

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République algérienne démocratique et populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
جامعة عين تموشنت بلحاج بوشعيب
Université d'Ain Temouchent Belhadj Bouchaib
Faculté des Sciences et Technologie
Département de Biologie
Domaine de Microbiologie



Projet de Fin d'Etudes
Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Biologie

Spécialité : Microbiologie

**Analyse microbiologique et physico-chimique de l'eau
d'élevage de la pisciculture d'eau douce de Tilapia au
niveau la ferme aquacole IYAD FISH**

- **Présenté Par :**

Mr. KHALDI Mohamed Yacine

- **Devant le jury composé de :**

M. CHERIF Nadjib	MCB	U. Ain Témouchent	Président
M. BOUFEKANE Billel	MCB	U. Ain Témouchent	Examinateur
M. LARBI DOUKARA Kamel	MCA	U. Ain Témouchent	Encadrant
M. KHALFI Marouane	Sarl IYAD FISH		Partenaire socioéconomique

REMERCEMENTS :



Au nom d'Allah le tout miséricordieux, le très miséricordieux

Ce travail ainsi accompli, n'aurait point pu arriver à terme, sans l'aide et le soutien d'Allah, louange au tout puissant, le seigneur de l'univers.

En second lieu, je tiens à remercier mes parents ainsi que toute personne ayant aidé de près ou de loin à l'achèvement de mon projet de fin d'études.

*Je tiens pour le présent travail à témoigner mes reconnaissances envers mon encadreur **Mr LARBI DAKKAR** pour sa gentillesse, sa disponibilité, sa contribution générale à l'élaboration de ce travail, ainsi que pour ses conseils judicieux, merci encore **Mr LARBI** !*

Nous sommes conscientes de l'honneur que nous a fait le membre du jury d'avoir accepté d'examiner notre modeste travail.

*Nos sincères salutations vont droit à **Mr MAROUAN**, chef de la ferme aquacole **IYAD FICH**, ainsi **Md BELHABIB**, pour le temps qui nous ont accordé et les précieuses informations requises de leurs parts.*

Mon remerciement s'adresse également à tous mes professeurs de ces cinq belles années pour leurs générosités et la grande patience dont ils ont su faire preuve malgré leurs charges académiques et professionnelles.

J'oublie pas mes amis de ma belle promotion pour les bons moments passés ensemble au sein de notre département.

Et pour finir je remercie encore et encore Allah, qui nous a permis de réaliser notre rêve, d'être des microbiologistes !

Bonne lecture !

Dédicace



*Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut...
Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude,
L'amour, le respect, la reconnaissance...
Aussi, c'est tout simplement que
Je dédie notre travail...*

À MES CHERS PARENTS

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.

Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours. Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, bien que je ne vous en acquitterai jamais assez.

Puisse Dieu, le Très Haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive.

*A MACHÈRE SŒUR **Hakima***

Mon conseiller, et amie fidèle, qui m'a assisté dans les moments difficiles et m'a pris doucement par la main pour traverser ensemble des épreuves pénibles....

Je te suis très reconnaissante, et je ne te remercierai jamais assez pour ton amabilité, ta générosité, ton aide précieuse.

A ma chère sœur hidayet , qui m'a aidé et m'encourager à ne jamais baisser les bras.

*j'ai l'honneur de dédier notre travail à mon binôme **Belbachir Amira** .*

Veillez trouver dans ce travail l'expression de mon respect le plus profond et mon affection la plus sincère. Toutes les personnes qui ont participé a l'élaboration de ce travail à tous ceux que j'ai omis de citer





Introduction générale	1
-----------------------------	---

Synthèse Bibliographique

1. L'aquaculture d'eau douce	3
1.1. Introduction à l'aquaculture d'eaux douces.....	3
1.2. Biologie des espèces cultivées	3
1.3. Nutrition et alimentation	3
1.4. Reproduction et génétique	3
1.5. Santé et gestion des maladies.....	4
2. Système d'élevage (système fermé en aquaculture RAS).....	5
2.1. Introduction aux systèmes de recirculation aquacole (RAS)	5
2.2. Composants et fonctionnement des systèmes RAS	5
2.3. Avantages des systèmes RAS	5
2.4. Défis des systèmes RAS.....	6
2.5. Cas d'étude : élevage du Tilapia en RAS.....	6
2.6. Perspectives futures des systèmes RAS.....	6
3. Poisson Tilapia :.....	7
3.1. Introduction au Tilapia	7
3.2. Biologie du Tilapia.....	7
3.3. Reproduction et cycle de vie :.....	7
3.4. Élevage du Tilapia en systèmes RAS :.....	8
• Avantages du RAS pour le Tilapia	
• Défis du RAS pour le Tilapia	
3.5. Nutrition et alimentation du Tilapia.....	8
3.6. Santé et gestion des maladies	9
4. Contamination microbiologique et physico-chimique dans l'élevage de Tilapia	
4.1. Introduction :.....	9
4.2. Contamination microbiologique	9
4.3. Pathogènes communes	9
4.4. Prévention et gestion	10
4.5. Contamination physico-chimique	10
4.6. Paramètres physico-chimiques clés.....	10
4.7. Gestion et prévention.....	11

Présentation du site

1. Introduction.....	13
2. Localisation	13
3. Les besoin du projet	13
4. Sélection de l'espèce choisie	14
5. Analyses climatique de lieux.....	15



Matériels et méthodes

Premier partie analyse physico-chimiques de l'eau d'élevage de Tilapia par le système RAS :

1-La précision de filtration mécanique du système ARS.....	17
2. Mesure de la température dans le système ARS	17
2.1 Méthodes de mesure de la température	17
2.2 Emplacement des capteurs de température	18
2.3 Enregistrement des données	19
3. Mesure du pH dans le bassin de Tilapia.....	19
4. Alcalinité :.....	20
5. Dioxyde de carbone	21
-L'appareil de Liblium	21
6. Ammoniaque	22
7. Nitrite.....	23
8. Nitrate.....	23
9. Sursaturation de gaz	23
10. Solides.....	23
Deuxième partie étude microbiologique de l'eau d'élevage de Tilapia par le système RAS	
1. Prélèvement	24
2. Matériels	24
3. Renseignements à fournir pour l'analyse d'eau usée	24

Résultats et discussion

1-Premier partie analyse physico-chimiques de l'eau d'élevage de Tilapia par le système RAS	26
2-Deuxième partie les caractères microbiologiques de l'eau d'élevage de Tilapia par le système RAS	
2.1. Les résultats attendus en amont et en aval des bassins de la ferme IYAD FISH....	26
2.2. Interprétation des résultats.....	27
2.3. Prélèvements, isolement et identification des souches Candida.....	27
Conclusion.....	30
Références bibliographiques	32-33
Annexe	34



Liste des figures :

- Figure 01 :** Organisation générale du module d'élevage fonctionnant en circuit fermé (Lavenant. et *al.*, 1995).....
- Figure 02 :** Poisson Tilapia
- Figure01 :** Organisation générale du module d'élevage fonctionnant en circuit fermé.....
- Figure02 :** Poisson Tilapia.....
- Figure 03 :** Localisation de la ferme (Sarl IYAD FISH) sur Google earth
- Figure 04 :** Tilapia rouge.....
- Figure 05 :** Diagramme Climatique de la région d'étude.....
- Figure 06 :** L'appareil de mesure de la température utilisé dans la ferme IYAD FISH.....
- Figure 07 :** Sondes thermométrique.....
- Figure 08 :** Thermomètre infrarouge portable -50 à +350°C.....
- Figure 09 :** Appareil d'enregistrement des données (originale).....
- Figure 10 :** Appareil utilisé dans la ferme de IYED FISH pour mesure le pH.
- Figure 11 :** Appareil régulation du pH
- Figure 12 :** Résultat d'isolement et identification des souches Candida



Liste des tableaux :

Tableau 01 : Climatologie de la région d'étude.....

Tableau 02 : analyse physico-chimiques de l'eau d'élevage de Tilapia par le système RAS....

Tableau 03 : Bulletin d'analyse d'échantillon du bassin.....

Tableau 04 : Bulletin d'analyse d'échantillon du forage.....

Tableau 05 : Bulletin d'analyse d'échantillon du forage.....



Résumé :

L'eau est considérée toujours comme un aliment de base, précieux et vital. Les eaux de surface et souterraines peuvent comporter des éléments indésirables ou toxiques qui présentent une menace à la santé humaine à long et à court terme.

En effet, la dégradation de la qualité de l'eau d'élevage des poissons destinée à la consommation humaine peut avoir lieu à différent niveau des cycles d'aquaculture.

Mais, dans tous les cas, il est impératif de contrôler les paramètres d'eau et faire des identifications des bactéries pathogènes a répétitions et a différentes stades.

L'objectif de cette étude est de contribuer à l'évaluation de la qualité physico-chimique et microbiologiques des eaux utilisées dans l'élevage de Tilapia au sein de la ferme IYAD FISH dans la wilaya de Ain Témouchent.

L'étude est basée sur l'identification des germes et bactéries ainsi que analyse physicochimiques tel que : le pH, la conductivité, la turbidité, chlores, nitrites et ammonium qui peuvent causées ou influencer d'une façon indirecte sur les maladies et altérées la qualité des poissons destinés à la consommation humaines.

Sarl IYAD FISH est classé parmi les premiers fermes en Algérie qui utilise des nouvelles technologies comme le système de recirculation aquacole (RAS).

D'après les résultats obtenus de l'eau est de qualité physicochimique acceptable pour l'élevage et conformes aux normes nationales et internationales recommandées, sans oubliés la qualité microbiologiques dans les normes.

Mots clés :

Eau, Tilapia, Qualité physico-chimique, Qualité microbiologiques, le système de recirculation aquacole (RAS), Sarl IYAD FISH.

**Abstract :**

Water is still considered a basic, precious and vital food. Surface and groundwater may contain undesirable or toxic elements that pose a threat to human health in the long and short term.

Indeed, the degradation of the quality of fish rearing water intended for human consumption can take place at different levels of aquaculture cycles.

But, in all cases, it is imperative to control the water parameters and make identifications of pathogenic bacteria repeatedly and at different stages.

The objective of this study is to contribute to the evaluation of the physicochemical and microbiological quality of water used in Tilapia farming at the IYAD FISH farm in the wilaya of Ain Témouchent.

The study is based on the identification of germs and bacteria as well as physicochemical analysis such as: pH, conductivity, turbidity, chlorines, nitrites and ammonium which can cause or influence in an indirect way on diseases and altered the quality of fish intended for human consumption.

Sarl IYAD FISH is ranked among the first farms in Algeria to use new technologies such as the aquaculture recirculation system (RAS).

According to the results obtained, the water is of acceptable physicochemical quality for breeding and complies with recommended national and international standards, without forgetting the microbiological quality in the standards.

Keywords:

AIN TEMOUCHENT, Tilapia, Physico-chemical quality, Microbiological quality, the aquaculture recirculation system (RAS), Sarl IYAD FISH.



لا يزال الماء يعتبر غذاءً أساسياً وظيفياً وحيوياً.

قد يحتوي مياه السطح وتحت الأرض على عناصر غير مرغوب فيها أو سامة تشكل خطراً على صحة الإنسان على المدى الطويل والقصير. وفي الواقع، فإن تدهور نوعية مياه تربية الأسماك المخصصة للاستهلاك البشري يمكن أن يحدث على مستويات مختلفة من دورات تربية الأحياء المائية.

ولكن، في جميع الحالات، لا بد من التحكم في معاملات المياه وتحديد البكتيريا المسببة للأمراض بشكل متكرر وفي مراحل مختلفة.

الهدف من هذه الدراسة هو المساهمة في تقييم الجودة الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية للمياه المستخدمة في استزراع البلطي في مزرعة IYAD FISH بولاية عين تموشنت.

وتعتمد الدراسة على تحديد الجراثيم والبكتيريا بالإضافة إلى التحليل الفيزيائي والكيميائي مثل الرقم الهيدروجيني والموصلية والعمارة والكلور والنترت والأمونيوم التي يمكن أن تسبب أو تؤثر بشكل غير مباشر على الأمراض وتغيير جودة الأسماك المعدة للاستهلاك البشري.

يعتبر SARL IYAD FISH من بين المزارع الأولى في الجزائر التي استخدمت اجدد

تقنيات مثل نظام إعادة تدوير تربية الأحياء المائية (RAS).

ووفقاً للنتائج التي تم الحصول عليها، فإن المياه ذات جودة فيزيائية وكيميائية مقبولة للتربية وتتوافق مع المعايير الوطنية والدولية الموصى بها، دون إغفال الجودة الميكروبيولوجية في المعايير.

الكلمات الدالة:

المياه، البلطي، الجودة الفيزيائية والكيميائية، الجودة الميكروبيولوجية، نظام إعادة تدوير تربية الأحياء المائية.



Introduction générale :

L 'Algérie, pays d'Afrique du Nord, est bordée par la mer Méditerranée sur sa côte nord. Cette position géographique privilégiée lui confère un potentiel significatif pour le développement de l'aquaculture.

En réponse aux défis de la sécurité alimentaire, de la diversification économique et de la création d'emplois, l'aquaculture émerge comme un secteur stratégique pour le pays. L'accroissement de la population et la demande croissante en produits halieutiques poussent les autorités algériennes à explorer et à investir dans des méthodes de production alternatives aux pêches traditionnelles.

L'emplacement de l'Algérie au milieu de la méditerranée renseigne sans doute un rôle important que joue la mer dans la vie du pays, aussi bien économique que scientifique et culturel avec un littoral qui s'étale sur une cote de plus de 1680km riche en faune et flore (Ministère du Tourisme, de l'Artisanat et du Travail familial).

Et là on se pose les questions suivantes :

*Comment profiter et exploiter cette ressource ?

*Par quel moyen peut-on assurer une production quantitatives qui couvre le marché sans oublié la qualité qui peut causer des énormes problèmes ?

*Comment pouvons- nous garder l'équilibre parfait entre construction du projet et préservation de la santé humaine ?

Dans le but de répondre aux problèmes posés précédemment, le présent travail divisé en quatre axes comme suit :

Le premier axe expose une synthèse bibliographique sur l'aquaculture les eaux douces dans le monde et en Algérie par le système RAS, le deuxième axe présente la zone d'étude, le troisième représente le matériel et les méthodes utilisés pour le control de la qualité de l'eau des poissons destinés à la consommation humaine dans la région d'étude, le dernier axe comporte les résultats et la discussion, et à la fin une conclusion apportent un éclairage supplémentaire sur le sujet abordé.



Synthèse bibliographie



1. L'aquaculture d'eaux douces :

1.1. Introduction à l'aquaculture d'eaux douces :

L'aquaculture d'eaux douces est une discipline qui englobe l'élevage de diverses espèces aquatiques dans des environnements d'eau douce. Cette pratique est cruciale pour répondre à la demande croissante de produits aquatiques et assurer la sécurité alimentaire mondiale. En 2018, la production mondiale de l'aquaculture d'eau douce a atteint 50 millions de tonnes, contribuant de manière significative à l'approvisionnement en protéines animales (FAO, 2020).

1.2. Biologie des espèces cultivées :

Les espèces les plus couramment cultivées en aquaculture d'eaux douces comprennent le Tilapia, la Carpe, et le poisson-chat. Chaque espèce a des exigences biologiques spécifiques. Par exemple, le Tilapia *Oreochromis spp.* est connu pour sa tolérance à des conditions environnementales variées, sa capacité à se reproduire facilement en captivité et sa croissance rapide (El-Sayed, 2006).

En revanche, la Carpe commune *Cyprinus carpio* nécessite des conditions d'eau bien oxygénées et une alimentation riche en protéines pour atteindre une croissance optimale (Kestemont et al., 2007).

1.3. Nutrition et alimentation :

La nutrition joue un rôle clé dans la croissance et la santé des poissons d'aquaculture. Des régimes alimentaires bien équilibrés sont essentiels pour assurer une croissance rapide, une efficacité de conversion alimentaire élevée, et une résistance aux maladies (NRC, 2011).

Les recherches montrent que les régimes enrichis en acides gras oméga-3 et en protéines de haute qualité favorisent une croissance optimale et une meilleure santé chez les poissons (Tocher, 2010).

Par exemple, l'inclusion de sources de protéines alternatives telles que les insectes et les algues dans les régimes alimentaires des poissons est actuellement explorée pour des raisons de durabilité (Henry et Gasco, 2019).

1.4. Reproduction et génétique :

La reproduction et la génétique sont des domaines critiques en aquaculture. Les programmes de sélection génétique visent à améliorer des traits spécifiques tels que la croissance, la résistance aux maladies et la tolérance aux conditions environnementales.

Par exemple, des lignées de Tilapia génétiquement améliorées ont montré une croissance 30% plus rapide par rapport aux lignées non sélectionnées (Ponzoni et al., 2011).



De plus, les techniques de manipulation génétique, telles que la polyploïdie et l'hybridation, sont utilisées pour produire des poissons stériles ou pour combiner les traits désirables de différentes espèces (Pandian & Koteeswaran, 1998).

1.5. Santé et gestion des maladies :

La santé des poissons d'aquaculture est essentielle pour assurer une production durable. Les maladies bactériennes, virales et parasitaires représentent des défis majeurs. Les méthodes de prévention incluent des pratiques de gestion rigoureuses, des régimes alimentaires enrichis en nutriments immunostimulants et l'utilisation de vaccins (Austin et Austin, 2016).

Par exemple, l'utilisation de probiotiques dans l'alimentation des poissons a montré des résultats prometteurs dans l'amélioration de la santé intestinale et la résistance aux infections (Merrifield et al., 2010).

2. Système d'élevage (système fermé en aquaculture RAS):

2.1. Introduction aux systèmes de recirculation aquacole (RAS) :

Les systèmes de recirculation aquacole (RAS) représentent une avancée technologique majeure dans l'industrie de l'aquaculture. Ces systèmes fermés permettent une gestion intensive et contrôlée de l'environnement aquatique, optimisant ainsi l'utilisation de l'eau et minimisant les impacts environnementaux (Martins et al., 2010).

En intégrant divers processus de filtration et de traitement de l'eau, les RAS offrent une solution durable pour l'élevage de poissons en milieu contrôlé.

2.2. Composants et fonctionnement des systèmes RAS :

Un système RAS typique est composé de plusieurs éléments clés (Fig .01):

- **Réservoirs d'élevage** : Les poissons sont élevés dans des réservoirs spécifiques, souvent en matériaux résistants à la corrosion et faciles à nettoyer (Lekang, 2013).
- **Filtres mécaniques** : Ces filtres éliminent les solides en suspension provenant des déjections des poissons et des restes de nourriture (Timmons et Ebeling, 2010).
- **Filtres biologiques** : Les filtres biologiques utilisent des bactéries nitrifiantes pour convertir les déchets azotés toxiques (ammoniac) en composés moins nocifs (nitrates) (Van Rijn, 2013).
- **Unités de désinfection** : Pour prévenir les maladies, des systèmes de désinfection tels que

les lampes UV ou les ozonateurs sont utilisés pour éliminer les agents pathogènes (Summerfelt, 2003).



- **Systèmes d'Aération** : Des aérateurs ou des injecteurs d'oxygène sont utilisés pour maintenir des niveaux d'oxygène dissous adéquats, essentiels pour la santé et la croissance des poissons (Colt, 2006).

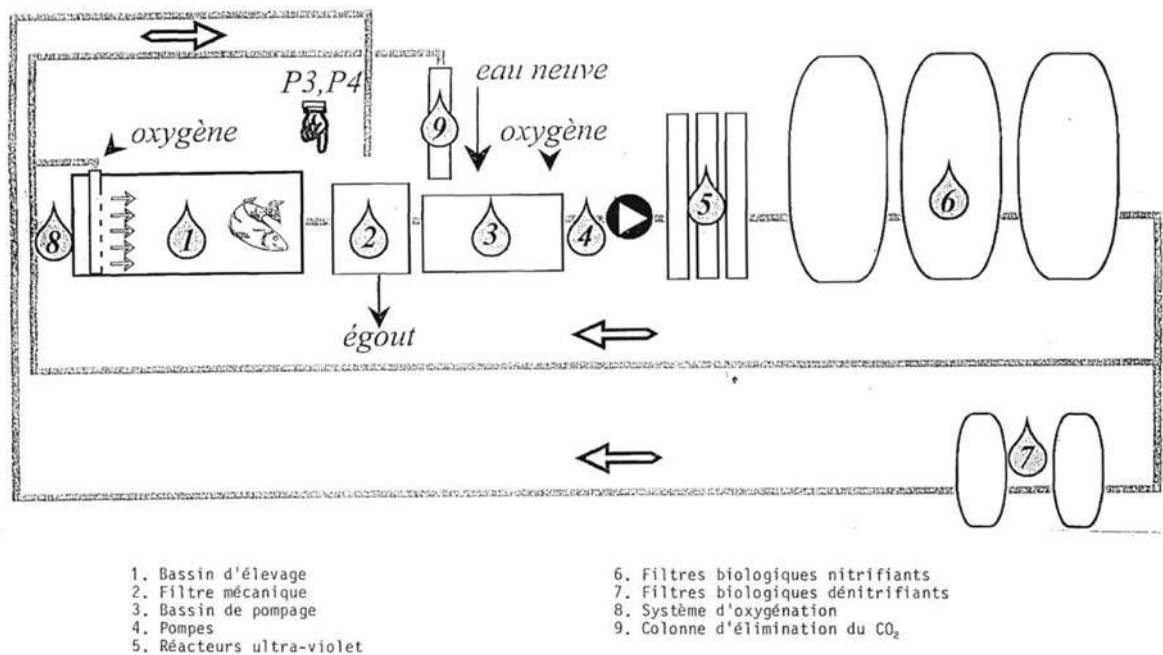


Figure 01 : Organisation générale du module d'élevage fonctionnant en circuit fermé (Lavenant et *al.*, 1995).

2.3. Avantages des systèmes RAS :

Les systèmes RAS présentent de nombreux avantages :

- **Conservation de l'eau** : Les RAS utilisent beaucoup moins d'eau que les systèmes d'élevage traditionnels, ce qui les rend particulièrement adaptés aux régions où l'eau est une ressource limitée (Martins et *al.*, 2010).
- **Contrôle de la qualité de l'eau** : Les paramètres de l'eau (pH, température, oxygène, etc.) peuvent être surveillés et ajustés en temps réel, assurant un environnement optimal pour les poissons (Yogev et *al.*, 2016).
- **Réduction des effluents** : En recyclant l'eau, les RAS réduisent les rejets d'effluents dans l'environnement, limitant ainsi la pollution aquatique (Badiola et *al.*, 2012).



2.4. Défis des systèmes RAS

Malgré leurs avantages, les RAS présentent aussi des défis :

- **Coûts initiaux élevés** : La mise en place des systèmes RAS nécessite des investissements importants en infrastructure et en technologie (Badiola et *al.*, 2012).
- **Complexité technique** : La gestion des RAS requiert des compétences spécialisées pour maintenir la qualité de l'eau et prévenir les défaillances techniques (Lekang, 2013).
- **Risques sanitaires** : La densité élevée de poissons et la réutilisation de l'eau augmentent les risques de propagation rapide des maladies. Une gestion rigoureuse de la santé des poissons est donc cruciale (Martins et *al.*, 2010).

2.5. Cas d'étude : élevage du Tilapia en RAS

Le Tilapia (*Oreochromis spp.*) est l'une des espèces les plus couramment élevées en RAS en raison de sa tolérance à une large gamme de conditions environnementales et de sa robustesse. Des études ont montré que le tilapia peut atteindre une croissance optimale dans les systèmes RAS grâce à un contrôle précis des conditions de vie (El-Sayed, 2006).

- **Nutrition et alimentation**

La nutrition du Tilapia en RAS est soigneusement formulée pour maximiser la croissance et la conversion alimentaire. Des régimes alimentaires enrichis en protéines et équilibrés en acides gras essentiels sont utilisés pour promouvoir la santé et le développement des poissons (NRC, 2011).

- **Gestion de la santé**

La prévention des maladies est un aspect crucial de l'élevage en RAS. L'utilisation de probiotiques, de régimes alimentaires immunostimulants et de pratiques rigoureuses de bio-sécurité contribue à maintenir la santé des populations de Tilapia (Merrifield et *al.*, 2010).

2.6. Perspectives futures des systèmes RAS :

Les innovations technologiques continuent d'améliorer l'efficacité et la rentabilité des RAS. Les recherches se concentrent sur l'optimisation des filtres biologiques, l'intégration de capteurs pour une surveillance en temps réel, et l'utilisation d'énergies renouvelables pour réduire les coûts opérationnels (Martins et *al.*, 2010). Avec ces avancées, les RAS pourraient devenir une solution de plus en plus populaire pour une aquaculture durable et intensive.

3. Poisson Tilapia :

3.1. Introduction au Tilapia :

Le Tilapia est un groupe de poissons appartenant à la famille des *Cichlidae*, largement utilisé en aquaculture en raison de sa robustesse, de sa tolérance à divers environnements aquatiques et de sa capacité à se reproduire rapidement. Les espèces de Tilapia les plus couramment élevées comprennent *Oreochromis niloticus* (Tilapia du Nil), *Oreochromis aureus* (Tilapia bleu) et *Oreochromis mossambicus* (Fig.02) (Tilapia du Mozambique) (El-Sayed, 2006).



Figure 02 : Poisson Tilapia *Oreochromis niloticus*.(photo personnelle prise dans la ferme IYAD FISH)

3.2. Biologie du Tilapia :

Le Tilapia est reconnu pour sa capacité à survivre dans des conditions environnementales variées, y compris des eaux à faible teneur en oxygène, des températures fluctuantes et une large gamme de salinité (Stickney, 2000).

Cette flexibilité biologique en fait une espèce idéale pour l'aquaculture dans des systèmes diversifiés, y compris les systèmes de recirculation aquacole (RAS).

3.3. Reproduction et cycle de vie :

Le Tilapia a un cycle de reproduction prolifique, atteignant la maturité sexuelle en quelques mois seulement. Ils sont connus pour leurs comportements de nidification et de soins parentaux, où les mâles construisent des nids et les femelles incubent les œufs dans leur bouche (bouche-incubation) (Coward et Bromage, 2000). Cette stratégie de reproduction assure une haute survie des larves et une croissance rapide des populations.



3.4. Élevage du Tilapia en systèmes RAS :

Les systèmes de recirculation aquacole (RAS) sont particulièrement avantageux pour l'élevage du tilapia. Ces systèmes fermés permettent de contrôler rigoureusement la qualité de l'eau, les températures et les densités de population, ce qui est essentiel pour optimiser la croissance et la santé des poissons (Martins et *al.*, 2010).

- **Avantages du RAS pour le Tilapia :**

a- Optimisation de la qualité de l'eau : Les RAS permettent un contrôle précis des paramètres de l'eau, tels que l'oxygène dissous, le pH, et les niveaux de nitrates, ce qui est crucial pour la santé et la croissance du tilapia (Yogev et *al.*, 2016).

b- Densité de stockage élevée : Les RAS supportent des densités de stockage plus élevées par rapport aux systèmes traditionnels, augmentant ainsi la productivité par unité de surface (Timmons et Ebeling, 2010).

c- Réduction des effluents : En réutilisant l'eau, les RAS réduisent la quantité d'effluents rejetés dans l'environnement, minimisant ainsi l'impact écologique (Badiola et *al.*, 2012).

- **Défis du RAS pour le Tilapia :**

a- Coûts initiaux et opérationnels : La mise en place et la maintenance des RAS nécessitent des investissements substantiels en infrastructures et en technologie (Badiola et *al.*, 2012).

b- Gestion technique : La gestion efficace des RAS requiert des compétences techniques avancées pour surveiller et ajuster les paramètres de l'eau et pour prévenir les maladies (Lekang, 2013).

3.5. Nutrition et alimentation du Tilapia :

Une alimentation équilibrée est essentielle pour la croissance et la santé du Tilapia. Les régimes alimentaires pour le tilapia en aquaculture sont généralement formulés pour être riches en protéines et en acides gras essentiels, afin de maximiser l'efficacité de la conversion alimentaire et promouvoir une croissance rapide (NRC, 2011).

- **Sources de protéines**

Traditionnellement, les farines de poisson ont été une source primaire de protéines dans les aliments pour tilapia. Cependant, des alternatives plus durables, telles que les protéines végétales (soja, pois) et les protéines dérivées d'insectes, sont de plus en plus utilisées pour réduire les coûts et l'empreinte écologique (Henry et Gasco, 2019).



3.6. Santé et gestion des maladies :

La gestion de la santé est cruciale pour maintenir des populations de Tilapia saines et productives. Les pratiques courantes incluent :

- **Bio-sécurité** : L'application de mesures de bio-sécurité strictes pour prévenir l'introduction et la propagation de maladies (Austin et Austin, 2016).

- **Probiotiques et immunostimulants** : L'utilisation de probiotiques et d'immunostimulants dans les régimes alimentaires pour renforcer le système immunitaire des poissons et améliorer leur résistance aux infections (Merrifield et *al.*, 2010).

4. Contamination microbiologique et physico-chimique dans l'élevage de Tilapia :

4.1. Introduction :

L'élevage de Tilapia, comme toute forme d'aquaculture intensive, peut être sujet à diverses formes de contamination. Les contaminations microbiologique et physico-chimique peuvent affecter la santé des poissons, la qualité de l'eau et, en fin de compte, la sécurité des produits aquacoles pour la consommation humaine. Les systèmes de recirculation aquacole (RAS) offrent un contrôle rigoureux de ces aspects, mais nécessitent une gestion minutieuse pour éviter des problèmes potentiels.

4.2. Contamination microbiologique :

La contamination microbiologique fait référence à la présence de microorganismes pathogènes tels que les bactéries, les virus, les parasites et les champignons. Ces agents pathogènes peuvent causer des maladies chez les poissons, réduisant ainsi les rendements et affectant la qualité du produit final.

4.3. Pathogènes communes :

- **Bactéries** : Les bactéries pathogènes telles que *Aeromonas hydrophila*, *Streptococcus iniae* et *Edwardsiella tarda* sont courantes dans les systèmes d'élevage de Tilapia (Austin et Austin, 2016). Elles peuvent provoquer des infections systémiques, des ulcères cutanés et des maladies hémorragiques.

- **Virus** : Les virus tels que le virus de la nécrose du Tilapia (TiLV) peuvent entraîner des épidémies avec des taux de mortalité élevés (Eyngor *et al.*, 2014).



- **Parasites** : Les parasites comme *Ichthyophthirius multifiliis* (agent de la maladie des points blancs) et les monogènes peuvent causer des problèmes respiratoires et de stress chez les poissons (Lom et Dyková, 1992).

- **Champignons** : Les infections fongiques, telles que celles causées par *Saprolegnia spp.*, sont souvent opportunistes et surviennent généralement après une blessure ou une autre infection (Willoughby, 1994).

4.4. Prévention et gestion :

- **Bio-sécurité** : La mise en œuvre de mesures strictes de bio-sécurité, y compris la quarantaine des nouveaux arrivants et la désinfection des équipements, est essentielle pour prévenir l'introduction et la propagation des pathogènes (Subasinghe *et al.*, 2001).

- **Qualité de l'eau** : Maintenir une bonne qualité de l'eau par des systèmes de filtration efficaces et une surveillance constante des paramètres de l'eau réduit le stress sur les poissons et leur vulnérabilité aux infections (Badiola *et al.*, 2012).

- **Probiotiques et immunostimulants** : L'incorporation de probiotiques et d'immunostimulants dans l'alimentation des poissons peut renforcer leur système immunitaire et améliorer leur résistance aux maladies (Merrifield *et al.*, 2010).

4.5. Contamination physico-chimique :

La contamination physico-chimique inclut les altérations des propriétés physiques et chimiques de l'eau, telles que le pH, la température, les niveaux d'oxygène dissous, les composés azotés et les contaminants chimiques (pesticides, métaux lourds).

4.6. Paramètres physico-chimiques clés :

- **pH** : Le pH de l'eau doit être maintenu dans une plage optimale (généralement entre 6,5 et 8,5) pour éviter le stress et les maladies chez les poissons (Boyd, 1990).

- **Oxygène dissous** : Des niveaux adéquats d'oxygène dissous sont essentiels pour la respiration des poissons. Les systèmes d'aération doivent être utilisés pour maintenir des concentrations suffisantes, surtout dans des densités de stockage élevées (Colt, 2006).

- **Ammoniac et nitrites** : Les déchets métaboliques des poissons produisent de l'ammoniac, qui est toxique à des concentrations élevées. Les filtres biologiques dans les RAS convertissent l'ammoniac en nitrites puis en nitrates, moins toxiques (Timmons et Ebeling, 2010).



- **Température** : Tilapia est un poisson tropical qui prospère à des températures entre 25 et 30 °C. Les écarts de température peuvent causer du stress et affecter la croissance (El-Sayed, 2006).

- **Contaminants chimiques** : Les contaminants tels que les pesticides, les métaux lourds et autres polluants chimiques peuvent provenir de sources externes ou de l'utilisation de produits chimiques dans les systèmes d'aquaculture. Il est crucial de surveiller et de contrôler ces contaminants pour garantir la sécurité alimentaire (Gherardi et al., 2009).

4.7. Gestion et prévention :

- **Filtration et traitement de l'eau** : Les systèmes de filtration mécaniques et biologiques, ainsi que les unités de désinfection (UV, ozonation), sont utilisés pour maintenir une qualité de l'eau optimale (Summerfelt, 2003).

- **Surveillance régulière** : La surveillance continue des paramètres physico-chimiques de l'eau permet de détecter et de corriger rapidement tout déséquilibre avant qu'il n'affecte gravement les poissons (Martins et al., 2010).

- **Pratiques durables** : L'utilisation de pratiques d'aquaculture durable, y compris la minimisation de l'utilisation de produits chimiques et la promotion de la santé des poissons par des régimes alimentaires équilibrés, aide à réduire le risque de contamination physico-chimique (Naylor et al., 2000).



Présentation de site



1. Introduction :

Fondée en 2021, la ferme aquacole SARL IYAD FISH se spécialise dans l'élevage de Tilapia en utilisant un système de pompage en recirculation (RAS). Située à Douar Mghana Terga wilaya d'Ain Témouchent, cette ferme innovante vise à produire du Tilapia de haute qualité tout en minimisant l'impact environnemental.

2. Localisation (Fig. 03):

- **Coordonnées géographiques** : 35°22'44,6''N 1°11'12,8''E
- **Commune** : Terga
- **Daïra** : Terga
- **Wilaya** : Ain Temouchent



Figure 03 : Localisation de la ferme (Sarl IYAD FISH) sur Google earth .

3. Les besoin du projet :

L'élevage piscicole projeté de la ferme d'élevage du Tilapia par la Sarl IYAD FISH sur un terrain privé de 9500 m² choisi; sis à la commune de Terga, Wilaya d'Ain Temouchent sera composé de :

- Le projet pratiquera le grossissement intensif au niveau des 10 bassins d'une surface totale de : 2.200 m².
- Dix bassins de grossissement de 10m de diamètre chacun, soit 94 m³.
- Un bassin de décantation préexistant de 3000 m².

- Un bassin réservoir de 300 m².
- Gite pour ouvriers : 40 m².
- Un Hangar de stockage matières : 40 m²
- Une Administration et laboratoire : 50 m²
- Une loge gardien 10 m²
- Niche 10 m²
- Parking : 100 m²
- VRD : 100 m²

4. Sélection de l'espèce choisie :

L'élevage du Tilapia consiste à cultiver dans un environnement d'eau douce, tels que des étangs, des lacs ou des systèmes aquacoles contrôlés. Le Tilapia est particulièrement prisé pour son taux de croissance rapide, sa résistance aux maladies et sa capacité à tolérer une large gamme de conditions environnementales.

Ce type d'aquaculture est une activité économique importante dans de nombreuses régions du monde, en raison de la demande élevée pour ce poisson en tant que source de protéines abordable et nutritive (El-Sayed, 2006).

L'espèce retenue par le projet de la ferme aquacole de la Sarl IYAD FISH, est le Tilapia rouge mono sexe (Fig. 04).



Figure 04 : Tilapia rouge.(photo personnelle prise dans la ferme IYAD FISH)

5. Analyses climatique de lieux :

Terga se trouve à 84m d'altitude. La ville de Terga bénéficie d'un climat tempéré chaud, la pluie dans Terga tombe surtout en hiver, avec relativement peu de pluie en été. Elle affiche une température annuelle moyenne de 18.4 °C. Chaque année, les précipitations sont en moyenne de 409 mm (Tableau 01; Fig. 05 document fournis per le chef du ferme IYAD FISH).



Tableau 01 : Climatologie de la région d'étude

DESIGNATION	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Température moyenne (°C)	11.4	12	14.1	16.3	19.3	23.3	26.1	26.7	23.8	20.6	15.3	12.5
Température minimale moyenne (°C)	7.6	8	9.9	11.9	14.8	18.4	21.1	22	19.7	16.4	11.6	8.8
Température maximale (°C)	15.7	16.3	18.7	20.9	24.1	28.4	31.5	32.1	28.7	25.4	19.5	16.8
Précipitations (mm)	60	47	47	45	26	6	1	3	21	37	68	48

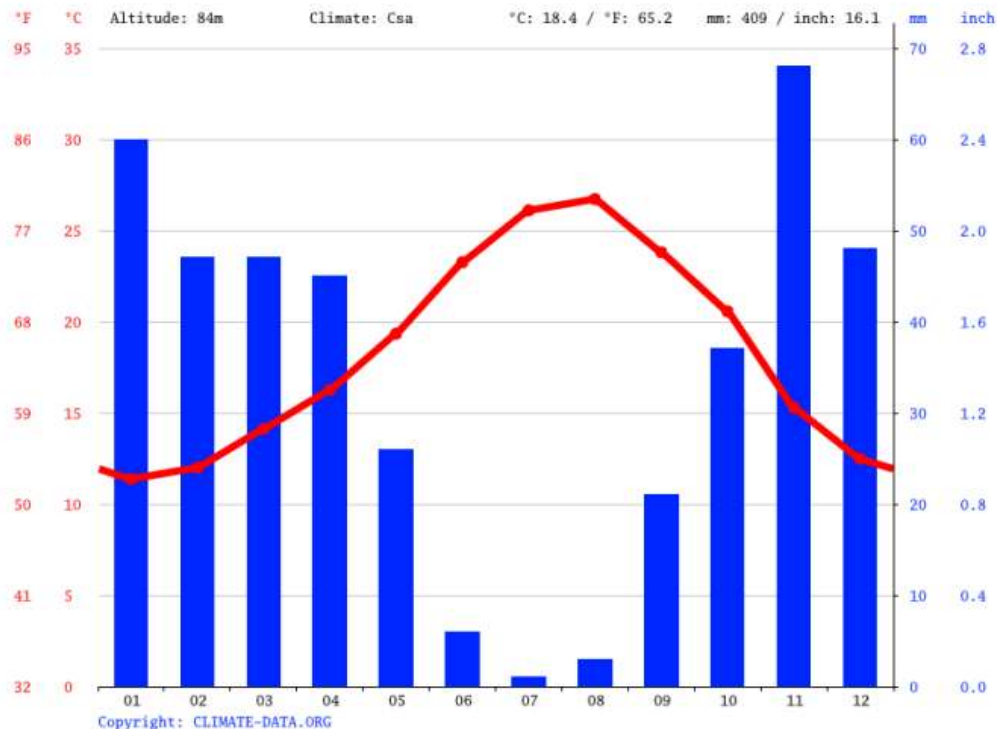


Figure 05 : Diagramme Climatique de la région d'étude



Matériels et méthodes



Dans la ferme IYAD FISH l'ensemble des caractères des eaux utilisées dans les bassins sont contrôlés soit séparément, soit dans l'ensemble par l'usage des nouvelles technologies qu'on va citer ci-dessous.

Dans ce chapitre on va parler de quelques paramètres physico-chimiques et microbiologiques étudiés selon les moyennes disponibles.

Première partie analyse physico-chimiques de l'eau d'élevage de Tilapia par le système RAS :

1. La précision de filtration mécanique du système RAS :

Dans la ferme IYAD FISH les mailles de filtration sont de 75 microns. Cela signifie que le système peut éliminer des particules d'une taille comprise entre 75 et 100 microns.

Il est important de noter que la précision de filtration mécanique peut également être affectée par d'autres facteurs, tels que le débit d'écoulement, la concentration des particules et le type de média filtrant.

Il est utilisé dans une large gamme d'applications et présente plusieurs avantages, notamment une haute précision de filtration et une capacité de rétention élevée des contaminants.

Cependant, il présente également quelques inconvénients, notamment un coût plus élevé que les autres types de systèmes de filtration et une sensibilité à l'encrassement.

2. Mesure de la température dans le système RAS :

La température est un paramètre crucial dans le système RAS, car elle affecte directement la croissance, la reproduction et la santé des poissons.

Une température optimale est nécessaire pour assurer un bon développement des poissons et minimiser les risques des maladies.

En revanche, la température dans la ferme IYAD FISH est de 28°C ceci est montré sur la figure 6.



Figure 6 : L'appareil de mesure de la température utilisé dans la ferme IYAD FISH.

2.1 Méthodes de mesure de la température :

Sondes thermométriques : Ce sont les outils les plus couramment utilisés pour mesurer la température de l'eau dans les systèmes aquatiques. Comme montré dans la (Fig. 7), elles peuvent être immergées directement dans l'eau ou installées sur les parois des bassins.



Figure 7 : Sondes thermométrique

Thermomètres à infrarouge : Ces thermomètres permettent de mesurer la température de l'eau à distance, sans avoir à entrer en contact avec elle. Ils sont particulièrement utiles pour mesurer la température de la surface de l'eau (Fig. 8).



Figure 8 : Thermomètre infrarouge portable -50 à +350°C.

Systèmes de contrôle automatisés : Les systèmes de contrôle automatisés intègrent des capteurs de température qui mesurent la température de l'eau en continu et permettent de la réguler automatiquement c'est la méthode utilise dans la ferme IYAD FISH (Fig. 9).

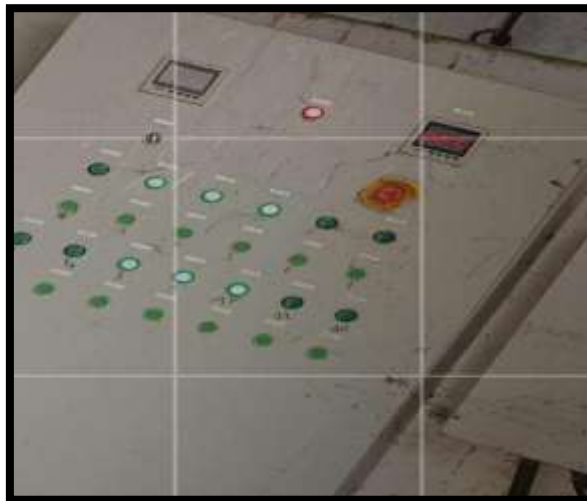


Figure 9 : Appareil de contrôle automatisés (originale).

2.2 Emplacement des capteurs de température :

Plusieurs capteurs à différents endroits du bassin : Il est important de placer des capteurs de température à différents endroits du bassin, car la température peut varier en fonction de la profondeur, de l'exposition au soleil et de la présence de sources de chaleur ou de froid.

Zones critiques : Il est particulièrement important de surveiller la température dans les zones critiques du bassin, telles que les zones d'alevinage et les zones d'alimentation.

2.3 Enregistrement des données :

Conservation des données de température : Il est important de conserver les données de température sur une longue période afin de pouvoir analyser les tendances et identifier les éventuels problèmes.

Utilisation des données pour l'optimisation du système : Les données de température peuvent être utilisées pour optimiser le fonctionnement du système RAS et améliorer les performances de production.

Maintenir une température optimale dans le système RAS est essentiel pour garantir la santé, la croissance et la reproduction des poissons. En utilisant des méthodes de mesure appropriées, en plaçant les capteurs aux bons endroits et en surveillant la température de manière fréquente, les aquaculteurs peuvent créer un environnement aquatique optimal pour leurs poissons.

3. Mesure du pH dans le bassin de Tilapia:

Le pH est un paramètre crucial dans le système RAS, car il affecte directement la croissance, la reproduction et la santé de Tilapia.

Un pH optimal est nécessaire pour assurer un bon développement des poissons et minimiser les risques de maladies.



Figure 10 : Appareil utilisé dans la ferme de IYED FISH pour mesure le pH.

pH-mètres : Ce sont les outils les plus couramment utilisés pour mesurer le pH de l'eau dans les systèmes aquatiques. Ils peuvent être immergés directement dans l'eau ou utilisés avec des électrodes séparées, ce qui est présenté dans la figure 10 ci-dessus.

Kits de test colorimétriques : Ces kits permettent de mesurer le pH de l'eau à l'aide de réactifs qui changent de couleur en fonction du pH. Ils sont généralement moins précis que les pH-mètres, mais ils sont plus faciles à utiliser et moins chers.

Systèmes de contrôle automatisés : Les systèmes de contrôle automatisés intègrent des capteurs de pH qui mesurent le pH de l'eau en continu et permettent de le réguler automatiquement.

Valeur optimale du pH :

Le pH optimal pour le Tilapia se situe entre 7.5 et 8.2. Un pH inférieur à 6,5 peut entraîner une acidification de l'eau, ce qui peut causer des problèmes de santé aux poissons.

Cependant, Un pH supérieur à 8,0 peut entraîner une alcalinisation de l'eau, ce qui peut également causer des problèmes de santé aux poissons.

Facteurs influençant le pH :

Le pH de l'eau du système RAS peut être influencé par divers facteurs, tels que :

- * La composition de l'eau d'alimentation ;
- * La quantité de déchets produits par les poissons ;
- * La croissance des plantes aquatiques ;
- * L'utilisation de produits chimiques, tels que les désinfectants ou les engrais.

Surveillance et régulation du pH :

Il est important de surveiller le pH de l'eau régulièrement et de le réguler si nécessaire. La régulation du pH peut être effectuée à l'aide de divers produits chimiques, tels que l'acide chlorhydrique ou le bicarbonate de sodium.

Le choix du produit chimique à utiliser dépendra de la valeur du pH de l'eau et de la quantité d'ajustement nécessaire. Maintenir un pH optimal dans le système RAS Tilapia est essentiel pour garantir la santé, la croissance et la reproduction des poissons.

4. Alcalinité :

En termes généraux, l'alcalinité est une mesure de la capacité de tampon de pH ou de la capacité de neutralisation d'acide de l'eau.

En termes chimiques, l'alcalinité est définie comme la quantité totale de bases titrées dans l'eau exprimée en mg/L équivalent carbonate de calcium (CaCO_3) (AFNOR NF T90-100, 2020).

Les principaux ions qui contribuent à l'alcalinité sont le carbonate (CO_3^-) et le bicarbonate (HCO_3^-) (ISO 9934, 2020).

L'alcalinité de l'eau de mer est d'environ 120 mg/L de CaCO_3 . Les concentrations d'alcalinité requises sont directement liées au pH du système et aux concentrations de dioxyde de carbone (Zeebe et Wolf-Gladrow, 2001).

Pour maintenir les concentrations de dioxyde de carbone à moins de 15 mg/l et le pH entre 7,0 et 7,4, il faut une concentration d'alcalinité inférieure à 70 (état de pH élevé) à 190 mg/l de CaCO_3 .

- Ajustement du pH et de l'alcalinité avec le bicarbonate de sodium :

Il est recommandé de maintenir un pH supérieur à 8 et une alcalinité totale entre 50 et 200 mg/l. Si le pH et l'alcalinité sont inférieurs à la fourchette suggérée, ils peuvent être corrigés par addition de bicarbonate de sodium. Pour calculer avec précision la quantité minimale requise pour un changement donné, testez un échantillon de l'eau à ajuster en suivant les étapes suivantes :

- Recueillir 20 l d'eau d'échantillon à ajuster.
- Tester le pH et l'alcalinité totale.
- Dissoudre 1/4 cuillère à café de bicarbonate de sodium dans l'échantillon.

5. Dioxyde de carbone :

La majeure partie du dioxyde de carbone dans une colonne d'eau aquacole est produite par la respiration des animaux et la décomposition de la matière organique, avec un faible pourcentage provenant de la diffusion atmosphérique.



5.1. Option de gestion corrective :

Il faut augmenter l'aération, augmenter l'échange d'eau et ajouter la colonne stripping.



5.2. Gestion à long terme :

Il faut comprendre l'utilisation de systèmes d'aération et d'oxygénation mécaniques ainsi que l'utilisation de dispositifs de dégazage pour enlever le CO₂.

Les filtres biologiques de ruissellement dans les RAS devraient être bien aérés pour faciliter l'enlèvement du CO₂ de l'eau, c'est le cas de SARL IYAD FISH.

5.3. La relation entre le pH, l'alcalinité et les concentrations de CO₂ :

Cette relation exige un suivi et un ajustement attentifs des niveaux d'alcalinité et de dioxyde de carbone, afin de maintenir un pH optimal tant pour les espèces aquatiques cultivées que pour les biofiltres.

L'alcalinité est facilement ajustée grâce à l'addition de bicarbonate de sodium (NaHCO₃), un bicarbonate de soude commun.

Une solution polyvalente pour mesurer l'ensemble des paramètres :

- L'appareil de Liblium :

Libelium est une plateforme de capteurs sans fil destinée à faciliter la surveillance de la qualité de l'eau (Figure 18).



Figure 11 : Libelium plateforme de capteurs sans fil

La ferme de IYED utilise et dépend de l'appareil Libilium car cet appareil résume tous les appareils ci-dessus, car il mesure la température de l'eau et de l'air et mesure le pH (Figure 11).

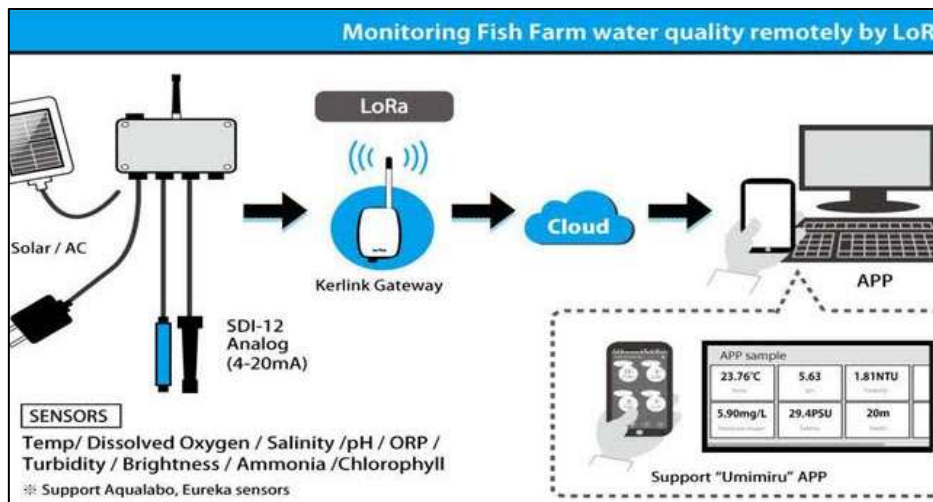


Figure 12 : Une image montrant les fonctions de Liblium

6. Ammoniaque :

L'ammoniac est probablement le paramètre de qualité de l'eau le plus important qui doit être surveillé dans la pisciculture. L'ammoniac s'accumule dans un système d'élevage du poisson comme sous-produit du métabolisme du poisson. La protéine dans la nourriture de poissons est convertie en chair de poissons et à l'ammoniac.

Même si le pH n'est pas aussi critique que certains autres facteurs, il est extrêmement important de le mesurer et de le prendre en considération lors de la détermination de la toxicité de l'ammoniac.

Plus le pH est élevé, plus l'ammoniac est toxique ; L'ammoniac dans l'eau se produit dans deux formes : ionisé (NH_4^+) et non ionisé (NH_3) nommé aussi TAN ; C'est l'ammoniac non ionisé qui est toxique pour les poissons.

La proportion d'ammoniac non ionisé dans l'eau est directement liée au pH et à la température de l'eau, plus le pH est élevé, plus la proportion de NH_3 toxique est élevée.

En général, pour la production commerciale, les concentrations d'ammoniac non ionisé devraient être inférieures à 0,05 mg/l et les concentrations de TAN inférieures à 1,0 mg/l pour l'exposition à long terme.

La toxicité de l'ammoniac varie également avec la salinité, la dureté de l'eau et d'autres facteurs de stress.

Diagnostic : mesure chimique de l'ammoniac total, du pH et de la température à l'aide de kits d'essai et de compteurs appropriés.

Utiliser des tables attachées pour convertir l'ammoniac total en ammoniac non ionisé (NH_3)

Option de gestion corrective :

1. Augmenter l'échange d'eau.
2. Réduire le taux d'alimentation.

Gestion à long terme :

Améliorer les pratiques d'élevage et adopter une approche active de la gestion de la santé des stocks.

Surveiller les concentrations d'ammoniac (quotidiennement dans les systèmes de recyclage intensif, moins fréquemment dans les étangs).

Maintenir des conditions hygiéniques et éviter l'accumulation de déchets dans le système d'élevage.

Améliorer la qualité de l'eau, assurer un volume suffisant de biofiltration dans systèmes de recirculation, et gérer les densités de stockage, les taux d'alimentation et les flux d'eau.



7. Nitrite :

Le nitrite est un intermédiaire dans l'oxydation de l'ammonium en nitrate ; Une concentration élevée de nitrites ambiants est un problème potentiel pour les poissons d'eau douce, puisque le nitrite est activement pris à travers les branchies en compétition avec le chlorure.

Le nitrite est un toxique bien connu pour les poissons ainsi qu'un perturbateur de multiples fonctions physiologiques, y compris la régulation ionique, processus respiratoires, cardiovasculaires, endocriniens et excréteurs (**Perry et al., 2003**).

La toxicité des nitrites pour les poissons varie considérablement et dépend d'un grand nombre de facteurs externes et internes.

La concentration de chlorure dans l'eau est considérée comme l'un des facteurs les plus importants influençant la toxicité du nitrite pour les poissons.

Les concentrations de nitrites dans la ferme IYAD FISH est de l'ordre de 0,1 mg/L sont jugées aptes à une exposition continue ; Toutefois, des concentrations plus élevées supérieures à 0,6 mg/L peuvent être enregistrées.

Diagnostic : test de nitrite à l'aide d'un kit de test chimique :

Action immédiate à entreprendre

1. Augmenter l'échange d'eau (dilution par addition d'eau libre).
2. Réduire le taux d'alimentation.
3. Ajouter le sel non iodé (250 mg/l de sel est généralement suffisant si inefficace utiliser 0,5 à 1 g/l).

8. Nitrate :

Le nitrate est le produit final de la nitrification et est le moins toxique des composés azotés, avec une valeur LC dépassant habituellement 1000 mg de NO₃-N/L.

Dans les systèmes de recirculation, comme notre cas, les concentrations de nitrates sont habituellement contrôlées par les échanges quotidiens d'eau.

Dans les systèmes à faible échange d'eau ou à haute durée de rétention hydraulique, la dénitrification est devenue de plus en plus importante.

9. Sursaturation de gaz :

La plupart des embolies de gaz sont produites par l'excès d'azote. Les poissons flottent à la surface. De petites bulles peuvent être observées dans les vaisseaux sanguins superficiels typiquement sur les branchies et les nageoires et derrière les yeux (**Boyd, 1976**).

Diagnostic : mesurer l'eau avec un saturomètre (un compteur d'oxygène donnera une indication de la sursaturation en oxygène seulement qui doit être minimum 5 mg /l).

De petites bulles se formeront immédiatement sur tout objet placé dans l'eau (**Weiss, 1970**).

10. Solides :

Les déchets solides accumulés dans un système aquacole proviennent d'aliments non consommés, d'agrégats alimentaires, de matières fécales de poissons, d'algues et de masse de cellules de biofilms déversées à partir de filtres biologiques.

Les études indiquent que les poissons produisent entre 0,3 et 0,4 kg de solides en suspension (TSS) pour chaque 1 kg d'aliments nourris (**Boyd 1990**).

Les déchets solides influent sur l'efficacité de tous les autres processus unitaires dans un système de recirculation. Ils sont une source importante de la demande d'oxygène carbonée et de l'apport en nutriments dans l'eau, et peuvent affecter directement la santé des poissons dans les systèmes de recirculation en endommageant les branchies de poissons et en hébergeant des pathogènes (**El-Tablabi et al., 2017**).



Par conséquent, l'élimination des solides est l'un des processus les plus critiques dans les systèmes aquacoles.

De façon optimale, les solides doivent être retirés du bassin d'élevage dès que possible, tout en créant le plus peu de turbulence et de cisaillement mécanique possible (d'où l'importance du design du drainage et du filtre à tambour pour le cas du système de recirculation).

Deuxième partie étude microbiologique de l'eau d'élevage de Tilapia par le système RAS :

Les analyses bactériologiques ont été réalisées au niveau du laboratoire de microbiologie au département de microbiologie de l'université d'Ain Temouchent, ainsi le laboratoire de pathologie analytique de Mme BOUZIDI wilaya d'Ain Temouchent.

Évaluations analytiques :

Le rôle de l'analyse est de mesurer la pollution biologique en amont et en aval d'une ferme aquacole pour pouvoir mettre en œuvre un traitement adéquat, pour vérifier si ce traitement a donné les résultats prévus.

1. Prélèvement :

Manuel instantané et ponctuel : prélever en un point, à une profondeur et un moment donné. Préconisé dans le contrôle des paramètres à l'état de traces ou susceptibles de très grandes variations.

2. Matériel :

- Bouteilles
- Un système mécanique : le pompage ou l'aspiration.
- Etiquetage des prélèvements
- Fiche de renseignement
- Transport et conservation : le plus rapidement possible (< 24h) à 4°C.

3. Renseignements à fournir pour l'analyse d'eau usée :

- Autorité ayant demandé l'analyse
- Causes motivant la demande
- Caractéristiques et aspects du milieu récepteur
- Identification du point de rejet et du point de prélèvement
- Origine de l'effluent
- Caractéristiques du débit
- Analyses à effectuer, conservateurs utilisés
- Situation du point de prélèvement, date et heure
- Méthode de prélèvement
- Observations particulières.



Résultats et discussion

Résultats et discussion :



1-Premier partie analyse physico-chimiques de l'eau d'élevage de Tilapia par le système RAS :

Résultats :

Tableau 02 : analyse physico-chimiques de l'eau d'élevage de Tilapia par le système RAS dans la ferme IYAD FISH

Espèces de poissons	Tilapia
Débit d'eau	400 m ³
Taux d'alimentation quotidien	2-3 %
Température d'eau	26-30°C
PH	7.5-8.2
Bronzage	0.2ppm (maximum)
Oxygène dissous	5mg/l
Précision de filtration mécanique	75 microns

D'après les prises et les contrôles des paramètres physico-chimiques réalisés pendant les mois de stage au sien de la ferme IYAD FISH (Tableau 1), les paramètres et l'eau utilisés respecte les normes européennes ,sans oubliées que Sarl IYAD FISH est classé parmi les premiers producteurs de poissons de bon qualités dans la région et qui utilise les dernières pratiques technologies en aquaculture de l'eau douce.

2-Deuxième partie les caractères microbiologiques de l'eau d'élevage de Tilapia par le système RAS :

L'intérêt de cette analyse est de contrôler l'efficacité du système RAS dans l'élimination des germes présents dans les bassins, de point de vue couts, on n'a pas pu faire tous les analyses après chaque séance de stage.

2.1. Les résultats attendus en amont et en aval des bassins de la ferme IYAD FISH:

Nous avons étudiés ces analyses au niveau de laboratoire BOUZIDI Ain Temouchent.



Tableau 03 : Bulletin d'analyse d'échantillon du bassin.

détermination	échantillon	Valeurs GUIDES	Valeurs limites
Coliformes totaux /100ml	>2400	500	10.000
Coliformes fécaux /100ml	>2400	100	2.000
Streptocoques /100ml	00	100	-
Germes aérobies à 30°C	2.10 ⁷		00
Clostridium à 46°C	30		

Tableau 04 : Bulletin d'analyse d'échantillon du forage (bassin 1)

détermination	échantillon	Valeurs GUIDES	Valeurs limites
Coliformes totaux /100ml	1400	500	10.000
Coliformes fécaux /100ml	1100	100	2.000
Streptocoques /100ml	00	100	-
Germes aérobies à 30°C	15.10 ⁵		00
Clostridium à 46°C	18		

Tableau 05 : Bulletin d'analyse d'échantillon du forage (filtre biologique)

détermination	échantillon	Valeurs GUIDES	Valeurs limites
Coliformes totaux /100ml	450	500	10.000
Coliformes fécaux /100ml	65	100	2.000
Streptocoques /100ml	00	100	-
Germes aérobies à 30°C	45.10 ³		00
Clostridium à 46°C	09		

2.2. Interprétation des résultats :

Selon les résultats mentionnés dans les tableaux 3 ; 4 ; 5, on constate une diminution de nombre germes (voir annexe) dans les bassins de la ferme et après chaque filtration, ce qui montre l'efficacité de la filtration du système RAS qui joue un rôle primordial dans la clarté de l'eau.

2.3. Prélèvements, isolement et identification des souches *Candida*

Les analyses bactériologiques ont été réalisées au niveau du laboratoire de microbiologie au département de microbiologie de l'université d'Ain Temouchent.



Figure 12 : Résultat d'isolement et identification des souches Candida .
Après identification par la galerie Api 20^E. Nous constatons, aucune contamination bactérienne. Le résultat négatif est illustré sur la figure 20 ci-dessus.



Conclusion

Conclusion :



Le secteur de l'aquaculture continue de se développer rapidement, et les expérimentations se poursuivent, les défenseurs de l'environnement et la sécurité alimentaire surveillent de près la qualité de l'eau à proximité des bassins.

Cependant, l'excès d'aliments et les déchets condensés des poissons constituent un risque important de pollution des écosystèmes environnants et la qualité de produits destinés à la consommation humaine, ils ont bon espoir que ces nouvelles innovations et techniques contribueront à nourrir notre population croissante, et peut-être même à sauver nos océans.

Cette étude des eaux d'élevage de poissons Tilapia destinées à la consommation humaine dans la ferme aquacole SARL IYAD FISH a permis d'évaluer la qualité de l'eau utilisée. Le suivi des paramètres de qualité a démontré des valeurs acceptables est inscrites dans les normes de qualité de l'eau de poissons d'élevage. Ces résultats sont encourageants pour la réussite de ce type d'élevage dans la région d'Ain Temouchent.

Les résultats obtenus indiquent que l'eau du bassin de la ferme aquacole citée est de bonne qualité, adéquate pour l'élevage de Tilapia, soulignent l'importance des contrôles réguliers pour garantir la santé des poissons et la sécurité de leur consommation.

Cette étude constitue une base solide pour des pratiques d'aquaculture durable, en insistant sur la nécessité de maintenir des standards élevés de qualité de l'eau pour une production piscicole efficace et sûre.

Ce présent travail ouvre les portes sur de nouveaux axes de recherche dans notre région sur la pisciculture de l'eau douce. Le travail commun peut donner des résultats importants pour améliorer la qualité du poisson vendue aux citoyens algériens.

Notre travail est une initiation à la recherche dans ce domaine vu qu'on a pris en considération un nombre restreint de paramètres de qualité, et en fait appel à d'autres thèmes de mémoire et travaux sur le même volet en prenant en considération les points suivants :

- Le contrôle qualité d'eau de plusieurs autres paramètres que ceux contrôlés dans ce travail,
- Les différents essais de toxicité sur les poissons,
- Le contrôle qualité dans les autres fermes qui existent dans la région d'Ain Temouchent.



Références bibliographique

Les références :



- Austin, B., & Austin, D.A. (2016). *Bacterial Fish Pathogens: Disease of Farmed and Wild Fish*. Springer.
- Badiola, M., Mendiola, D., & Bostock, J. (2012). Recirculating Aquaculture Systems (RAS) analysis: Main issues on management and future challenges. *Aquacultural Engineering*, 51, 26-35.
- Boyd, C.E. (1990). *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University.
- Colt, J. (2006). Water quality requirements for reuse systems. *Aquacultural Engineering*, 34(3), 143-156.
- Coward, K., & Bromage, N.R. (2000). Reproductive physiology of female tilapia broodstock. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 10(1), 1-25.
- El-Sayed, A.F.M. (2006). *Tilapia Culture*. CABI Publishing.
- Eyngor, M., Zamostiano, R., Kembou Tsofack, J.E., Berkowitz, A., Bercovier, H., Tinman, S., ... & Bacharach, E. (2014). Identification of a novel RNA virus lethal to tilapia. *Journal of Clinical Microbiology*, 52(12), 4137-4146.
- FAO. (2020). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020*. FAO.
- Gherardi, F., Aquiloni, L., Diéguez-Urbeondo, J., & Tricarico, E. (2009). Managing invasive crayfish: is there a hope? *Aquatic Sciences*, 71(3), 339-348.
- Henry, M., & Gasco, L. (2019). Insects as sustainable fish feed ingredients in aquaculture diets. *Animal Feed Science and Technology*, 256, 114294.
- Kestemont, P., Baras, E., & Mélard, C. (2007). Biology and culture of the common carp. In: *Biology and Culture of Percid Fishes*. Springer.
- Lekang, O.I. (2013). *Aquaculture Engineering*. Wiley-Blackwell.
- Lom, J., & Dyková, I. (1992). *Protozoan parasites of fishes*. Elsevier.
- Martins, C.I.M., Eding, E.H., Verdegem, M.C.J., Heinsbroek, L.T.N., Schneider, O., Martins, C.I.M., Eding, E.H., Verdegem, M.C.J., Heinsbroek, L.T.N., Schneider, O., Blancheton, J.P., Roque d'Orbcastel, E., & Verreth, J.A.J. (2010). New developments in recirculating aquaculture systems in Europe: A perspective on environmental sustainability. *Aquacultural Engineering*, 43(3), 83-93.



Merrifield, D.L., Dimitroglou, A., Foey, A., Davies, S.J., Baker, R.T.M., Bogwald, J., Castex, M., & Ringo, E. (2010). The current status and future focus of probiotic and prebiotic applications for salmonids. *Aquaculture*, 302(1-2), 1-18.

Merrifield, D.L., Dimitroglou, A., Foey, A., Davies, S.J., Baker, R.T.M., Bogwald, J., Castex, M., & Ringo, E. (2010). The current status and future focus of probiotic and prebiotic applications for salmonids. *Aquaculture*, 302(1-2), 1-18.

Naylor, R.L., Goldburg, R.J., Primavera, J.H., Kautsky, N., Beveridge, M.C.M., Clay, J., ... & Troell, M. (2000). Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature*, 405(6790), 1017-1024.

NRC (National Research Council). (2011). *Nutrient Requirements of Fish and Shrimp*. National Academies Press.

Pandian, T.J., & Koteeswaran, R. (1998). Ploidy induction and sex control in fish. *Hydrobiologia*, 384, 167-243.

Ponzoni, R.W., Nguyen, N.H., Khaw, H.L., Hamzah, A., Bakar, K.R.A., & Yee, H.Y. (2011). Genetic improvement of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) with special reference to the work conducted by the WorldFish Center with the GIFT strain. *Reviews in Aquaculture*, 3(1), 27-41.

Stickney, R.R. (2000). *Tilapia Culture*. CABI Publishing.

Subasinghe, R., Bondad-Reantaso, M.G., & McGladdery, S.E. (2001). Aquaculture development, health and wealth. In *Aquaculture in the Third Millennium*, Technical Proceedings of the Conference on Aquaculture in the Third Millennium, Bangkok, Thailand.

Summerfelt, S.T. (2003). Ozonation and UV irradiation - An introduction and examples of current applications. *Aquacultural Engineering*, 28(1-2), 21-36.

Timmons, M.B., & Ebeling, J.M. (2010). *Recirculating Aquaculture*. Cayuga Aqua Ventures.

Tocher, D.R. (2010). Fatty acid requirements in ontogeny of marine and freshwater fish. *Aquaculture Research*, 41(5), 717-732.

Van Rijn, J. (2013). Waste treatment in recirculating aquaculture systems. *Aquacultural Engineering*, 53, 49-56.

Yogev, U., Gross, A., & Katan, R. (2016). Technologies for nitrification and denitrification in recirculating aquaculture systems. *Aquacultural Engineering*, 74, 22-28.



Annexe :

Client : AZZALI Abd Foufou
68, Tlemcen

Bulletin d'analyse

Désignation: Eau de source pour usage domestique (par le client)
Type d'analyse: Microbiologie
Lieu de prélèvement: Forage (Station 01) (S101)
Date: 29/04/2024
Observation: Aucun

DETERMINATION	1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}	5 ^{ème}	Valeur Guides	Valeur trouvée
	Eh	Eh	Eh	Eh	Eh		
Coliformes totaux (100 ml)	1400	-	-	-	-	500	14000
Coliformes fécaux (100 ml)	1100	-	-	-	-	100	11000
Streptococcus (100ml)	81	-	-	-	-	100	81
Germe aérobies à 30 °C	15,07	-	-	-	-	-	81
Coliformes à 48°C (NML)	8	-	-	-	-	-	-

Conclusion et interprétation:
L'eau analysée est de qualité bactériologique non satisfaisante.

REF: Décret exécutif n° 14.00 du 11.01.1973 et 09 mars 2014 relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine

NB: Cette analyse ne concerne que l'échantillon reçu

Bulletin établi le: 02.05.2024

La directrice de laboratoire

LABORATOIRE BOUZIDI D'ANALYSES DE LA QUALITE S.A.Q.
AUTORISATION MINISTERIELLE N°27 DU 17/01/2019
Analyses Physico-chimiques et Microbiologiques des eaux, Agrobiosphère, Produits Cosmétiques et Médicaments

Client : AZZALI Abd Foufou
68, Tlemcen

Bulletin d'analyse

Désignation: Eau de source pour usage domestique (par le client)
Type d'analyse: Microbiologie
Lieu de prélèvement: Forage (Station 01 - Forage Bouzidi)
Date: 09/04/2024
Observation: Aucun

DETERMINATION	1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}	5 ^{ème}	Valeur Guides	Valeur trouvée
	Eh	Eh	Eh	Eh	Eh		
Coliformes totaux (100 ml)	422	-	-	-	-	500	11200
Coliformes fécaux (100 ml)	102	-	-	-	-	100	12200
Streptococcus (100ml)	80	-	-	-	-	100	80
Germe aérobies à 30 °C	48,107	-	-	-	-	-	80
Coliformes à 48°C (NML)	80	-	-	-	-	-	-

Conclusion et interprétation:
L'eau analysée est de qualité bactériologique non satisfaisante.

REF: Décret exécutif n° 14.00 du 11.01.1973 et 09 mars 2014 relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine

NB: Cette analyse ne concerne que l'échantillon reçu

Bulletin établi le: 02.05.2024

La directrice de laboratoire

LABORATOIRE BOUZIDI D'ANALYSES DE LA QUALITE S.A.Q.
AUTORISATION MINISTERIELLE N°27 DU 17/01/2019
Analyses Physico-chimiques et Microbiologiques des eaux, Agrobiosphère, Produits Cosmétiques et Médicaments

Client : AZZALI Abd Foufou
68, Tlemcen

Bulletin d'analyse

Désignation: Eau de source pour usage domestique (par le client)
Type d'analyse: Microbiologie
Lieu de prélèvement: Forage (Station 01)
Date: 29/04/2024
Observation: Aucun

DETERMINATION	1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}	5 ^{ème}	Valeur Guides	Valeur trouvée
	Eh	Eh	Eh	Eh	Eh		
Coliformes totaux (100 ml)	2420	-	-	-	-	500	11200
Coliformes fécaux (100 ml)	2420	-	-	-	-	100	11200
Streptococcus (100ml)	81	-	-	-	-	100	81
Germe aérobies à 30 °C	8,107	-	-	-	-	-	81
Coliformes à 48°C (NML)	18	-	-	-	-	-	-

Conclusion et interprétation:
L'eau analysée est de qualité bactériologique non satisfaisante.

REF: Décret exécutif n° 14.00 du 11.01.1973 et 09 mars 2014 relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine

NB: Cette analyse ne concerne que l'échantillon reçu

Bulletin établi le: 02.05.2024

La directrice de laboratoire