Ces valeurs sont inférieures à celles de **Hakkoum et Rabouh (2018)** qui varient entre 5,20 et 7,92 mg/L et celles de **Bechlem et Jerad (2023)** qui se situent entre 3,86±1,39 mg/L et 4,90±0,71 mg/l. En général, les Tilapias sont très tolérants aux faibles concentrations d'oxygène dissous, et persistent jusqu'à 0,1mg/L (**Magid et Babiker, 1975)**. Cependant, la croissance idéale est obtenue à des concentrations supérieures à 3mg/L (**Ross, 2000)**. Selon **Mélard (2007),** les valeurs optimales d'élevage sont de 5 mg/l**.** Les faibles taux O_2 dissous enregistrés durant cette étude sont liés très probablement aux problèmes d'oxygénation au niveau de la ferme (pompe d'oxygène), ainsi qu'aux problèmes d'analyses (appareil de mesure).

Pour ce qui est de la salinité de l'eau, ce facteur représente essentiellement la quantité des sels minéraux dissous dans l'eau **(Alcántar Vázquez et al., 2014).** Les valeurs enregistrées sont

comprises entre 0,48± 0,16g/l (B_1) et 0,52±0,17g/l (B_2**)**, ces valeurs sont très basses que celles enregistrées par **Hakkoum et Rabouh (2018)** arrivant à 2,10 et 2,38 g/l ou celles rapportées par **Gouarh et Meflah (2018)** de 2,80 et 3,26g/L**.** Nos résultats sont conformes aux limites de tolérance établies entre 0,015 et 30 g/l décrites par **Malcolm et al. (2000**) et celles qui se situent entre 0 à 10 g/l selon **Rober (2003).**

La valeur du pH exprime l'intensité de la caractéristique acide ou basique de l'eau. L'échelle de pH varie de 0 à 14, avec un pH de 7,0 correspondant au point neutre. Les valeurs de pH inférieures à 7,0 sont acides (l'ion H^+ prédomine) et au-dessus de 7,0, les valeurs sont basiques ou alcalines (l'ion OH^+ prédomine). Le tilapia a une grande tolérance aux variations du pH (5 et 11). Les meilleures conditions de pH sont celles proches de la neutralité (6,5–7,3) mais la tolérance est de 5 à 11 **(FAO, 2013).** Nos valeurs 7,97± 0,68 (B_1) et7, 92±0,65 (B_2) sont proches de celles rapportées par **Hakkoum et Rabouh (2018)** entre 7,38 - 8,01. Toutefois, les valeurs de pH entre 2 et 3 provoquent un stress physiologique qui conduit même à la mort du poisson **(Malcolm et al,. 2000).**

Concernant la conductivité électrique de l'eau d'après **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. Durant cette étude, on note les valeurs suivantes pour la CE de l'eau qui sont respectivement de 1,05±0,28 mS/cm (B_1) et 1,20±1,56 mS/cm (B_2). **Bechelm et Djerad (2023)** ont présenté des valeurs légèrement plus faibles de CE entre 0,19-0,29 mS/cm. Selon **Russel et al. (2011)**, une CE comprise entre 0,15 et 0,5 mS/cm est idéale pour la pisciculture. Néanmoins, **Jacques et Jean-Pierre (2013)** élargissent le spectre de CE souhaitable pour les étangs à poissons et la placent entre 0,1 et 2 mS/cm.

Pour ce qui est de la salinité de l'eau, ce facteur écologique propre aux biotopes aquatiques caractérisant leur teneur en Na Cl et autres sels dissous dans l'eau **(Ramade, 2011).** Les moyennes enregistrées sont de 0,48± 0,16 g/l (B_1) et0, 52 ±0,17 g/l (B_2)**.** Ces dernières sont légèrement faibles par rapport aux valeurs de **Hakkoum et Rabouh (2018)** qui ont noté 2,10 et 2,38g/l ou encore celles enregistrées par **Soumaa et Mansour (2021)** qui ont montré des valeurs autour de 2,31±0,20 g/l. Cette espèce est capable de tolérer des salinités allant de 0 à 7 g/l (**Lawson et Anetekhai, 2011).** Nos résultats sont aussi aux limites d'intervalle de salinité qui se situent entre 0,015 et 30 g/l décrites par **Malcolm et al. (2000**).

Concernant l'aliment, nous rappelons que nos alevins sont nourris durant cette étude à 12% de leur poids total. Cependant, un aliment aquacole complet est composé de plusieurs ingrédients, mélangés dans des proportions déterminées pour se compléter les uns les autres et former un régime

alimentaire nutritionnellement complet (**Barrows et Hardy, 2000**). L'objectif major de la pisciculture est de préparer un aliment en utilisant des ressources disponibles, moins coûteuses **Tshinyama**,**Ntumba,(2018).** Pour notre expérimentation on a préparé un aliment à base de protéines animales: déchets de poulets (têtes et pieds) et des déchets de poissons frais en plus d'une quantité de farine de maïs. Au fait, selon **Elmoualdi et al., (2006)** les déchets de volailles peuvent contenir jusqu'à 15,30% de protéines brutes. Selon **Mokrejs et al., (2017)**, les pattes de poulets sont un sous-produit de valeur représentant environ 5% du poids des volailles abattues. Ils contiennent un grand pourcentage de protéines, principalement du collagène. Environ 77 % des poules pondeuses peuvent être utilisés dans des produits à plus forte valeur ajoutée, comme la gélatine ou les hydrolysats utilisables dans les industries pharmaceutiques, médicales, cosmétiques ou alimentaires **(Mokrejs et al., 2017; Gal et al., 2020)**. Selon la **FAO (2002),** les déchets de poissons peuvent jouer un rôle important dans l'élevage de ces derniers. Les déchets de poissons sont riches en éléments nutritifs tels que les protéines, les lipides, les vitamines et les minéraux. En utilisant ces déchets comme aliment pour d'autres poissons, on peut recycler ces nutriments et réduire ainsi les besoins en aliments artificiels. D'autre part, l'utilisation de la farine de maïs pour ses valeurs nutritionnelle et calorique est également important, pour 100g de farine de maïs on peut avoir 6,23g de protéines, 78g de glucides; 361 kcal calories et 2g les lipides **Florence foucaut, (2022).**

La comparaison de la qualité biochimique de nos deux aliments a montré qu'il y a une différence entre ces deux aliments les résultats respectivement pour B1 (témoin) et B2 (testé) se présentent comme suit: Protéines: 43 et 23,71%; Matières grasses: 13,5 et 0,83 %; Cendres: 2,8 et 18, 84% et humidité: 11 et 60,77%. Ces résultats montrent que notre aliment testé est largement plus inférieur par rapport à sa contenance en protéines et en matières grasses par rapport à celui de la ferme (aliment témoin). Cette comparaison peut justifier les différents résultats obtenus qui valident les besoins protéiques élevés dans un aliment pour assurer le développement de tilapia. Notre aliment préparé reste légèrement supérieur par rapport à celui préparé par **Abed et Beloufa (2018)** celui-ci contient Protéines: 12,71%; Matières grasses: 0,22%; Cendres: 7,61%; humidité: 76,59%. Cependant, la **FAO (2016)** exige un taux de protéines de 32**%** au minimum, 6 à 13% de Matières grasses pour le stade des alevins et un taux de cendres <16%. Enfin d'expérimentation il s'est avéré que la quantité d'aliment distribué au niveau du B_1 est de 207,05g alors la quantité d'aliment distribué au niveau du B_2 est de 169,01g.

Concernant les paramètres zootechniques, on a remarqué une différence de poids initial total, celui-ci au niveau du B_1 est de 61,39g alors qu'il était de 55, 37g au niveau du B_2. Cependant, au

terme de cette étude on a enregistré un poids final total de 262,67g (10 ,51g / individu) pour B1 et 247,49g (9,89g /individu) pour le B2. et **Mansour (2021)** poids final 61,34g. Nos résultats sont inférieures à ceux de **Hakkoum et Rabouh ;(2018)** poids final 14g par individu et pour **Soumaa et Mansour ;(2021) .**

Pour ce qui est de la taille moyenne des individus au niveau des deux bassins on a noté une taille moyenne initiale (1poisson) pour B_1 de 4,50 cm et 3,69 cm pour B_2. A la fin de cette étude la taille finale du poisson arrive à 7,95cm pour B1 et 8,27cm pour B2.

Nos résultats sont inferieures aux résultats obtenus par **Soumaa et Mansour ;(2021),** ces derniers montrent qu'au début d'expérimentation la taille initiale du poisson est de 7,53 cm alors que la taille moyenne finale de chaque poisson atteigne 14,59cm.

En outre, divers indices de croissance ont également été employés, ces indices nous permettent d'avoir une meilleure compréhension de la croissance des poissons pendant cette expérimentation et de caractériser l'efficacité alimentaire mise en essai. **Khwuanjai et Pornchai, (1997); Kanangire,(2001); Bamba et al.,(2007).**

En comparant le poids moyen initial avec celui d'autres études, on remarque que les valeurs de notre expérimentation sont de 2,45g (B_1) et 2,21g (B_2) de ce fait elles sont supérieures à celles de **Hakkoum et Rabouh ;(2018)** pmi (1,52g), et inferieures à la pmi (6,17g) de **Soumaa et Mansour ;(2021)** qui ont préparé un aliment essentiellement à base de farine de poisson. Pour le poids moyen final 10,51g (B_1) et 10,31g (B_2) ces derniers sont inférieurs aux données enregistrées par **Hakkoum et Rabouh;(2018)** pmf (11 ,51 g) ainsi qu'au pmf (61,43g) rapporté par **Soumaa et Mansour ;(2021).** De ce fait, on peut dire qu'on a remarqué une amélioration du poids du poisson pour les deux bassins à la fin d'expérimentation.

En plus, nous remarquons que nos deux régimes alimentaires ont un effet positif sur le gain moyen quotidien (G.M.Q) chez nos Tilapias durant cette étude. Nos résultats 0,08g/j (B1) 0 ,09g/j (B_2) sont inférieures celles enregistré à **Hakkoum et Rabouh ;(2018)** 0,40 g/j, **Soumaa et Mansour ;(2021)** G.M.Q 0,73g/j

Les valeurs de gain de poids (GP) enregistrées dans la présente étude GP (201,28- 192,12g) sont supérieures à celles obtenues par **Hakkoum et Rabouh ; (2018)** ayant obtenus des GP 25,80g ou celles cités par **Soumaa et Mansour ; (2021)** avec des GP 55.16g.

L'indice de conversion alimentaire (ICA) est un facteur qui renseigne sur la qualité d'aliment et permet d'évaluer l'efficacité des aliments utilisés pour la croissance des poissons. Nos résultats sont 1,035 (B_1) et 0,69 (B_2). Une fois comparés aux résultats obtenus par **Soumaa et**

Mansour ;(2021) (ICA= 1,08) celui-ci indique une plus faible efficacité de conversion de l'aliment en poids corporel par rapport à nos aliments.

Concernant les taux de croissance spécifique (TCS), nos résultats obtenus sont de 1,6 et 1,69%/j. Ces taux sont inférieurs à ceux obtenus par **Hakkoum et Rabouh;(2018)** qui se situent entre 2,89-4,13%/j et à ceux de **Soumaa et Mansour ;(2021)** qui ont rapporté des TCS entre 1,80-3,06%.

Les taux de survie obtenus pour la présente étude respectivement de 92% (B_1) et 20% (B_2) montrent que nos Tilapias de B2 sont inférieurs **Soumaa et Mansour (2021)** ont enregistré des TS qui se situent entre 79-88% alors que **Hakkoum et Rabouh ;(2018)** ont obtenus un TS de 100%. Les taux de mortalité obtenus pour la présente étude respectivement de 8% (B_1) et 80% (B_2). **Soumaa et Mansour;(2021)** ont un TM de 22%. Ces résultats pour B_2 notamment sont liés probablement aux mauvaises manipulations des alevins dans ce bassin. En effet, on a observé des blessures chez les alevins décédés causées par ces accidents. Une autre cause probable est l'absence d'un système de filtration ce qui peut rendre la qualité de l'eau médiocre. Une autre cause probable serait liée à la qualité d'aliment, au fait, le faible taux en matières grasses peut réduire la croissance et la résistance des tilapias aux maladies. Une carence en matières grasses peut affaiblir leur système immunitaire les rendant plus vulnérables aux infections et augmentant ainsi leur mortalité, un manque de matières graisses peut aussi entrainer des troubles métaboliques et des problèmes de santé affectant la survie des tilapias **NRC, (2011); Webster et Lim,(2006).**

Pour l'indice de conduction (K) on a enregistré K=2,09 pour B1 et K=1,68 pour B2. Cet indice est utilisé pour déterminer si le poisson est en bonne santé et s'il est bien nourri. Au fait, si (K>1) ceci indique que le poisson a une bonne condition physique et il est bien nourri (bonne santé et une croissance adéquate). Si (0,8<K<1) le poisson est dans une condition acceptable mais peut bénéficier d'une amélioration de la nutrition ou des conditions d'élevage, ce K peut indiquer une croissance moins optimale ou une légère sous-nutrition. Si (K<0,8) celui-ci indique une mauvaise condition corporelle, peut être associée à des problèmes de santé, une mauvaise nutrition ou des conditions d'élevage inappropriées.

Les analyses statistique, ont montré une assez forte corrélation positive et significative entre l'évolution des poids des poissons et l'évolution de la taille des poissons (r=0,947; p value =0,000). Une corrélation positive est obtenue entre l'évolution des poids des poissons et la quantité d'aliment

(r=0, 512; p value=0,021) et une corrélation positive entre l'évolution des tailles des poissons et la quantité d'aliments (r=0,492; p value=0,027). Cependant, pour les liaisons de la température, du pH et de la conductivité électrique avec le poids et la taille, celles-ci ne sont pas significatives (voir annexe).

CONCLUSION

Conclusion

Actuellement en Algérie la fabrication d'aliments pour les poissons connait un grand retard et un manque des établissements spécialisés en ce domaine. Pour cela cette contribution est venue pour essayer de préparer une formulation d'aliment ou un régime alimentaire pour ce poisson d'eau douce qui est le Tilapia rouge (*Oreochromis sp*).

L'objectif de notre travail est de proposer un aliment local pour ce poisson adapté aux exigences nutritionnelles et aux ressources disponibles, afin de soutenir l'activité aquacole.

Le régime expérimental que nous avons adopté est formulé à base d'un mélange de déchets de poisson et de poulets auxquels de la farine de maïs est ajoutée afin d'avoir une composition nutritionnelle adéquate répondant aux besoins réels des alevins de tilapia rouge en phase de pré-grossissement.

Cette étude s'est déroulée sur une période de 91 jours (février-mai 2024) au niveau de la ferme piscicole "Titteri aquacole" située à Benchicao, Médéa. Nous avons réparti 50 poissons *Oreochromis sp* dans deux bassins (vingt-cinq poissons dans chaque bassin). Le premier bassin a été alimenté avec l'aliment témoin (de la ferme), pour le deuxième bassin le poisson est nourri avec l'aliment préparé. Les deux aliments sont distribués à la base de 12% du poids total des 25 poissons. Cette étude, bien que limitée à la phase de pré-grossissement (taille marchande: 250g), repose également sur une comparaison de l'efficacité de ces deux aliments sur la croissance du tilapia rouge *(Oreochromis sp)*. A cet effet, les paramètres physico-chimiques ainsi que la quantité d'aliment distribué et les paramètres zootechniques (poids, taille) ont été relevés tous les 10 jours.

Concernant les paramètres physico-chimiques de l'eau (T°, pH, oxygène dissous, conductivité, salinité) les résultats obtenus et comparés à certaines limites de qualité de l'eau pour l'élevage de ce poisson nous ont permis de conclure que ces paramètres sont à l'exception de l'O2 dissous favorables pour l'élevage du Tilapia. Les résultats statistiques ont fait apparaitre qu'il n'y a pas de différences significatives entre les deux bassins en ce qui concerne ces paramètres de l'eau, ce qui nous ramène à dire qu'on est presque dans les mêmes conditions du milieu au niveau de ces deux bassins.

L'aliment est un facteur très important soit par sa qualité ou par sa quantité influençant la production des poissons. Les résultats des analyses de qualité effectués dans un laboratoire externe étatique pour chaque aliment à part nous ont permis de faire une différence qualitative entre ces deux aliments. Pour le dosage des protéines nos aliments sont classés comme suit: Aliment témoin (34) >Aliment testé (23.71). Pour le dosage des matières grasses nos aliments sont classés: Aliment

témoin (13.5)> Aliment testé (0.83). Pour le cendres nos aliments sont classés: Aliment testé (18.84) > Aliment témoin (2.8).Pour la humidité nos aliments sont classés Aliment témoin (11) > Aliment testé (60.77). Quant à la quantité d'aliment distribué durant la durée de l'expérimentation elle est comme suit: $B_1>B_2$.

A travers l'analyse statistique, il s'est montré qu'il n'y a pas une différence significative entre poids et taille par rapport au pourcentage des deux aliments testés.

Concernant le suivi des paramètres zootechniques (poids et taille) et moyennant les statistiques et par rapport à l'aliment distribué il n'y a pas de différence significative entre les distributions du poids et de la taille par rapport à la qualité d'aliment. Nos résultats ont montré que les différences de poids étaient dans l'ordre suivant: $B_1>B_2$ alors que les différences de tailles étaient classées comme suit: $B_1>B_2$.

Les résultats du test de corrélation ont montré une assez forte corrélation positive entre l'évolution des tailles et des poids des poissons et la quantité d'aliments.

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:

- Pour la variable dépendante Poids total d'aliments;
  Poids prédit = 93,946 + 3.973 X quantité d'aliment

- Pour la variable dépendante Taille moyenne
  Taille prédite = 5.384 + 0,070 X quantité d'aliment

Notre étude s'est basée également sur l'utilisation des indices de croissance tels que: GMQ, GP, ICA, TCS, TS, TM, K. D'après nos résultats, ces indices ont montré que pour le gain moyen quotidien (GMQ) celui-ci était identique au niveau des deux bassins expliquant une croissance similaire des alevins puisqu'on a obtenu des GMQ moyen de 0,08g pour les deux régimes : $B_1=B_2$. Pour le gain de poids (GP) : $B_1>B_2$. L'indice de conversion alimentaire (ICA): $B_1>B_2$. Pour le taux de croissance spécifique (TCS): $B_1>B_2$. Concernant les résultats du taux de survie des poissons montrent que $B_1>B_2$. Pour le taux de mortalité (TM) : $B_1>B_2$. Concernant L'indice qui évalue l'état corporel des poissons (K) : $B_1>B_2$.

Autrement et globalement vu, l'aliment B_1 est plus performant que B_2. D'où un classement d'efficacité de ces aliments peut s'afficher comme suit: Aliment témoin>Aliment testé.

Enfin, pour améliorer les performances de croissance, nous recommandons des régimes alimentaires plus soigneusement conçus, basés sur des aliments sélectionnés qui peuvent couvrir le maximum des besoins nutritionnels, en plus du contrôle d'autres paramètres de production tels que la qualité de l'eau…etc.

Pour la continuité de ce travail, nous proposons aussi quelques recommandations visant à améliorer et à explorer d'autres pistes à travers d'autres contributions :

- Contrôler les conditions physicochimiques de milieux d'élevage.
- Assurer une bonne aération des bassins pour éviter l'asphyxie des poissons en particulier.
- Améliorer cette étude par une analyse de la chaire des poissons pour déterminer la qualité organoleptique, nutritionnelle de Tilapia..
- Augmentation de production piscicole et contribution à la sécurité alimentaire locale.
- Encourager l'investissement dans le domaine de la pisciculture, surtout aux zones rurales et offrir des postes de travail aux autochtones.

Références bibliographiques :

Aanyu, M., Betancor, M. B., & Monroig, O. (2018). Effects of dietary limonene and thymol on the growth and nutritional physiology of Nile tilapia (Oreochromis niloticus). Aquaculture, 488, 217‑226.

Abdel Magid, A. M., & Babiker, M. M. (1975). Oxygen consumption and respiratory behaviour of three Nile fishes. Hydrobiologia, 46(4), 359‑367.

Abdel-Tawwab, M., Hagras, A. E., Elbaghdady, H. A. M., & Monier, M. N. (2014). Dissolved Oxygen Level and Stocking Density Effects on Growth, Feed Utilization, Physiology, and Innate Immunity of Nile Tilapia, Oreochromis niloticus. Journal of Applied Aquaculture, 26(4), 340‑355.

ACHAB, R., DAIRI, O., & BELHADJ, H. (2022). CONTRIBUTION A L'ETUDE DE L'EFFICIENCE DE DEUX ALIMENTS A BASE DE FARINE DE POISSON (PREPARE, COMMERCIALISE) SUR LA CROISSANCE DU TILAPIA DU NIL (Oreochromis niloticus) AU NIVEAU DE LA FERME «TITTERI AQUACOLE»-MEDEA [PhD Thesis].

Alliouche, F. (2010). Efficience de certains aliments sur la biomasse du Tilapia de Nil" Oreochromis niloticus" au niveau de l'animalerie [PhD Thesis].

Alvarez, M. J., Lopez-Bote, C. J., Diez, A., Corraze, G., Arzel, J., Dias, J., Kaushik, S. J., & Bautista, J. M. (1999). The partial substitution of digestible protein with gelatinized starch as an energy source reduces susceptibility to lipid oxidation in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) and sea bass (Dicentrarchus labrax) muscle. Journal of animal science, 77(12), 3322‑3329.

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

Arrignon, J. (1993a). Pisciculture en eau douce : Le tilapia.

Arrignon, J., Arrignon-Labadie, H., & Joannis, G. (1969). L'élevage de Tilapia mossambica comme animal de laboratoire : Avec 1 photographie et 10 tableaux dans le texte. SIL Proceedings, 1922-2010, 17(2), 650‑661.

Arringnon, J. C. V. (1998). Tilapia.

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. Tunisia: Faculty of Sciences of Tunis.

AZAZA, M. S., MENSI, F., Toko, I. I., DHRAIEF, M. N., Abdelmouleh, A., Brini, B., & Kra\ddotıotaem, M. M. (2006). Effets de l'incorporation de la farine de tomate dans l'alimentation du tilapia du Nil (Oreochromis niloticus, L., 1758) en élevage dans les eaux géothermales du sud tunisien. INSTM Bulletin: Marine and Freshwater Sciences, 33, 47‑58.

Balarin, J. D., & Hatton, J. P. (1979). Tilapia : A guide to their biology and culture in Africa.

Bamba, Y., Ouattara, A., Da Costa, K. S., & Gourene, G. (2008). Production de Oreochromis niloticus avec des aliments à base de sousproduits agricoles. Sciences & Nature, 5(1), 89‑99.

Barnabé, G. (1991a). Bases biologiques et écologiques de l'aquaculture.

Baroiller, J.-F., & Jalabert, B. (1989). Contribution of research in reproductive physiology to the culture of tilapias. Aquatic living resources, 2(2), 105‑116.

Bechelem, L., Djerad, N., Mohdeb, R. E., & Boutaoui, N. E. (2023). Utilisation des déchets ménagers organiques dans la production des aliments pour le Tilapia (Oreochromis sp) [PhD Thesis, Université de Jijel].

Belayachi, D. A., & Belhadj, A. (2014). Etude de l'intérêt de Dunaliella sauna (microalgue halophile) sur la culture de l'Artémie en Oranie. Mémoire de Master en science agronomie, Université Aboubakeur belkaid, Tlemcen, 97p.

Benidiri, R. (2017). Création d'un projet piscicole. Mémoire de Master de Génie Industriel Université Abou bekr Belkaid–Tlemcen.

Black, J. L. (2014). Brief history and future of animal simulation models for science and application. Animal Production Science, 54(12), 1883‑1895.

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

Burel, C. (2017). Bases de la nutrition et formulation en aquaculture. Durabilité des aliments pour le poisson en aquaculture: réflexions et recommandations sur les aspects technologiques, économiques, sociaux et environnementaux, 296-p.

Campbell, D. (1985). Large scale cage farming of Sarotherodon niloticus. Aquaculture, 48(1), 57‑69.

Chapman, F. A. (2000). Culture of hybrid tilapia : A reference profile. University of Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and .

Coccia, E., Varricchio, E., Vito, P., Turchini, G. M., Francis, D. S., & Paolucci, M. (2014). Fatty Acid-Specific Alterations in Leptin, PPARα, and CPT-1 Gene Expression in the Rainbow Trout. Lipids, 49(10), 1033‑1046.

Coche, A. (1977). Premiers resultats de l'elevage en cages de Tilapia nilotica (L.) dans le Lac Kossou, Cote d'Ivoire. Aquaculture, 10(2), 109‑140.

Council, N. R., Earth, D. on, Studies, L., Fish, C. on the N. R. of, & Shrimp. (2011). Nutrient requirements of fish and shrimp. National academies press.

De Silva, D. D., Rapior, S., Hyde, K. D., & Bahkali, A. H. (2012). Medicinal mushrooms in prevention and control of diabetes mellitus. Fungal Diversity, 56(1), 1‑29.

De Silva, S. S., & Anderson, T. A. (1994). Fish nutrition in aquaculture (Vol. 1). Springer Science & Business Media.

Dergal, N. B. (2015). Evaluation des systèmes de management de la sécurité et de la qualité de l'aquaculture du tilapia du Nil" Oreochromis niloticus" dans l'Ouest algérien.

Diogo, R. (2018). Étude comparée de la productivité de tilapia, Oreochromis niloticus (L.) en système intégré poisson-poule et non-intégré dans la commune d'Aplahoué au Sud Bénin. 14.

El-Sayed, A. F. M. (Éd.). (2006a). Tilapia culture (1re éd.). CABI Publishing.

FAO. (2005). General Fisheries Commission for the Mediterranean. FAO Rome, Italy.

FAO, 2012. La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture. - Recherche Google. (s. d.). Consulté 1 juin 2024,

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

FAO, 2020. Générale du secteur aquacole national Algérie.

FAO, F. (2022). Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO (Food, & Nations), A. O. of the U. (2008). Climate change and food security : A framework document. FAO Rome.

Faye, E., Sarr, S. M., Touré, M. A., Gueye, S., & Gueye, M. (2018). Effets de la densité de stockage sur la croissance des alevins de Tilapia (Oreochromis niloticus L.) en cages fixes dans le Lac de Guiers, Sénégal. Afrique SCIENCE, 14(3), 378‑390.

Fermon, Y. (2010). La pisciculture de subsistance en étangs en Afrique : Manuel technique. ACF-International network, 274.

Francis, G., Makkar, H. P., & Becker, K. (2001). Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. Aquaculture, 199(3‑4), 197‑227.

Frankic, A., & Hershner, C. (2003). Sustainable aquaculture : Developing the promise of aquaculture. Aquaculture International, 11(6), 517‑530.

Frimpong, E. A., Ansah, Y. B., Amisah, S., Adjei-Boateng, D., Agbo, N. W., & Egna, H. (2014). Effects of two environmental best management practices on pond water and effluent quality and growth of Nile tilapia, Oreochromis niloticus. Sustainability, 6(2), 652‑675.

Gabriel, U. U., Akinrotimi, O. A., Bekibele, D. O., Onunkwo, D. N., & Anyanwu, P. E. (2007). Locally produced fish feed : Potentials for aquaculture development in sub-Saharan Africa. African Journal of Agricultural Research, 2(7), 287‑295.

Galman, O. R., & Avtalion, R. R. (1983). A preliminary investigation of the characteristics of red tilapias from the Philippines and Taiwan. Proceedings of the International Symposium on Tilapia in Aquaculture, 18‑13.

Gatlin, D. M., Barrows, F. T., Brown, P., Dabrowski, K., Gaylord, T. G., Hardy, R. W., Herman, E., Hu, G., Krogdahl, Å., Nelson, R., Overturf, K., Rust, M., Sealey, W., Skonberg, D., J Souza, E., Stone, D., Wilson, R., & Wurtele, E. (2007). Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds : A review. Aquaculture Research, 38(6), 551‑579.

Grant Museum of Zoology, University College London. (s. d.). Consulté 14 mai 2024,

Gulland, J. A., Baudin-Laurencin, F., Chabanne, J., Durand, J.-R., Ghéno, Y., & Plante, R. (1965). Méthodes d'analyse des populations de poissons.

Hengsawat, K., Ward, F. J., & Jaruratjamorn, P. (1997). The effect of stocking density on yield, growth and mortality of African catfish (Clarias gariepinus Burchell 1822) cultured in cages. Aquaculture, 152(1‑4), 67‑76.

Hoffman, L. C., Prinsloo, J. F., & Rukan, G. (1997). Partial replacement of fish meal with either soybean meal, brewers yeast or tomato meal in the diets of African sharptooth catfish Clarias gariepinus.

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

Hugueny, B., & Lévéque, C. (1994). Freshwater fish zoogeography in west Africa : Faunal similarities between river basins. Environmental Biology of Fishes, 39(4), 365‑380.

IFAD, F. & UNICEF. (2015). WFP. The State of Food Insecurity in the World, 62.

Jansen, H. M., van den Burg, S. W. K., Van Duren, L. A., Kamermans, P., Poelman, M., Steins, N. A., & Timmermans, K. R. (2023). Food for thought : A realistic perspective on the potential for offshore aquaculture in the Dutch North Sea. Journal of Sea Research, 191, 102323‑102323.

Jauncey, K. (1998). Tilapia feeds and feeding.

Jauncey, K., & Ross, B. (1982). A guide to tilapia feeds and feeding. Institute of Aquaculture. University of Stirling, Scotland, 1‑111.

Jones, A. C., Mead, A., Kaiser, M. J., Austen, M. C. V., Adrian, A. W., Auchterlonie, N. A., Black, K. D., Blow, L. R., Bury, C., Brown, J. H., Burnell, G. M., Connolly, E., Dingwall, A., Derrick, S., Eno, N. C., Gautier, D. J. H., Green, K. A., Gubbins, M., Hart, P. R., … Sutherland, W. J. (2015). Prioritization of knowledge needs for sustainable aquaculture : A national and global perspective. Fish and Fisheries, 16(4), 668‑683.

KALT, A. (2011). Vers un retour des farines animales en septembre prochain.

Kanangire, C. K. (2002). Effets de l'alimentation des poissons avec Azolla sur la production d'un écosystème agro-piscicole en zones marécageuses au Rwanda.

Karali, A., & Echikh, F. (2004). L'aquaculture en Algérie. Institut des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral.

Kortner, T. M., Björkhem, I., Krasnov, A., Timmerhaus, G., & Krogdahl, Å. (2014). Dietary cholesterol supplementation to a plant-based diet suppresses the complete pathway of cholesterol synthesis and induces bile acid production in Atlantic salmon (Salmo salar L.). British journal of nutrition, 111(12), 2089‑2103.

Lacroix, E. (2004). Pisciculture en zone tropicale. GFA Terra Systems.

Lavenant, M., & Paquotte, P. (1995). Aquaculture en système clos : Estimation des coûts de production pour l'élevage du bar et du turbot. Séminaire SELAM, 1995.

Lazard, J. (1984). Elevage du tilapia en Afrique : Données techniques sur la pisciculture en étang.

Lazard, J. (1990). Transferts de poissons et développement de la production piscicole. Exemple de trois pays d'Afrique subsaharienne. Rev. Hydrobiol. Trop, 23(3), 251‑265.

Lazard, J. (2009). La pisciculture des tilapias.

Li, P., Mai, K., Trushenski, J., & Wu, G. (2009). New developments in fish amino acid nutrition : Towards functional and environmentally oriented aquafeeds. Amino Acids, 37(1), 43‑53.

Lovell, R. T., & Limsuwan, T. (1982). Intestinal Synthesis and Dietary Nonessentiality of Vitamin B_{12} for Tilapia nilotica. Transactions of the American Fisheries Society, 111(4), 485‑490.

Lovshin, L. L. (1997). Worldwide tilapia culture. Anais do I Workshop International de Aquicultura, 15‑17.

Malcolm, C., Beveridje, H., & Mc Andrew, B. J. (2000). Tilapias : Biologie and exploitation. Institute of aquaculture. University of stirling, Scotland. Kluwer academic publishers.

Malcom, C., Beveridje, H., & McAndrew, B. (2000). Tilapias : Biologie and exploitation. Institute of aquaculture. University of stirling, Scotland.

Mallard, P., Gabrielle, B., Vial, E., Rogeau, D., Vignoles, M., Sablayrolles, C., Carrère, M., Renou, S., Pierre, N., & Muller, O. (2006). Impacts environnementaux associés au traitement biologique et à l'utilisation agricole des déchets organiques. Bilan des connaissances en vue de l'évaluation environnementale globale des filières. Sciences Eaux & Territoires, 48 Ingénieries-EAT, 03‑11.

Médale, F., & Guillaume, J. C. (1999). Nutrition énergétique. Nutrition des poissons et des crustacés. Paris (France): INRA, 87‑111.

Médale, F., & Kaushik, S. (2009). Les sources protéiques dans les aliments pour les poissons d'élevage. Cahiers Agricultures, 18(2‑3), 103‑111.

Nanba, O., & Satoh, K. (1987). Isolation of a photosystem II reaction center consisting of D-1 and D-2 polypeptides and cytochrome b -559. Proceedings of the National Academy of Sciences, 84(1), 109‑112.

Nihoreye, F. J., Nyongombe, U. N., Georges, A. L., & di Umba, J. M. (2019). Comparison of growth performance in fish farming stations of a wild strain and a domestic strain of nile tilapia (Oreochromis niloticus L.) in South Kivu, DR Congo. Journal of Applied Biosciences, 140, 14245‑14255.

ONM. Médéa..Office nationale météorologique.

ONS ,Office National de Statistiques, Décembre 2018—Recherche Google. (s. d.).

Organization, W. H. (2020). Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2002. Risk assessments of Salmonella in eggs and broiler chickens. SBN, 92(9), 156230.

Ouattara, N. I., Teugels, G. G., N'Douba, V., & Philippart, J.-C. (2003). Aquaculture potential of the black-chinned tilapia, Sarotherodon melanotheron (Cichlidae). Comparative study of the effect of stocking density on growth performance of landlocked and natural populations under cage culture conditions in Lake Ayame (Côte d'Ivoire). Aquaculture Research, 34(13).

Paugy, D., Lévêque, C., & Teugels, G. G. (2003). Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest= The fresh and brackish water fishes of West Africa. (No Title).

Piccolotti, F. (2014). Pisciculture en cage à petite échelle : Guide pratique. FAO Smart Fish Publication (FAO) eng no. 31.

Pillay, T. V. R. (1990). Aquaculture : Principles and practices. Fishing news books.

Popma, T. J., & Lovshin, L. L. (1996). Worldwide prospects for commercial production of tilapia. International Center for Aquaculture and Aquatic Environments Alabama.

Prapee, S., Pornchai, L., Maleeya, K., & Suchart, U. E. (1997). Effects of diets with various protein concentrations on growth, survival and metamorphosis of Rana tigerina and Rana Catesbeiana. J. Sci. Soc. Thailand, 23, 209‑224.

Robert, M. (2014). Développement d'hydrolysats pour l'alimentation des animaux d'aquaculture : Caractérisation moléculaire et fonctionnelle [PhD Thesis, Caen].

Rodier, J., Legube, B., Merlet, N., & Brunet, R. (2009). L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 9ème Edition Dunod. Paris, France.

Romand, R., Lévèque, C., Paugy, D., & Teugels, G. G. (1992). Cyprinodontidae. Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest. Collection Fauna tropicale no. XXVIII, 2, 586‑654.

Ross, L. G. (2000). Environmental physiology and energetics. In M. C. M. Beveridge & B. J. McAndrew (Éds.), Tilapias : Biology and Exploitation (p. 89‑128). Springer Netherlands.

Russell, M., Shuke, R., & Samantha, S. (2011). Effects of conductivity on survivorship and weight of goldfish (Carassius auratus). Juniata College: Huntingdon, PA, USA.

Seridi, F. (2011). L'aquaculture en algerie : Evolution, etat actuel et essai d'analyse de durabilite [PhD Thesis, Université de Annaba-Badji Mokhtar].

Soliman, S., Daya, M. S., Collins, J., & Hughes, E. G. (1994). The role of luteal phase support in infertility treatment : A meta-analysis of randomized trials. Fertility and sterility, 61(6), 1068‑1076.

Tacchi, L., Secombes, C. J., Bickerdike, R., Adler, M. A., Venegas, C., Takle, H., & Martin, S. A. (2012). Transcriptomic and physiological responses to fishmeal substitution with plant proteins in formulated feed in farmed Atlantic salmon (Salmo salar). BMC Genomics, 13(1), 363.

Tacon, A. G. J. (1997). Feeding tomorrow's fish : Keys for sustainability. Cah. Options Mediterr, 22, 11‑34.

Tacon, A. G. J. (1998). Global trends in aquaculture and aquafeed production 1984-1995. International Aquafeed Directory Buyer's Guide 1997/98, 5‑37.

Talbot, C., & Rosenlund, G. (2002). Learning from the salmonid industry. Growing fish on nutrient-dense diets. Aquafeed International, 5(2), 7‑10.

Tran-Ngoc, K. T., Dinh, N. T., Nguyen, T. H., Roem, A. J., Schrama, J. W., & Verreth, J. A. (2016). Interaction between dissolved oxygen concentration and diet composition on growth, digestibility and intestinal health of Nile tilapia (Oreochromis niloticus). Aquaculture, 462, 101‑108.

Trewavas, E. (1983). Tilapiine fishes of the genera Sarotherodon, Oreochromis and Danakilia.

Watanabe, T. (1982). Lipid nutrition in fish. Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry, 73(1), 3‑15.

Webster, C. D., & Lim, C. (2006). Tilapia : Biology, culture, and nutrition. CRC Press.

Young, J. A., & Muir, J. F. (2002). Tilapia : Both Fish and Fowl? Marine Resource Economics, 17(2), 163‑173.