

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Ibn Khaldoun –Tiaret

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département : Biologie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biologie Moléculaire et Cellulaire

Présenté par :

SADOUNE Feghoul Abderazek

HOCINE Bochra

ZIANI Ferial

Thème :

Effet du genévrier oxycèdre sur les performances de croissance et la réponse histologique et biochimique du Tilapia rouge

Soutenu publiquement le .../07/2024

Jury :

Grade

Président : AKERMI Ameer MCB Université Ibn Khaldoun

Examineur: MAKHLOUFI Chahra Professeur Université Ibn Khaldoun

Encadrant : BOUSSAID Mohamed Professeur Université Ibn Khaldoun

Co-encadrant : TAIBI Khaled Professeur Université Ibn Khaldoun

Année universitaire 2023-2024

Remerciement

Nous remercions tout d'abord à الله tout puissant pour nous avoir donné la volonté, la Patience et le courage nécessaire pour mener ce modeste travail.

*Nous tenons particulièrement nos profonds remerciements et nos vives connaissances à Notre promoteur Monsieur **BOUSSAID.M**, Pour avoir encadré et dirigé ce travail avec une grande rigueur scientifique, sa disponibilité, ses conseils, ses encouragements et la confiance qui nous ont permis de mener à bien réaliser ce travail scientifique.*

*Nous tenons aussi à remercier chaleureusement notre professeur **Taïbi Khaled** pour sa disponibilité, son expérience, son encouragement. Nous lui exprimons notre profonde gratitude pour son rôle déterminant dans la réalisation de ce projet.*

*Nous exprimerons toute notre reconnaissance à Monsieur **AKERMI Ameur** pour avoir bien voulu accepter de présider le jury de ce mémoire.*

*Nos remerciements s'adressent également à **Madame MAKHLOUFI Chahra** qui a bien voulu consacrer une partie de son temps précieux à examiner ce travail.*

*Un grand merci également à **Mr Souana .K** et **Mr Tadj. AËK** et **M AIT Abderahim .L** pour avoir eu la patience de répondre à nos innombrables questions.*

*Nos remerciements s'adressent à l'ensemble de nos camarades de la promotion **M2 Biologie Moléculaire et Cellulaire 2019-2024***

Enfin, nous tenons à remercier vivement tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué d'une manière ou d'une autre, merci pour leurs soutiens moral et matériel ainsi que pour leurs disponibilités et gentillesse. A la réalisation de ce mémoire.

Dédicaces

Je tiens à remercier en premier lieu Dieu le tout puissant qui m'a donné le courage et la patience et qui a éclairé mon chemin pour achever ce travail

Je dédie ce modeste travail à :

À ma chère mère, pour son amour inconditionnel, son soutien indéfectible, ses encouragements constants, et pour les sacrifices que tu as consentis en croyant toujours en moi.

Puisse Dieu, le Très-Haut, t'accorder santé, bonheur et longue vie, et faire en sorte que jamais je ne te déçoive.

À mon cher père, celui que je porte avec fierté leur nom, que Dieu te bénisse avec une miséricorde abondante et t'élève parmi les habitants du paradis

À mes frères Ahmed et Oussama, et à mes sœurs Dhaouia, Noura et Bouchra.

À mon promoteur, le Professeur Bousaid Mohamed, pour sa guidance précieuse, ses conseils avisés et son soutien constant tout au long de cette recherche.

À mon co-promoteur, le Professeur Taibi Khalef, pour son aide inestimable, ses encouragements et son expertise, comme un grand frère pour moi.

À toute l'équipe de biologie moléculaire et cellulaire : Monsieur Achir, Monsieur Tadj, Monsieur Souana et Madame Ait Abderahim.

À mon trinôme, Chair, Ferial et Bochra, pour leur camaraderie, leur aide précieuse, et les moments de partage qui ont rendu ce parcours plus enrichissant et agréable.

Merci à tous pour avoir contribué à la réalisation de ce travail.

SADOUNE Feghouf Abderazek

Dédicace

Avec tous mes sentiments de respect, avec l'expérience de ma reconnaissance, je dédie ma remise de diplôme et ma joie

*À mon paradis à la prune de mes yeux, à la source de ma joie et mon bonheur, ma lune et le fil d'espoir qui allumer mon chemin. ma moitié **Maman KAMIR**,*

*À celui qui m'a fait une femme, ma source de vie, d'amour et d'affection. À mon support qui était toujours à mes côtés pour me soutenir et m'encourage, à mon prince **Papa AISSA***

*À ma petite sœur **RADJAA** qui sait toujours comment procurer la joie et le bonheur pour toute la famille*

*À mes frères **AHMED** et **TAHER***

*À tous les membres de ma grande famille **MALLEK** et **HOCINE***

Mes tantes et cousines

*À mon encadrent le Professeur **BOUSSAID MOHAMED***

À mon co- encadrent, le Professeur Taïbi Khaled,

À toute l'équipe de biologie moléculaire et cellulaire : Monsieur Achir, Monsieur Tadj, Monsieur Souana et Madame Ait Abderahim.

*Sans oublier mon trinôme **FERJAL** et **ABDERAZEK***

pour son soutien moral sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.

*À tout mes collègues de promotion de **M2 biologie moléculaire et cellulaire**.*

À tous mes amies qui m'ont toujours encouragé, et à qui je souhaite plus de succès.

À tout ce qui ont participé à ma réussite et à tous qui m'aiment.

HOCINE Bochra

Dédicaces

Dédicace À ma mère Affable, honorable, aimable : Tu m'as donné la vie, la tendresse et le courage pour réussir.

Tout ce que je peux t'offrir ne pourra pas exprimer l'amour et la reconnaissance que je porte.

En témoignage, je t'offre ce modeste travail pour te remercier pour tes sacrifices et pour l'affection dont tu m'as toujours entouré.

Puisse Dieu, le très haut, t'accorder santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne te déçoive. À mon père, Aucune dédicace n'exprime l'amour, le respect, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous.

À mes adorables frères et sœurs. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien-être. Rahil, Aissa Razika, Douaa Khaled pour leurs encouragements permanents et leur soutien moral.

À mes meilleures amies Bochra, Abderezak, Kheira, Sonia, Ikram, Fatiha, Elhadjer, Meriem, Hadjer.

Je te dis Merci.

ZIANI Ferial

الملخص

الهدف من هذه الدراسة هو تقييم تأثير دمج مسحوق العرعر في غذاء أسماك البلطي الأحمر على أداء النمو وكذلك الاستجابات النسيجية والكيميائية الحيوية. كشفت الدراسة أن المضاف الغذائي المستخلص من العرعر يلعب دورًا هامًا في تحسين زيادة الوزن لصغار أسماك البلطي. تشير النتائج إلى أن إضافة تراكيز مختلفة من مسحوق العرعر (4٪، 8٪، و12٪) يحسن بشكل ملحوظ الوزن، الطول، والعرض للأسماك مقارنةً بالمجموعة الضابطة. بالإضافة إلى ذلك، أظهرت التحليلات الكيميائية الحيوية زيادة في مستويات الإنزيمات الهضمية مثل الأميليز، الليباز، التربسين، والكموتربسين، مما يشير إلى تحسن في القدرة الهضمية للأسماك المعالجة. من بين التراكيز التي تم اختبارها، تبين أن تركيز 8٪ هو الأكثر فعالية، حيث أظهر التحسينات الأكثر أهمية في كل من أداء النمو والمعايير الكيميائية الحيوية. تشير هذه النتائج إلى أن دمج 8٪ من مسحوق العرعر في غذاء البلطي الأحمر قد يكون الأمثل لتعزيز النمو وكفاءة الهضم للأسماك.

تفتح هذه الدراسة آفاقًا واحدة لاستخدام العرعر في تربية الأحياء المائية لتحسين أداء مزارع البلطي الأحمر.

الكلمات المفتاحية: البلطي الأحمر، العرعر، النمو، المعايير الكيموحيوية، الإنزيمات الهضمية

Abstract

This study explores the effect of incorporating *Juniperus oxycedrus* (cade juniper) powder into the diet of red tilapia (*Oreochromis* sp.) on growth performance, as well as histological and biochemical responses. The study revealed that the *Juniperus oxycedrus*-based dietary additive plays a significant role in enhancing the weight gain of tilapia fry.

The results indicate that adding different concentrations of juniper powder (4%, 8%, and 12%) significantly improves the weight, length, and width of the fish compared to the control group. Furthermore, biochemical analyses show an increase in the levels of digestive enzymes such as amylase, lipase, trypsin, and chymotrypsin, suggesting an improvement in the digestive capacity of the treated tilapia.

Among the tested concentrations, 8% proved to be the most effective, showing the most significant improvements in both growth performance and biochemical parameters. These results suggest that incorporating 8% *Juniperus oxycedrus* powder into the diet of red tilapia could be optimal for maximizing the growth and digestive efficiency of the fish.

This study opens up promising prospects for the use of *Juniperus oxycedrus* in aquaculture to improve the performance of red tilapia farming.

Keywords: *Juniperus oxycedrus*, Red tilapia, Growth, Digestive enzymes, Aquaculture

Résumé

Cette étude explore l'effet de l'incorporation de poudre de *Juniperus oxycedrus* (genévrier oxycèdre) dans l'alimentation du tilapia rouge (*Oreochromis sp.*) sur les performances de croissance ainsi que les réponses histologiques et biochimiques. L'étude a révélé que l'additif alimentaire à base de genévrier oxycèdre joue un rôle significatif dans l'amélioration de la croissance pondérale des alevins.

Les résultats indiquent que l'ajout de différentes concentrations de poudre de genévrier (4 %, 8 % et 12 %) améliore notablement le poids, la longueur et la largeur des poissons par rapport au groupe témoin. De plus, les analyses biochimiques montrent une augmentation des niveaux d'enzymes digestives telles que l'amylase, la lipase, la trypsine et la chymotrypsine, suggérant une amélioration de la capacité digestive des tilapias traités.

Parmi les concentrations testées, celle de 8 % s'est avérée la plus efficace, présentant les améliorations les plus significatives tant au niveau des performances de croissance que des paramètres biochimiques. Ces résultats suggèrent que l'incorporation de 8 % de poudre de *Juniperus oxycedrus* dans l'alimentation du tilapia rouge pourrait être optimale pour maximiser la croissance et l'efficacité digestive des poissons.

Cette étude ouvre des perspectives prometteuses pour l'utilisation du genévrier oxycèdre en aquaculture, en vue d'améliorer les performances des élevages de tilapia rouge.

Mots clés: *Juniperus oxycedrus*, Tilapia rouge, *Oreochromis sp* , croissance, enzymes digestives, aquaculture

Liste des figures

Figure 1. Tilapia rouge	6
Figure 2. Le cycle naturel du tilapia	7
Figure 3. <i>Juniperus oxycedrus</i>	10
Figure 4. Localisation mondiale de <i>Juniperus oxycedrus</i> L	11
Figure 5. Localisation de <i>Juniperus oxycedrus</i> L. en Algérie	12
Figure 6. Feuilles et galbules de genévrier oxycèdre	14
Figure 7. Tilapia rouge <i>Oreochromis</i> sp	14
Figure 8. Bassins d'élevages (aquarium)	15
Figure 9. Système de filtration et de chauffage thermique	15
Figure 10. Nettoyage et siphonage des aquariums	17
Figure 11. Photographie de prise de poids de tilapia sp	18
Figure 12. Photographie de prise de taille de tilapia sp	18
Figure 13. Photographie de préparation de prélèvement de sang	20
Figure 14. Poids total des différents lots de poissons nourris aux quatre aliments.	21
Figure 15. Longueur totale des différents lots de poissons nourris aux quatre aliments	21
Figure 16. Largeur totale des différents lots de poissons nourris aux quatre aliments	22
Figure 17. Poids total des poissons nourris avec les quatre types d'aliments, après cinq semaines de l'expérimentation	23
Figure 18. Longueur totale des poissons nourris avec les quatre types d'aliments, après cinq semaines de l'expérimentation	23
Figure 19. Largeur totale des différents lots de poissons nourris aux quatre aliments	24
Figure 20. Taux de mortalité dans les différents aquariums	24
Figure 21. Evolution du gain moyen quotidien dans les différents aquariums	25
Figure 22. Evolution de gain moyen hebdomadaire en fonction de différents traitements	26
Figure 23. Evolution du gain moyen mensuel en fonction de différents traitements	26
Figure 24. Evolution des taux de croissance spécifiques en fonction des différents Traitements	27
Figure 25. Niveaux d'amylase en fonction des taux d'incorporation de poudre de Genévrier	27
Figure 26. Niveaux de lipase en fonction des taux d'incorporation de poudre de Genévrier	28

Figure 27. Niveaux de trypsine en fonction des taux d'incorporation de poudre de
Genévrier 28

Figure 28. Niveaux de Chymotrypsine en fonction des différents taux d'incorporation de
poudre de genévrier oxycèdre 29

Liste des tableaux

Tableau 1. Les besoins environnementaux du tilapia rouge	6
Tableau 2. Besoins nutritionnels chez les Tilapia	8

Liste des abréviations

CMV : Complexe Minéralo-Vitaminique.

FAO : Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

GMH: Gain Moyen Hebdomadaire .

GMM: Gain Moyen Mensuel.

GMQ: Gain Moyen Quotidien .

PMF: Poids Moyen final.

PMI: Poids Moyen initial.

T : Température.

TCS: Taux de Croissance Spécifique

TS:Taux de Survie.

Table des matières

Remerciements	
Dédicaces	
ملخص	
Abstract	
Résumé	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction	1
Synthèse bibliographique	
1. Tilapia	4
1.1.Biologie du tilapia	5
a. Taxonomie	5
b. Caractéristiques morphologiques	5
c. Habitat naturel et élevage du tilapia	6
1.2.Physiologie du Tilapia rouge	7
a. Reproduction	7
b. Besoins Nutritionnels	8
c. Immunité	8
2. Le genévrier oxycèdre	9
2.1.Systématique	9
2.2.Description botanique	9
2.3.Distribution géographique	10
a. Dans le monde	10
b. En Algérie	11
2.4.Utilisations thérapeutique	12
2.5.Composition chimique	13
Matériel et Méthodes	
1. Objectif	14
2. Matériel biologique	14
2.1.Genévrier oxycèdre	14
2.2.Poissons de Tilapia	14
3. Méthodes	15
3.1.Conception du système d'élevage	15
3.2.Préparation de l'aliment	16
3.3.Conduite de l'essai	17
3.4.Mesures effectuées	18
3.4.1. Mesure de la croissance	18
3.5.Paramètres d'efficacité d'utilisation des aliments testés	18
3.6.Analyses biochimiques	20

Résultats et discussions

Résultats	21
1. Caractérisation des poissons de l'expérience	21
1.1. Poids	21
1.2. Longueur	21
1.3. Largeur	22
2. Mesures des paramètres de croissance	22
2.1. Poids	22
2.2. Longueur	23
2.3. Largeur	24
3. Mortalité	24
4. Mesures des indices de croissance	25
4.1. Gain moyen quotidien (GMQ)	25
4.2. Gain moyen Hebdomadaire (GMH)	26
4.3. Gain moyen Mensuel (GMM)	26
4.4. Taux de croissance spécifique (TCS)	27
5. Analyses biochimiques	27
5.1. Amylase	27
5.2. Lipase	28
5.3. Trypsine	28
5.4. Chymotrypsine	29
Discussion	30
Conclusion	33
Références bibliographiques	34

INTRODUCTION

Introduction

Le secteur de l'aquaculture mondiale connaît une expansion significative. À la différence de la pêche, qui reste stable avec environ 90 millions de tonnes annuelles, l'aquaculture affiche une croissance annuelle d'environ 8,6 %, dépassant largement celle de la production animale terrestre (FAO, 2014). En Algérie, la production de produits de la pêche demeure faible, avec moins de 3 millions de tonnes. Bien que la consommation de poisson par habitant ait augmenté de 3,02 kg en 1999 à 5,4 kg en 2010 (FAO, 2012), elle reste bien en deçà de la moyenne mondiale.

Le déficit en poisson en Algérie ne peut être comblé par la pêche maritime en raison de l'étroitesse de son plateau continental, de l'ancienneté de sa flotte de pêche et de la configuration de sa côte. La promotion de l'aquaculture et l'introduction de nouvelles espèces de poissons sur le marché national sont ainsi des solutions prometteuses pour pallier ce manque (FAO, 2014).

En Algérie, l'élevage du tilapia rouge (*Oreochromis sp*) représente une opportunité significative pour répondre à la demande croissante en protéines de haute qualité et pour soutenir la sécurité alimentaire. C'est un choix privilégié pour promouvoir l'aquaculture et envisager un développement durable. Cette espèce est appréciée pour sa rusticité, sa reproduction facile et rapide en captivité, ainsi que pour sa valeur gustative et nutritive. De plus, les filets de tilapia, pratiquement dépourvus d'arêtes, devraient séduire davantage les consommateurs (El-Sayed, 2006 ; Lazard, 2009).

L'alimentation est un facteur essentiel dans l'élevage des poissons, influençant directement la rentabilité de la production. Dans l'industrie de l'aquaculture, l'alimentation représente plus de 50 % du coût total de production. L'apport de nourriture est donc un élément crucial de l'activité aquacole (Shang, 1992).

L'utilisation généralisée des antibiotiques a entraîné la pollution de l'environnement et le développement de souches résistantes aux médicaments (Yang et al., 2018). L'utilisation des plantes médicinales, considérées comme une "médecine verte", suscite de plus en plus d'attention et elles sont également largement utilisées comme additifs alimentaires pour les poissons (Hodar et al., 2021; Li et al., 2024).

Différentes plantes médicinales contiennent de nombreuses substances bioactives, telles que les flavonoïdes, stéroïdes, tanins, saponines, terpénoïdes, polysaccharides et alcaloïdes (Zhu, 2020). Ces substances bioactives non seulement favorisent la croissance des poissons (Raissy et al., 2022), mais stimulent également l'appétit (Liu et al., 2019), ont des

propriétés antioxydantes (Abdel Rahman et al., 2022a; Rashidian et al., 2023), renforcent l'immunité (Rahman et al., 2022a; Abdel Rahman et al., 2022b; Adel et al., 2024) et augmentent la résistance aux maladies (Rahman et al., 2022b). Il est important de noter que l'importance des plantes médicinales dépend de leurs types, doses et des espèces hôtes. Par conséquent, il est pertinent d'explorer les plantes médicinales pour améliorer la culture saine des poissons par la régulation de la nutrition.

L'utilisation de plantes médicinales, reconnues pour leurs propriétés bioactives, constitue une approche innovante et durable pour améliorer la santé et la croissance des poissons. Parmi ces plantes, *Juniperus oxycedrus*, connu sous le nom de genévrier oxycèdre, possède des composés bioactifs qui pourraient avoir des effets bénéfiques sur la croissance et la digestion des poissons.

Les plantes médicinales et leurs dérivés (huiles essentielles et extraits) possèdent une large gamme d'activités antimicrobiennes et antioxydantes (Kumar et al., 2014; Elumalai et al., 2020; Mohammadi et al., 2020; Al-Shawi et al., 2021; Yusefi et al., 2021a; Rudiansyah et al., 2022). Comparées aux composés chimiques, elles suscitent plus d'attention en raison de leur action lente due à leur effet stable, l'absence de résistance relative des pathogènes, l'absence d'effets indésirables sur les organismes et l'environnement, leur faible coût de production et leur application économiquement viable (Pandey et al., 2010; Pirbalouti et al., 2011; Reverter et al., 2021).

Ce travail vise à étudier l'impact de *Juniperus oxycedrus*, un composé naturel potentiellement bénéfique en aquaculture, sur la performance de croissance et la réponse biochimique du tilapia rouge (*Oreochromis sp*). Plus spécifiquement, il cherche à :

Évaluer comment les extraits de *Juniperus oxycedrus* influencent la croissance des juvéniles de tilapia rouge.

Synthèse bibliographique

L'aquaculture joue actuellement un rôle important, et continuera de jouer, dans l'augmentation de la production mondiale de poissons et dans la réponse à la demande croissante de produits de la pêche. Le tilapia est le nom commun de plusieurs espèces de poissons cichlidés vivant dans les ruisseaux d'eau douce, les étangs, les rivières et les lacs, et plus rarement dans les eaux saumâtres. Considérés comme des espèces envahissantes, les tilapias sont désormais d'une importance croissante dans l'aquaculture. Originaire d'Afrique et du Moyen-Orient, les tilapias ont été introduits dans plus de 90 pays pour l'aquaculture et la pêche. La production mondiale de tilapias a continué d'augmenter rapidement. Selon diverses sources récentes, la production mondiale estimée pour 2015 était de 5 576 800 tonnes métriques (Prabu et al ,2021). Les prévisions indiquent que cette quantité devrait dépasser 6,6 millions de tonnes d'ici 2030(Kuebutornye et Abarike ,2020). Les tilapias sont désormais l'un des poissons les plus largement introduits à l'échelle mondiale et se sont clairement imposés comme un groupe très prometteur dans le domaine de l'aquaculture (Prabu et al ,2021).

La production aquacole a augmenté régulièrement ces dernières années et est le secteur de production alimentaire à la croissance la plus rapide. Elle est devenue un élément précieux des plans de développement national et de réduction de la pauvreté dans de nombreuses régions du monde (Prabu & Santhiya, 2016).

En Algérie L'aquaculture est relativement récente, ayant vu le jour à la fin du 19ème siècle. Selon le biologiste français Novella, les premiers essais ont été réalisés en 1880 au niveau de l'embouchure d'Arzew (FAO, 2004)

1. Tilapia

Le tilapia rouge a été découvert pour la première fois à Taïwan dans les années 1960 (Kuo et Tsay, 1984 ; Kuo, 1988 in De Assis Lago, 2017). Tilapia est le nom d'un groupe de poissons cichlidés vivant en Afrique, que l'aquaculture dans les régions tropicales et subtropicales a commencé à élever au cours du dernier demi-siècle, ce groupe comprend trois genres importants en termes de capacité de reproduction pour l'élevage aquacole : *Oreochromis*, *Sarotherodon* et *Tilapia* (Vajargah, 2021),

Le tilapia rouge a été découvert pour la première fois à Taïwan dans les années 1960 (Kuo et Tsay, 1984 ; Kuo, 1988 in De Assis Lago, 2017) est un hybride fertile (Medeiros ,2007) produit à partir d'espèces sélectionnées de tilapia du genre *Oreochromis*, qui présentent une coloration rouge attrayante résultant d'un élevage sélectif continu (Mohamad et al, 2021). Les souches taïwanaises, floridiennes et palestiniennes sont des exemples de certaines souches de tilapia hybride rouge produites par sélection (Mohamad et al, 2021).

La souche de tilapia rouge de Taïwan : un croisement entre une femelle mutante rouge-orange *O. mossambicus* et un mâle normal *O. niloticus* dans les années 1960 (Mohamad et al, 2021).

La souche de tilapia rouge de Floride : une femelle de couleur normale *O. hornorum* croisée avec un mâle d'or rouge *O. mossambicus* dans les années 1970 (Mohamad et al, 2021).

La souche de tilapia rouge de Palatine : tilapia du Nil rouge originaire d'Égypte croisé avec du tilapia bleu de type sauvage (Mohamad et al, 2021).

Le tilapia rouge offre plusieurs avantages, notamment une croissance rapide, une adaptabilité à divers environnements, une résilience au stress, une reproduction en captivité, un cycle de production court, une adaptabilité à un régime alimentaire à faible teneur en protéines et l'acceptation des aliments artificiels (Trullàs et al, 2022). Il se reproduit rapidement et sa viande est de bonne qualité (Nirmala et al ,2020 ; Suyanto, 2010), contenant 43,76 % de protéines, 6,80 % de cendres et 7,01 % de lipides pour 100 g de poisson (Nirmala et al, 2020 ; David et Anwar, 2013). Il joue un rôle important dans la production mondiale de poissons, contribuant à environ 9 % de la production totale (FAO ,2022). Leur taux de croissance est parmi les plus rapides dans la production aquacole mondiale, environ 10,6 % par an en moyenne (El-Sayed, 2020 a).

1.1.Biologie du tilapia

a. Taxonomie

Selon El-Sayed (2020b) la position systématique du poisson Tilapia est comme suite :

- **Domaine** : Eucaryote
- **Règne** : Métazoaires
- **Embranchement** : Chordés
- **Sous-embranchement** : Vertébrés
- **Classe** : Actinopterygii
- **Ordre** : Perciformes
- **Famille** : Cichlidae
- **Genre** : Oreochromis Sp

b. Caractéristiques morphologiques

La famille Cichlidae, à laquelle appartient le Tilapia rouge, est caractérisée par :

- Forme corporelle relativement conventionnelle, comprimée latéralement et profonde (El-Sayed ,2020b)
- Un corps couvert d'écailles cycloïdes relativement grandes qui ne se détachent pas facilement (El-Sayed ,2020b)
- Le tilapia a des yeux relativement grands, offrant à ces poissons une excellente capacité visuelle (El-Sayed ,2020b).
- Les dents de la mâchoire sont de petites structures unicuspidés, bicuspidés ou tricuspidés, disposées en 1 à 5 rangées (El-Sayed ,2020b).
- Les nageoires dorsale et anale possèdent des épines dures et des rayons mous Les nageoires pectorales et pelviennes sont grandes et plus antérieures dans une configuration avancée (El-Sayed ,2020b).
- Les os pharyngiens inférieurs, unis l'un à l'autre forment un triangle denté (Amoussou et al, 2016) .
- Une seule narine de chaque côté de la tête (Amoussou et al, 2016).



Figure 1. Tilapia rouge (Photo originale).

c. Habitat naturel et élevage du tilapia

Les Tilapias sont un groupe d'espèces de poissons d'eau douce originaires exclusivement d'Afrique (à l'exclusion de Madagascar) et de Palestine (Valle du Jourdain et rivières côtières) (Philippart et Ruwet, 1982 in El-Sayed ,2020c). Ils sont répartis dans toute l'Afrique, sauf dans le nord des montagnes de l'Atlas et en Afrique du Sud-Ouest (McAndrew, 2000). En dehors de l'Afrique, ils sont également largement répartis en Amérique du Sud et en Afrique centrale, en Inde du Sud, au Sri Lanka (Philippart and Ruwet, 1982 in El-Sayed ,2020c) et au lac Kinneret, en Palestine (El-Sayed ,2020c).

Le tilapia rouge, étant une souche robuste, tolère une large gamme de variations environnementales. Le tilapia rouge peut tolérer et être élevé dans les conditions de qualité d'eau suivantes (tableau 1).

Tableau 1. Les besoins environnementaux du tilapia rouge (Lingam et al ,2021).

Paramètres de qualité d'eau	Intervalle
Oxygène dissous (mg/l)	3-5
Température (°C)	24-32
Salinité (ppt)	0-35
Ph	6-9
Alcalinité (mg/l)	20-400
Dureté (mg/l)	20-500
Ammoniac (mg/l)	0.01 – 0.1
Nitrite (mg/l)	0.01 – 0.1

1.2. Physiologie du Tilapia rouge

a. Reproduction

Les tilapias ont besoin d'une température minimale de 20 à 22 °C pour se reproduire (Baroiller et Toguyeni, 2004). Le mâle construit un espace creux en tant que nid. Ces nids sont généralement construits au fond de l'eau, à une profondeur inférieure à 3 pieds. Là, les poissons mâles fertilisent avec plusieurs femelles. Dans ce processus, après une courte cérémonie de reproduction, la femelle pond des œufs dans le nid (environ 2 à 4 œufs par gramme de poids de poisson productif). Le mâle fertilise les œufs, puis la femelle les prend dans sa bouche et les garde jusqu'à leur éclosion. Les poissons éclos restent dans la bouche de la femelle jusqu'à ce qu'ils consomment le contenu de leur sac vitellin. Parfois, cette période de reproduction se poursuit pendant quelques jours supplémentaires, jusqu'à ce que les poissons soient capables de se nourrir de manière autonome dans leur environnement (Vajargah, 2021) et lorsque les alevins atteignent 9 à 10 mm (Baroiller et Toguyeni, 2004).

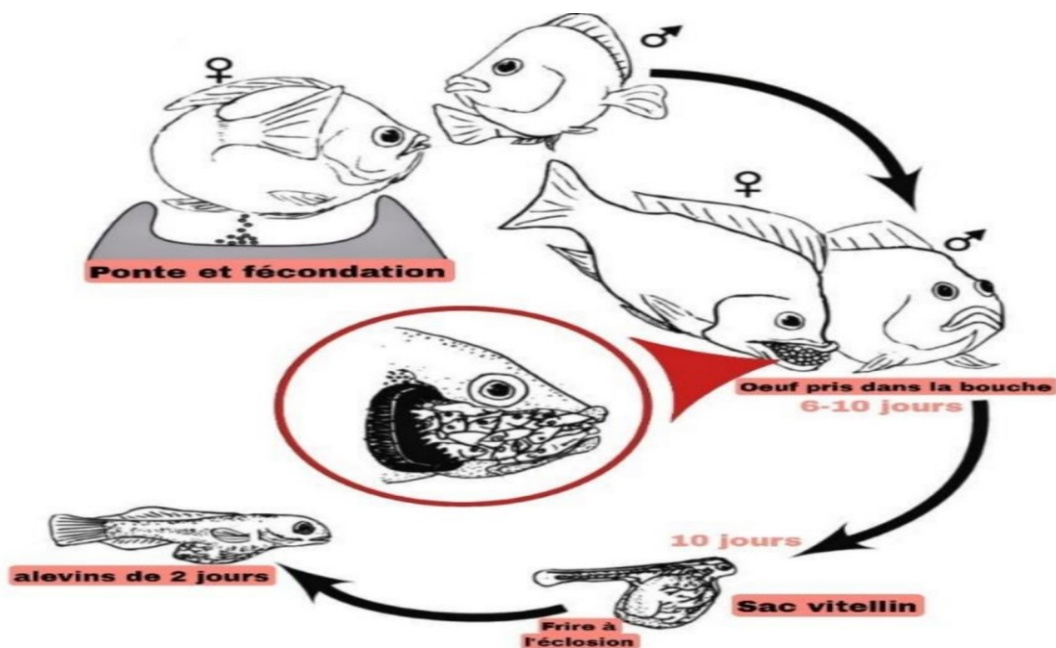


Figure 2. Le cycle naturel du tilapia (Nandlal et Pickering ,2004)

b. Besoins Nutritionnels

Tableau 2. Besoins nutritionnels chez les Tilapia (Jauncey et Ross, 1982).

Nutriment Poids	Protéines brutes	Hydrates de carbone digestibles	Lipides bruts	Minéraux	Vitamines
< 0.5 g	50 %	25%	10 %	4%	2%
0.5-10 g	35-40 %	25%	10 %	4%	2%
10-35 g	30-35 %	25%	6-10 %	4%	2%
35 g-taille Marchande	25-30 %	25%	6 %	4%	2%
> 35g Géniteurs	30 %	25%	8 %	4%	2%

c. Immunité

Le système immunitaire inné des poissons est considéré comme la première ligne de défense contre un large éventail de pathogènes et est plus important pour les poissons que pour les mammifères. Le niveau ou l'activité du lysozyme est un indice important de l'immunité innée des poissons et sa distribution est omniprésente parmi les organismes vivants. Il est bien documenté que le lysozyme des poissons possède une activité lytique contre les bactéries Gram-positives et Gram-négatives (Saurabh et Sahoo ,2008). Les macrophages, les granulocytes, les monocytes et les éléments humoraux, comme le lysozyme, sont les principaux composants du système immunitaire inné (Magnadóttir ,2006) , tandis que l'immunité acquise joue un rôle vital dans la protection contre les infections récurrentes en générant des cellules mémoire et des récepteurs solubles et membranaires spécifiques (immunité humorale) tels que les récepteurs des cellules T et les immunoglobulines (Ig) qui permettent une élimination rapide et efficace des pathogènes spécifiques du poisson (Ellis ,2001; Swain ,2006 in Kuebutornye et Abarike, 2020).

2. Le genévrier oxycède

Le genévrier oxycède appartient à la famille des cupressacées. Il a été décrit par Linnéen 1753 sous le nom de *Juniperus oxycedrus* (Garnier et al, 1961 in Ouaar ,2023). Le genévrier est un arbuste ou un petit arbre à feuilles persistantes, dioïque et érigé, pouvant atteindre une hauteur de 8 à 12 mètres, avec des branches étalées ou ascendantes, des feuilles de 6 à 25 mm de long et de 1 à 2 mm de large, et des cônes de graines orange à brun-rouge mesurant 6 à 13 mm d'épaisseur et contenant normalement trois graines (Franco ,2002).

2.1.Systématique

La position systématique de *Juniperus oxycedrus* est la suivante (Klimko et al, 2007):

- **Règne** : Plantes
- **Embranchement** : Spermaphytes
- **Sous-embranchement** : Gymnospermes
- **Classe** : Conifères
- **Ordre** : Coniférales
- **Famille** : Cupressacées
- **Genre** : *Juniperus*
- **Espèce** : *Juniperus oxycedrus*. L
- **Nom berbère** : Taga ou Tagga (Damerdji et Meniri, 2014)
- **Nom arabe** : Arar (العَرعر) (Damerdji et Meniri, 2014)
- **Nom français** : genévrier cade, genévrier épineux, oxycède (Al-Snafi , 2018)
Petit cède, petit cède, d'Espagne cadier (Damerdji et Meniri, 2014)
- **Nom anglais** : cade juniper, prickly juniper, red-berry juniper (Al-Snafi , 2018).

2.2.Description botanique

Juniperus oxycedrus est un arbuste ou un arbrisseau d'un vert glauque pouvant atteindre 9 mètres. Le feuillage persistant se présentant sous forme d'aiguilles. Ces aiguilles, à pointe fine et piquante, sont disposées en verticille de 3 sur 6 rangs. Leur face inférieure porte deux bandes blanches, ce qui permet de faire la distinction avec le genévrier commun (aiguilles à une seule bande blanche). Le genévrier cade est un arbrisseau dioïque. Les fleurs mâles et femelles forment des petits cônes.. Les cônes femelles prennent peu à peu l'apparence de baies de 6 à 9 mm, de couleur, brun rouge. Ils arrivent à maturité au bout de deux ans environ. La pollinisation est anémogame. La floraison a lieu au printemps (Damerdji et Meniri, 2014).



Figure 3. *Juniperus oxycedrus* L., 1753

2.3.Distribution géographique

a. Dans le monde

Juniperus oxycedrus est largement distribué dans la région méditerranéenne (autour de la mer Noire et du Moyen-Orient : Albanie, Algérie, Bosnie-Herzégovine, Bulgarie, Caucase, Croatie, Chypre, France, Grèce, Iran, Azerbaïdjan, Irak, Israël, Italie, Jordanie, Liban, Libye, Macédoine, Malte, Maroc, Portugal, Roumanie, Serbie, Espagne, Syrie, Transcaucasie, Tunisie, Turquie, Crimée) . La distribution de l'espèce sur des pentes rocheuses et pierreuses, dans des sols pauvres et squelettiques, est d'une importance pratique car elle prévient l'érosion et régule la teneur en eau du sol (Franco, 2002 in Semerdjieva ,2019).

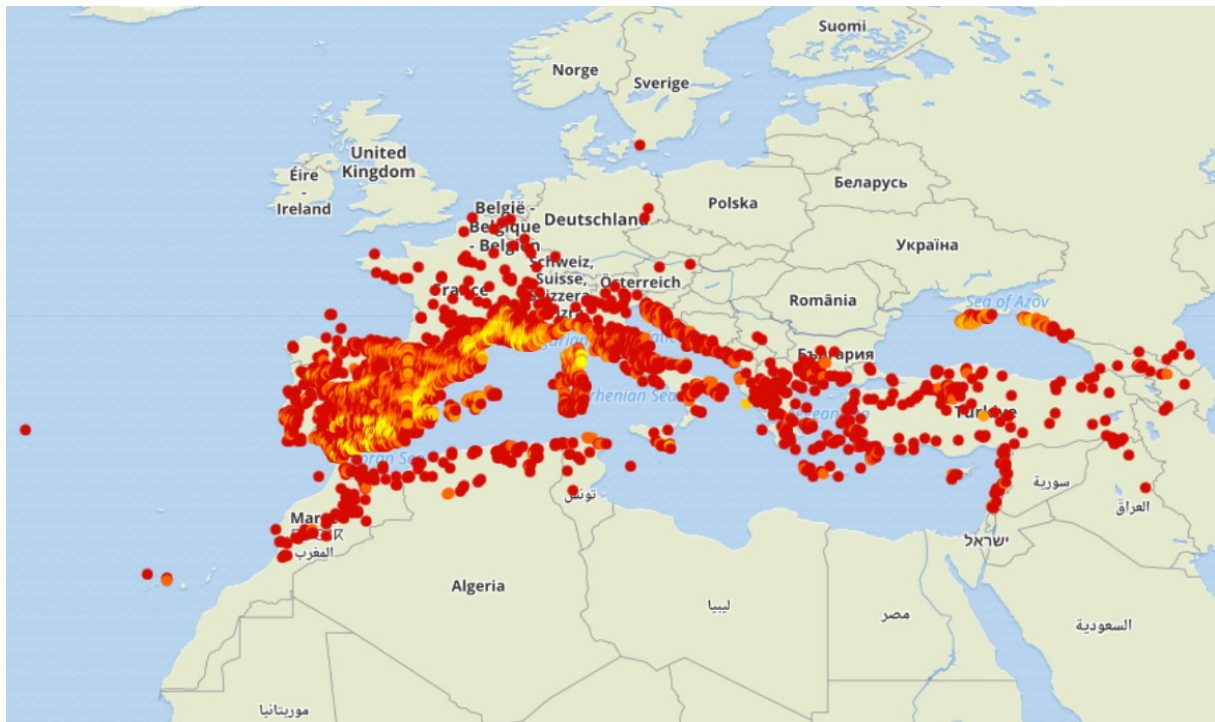


Figure 4. Localisation mondiale de *Juniperus oxycedrus* L. (Consulté via Global Biodiversity Information Facility "GBIF" 2023)

b. En Algérie

Le genévrier couvre environ 290.000 hectares en Algérie. Il recule de plus en plus, dans l'Atlas Saharien et sur le versant sud du grand-Atlas sous l'action du climat désertique ; mais surtout sous l'action anthropique (Kerbouche, 2010). Il s'étend entre 0 et 1000 mètres d'altitude (Franck, 2018).

Juniperus oxycedrus est couramment observé dans les montagnes de l'Atlas, notamment dans les chaînes de l'Atlas tellien et l'Atlas saharien. Il est également présent dans les régions côtières de l'Algérie, le long de la côte méditerranéenne (Quezel et Gast, 2017).

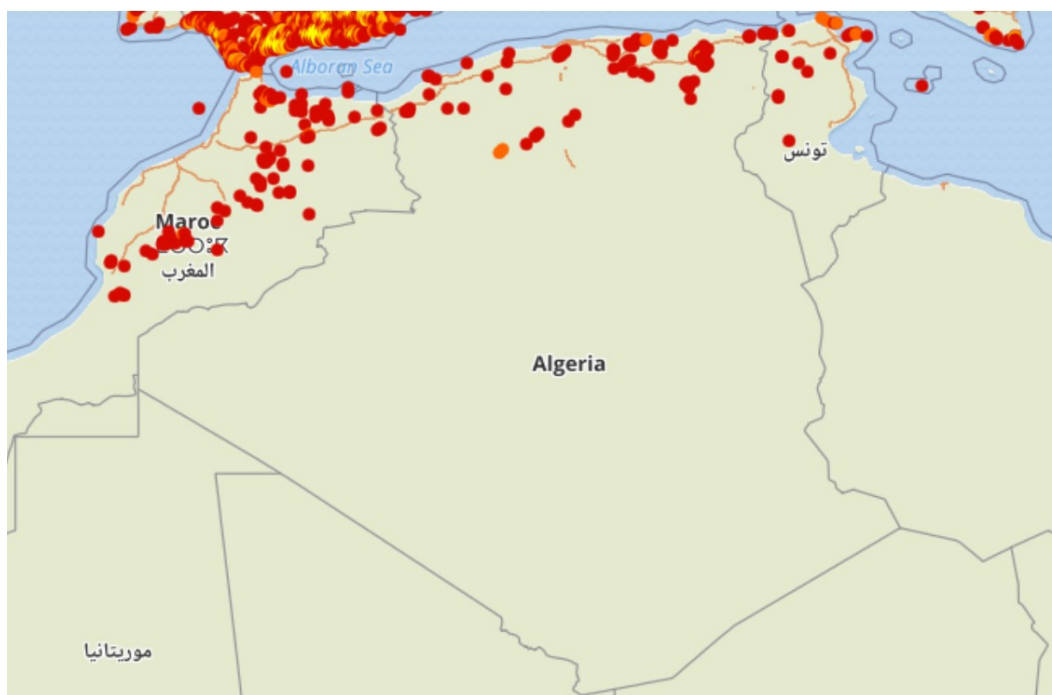


Figure 5. Localisation de *Juniperus oxycedrus* L. en Algérie (Consultée via Global Biodiversity Information Facility "GBIF" 2023).

2.4. Utilisations thérapeutique

En médecine traditionnelle, les baies de *Juniperus oxycedrus* ont été largement utilisées pour le traitement des troubles gastro-intestinaux, des rhumes, comme expectorant en cas de toux, pour traiter la calcification des articulations et comme diurétique pour éliminer les calculs rénaux, contre les inflammations urinaires, les hémorroïdes, et comme hypoglycémiant. Les feuilles et les baies sont appliquées en externe pour les maladies parasitaires (Sezik et al, 1997 in Taviano ,2013).

Les feuilles, la résine, l'écorce et les extraits de baies de *J. oxycedrus* sont utilisés pour inhiber la croissance de nombreux micro-organismes (Karaman et al, 2003).

Le *Juniperus oxycedrus* est également utilisé dans la médecine traditionnelle pour le traitement de différentes maladies infectieuses, de l'eczéma chronique et d'autres maladies de la peau, de l'hyperglycémie, de l'obésité, de la tuberculose, de la bronchite et de la pneumonie. L'huile de cade était utilisée comme composant de parfum dans les savons, les détergents, les crèmes, les lotions et les parfums (Remington et al, 1918 ; Karaman et al ,2003 in Al-Snafi, 2018).

2.5. Composition chimique

La plante est composée de flavonoïdes, de terpénoïdes, de monoterpénoïdes, de sesquiterpénoïdes, d'huile volatile, de tanin de résine et d'extraits (acide acétique, acide pyroligneux, acétone, alcool méthylique, etc.) (IUCN, 2005).

L'huile de cade est composée de 17 à 26 % de phénols (principalement du guaicol, environ 12 %, de cadinène (sesquiterpénoïde), de carbures et d'alcool (cardinol). Le cadinène, un sesquiterpène, est le principal composant de l'huile (goudron végétal) de *Juniperus oxycedrus*, Comme on trouve du crésol et du Gaïacol (IUCN, 2005).

Les feuilles renferment des terpénoïdes, des monoterpénoids et des acides gras sabiniques, notamment des huiles de feuilles principalement constituées d'alpha-pinène (40-57 %) et d'oxyde de Manoyl (5-10 %) (IUCN, 2005).

Les fruits renferment des terpénoïdes, des sesquiterpénoïdes et des diterpénoïdes.

Il a été rapporté que les huiles de baie (non mûres) étaient principalement composées d'alpha-pinène (65%), avec des quantités modérées de myrcène, limonène, germacrène D ou gamma-murolène. Contiennent également le canfène, le junène, le terpinole et le cadinène (IUCN, 2005).

Matériel et méthodes

1. Objectif

Ce travail vise à étudier l'impact de l'incorporation du broyat des feuilles de *Juniperus oxycedrus* dans l'aliment, sur les performances de croissances et la réponse biochimique du tilapia rouge (*Oreochromis sp*).

2. Matériel biologique

2.1. Genévrier oxycèdre

Les rameaux du genévrier oxycèdre *Juniperus oxydurus* L. (عرعار) ont été collectés de la forêt de Faïdja, Tiaret (Algérie) durant le mois de Janvier 2024.



Figure 6. Feuilles et galbules de genévrier oxycèdre (© 2024).

Les rameaux collectés ont été séchés à l'abri de la lumière sous une température ambiante. Après séchage complet et séparation des feuilles des rameaux, les feuilles sont réduites en poudre fine homogène à l'aide d'un moulin électrique. La poudre obtenue (le broyat) a été conservée dans des bocaux en verre à l'abri de la lumière sous température ambiante.

2.2. Poisson de Tilapia

L'étude a été réalisée sur 60 individus juvéniles du poisson Tilapia rouge *Oreochromis sp*. (Fig. 07) qui ont été répartis sur quatre aquarium à raison de 15 individus par aquarium.



Figure 7. Tilapia rouge *Oreochromis sp.*(© 2024).

3. Méthodes

3.1. Conception du système d'élevage

Cette étude a été réalisée au laboratoire de recherche de biologie moléculaire et cellulaire de la faculté des sciences de la nature et de la vie à l'université Ibn Khaldoun, Tiaret.



Figure 8. Bassins d'élevages (aquarium).

Quatre bassins ont été installés pour servir d'aquarium de capacité de 300 litres dans une salle équipée d'un système contrôlé. Les aquariums sont équipés d'un thermostat pour contrôler la température de l'eau adéquate à la vie des poissons, d'une pompe d'air pour assurer une bonne aération et oxygénation de l'eau, et un système de filtrage biologique composé d'une pompe émergée qui permet la circulation de l'eau et son filtrage à travers une double couche de la ouate et des pierres en céramique.

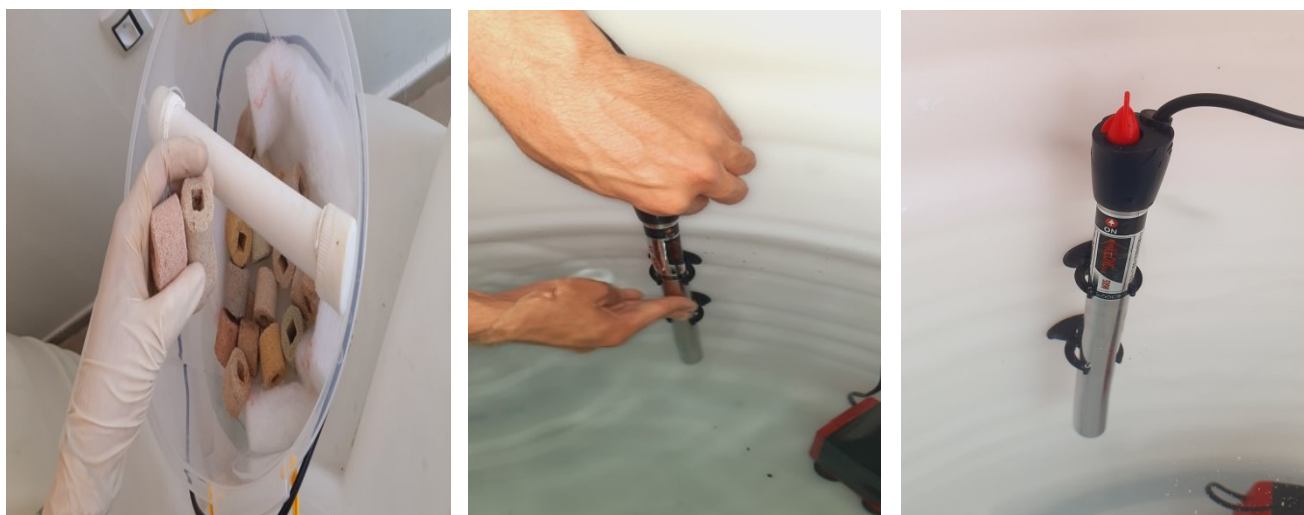


Figure 9. Système de filtration et de chauffage thermique.

Les aquariums ont été désinfectés d'abord avec des détergents puis ont été exposés au soleil pendant au moins une journée ensoleillée. Après la culture des poissons, l'eau a été renouvelée partiellement chaque deux ou trois jours, en fonction de son état physicochimique et le degré sa pollution. Un tier de l'eau de bassin a été gardé lors de chaque nettoyage.

Avant de procéder aux essais, les juvéniles de tilapia rouge ont été d'abord acclimatés pendant 10 jours et nourris avec des granulés commerciaux deux fois par jour à 9h et 15h, avec une ration équivalente à 3% de leur poids corporel par jour.

Ensuite, les poissons ont été pesés individuellement et répartis sur les quatre aquariums en fonction de leur poids initial (autour de 7 ± 3 g). La température des aquariums a été surveillée quotidiennement et maintenue à 25 ± 2 °C.

3.2.Préparation de l'aliment

Plusieurs aliments dédiés au grossissement du Tilapia sont disponibles sur le marcher Algérien. Cependant, leur efficacité n'est pas malheureusement encore testée. De ce fait, l'aliment de référence qui a servi dans cette étude est celui produit par l'Office National des Aliments de Bétails (ONAB) dont la composition est la suivante :

- 55% Soja
- 8,5% Mais
- 30% Son de blé
- 1,5% Calcaire
- 0,8% Phosphate
- 3,7% Huile d'olive
- 0,5% Complexe minéralo-Vitaminique (MV).

Les matières premières ont été broyées afin d'obtenir une poudre fine homogène à l'aide d'un blinder électrique. Les ingrédients ont été d'abord pesés puis mélangés jusqu'à l'obtention d'une pâte homogène. Cette patte a été cuite à la vapeur dans un couscoussier afin d'améliorer sa flottabilité. Ensuite, l'aliment a été préparé sous forme granulée à l'aide d'un hachoir de viande.

Concernant l'aliment en expérience, la poudre de genévrier oxycèdre a été incorporée dans la patte à différentes concentrations 4 %, 8 % et 12 %.

3.3. Conduite de l'essai

Les poissons ont été nourris quotidiennement à raison de 3 % de leur poids corporel. L'aliment a été distribué trois fois par jour ; 9h, 12h, et 15h. Pour ne pas stresser les poissons, le régime alimentaire a été changé graduellement de la sorte :

- Incorporation de 25% du nouvel aliment testé en mélange avec 75% d'aliment d'habitude pendant les deux premiers jours,
- Incorporation de 50% du nouvel aliment testé en mélange avec 50% d'aliment d'habitude pendant les deux jours suivants,
- Incorporation de 75% du nouvel aliment testé en mélange avec 25% d'aliment d'habitude pendant les deux jours suivants,
- Délivrance de l'aliment testé à 100 %.

La maîtrise de l'élevage passe par le contrôle d'hygiène de l'élevage et des paramètres physicochimiques de l'eau d'une part, et la santé des poissons d'autre part. D'une façon périodique, les aquariums et le siphonage ont été nettoyé au moins une fois par semaine. Le matériel utilisé a été désinfecté et nettoyé avant et après chaque utilisation. De même pour la zone de travail pour éviter toute contamination ou infection.

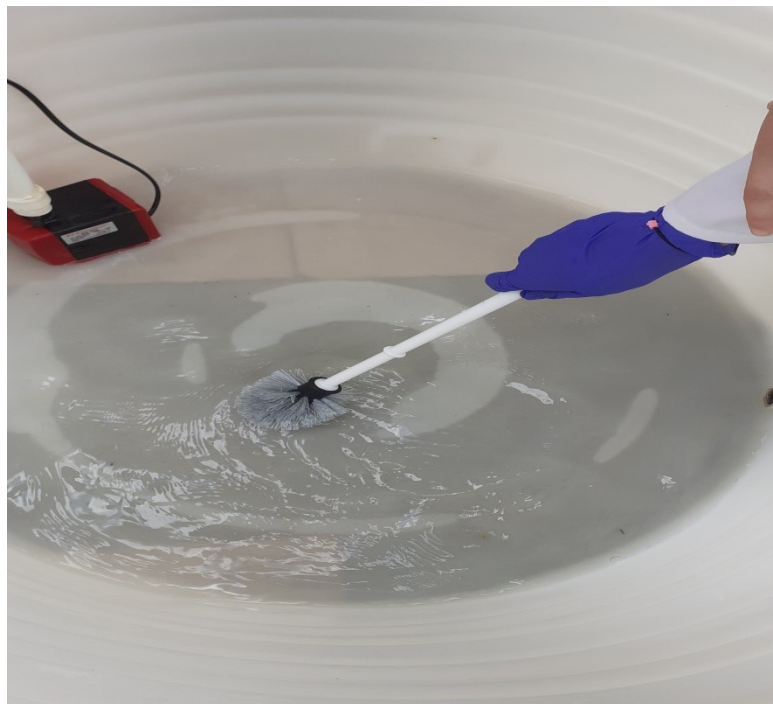


Figure 10. Nettoyage et siphonage des aquariums (originale, 2024).

3.4. Mesures effectuées

3.4.1. Mesure de la croissance

La biométrie des poids est effectuée à l'aide d'une balance.



Figure 11. Photographie de prise de poids de tilapia sp (originale, 2024).

- Croissance linéaire

Pour le suivi de la croissance du Tilapia, des mesures des tailles des poissons sont effectuées au même moment que celle des poids à l'aide d'un ichtyomètre.



Figure 12. Photographie de prise de taille de tilapia sp (originale, 2024).

3.5. Paramètres d'efficacité d'utilisation des aliments testés

Pour estimer la croissance des poissons au cours de l'expérimentation, différents paramètres zootechniques et indices ont été calculés.

- **Poids moyen initial (PMI)**

$PMI (g) = \text{biomasse initiale (g)} / \text{nombre initial de poisson}$

- **Poids moyen final (PMF)**

PMF (g) = biomasse finale (g) / nombre final de poisson.

- **Gain moyen quotidien (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

- **Taux de croissance spécifique (TCS)**

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

TCS en %/j = $[(\text{Ln (PMF (g))} - \text{Ln (PMI(g))}) * 100] / \text{durée d'expérimentation}]$.

- **Taux de survie (TS)**

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

TS en % = (nombre d'individus en fin d'expérimentation / le nombre d'individus Initial) * 100.

3.6. Analyses biochimiques

- a. Sélection aléatoire de trois poissons de chaque lot.
- b. Anesthésie les poissons pour empêcher leur mouvement dans l'huile de clou de girofle.
- c. Ont été prélevés le sang dans l'artère caudale à l'aide de tubes héparinés et EDTA contenant un agent anti-coagulant.

(Les tubes ont été conservés à température ambiante).



Figure 13. Photographie de préparation de prélèvement de sang (originale, 2024).

Résultats et discussions

Résultats

1. Caractérisation des poissons de l'expérience

1.1.Poids

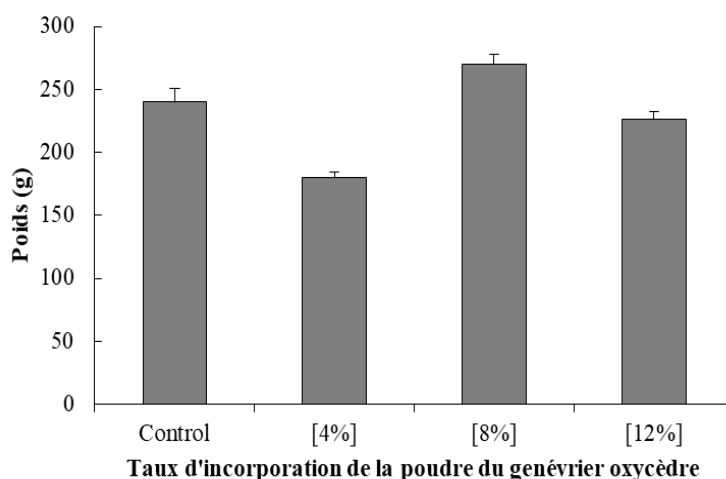


Figure 14. Poids total des différents lots de poissons nourris aux quatre aliments.

Le poids total initial des quatre lots de poissons qui seront nourris à différents aliments est illustré dans la figure 14.

Le lot du témoin regroupe 11 sujets avec un poids total de $240 \pm 10,74$ g alors que les trois autres lots qui seront nourris avec des aliments contenant du broyat de feuilles de genévrier de 4 %, 8 % et 12 % dans le contrôle alimentaire manifesteront un poids total de $180 \pm 4,67$ g pour 11 sujets, $270 \pm 7,96$ g pour 14 sujets et $226 \pm 6,46$ g pour 12 sujets, respectivement.

1.2. Longueur

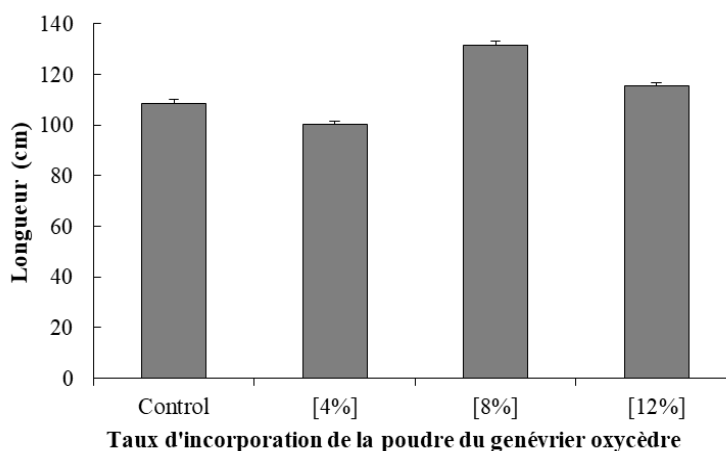


Figure 15. Longueur totale des différents lots de poissons nourris aux quatre aliments.

La longueur totale initiale des individus des quatre groupes étudiés varie de $100,5 \pm 0,95$ cm à $131,5 \pm 1,52$ cm pour les lots avec 4 % et 8% respectivement. En comparaison, les groupes témoins et ceux avec 8 % de broyat de genévrier présentent une somme de tailles de 108,5 cm et $115,5 \pm 1,35$ cm respectivement.

1.3. Largeur

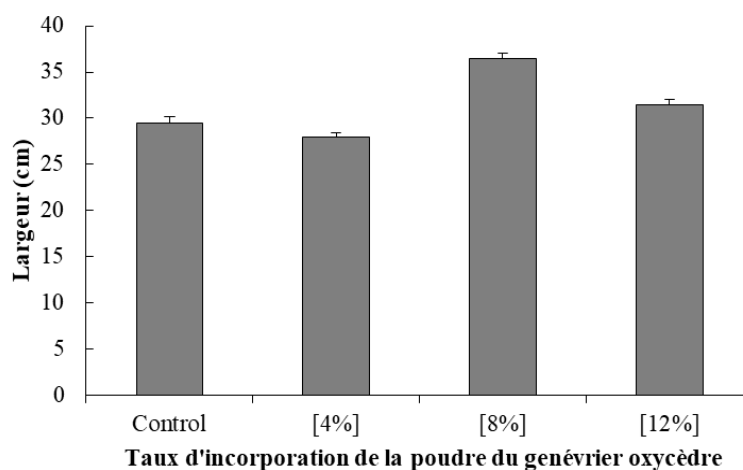


Figure 16. Largeur totale des différents lots de poissons nourris aux quatre aliments.

Au début de l'expérimentation, la largeur totale des différents individus de tilapia varie entre $28 \pm 0,41$ cm (lots nourris avec 4 %) et $36,5 \pm 0,48$ cm (lot nourri avec 8 % de feuille de genévrier) (figure16). En revanche, la différence de largeur totale entre les individus des deux autres aquariums ne dépasse pas 2 cm.

2. Mesures des paramètres de croissance

Les performances de croissance des alevins de Tilapia rouge (*Oreochromis* sp.) ont été évaluées après les avoir nourris avec un aliment commercial ainsi que des aliments expérimentaux contenant des taux de 4 %, 8 % et 12 % de poudre de genévrier oxycèdre, introduits sur une période de 35 jours.

2.1. Poids

La figure17 révèle que les poissons ont augmenté leur poids total sur une période de 35 jours d'élevage, avec une progression d'environ 91 g pour l'aliment de référence (C), de 142 g pour l'aliment A2, et une différence de poids atteignant 168 g pour l'aliment A3. L'aquarium alimenté avec 12 % de genévrier a montré un gain en poids de 151 g.

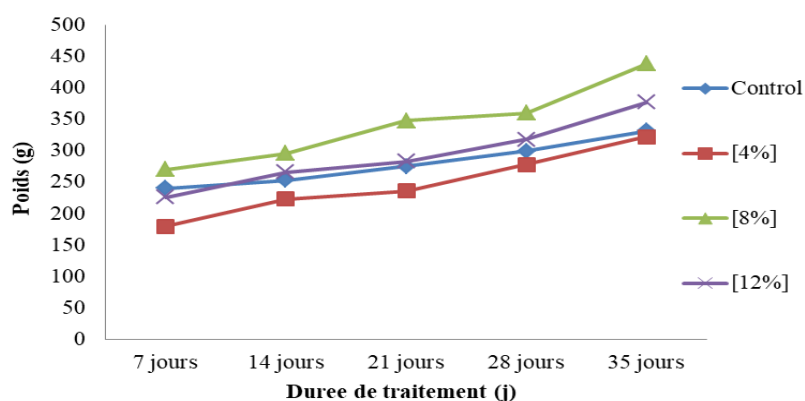


Figure 17. Poids total des poissons nourris avec les quatre types d'aliments, après cinq semaines de l'expérimentation.

La croissance pondérale montre une forte progression des poids pour les quatre aliments au cours de l'expérimentation, en particulier pour les aliments contenant du broyat des feuilles d'oxycèdre. Les groupes expérimentaux avec 4%, 8% et 12% de poudre de genévrier montrent tous un gain de poids supérieur au groupe témoin. Le groupe avec 8% de poudre de genévrier a le gain de poids le plus élevé, suivi par les groupes de 12% et 4%.

2.2. Longueur

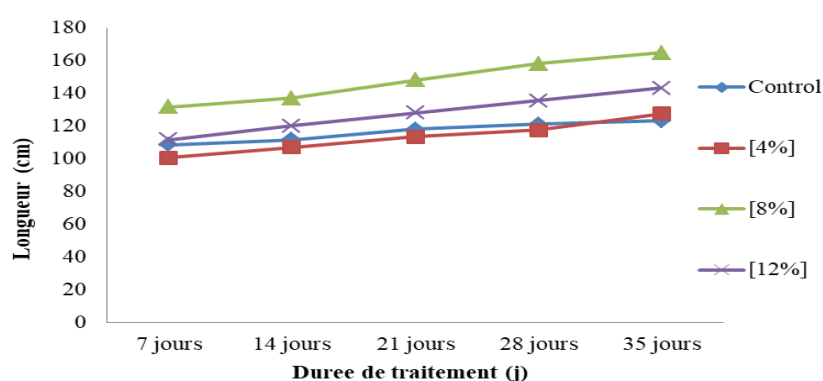


Figure 18. Longueur totale des poissons nourris avec les quatre types d'aliments, après cinq semaines de l'expérimentation.

La figure 18 révèle que les poissons ont augmenté leur longueur totale sur une période de 35 jours d'élevage, avec une progression d'environ 14,5 cm pour l'aliment de référence (C), de 27 cm pour l'aliment A2, et une différence de longueur atteignant 33 cm pour l'aliment A3. L'aquarium alimenté avec 12 % de genévrier a montré une longueur de 27,5 cm. La croissance pondérale montre une forte progression des longueurs pour les quatre aliments au cours de l'expérimentation. Le gain de longueur est également plus élevé dans les groupes expérimentaux comparés au groupe témoin, avec le groupe de 8% montrant le gain le plus important.

2.3. Largeur

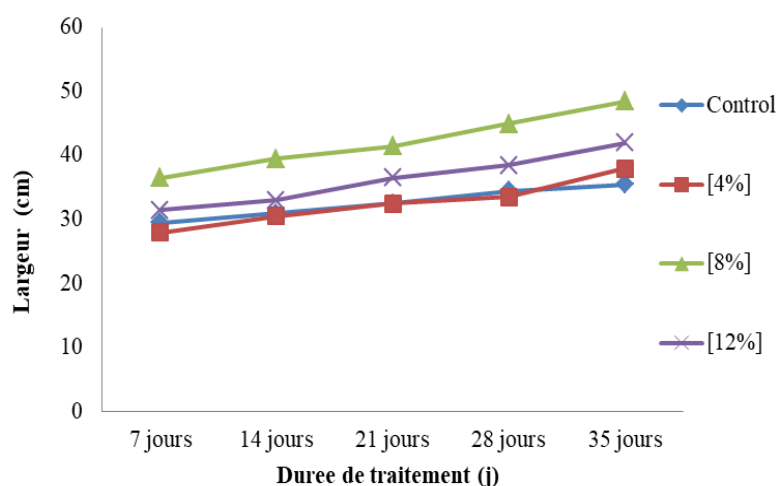


Figure 19. Largeur totale des poissons nourris avec les quatre types d'aliments, après cinq semaines de l'expérimentation.

La figure 19 révèle que les poissons ont augmenté leur largeur totale sur une période de 35 jours d'élevage, avec une progression d'environ 6 cm pour l'aliment de référence (C), de 10 cm pour l'aliment A2, et une différence de largeurs atteignant 12 cm pour l'aliment A3. L'aquarium alimenté avec 12 % de genévrier a montré un gain de largeur de 10,5 cm. La croissance pondérale montre une forte progression des largeurs pour les quatre aliments au cours de l'expérimentation, en particulier pour les aliments contenant du broyat des feuilles d'oxycèdre, atteignant 49 cm à 8%, ce qui est supérieur à celle des autres groupes et du témoin (37,5 cm)..

3. Mortalité

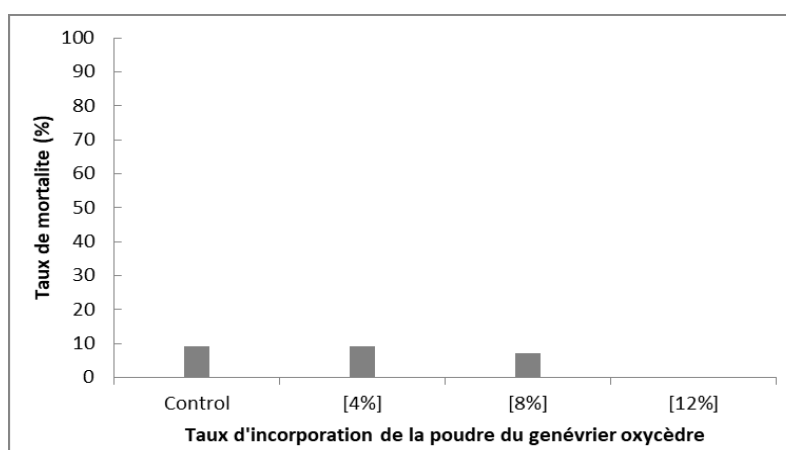


Figure 20. Taux de mortalité dans les différents aquariums.

La mortalité observée dans le groupe témoin et le groupe recevant 4 % de poudre de genévrier est identique, s'établissant à 9,09 %. En revanche, une réduction du taux de mortalité à 7,1 % est notée lorsque la concentration de poudre de genévrier atteint 8 %. À une concentration de 12 %, aucune mortalité n'est enregistrée, indiquant une absence totale de mortalité.

4. Mesures des indices de croissance

4.1. Gain moyen quotidien (GMQ)

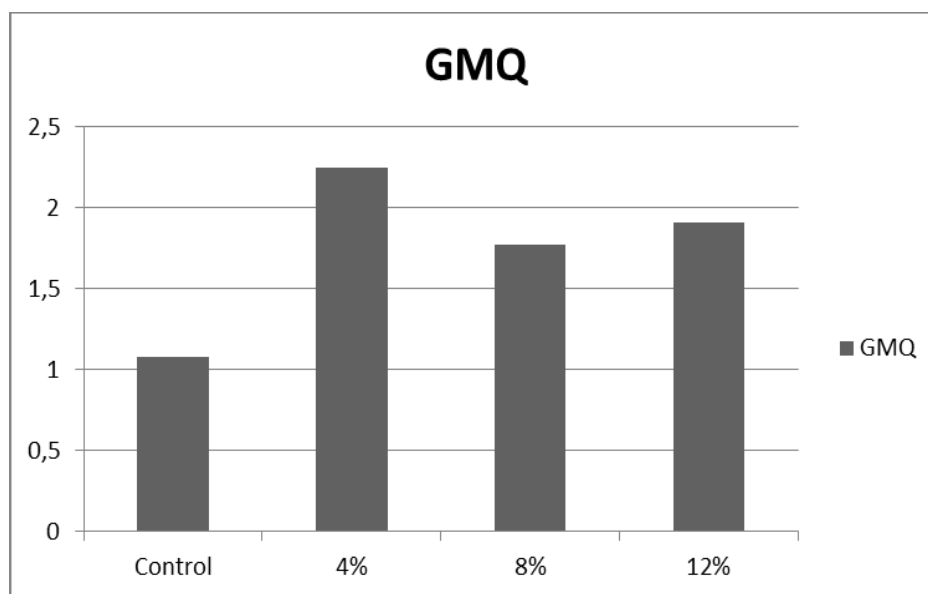


Figure 21. Evolution du gain moyen quotidien dans les différents aquariums.

L'évolution du gain moyen quotidien (GMQ) a été observée dans différents groupes. Le groupe témoin présente un GMQ de 1,08 g. Avec une incorporation de 4 % de poudre de genévrier, le GMQ atteint son maximum à 2,25 g. À une concentration de 8 %, une légère diminution du GMQ est notée, avec une valeur de 1,77 g, bien que ce taux reste supérieur à celui du groupe témoin. Pour une concentration de 12 %, le GMQ est de 1,91 g, dépassant celui du groupe traité à 8 %, mais restant inférieur à celui du groupe traité à 4 %.

4.2. Gain moyen Hebdomadaire (GMH)

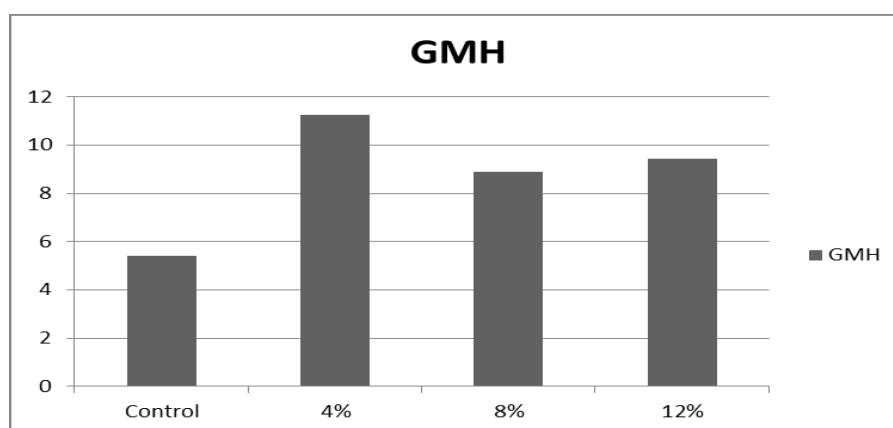


Figure 22. Evolution de gain moyen hebdomadaire en fonction de différents traitements.

Tous les groupes traités ont montré une augmentation significative du GMH par rapport au groupe témoin, qui est de 5,41 g (figure 22). À 4 % d'incorporation de poudre de genévrier, le GMH est le plus élevé, atteignant 11,27 g. Pour une concentration de 8 %, une diminution du GMH est observée, avec une valeur de 8,89 g, bien que ce taux reste supérieur à celui du groupe témoin. À 12 %, le GMH est légèrement supérieur à celui de 8 %, atteignant 9,45 g, mais reste inférieur à celui du groupe traité à 4 %.

4.3. Gain moyen Mensuel (GMM)

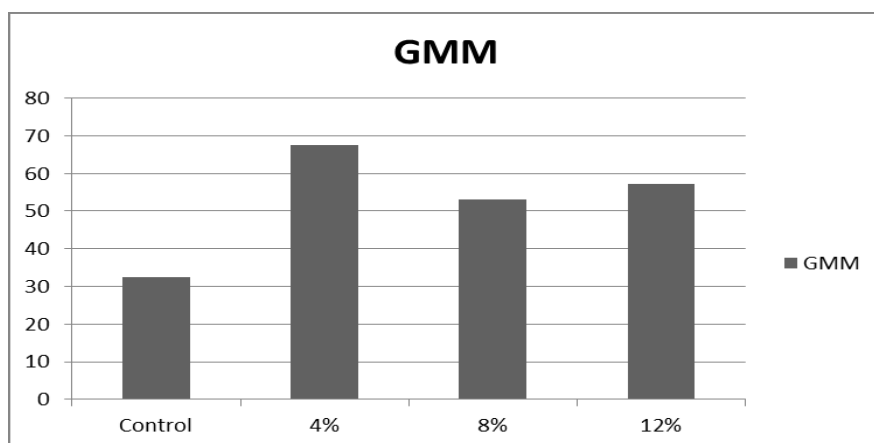


Figure 23. Evolution du gain moyen mensuel en fonction de différents traitements.

Le GMM est nettement plus élevé dans tous les groupes traités (4 %, 8 % et 12 %) par rapport au groupe témoin. À 4 % d'incorporation, le GMM atteint un pic de 67,43 g. À 8 %, le GMM diminue par rapport à la concentration de 4 %, mais reste supérieur à celui du groupe témoin. À 12 %, le GMM augmente légèrement par rapport à celui observé à 8 %, mais n'atteint pas le niveau observé avec une concentration de 4 %.

4.4. Taux de croissance spécifique (TCS)

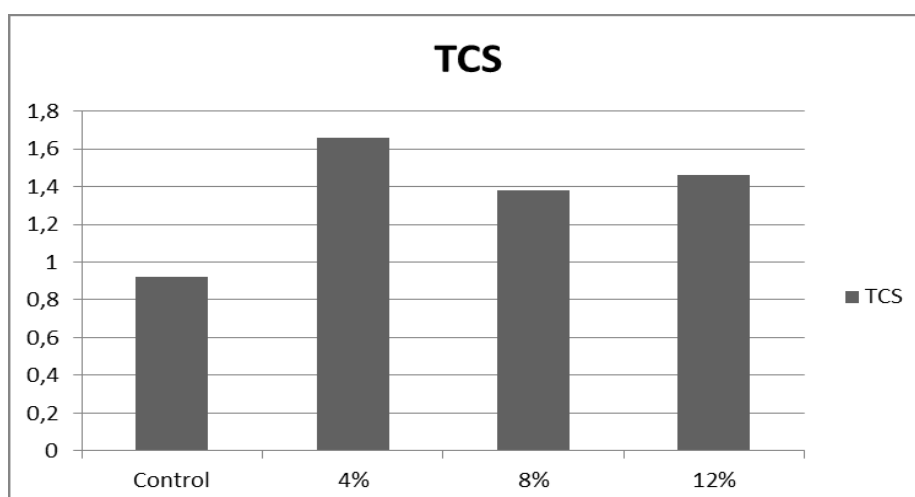


Figure 24. Evolution des taux de croissance spécifiques en fonction des différents traitements

On observe que le TCS augmente dans toutes les concentrations (4 %, 8 % et 12 %) par rapport au groupe témoin. À 4 % d'incorporation de poudre de genévrier, le TCS atteint son maximum à 1,66 %. Pour la concentration de 12 %, le TCS est de 1,46 %, supérieur à celui observé à 8 %, mais reste inférieur à celui de 4 %.

5. Analyses biochimiques

5.1. Amylase

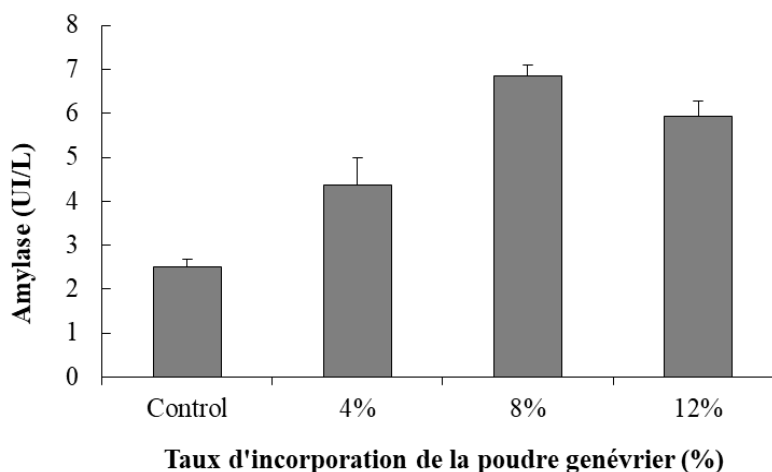


Figure 25. Niveaux d'amylase en fonction des taux d'incorporation de poudre de genévrier.

L'amylase, une enzyme chargée de catalyser la dégradation de l'amidon, présente une activité de $2,5 \pm 0,17$ UI/L dans le groupe témoin. L'incorporation de poudre de *Juniperus oxycedrus* entraîne une augmentation significative de l'activité amylasique, atteignant $4,38 \pm 0,6$ UI/L avec une concentration de 4 % de poudre de genévrier oxycède. Cette activité continue de

croître pour atteindre un maximum de $6,85 \pm 0,24$ UI/L à une concentration de 8 % de poudre de genévrier oxycèdre. Cependant, au-delà de cette concentration, une légère diminution est observée, avec un taux d'amylase de $5,95 \pm 0,35$ UI/L.

5.2. Lipase

La lipase, une enzyme impliquée dans la catalyse des lipides et des acides gras, présente une activité de $2,77 \pm 0,13$ UI/L dans le groupe témoin. L'ajout de poudre de *Juniperus oxycedrus* induit une augmentation progressive de l'activité lipasique, atteignant $3,42 \pm 0,10$ UI/L avec une concentration de 4 % de poudre de genévrier oxycèdre. Cette activité continue d'augmenter pour atteindre un maximum de $5,53 \pm 0,10$ UI/L à une concentration de 8 % de poudre de genévrier oxycèdre. Toutefois, à une concentration de 12 %, une légère diminution est observée, avec un taux de lipase de $4,13 \pm 0,13$ UI/L.

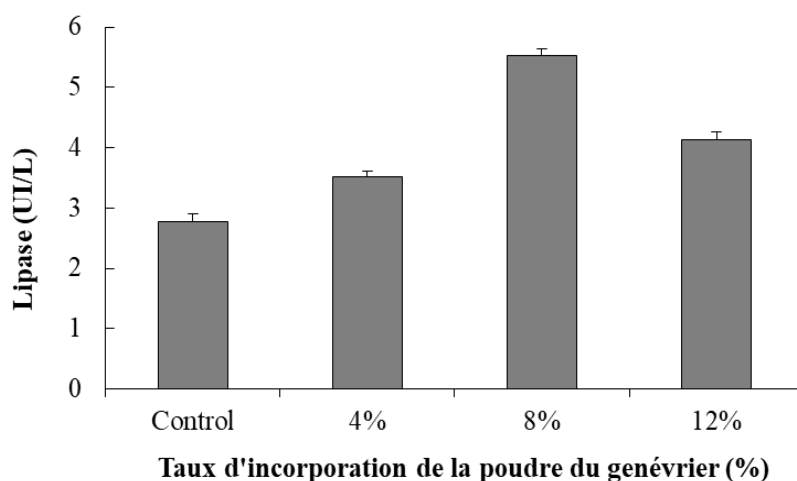


Figure 26. Niveaux de lipase en fonction des taux d'incorporation de poudre de genévrier.

5.3. Trypsine

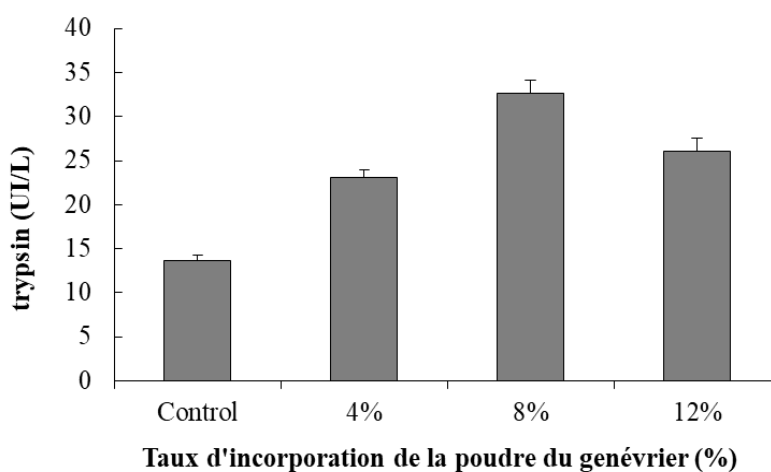


Figure 27. Niveaux de trypsine en fonction des taux d'incorporation de poudre de genévrier.

La trypsine, une enzyme digestive responsable de la dégradation des protéines dans l'intestin grêle, affiche une activité de $13,67 \pm 0,54$ UI/L dans le groupe témoin. L'incorporation de 4 % de poudre de *Juniperus oxycedrus* entraîne une augmentation significative de l'activité de la trypsine, atteignant environ $23,06 \pm 0,93$ UI/L. À une concentration de 8 %, l'activité de la trypsine atteint son maximum, avec une valeur d'environ $32,63 \pm 1,48$ UI/L. À une concentration de 12 %, bien que l'activité de la trypsine diminue légèrement par rapport à celle observée à 8 %, elle reste élevée, se chiffrant autour de $26,03 \pm 1,50$ UI/L.

5.4. Chymotrypsine

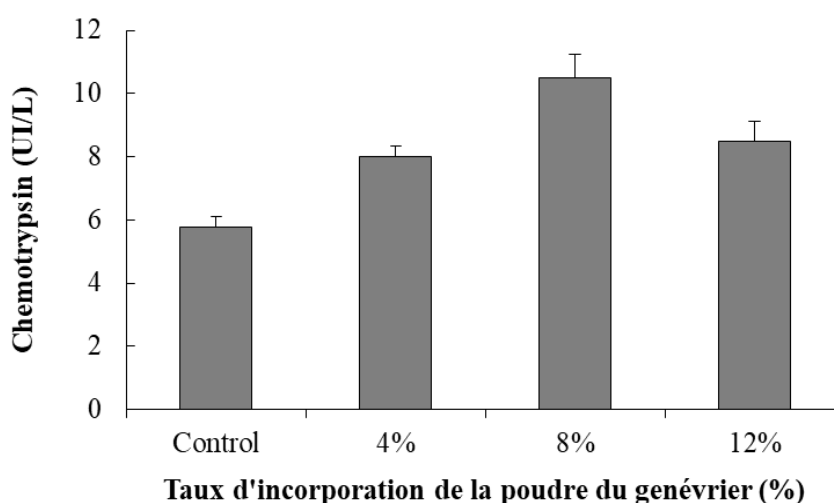


Figure 28. Niveaux de Chymotrypsine en fonction des différents taux d'incorporation de poudre de genévrier oxycède.

La chymotrypsine, une enzyme catalysant la dégradation des protéines, présente une activité de $13,67 \pm 0,54$ UI/L dans le groupe témoin. L'incorporation de 4 % de poudre de *Juniperus oxycedrus* entraîne une augmentation de cette activité, atteignant $8,01 \pm 0,34$ UI/L. Cette activité continue de croître pour atteindre un maximum de $10,48 \pm 0,78$ UI/L à une concentration de 8 % de poudre de genévrier oxycède. À une concentration de 12 %, l'activité de chymotrypsine diminue légèrement, se chiffrant à $8,50 \pm 0,61$ UI/L.

Discussion

Il est bien connu que les plantes médicinales et aromatiques possèdent des propriétés antimicrobiennes, antioxydantes, anti-inflammatoires, améliorent le système immunitaire et stimulent l'appétit. De nombreuses études *in vitro* ont confirmé ces propriétés biologiques. Cette étude a pour objectif de tester l'effet de l'incorporation de la poudre de *Juniperus oxycedrus* (Genévrier oxycèdre) dans l'aliment du poisson Tilapia sur la croissance et les paramètres biochimiques. Les résultats montrent une amélioration générale des performances de croissance des tilapias avec l'incorporation de la poudre de genévrier à différents pourcentages comparés au groupe témoin. L'incorporation de la poudre de feuilles de genévrier dans l'alimentation des tilapias rouges semble favoriser une meilleure croissance en termes de poids, longueur et largeur par rapport au groupe témoin. La concentration de 8% montre les améliorations les plus significatives, ce qui suggère que cette concentration pourrait être optimale pour améliorer la croissance des tilapias.

Nos résultats indiquent que l'incorporation de *Juniperus oxycedrus* dans l'alimentation des tilapias améliore significativement leurs performances de croissance. Ces conclusions sont cohérentes avec d'autres études ayant utilisé diverses plantes médicinales, qui montrent toutes une amélioration des performances de croissance et de la santé des poissons à différentes concentrations. Saeed et al. (2024) indiquent que l'huile essentielle de *Juniperus communis* a montré des effets significatifs sur la performance de croissance des poissons, comparée à un groupe témoin. En particulier, le traitement à 0,5 % de *J.communis* a conduit à des gains de poids finaux et de poids les plus élevés parmi tous les traitements testés. De plus, les poissons soumis aux traitements avec cette huile ont présenté le meilleur taux de conversion alimentaire, soulignant une utilisation efficace de la nourriture par rapport aux poissons du groupe témoin.

Dans leur étude sur les poissons-chats africains (*Clarias gariepinus*) Ndakalimwel et al. (2019) ont montré que l'incorporation de polysaccharides d'Aloe vera a amélioré les performances de croissance, l'utilisation de l'aliment et les paramètres hémato-biochimiques à divers niveaux d'inclusion (0.5%, 1%, 2%, et 4%). Cependant, une autre étude (Yilmaz et al., 2019) a montré que l'incorporation d'extraits de *Aloe vera* à différents pourcentages (0.5%, 1%, et 2.5%) dans l'alimentation du tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*) n'a pas provoqué de changements significatifs dans la performance de croissance, les indices biométriques ou la composition chimique de la chair du poisson .

De même, l'incorporation de la poudre de feuilles de *Juniperus oxycedrus* dans l'aliment du tilapia rouge a montré des effets significatifs sur l'activité des enzymes digestives, notamment l'amylase, la trypsine, la chymotrypsine et la lipase. Les résultats montrent une amélioration de ces taux enzymatiques par rapport au groupe témoin, avec des taux les plus élevés enregistrés pour l'aliment contenant 8 % de poudre de *Juniperus*.

Li Jun-sheng et al. (2006) ont démontré que l'aptitude des poissons à utiliser les aliments est corrélée à l'augmentation de l'activité des enzymes digestives. Ainsi, le taux de trypsine et de chymotrypsine augmente progressivement après l'incorporation de la poudre de *Juniperus*. Cette augmentation renseigne sur un meilleur métabolisme des protéines.

Ces résultats sont en accord avec plusieurs études antérieures qui ont exploré l'utilisation d'additifs végétaux dans l'alimentation des poissons pour améliorer leur performance digestive et leur santé. Par exemple, une étude menée par Ahmadifar et al. (2019) a montré que l'incorporation d'extraits de plantes dans l'alimentation du tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*) améliore significativement l'activité des enzymes digestives et les performances de croissance. De même, l'utilisation de la poudre de feuilles de moringa (*Moringa oleifera*) dans l'alimentation des poissons a montré des effets bénéfiques similaires sur les taux enzymatiques et la croissance (Richter et al., 2003). Chez le Tilapia du Nil, l'activité des protéases chez les plus petits poissons (5,7 et 35,8 g) était plus élevée que chez les grands poissons (92,1 g). Umalatha et al. (2016) trouvent que les sécrétions pancréatiques, à savoir la trypsine et la chymotrypsine, jouent un rôle clé dans la physiologie digestive des carpes, car elles sont dépourvues d'estomac.

Comparativement, les effets observés dans notre étude, avec des taux d'enzymes digestives les plus élevés à 8 % de poudre de *Juniperus*, suggèrent une dose optimale pour maximiser l'activité enzymatique chez le tilapia rouge. Cette observation est cohérente avec le concept de dose-réponse souvent observé dans les études nutritionnelles, où une certaine concentration d'un additif peut offrir des avantages maximaux avant que des effets négatifs ne se manifestent à des concentrations plus élevées.

Il est également intéressant de noter que les résultats de notre étude mettent en évidence des effets spécifiques de la poudre de *Juniperus oxycedrus*, ce qui pourrait être dû à ses composants phytochimiques uniques. Les polyphénols et les flavonoïdes présents dans les feuilles de *Juniperus* pourraient jouer un rôle crucial dans l'amélioration de l'activité enzymatique, comme cela a été suggéré dans d'autres recherches sur les additifs végétaux.

Ces effets bénéfiques des plantes sont susceptibles d'être influencés par plusieurs facteurs tels que les niveaux alimentaires, la composition du régime de base, les conditions de culture et la durée de supplémentation, comme souligné par diverses études antérieures.

Conclusion

Conclusion

D'après notre étude, il est conclu que l'additif alimentaire à base de *Juniperus oxycedrus* joue probablement un rôle crucial dans la croissance pondérale des alevins de tilapia rouge (*Oreochromis* sp.). Les résultats ont révélé que l'ajout de différentes concentrations de poudre de genévrier (4 %, 8 % et 12 %) améliore significativement les paramètres de croissance, notamment le poids, la longueur et la largeur des poissons, par rapport au groupe témoin. De plus, les analyses biochimiques ont montré une augmentation des niveaux d'enzymes digestives telles que l'amylase, la lipase, la trypsine et la chymotrypsine, suggérant une amélioration de la capacité digestive des tilapias traités. Parmi les concentrations testées, celle de 8 % s'est avérée la plus efficace, présentant les améliorations les plus significatives tant au niveau des performances de croissance que des paramètres biochimiques.

Ces résultats suggèrent que l'incorporation de 8 % de poudre de *Juniperus oxycedrus* dans l'alimentation du tilapia rouge pourrait être optimale pour maximiser la croissance et l'efficacité digestive des poissons. Cette étude ouvre ainsi des perspectives prometteuses pour l'utilisation du genévrier oxycèdre en aquaculture, en vue d'améliorer les performances des élevages de tilapia rouge.

Il serait pertinent de :

- Tester des plants de *Juniperus oxycedrus* provenant de différentes régions afin de déterminer si les variations géographiques influencent l'efficacité de l'additif alimentaire.
- Explorer l'utilisation de différentes parties de la plante (galbules, rameaux, racines) pour évaluer laquelle offre les meilleurs bénéfices en termes de croissance et de réponse biochimique.
- Réaliser des études approfondies sur la cytotoxicité de la plante afin de garantir la sécurité de son utilisation à long terme pour les poissons et les consommateurs humains.
- Étudier les changements dans la structure des tissus, en particulier l'épaisseur et l'intégrité des intestins, du foie et d'autres organes pertinents.
- Analyser les effets sur les profils de stress oxydatif et les antioxydants dans les tissus.
- Explorer les mécanismes moléculaires sous-jacents à ces réponses pour optimiser l'utilisation de ce produit dans les pratiques aquacoles.

Références Bibliographies

- **Abdel-Latif, H.M., Abdel-Tawwab, M., Khafaga, A.F., Dawood, M.A., 2020.** Dietary origanum essential oil improved antioxidative status, immune-related genes, and resistance of common carp (*Cyprinus carpio* L.) to *Aeromonas hydrophila* infection. *Fish. Shellfish Immunol.* 104, 1–7.
- **Abdel Rahman, A.N., Elshopakey, G.E., Behairy, A., Altohamy, D.E., Ahmed, A.I., Farroh, K.Y., Alkafafy, M., Shahin, S.A., Ibrahim, R.E., 2022a.** Chitosan-Ocimum basilicum nanocomposite as a dietary additive in *Oreochromis niloticus*: effects on immune-antioxidant response, head kidney gene expression, intestinal architecture, and growth. *Fish. Shellfish Immun.* 128, 425–435.
- **Adams, R. P. (1998).** The leaf essential oils and chemosystematics of *Juniperus* sect. *Juniperus*. *Biochemical Systematics and Ecology*, 26, 673-645.
- **Al-Snafi, A .E. (2018).** Pharmacological and therapeutic effects of *Juniperusoxycedrus* - a review. *Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences*.
- **Amoussou, T. O., Toguyeni, A., Toko, I. I., Chikou, A., et Karim, I. Y. A. (2017).** Caractéristiques biologiques et zootechniques des tilapias africains ; *Oreochromisniloticus* (Linnaeus, 1758) et *Sarotherodonmelanotheron*Rüppell, 1852 : une revue. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 10(4), 1869.
- **Citarasu, T. (2010).** Herbal biomedicines: A new opportunity for aquaculture industry. *Aquaculture International*, 18(3), 403–414.
- **Damerdjji, B., et Meniri, M. (s.d.).** Contribution à l'étude écologique des Gastéropodes dans les stations à *Juniperus* L. (Cupressacées) dans les Monts de Tlemcen (Algérie nord-occidentale). *Afrique SCIENCE*, 10(2), 382-393.
- **David, W., et Anwar, K. (2013).** Uji Organoleptikikannila (*Oreochromisniloticus*) asapdengansuhudestilasi dan konsentrasiberbeda. *JurnalFakultasTeknologiPertanian*.
- **De Assis Lago, A., Rezende, T. T., Dias, M. A. D., De Freitas, R. T. F., et Hilsdorf, A. W. S. (2017).** The development of genetically improved red tilapia lines through the backcross breeding of two *Oreochromisniloticus* strains. *Aquaculture*, 472, 1722.
- **Donato, P., Mondello, L., Güvenç, A., De Pasquale, R., etMiceli, N. (2013).** *Juniperusoxycedrus* L. subsp. *oxycedrus* and *Juniperusoxycedrus* L. subsp. *macrocarpa* (Sibth. & Sm.) Ball. “Berries” from Turkey: Comparative evaluation of phenolic profile,

antioxidant, cytotoxic and antimicrobial activities. *Food and Chemical Toxicology*, 58, 22-29.

- **El-Sayed, A. F. M.** (2020a). *Tilapia Culture* (2nd ed.). Academic Press, USA, p. 348.
- **El-Sayed A.-F.m.**, 2006, *Tilapia culture*, cab International Publishing, London UK.294p
- **El-Sayed, A. M.** (2020b). Taxonomy and basic biology. In Elsevier eBooks (p. 21 31).
- **El-Sayed, A. M.** (2020c). *Tilapia distribution, transfers and introductions*. Dans Elsevier eBooks (p. 33 45).
- **FAO.** 2004. The state of food insecurity in the world. Rome: FAO.
- **FAO** ,2012. La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture. Département des pêches et de l'aquaculture de la FAO, Rome(Italie) ,241P.
- **FAO.** (2022). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022: Towards Blue Transformation*. Rome: FAO.
- **Franco, J. do A.** (2002). *Juniperus L.* In T. G. Tutin, V. H. Heywood, N. A. Burges, A. O. Chater, J. R. Edmondson, V. H. Heywood, D. M. Moore, D. H. Valentine, S. M. Walters, & D. A. Webb (Eds.), *Flora Europaea*, vol. 1, 2nd ed. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 46–48.
- **GBIF Secretariat.** (2022). *Juniperusoxycedrus L.* In GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset. Retrieved from accessed via GBIF.org on 2023-04-23.
- **Hafsi, Z., Belhadj, S., Derridj, A., Mevy, J.-P., Notonnier, R., Tonetto, A., et al.** (2017). Étude de la variabilité morphologique (aiguilles, galbules) du complexe spécifique *Juniperusoxycedrus L.*, le genévrier oxycèdre, au sein de sept populations d'Algérie. *Revue d'Écologie (La Terre et la Vie)*, 72(4), 353-373.
- **Harikrishnan, R., Balasundaram, C., etHeo, M.** (2011). Impact of plant products on innate and adaptive immune system of cultured finfish and shellfish. *Aquaculture*, 317(1 4), 1 15.
- **Hodar, A.R., Vasava, R., Mahavadiya, D., Joshi, N., Nandaniya, V., Solanki, H.,** 2021. Herbs and herbal medicines: a prominent source for sustainable aquaculture. *J. Exp. Zool. India* 24.
- **Jauncey, K., et Ross, B.** (1982). *A guide to tilapia feeds and feeding*. University of Aston, Birmingham.

- **Karaman, I., Sahin, F., Güllüce, M., Ogütçü, H., Sengül, M., et Adigüzel, A.** (2003). Antimicrobial activity of aqueous and methanol extracts of *Juniperus oxycedrus* L. *Journal of Ethnopharmacology*, 85(2-3), 231–235.
- **Kerbouche, L.** (2010). Composition chimique et activité biologique des huiles essentielles de quelques plantes des familles de Labiacées et de Cupressacées (Doctoral dissertation, INA).
- **Klimko, M., Boratyńska, K., Montserrat, J. M., Didukh, Y., Romo, A., Gómez, D., Kluza-Wieloch, M., Marcysiak, K., et Boratyński, A.** (2007). Morphological variation of *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus* (Cupressaceae) in the Mediterranean region. *Flora*, 202(2), 133–147.
- **Kuebutornye, F. K., et Abarike, E. D.** (2020). The contribution of medicinal plants to tilapia aquaculture: a review. *Aquaculture International*, 28(3), 965–983.
- **Kumar, M., Kumar, V., Roy, D., Kushwaha, R., Vaiswani, S.,** 2014. Application of herbal feed additives in animal nutrition-a review. *Int. J. Livest. Res.* 4 (9), 1–8.
- **Le Driant, F.** (2018). *Pulsatille.com/flore Alpes.com*.
- **Lingam, S. S., Kumar, S. S., Chidambaram, J., et Bhosle, R. V.** (2021). An insight to red tilapia breeding and culture: A farmer advisory. ResearchGate.
- **Liu, H., Mu, G., Lu, S., Wang, D., Jiang, H., Sun, X., Han, S., Liu, Y.,** 2019. Effects of traditional Chinese medicines on immunity and culturable gut microflora to *Oncorhynchus masou*. *Fish. Shellfish Immun.* 93, 322–327.
- **Magnadóttir, B.** (2006). Innate immunity of fish (overview). *Fish & Shellfish Immunology*, 20(2), 137–151.
- **Medeiros, A., Chellappa, S., et Yamamoto, M.** (2007). Agonistic and reproductive behaviors in males of red hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) x *O. mossambicus* (Peters, 1852) (Osteichthyes: Cichlidae). *Brazilian Journal of Biology*, 67(4), 701–706.
- **McAndrew, B. J.** (2000). Evolution, phylogenetic relationships and biogeography. In M. C. M. Beveridge et B. J. McAndrew (Eds.), *Tilapias: Biology and Exploitation* (pp. 1–32). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London.
- **Mohamad, S. N., Noordin, W. N. M., Ismail, N. F., et Hamzah, A.** (2021). Red Hybrid Tilapia (*Oreochromis* spp.) Broodstock Development Programme in Malaysia:

Status, Challenges and Prospects for Future Development. Asian Fisheries Science, 34(1).

- **Nandlal, S., et Pickering, T. (2004).** Tilapia Hatchery Operation. Tilapia fish farming in Pacific Island countries, 1, 6. Tilapia Hatchery Operation. Tilapia fish farming in Pacific Island countries.
- **Ndakalimwe Naftal Gabriel, Margit R. Wilhelm, Habte-Michael Habte Tsion, Percy Chimwamurombe, Edosa Omoregie, Linda N. Iiping & Kaspar Shimooshili (2019).** Effect of dietary Aloe vera polysaccharides supplementation on growth performance, feed utilization, hemato-biochemical parameters, and survival at low pH in African catfish (*Clarias gariepinus*) fingerlings. International Aquatic Research. vol. 11, issue 1, pp. 57-72
- **Nirmala, K., Widia, L., Hastuti, Y. P., Nurussalam, W., et Fauzi, I. A. (2020b).** Physiological response and quality of red tilapia *Oreochromis* sp. in the culture system using lemna (*Lemnaperpussila*) as phytoremediator. IOP Conference Series. Earth and Environmental Science, 404(1), 012089.
- **Ouaar, D. (2023).** Valorisation multifonctionnelle du bois d'une cupressacée de l'ouest algérien : cas de *Juniperus oxycedrus* L. (Doctoral dissertation, Université Djilali Liabes de Sidi Bel Abbès).
- **Pandey, G., Sharma, M., Mandloi, A.K., 2010.** Medicinal plants useful in fish diseases. Plant Arch. 12 (1), 1–4.
- **Prabu, E., et Santhiya, A. A. V. (2016).** An overview of bioremediation towards aquaculture. *Journal of Aquaculture in the Tropics*, 31(3/4), 155.
- **Prabu, E., Rajagopalsamy, C. B. T., Ahilan, B., Jeevagan, I. J. M. A., et Renuhadevi, M. (2019b).** Tilapia – An Excellent Candidate Species for World Aquaculture: A Review. Annual Research & Review in Biology, 1 14.
- **Quezel, P., et Gast, M. (2017).** Genévrier. In Gabriel Camps (Ed.), 20\Gauda –Girrei. Aix-en-Provence: Edisud .
- **Rahman, A.N.A., Elshopakey, G.E., Behairy, A., Altohamy, D.E., Ahmed, A.I., Farroh, K. Y., Alkafafy, M., Shahin, S.A., Ibrahim, R.E., 2022a.** Chitosan-*Ocimum basilicum* nanocomposite as a dietary additive in *Oreochromis niloticus*: Effects on immune-antioxidant response, head kidney gene expression, intestinal architecture, and growth. Fish. Shellfish Immun. 128, 425–435.

- **Rahman, A.N.A., Van Doan, H., Elsheshtawy, H.M., Dawood, A., Salem, S.M., Sheraiba, N.I., Masoud, S.R., Abdelnaeim, N.S., Khamis, T., Alkafafy, M., 2022b.** Dietary *Salvia officinalis* leaves enhances antioxidant-immune-capacity, resistance to *Aeromonas sobria* challenge, and growth of *Cyprinus carpio*. *Fish. Shellfish Immun.* 127, 340–348.
- **Raissy, M., Ghafarifarsani, H., Hoseinifar, S.H., El-Haroun, E.R., Naserabad, S.S., Van Doan, H., 2022.** The effect of dietary combined herbs extracts (oak acorn, coriander, and common mallow) on growth, digestive enzymes, antioxidant and immune response, and resistance against *Aeromonas hydrophila* infection in common carp, *Cyprinus carpio*. *Aquaculture* 546, 737287
- **Saurabh, S., et Sahoo, P. K. (2008).** Lysozyme : an important defence molecule of fish innate immune system. *Aquaculture Research*, 39(3), 223–239.
- **Semerdjieva, I., Zheljaskov, V., Radoukova, T., Radanović, D., Marković, T., Dincheva, I., Stoyanova, A., Astatkie, T., et Kačániová, M. (2019).** Essential oil yield, composition, bioactivity and leaf morphology of *Juniperus oxycedrus* L. from Bulgaria and Serbia. *Biochemical Systematics and Ecology*, 84, 55–63.
- **Shang, H. Y. (1992).** Nutrition des poissons et aliments pour poissons. Chapman & Hall.
- **Suyanto, R. (2010).** Pembenihan dan Pembesaran Nila. Jakarta: Penebar Swadaya.
- **Taviano, M. F., Marino, A., Trovato, A., Bellinghieri, V., Melchini, A., Dugo, P., Cacciola, F., Orhan, N., Aslan, M., Pekcan, M., Orhan, D. D., Bedir, E., et Ergun, F. (2012).** Identification of hypoglycaemic compounds from berries of *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus* through bioactivity guided isolation technique. *Journal of Ethnopharmacology*, 139(1), 110–118.
- **Trullàs, C., Sewaka, M., Rodkhum, C., Chansue, N., Boonanuntanasarn, S., Kamble, M. T., et Pirarat, N. (2022).** Effects of Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus*) as a Prebiotic Supplement in the Diet of Red Tilapia (*Oreochromis* spp.). *Animals*, 12(20), 2882.
- **Vajargah, M. F. (2021).** A review of the physiology and biology of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Aquaculture & Marine Biology*, 10(5), 244–246.
- **Van Hai, N. (2015).** The use of medicinal plants as immunostimulants in aquaculture: A review. *Aquaculture*, 446, 88–96.

- **Union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources** (2005). *A guide to medicinal plants in North Africa*. IUCN.
- **Yang, Y., Song, W., Lin, H., Wang, W., Du, L., Xing, W.**, 2018. Antibiotics and antibiotic resistance genes in global lakes: a review and meta analysis. *Environ. Int.* 116, 60–73.
- **Yılmaz, E., Çoban, D., Kırım, B., & Güler, M.** (2019). Effects of Extracts of Feed Additives Including Rosemary (*Rosmarinus officinalis*) and Aloe Vera (*Aloe barbadensis*) on the Growth Performance and Feed Utility of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7(6), 866–870.
- **Zargar, A., Rahimi-Afzal, Z., Soltani, E., Taheri Mirghaed, A., Ebrahimzadeh-Mousavi, H., Soltani, M., Yuosefi, P.**, 2019. Growth performance, immune response and disease resistance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed *Thymus vulgaris* essential oils. *Aquac. Res.* 1–10.
- **Zheng, Z.L., Tan, J.Y., Liu, H.Y., Zhou, X.H., Xiang, X., Wang, K.Y.**, 2009. Evaluation of oregano essential oil (*Origanum heracleoticum* L.) on growth, antioxidant effect and resistance against *Aeromonas hydrophila* in channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Aquaculture* 292 (3-4), 214–218.
- **Zhu, F.**, 2020. A review on the application of herbal medicines in the disease control of aquatic animals. *Aquaculture* 526, 735422.