



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



Université Ferhat Abbas Sétif 1

Département des sciences agronomiques

Mémoire de fin d'étude

En vue d'obtention de diplôme : Entreprise économique

شهادة مؤسسة اقتصادية

Spécialité production végétale



Thème intitulé :

Conception et développement d'un système intelligent de contrôle de la qualité
de l'eau et de traçabilité des produits aquacoles : cas de tilapia rouge
(*oreochromis spp.*)

- Réalisé par : Adjeroud Djamila
- Devant le jury suivant :

Président	Mebarekia Ammar	Pr	UFAS1
Encadreur	Louadj Yacine	MAA	UFAS1
Co-Encadreur	Harrag Nassir	MAA	UFAS1
Examineur	Belghamez Salah	MAA	UFAS1
Partenaire socio-economiques	Zeghloul Toufik	MAA	UFAS1
Représentant de l'incubateur	Zidaoui Abderahim	MCA	UFAS1

Année universitaire :2024/2025

Remerciement.

Tout d'abord, je tiens à remercier **le Bon Dieu**, le Tout-Puissant, qui m'a permis d'atteindre cette étape et de mener à bien ce travail.

Je souhaite exprimer ma profonde gratitude à mes deux encadrants, **Mr Louadj Yacine**, pour leur savoir-faire, leur motivation et leurs conseils précieux tout au long de la préparation de mon PFE. Leur expertise et leur soutien constant m'ont permis de concrétiser mon idée et de la rendre réalisable. Je remercie également **Mr Harrag Nassir**, pour son accompagnement technique tout au long du projet, ainsi que pour sa sagesse, son expertise et générosité ses recommandations qui m'ont été d'une grande aide.

Mes remerciements vont aussi à toute l'équipe du **CNRDPA à Ouricia**, W. Sétif et plus particulièrement à **Mr Zeghloul Toufik**, **Directeur de la station expérimentale** ainsi qu'aux ingénieurs et techniciens du centre, pour m'avoir permis de réaliser ce projet dans des conditions optimales et pour l'accès aux ressources nécessaires à l'élaboration de ce PFE. Grâce à eux, j'ai pu apprendre de nombreuses notions dans le domaine de l'aquaculture.

Je remercie également l'ensemble du corps professoral de notre Département des sciences agronomiques pour la qualité de l'enseignement dispensé et leur soutien dans mon parcours académique.

Enfin, je remercie ma famille, et en particulier mes parents, pour leur soutien constant et pour m'avoir donné le courage de mener ce travail à son terme.

Remerciement spéciale

Je souhaite adresser mes remerciements les plus sincères à **Monsieur Hebbache Hamza, Directeur du Développement de l'Aquaculture** pour m'avoir accueilli au centre et pour toutes les facilités qu'il a mises à ma disposition afin de me permettre de tirer pleinement parti de cette expérience.

Je remercie également l'équipe du CNRDPA à Bousmail, W.Tipaza et spécialement **Monsieur Mila Toufik** pour son accompagnement constant, ses conseils avisés et sa disponibilité, qui m'ont permis de progresser et d'acquérir de précieuses connaissances dans le domaine de l'aquaculture.

Leur soutien, leur patience et leur engagement ont été déterminants pour la réalisation de ce projet, et je leur exprime ma profonde gratitude.

Dédicace :

Je dédie ce travail tout d'abord au **bon Dieu**, le Tout-Puissant, pour m'avoir guidé et donné la force d'atteindre cet accomplissement.

Les personnes passionnées par le domaine de l'aquaculture, qui contribuent au développement de ce secteur.

Je dédie également ce projet à **ma chère famille** : à ma maman et mon papa, pour leur soutien inconditionnel et leurs encouragements constants tout au long de mon parcours universitaire ; à mes petites sœurs, **Farah et Lilya**, pour leur présence et leur motivation qui m'ont toujours poussé à avancer.

Je n'oublie pas **mes collègues de promotion**, pour leur courage et les moments partagés tout au long de nos études, qui ont rendu ce parcours plus riche et plus vivant.

Enfin, je dédie ce travail à **moi-même**, pour mon courage, ma persévérance et ma détermination à toujours donner le meilleur de moi-même dans tout ce que j'entreprends.

Résumé :

Cette étude examine l'intégration des technologies de l'Internet des objets (IoT) et de l'intelligence artificielle (IA) dans l'aquaculture, visant à optimiser les conditions d'élevage, assurer une gestion durable des ressources naturelles, et améliorer la viabilité économique et environnementale des systèmes aquacoles. L'objectif principal est de fournir aux aquaculteurs des outils permettant une gestion améliorée des fermes et une meilleure traçabilité de la chaîne d'approvisionnement. L'expérimentation, menée à la station expérimentale du CNRDPA à Ouricia (Sétif), a consisté en un suivi régulier de la qualité de l'eau via deux paramètres physico-chimiques essentiels : la température et le pH. Ces paramètres ont été mesurés manuellement et à l'aide d'un système IoT assurant une collecte de données en temps réel. Les résultats montrent une forte corrélation entre les deux modes de mesure, avec des températures variantes entre 20 °C et 26 °C, et un pH compris entre 7,17 et 8,19, malgré de légères variations liées à une calibration imparfaite du capteur de pH. Les données recueillies ont été corrélées avec des indicateurs zootechniques clés, notamment le taux de croissance spécifique (SGR) et le coefficient de conversion alimentaire (FCR). Il en ressort que la qualité de l'eau est un facteur déterminant pour la santé et la croissance des poissons. Un contrôle optimal de la température, du pH, de l'oxygène dissous et de l'ammoniac améliore l'assimilation des nutriments, se traduisant par un FCR réduit et un SGR élevé. Ces paramètres influent directement sur le poids moyen des poissons, la biomasse totale et, par conséquent, sur le rendement global de production. L'utilisation combinée d'un système IoT et d'une plateforme de surveillance en temps réel permet un suivi et une régulation continus des conditions environnementales, réduisant les fluctuations défavorables et optimisant l'environnement de croissance. Cette approche favorise une gestion intelligente et durable des élevages piscicoles, contribuant à l'amélioration des performances biologiques et économiques du système aquacole.

Mots-clés : Aquaculture durable, Internet des objets (IoT), Intelligence artificielle (IA), Qualité de l'eau, Taux de croissance spécifique (SGR), Coefficient de conversion alimentaire (FCR), Traçabilité, Performance zootechnique.

Abstract:

This study examines the integration of Internet of Things (IoT) and artificial intelligence (AI) technologies in aquaculture, aiming to optimize breeding conditions, ensure sustainable management of natural resources, and improve the economic and environmental viability of aquaculture systems. The main objective is to provide aquaculturists with tools that allow for improved farm management and better traceability of the supply chain. The experiment, conducted at the experimental station of the CNRDPA in Ouricia (Sétif), consisted of regular monitoring of water quality through two essential physicochemical parameters: temperature and pH. These parameters were measured manually and using an IoT system ensuring real-time data collection. The results show a strong correlation between the two measurement methods, with temperatures ranging between 20 °C and 26 °C, and a pH between 7.17 and 8.19, despite slight variations due to imperfect calibration of the pH sensor. The collected data was correlated with key zootechnical indicators, notably the specific growth rate (SGR) and the feed conversion ratio (FCR). It turns out that water quality is a determining factor for the health and growth of fish. Optimal control of temperature, pH, dissolved oxygen, and ammonia improves nutrient assimilation, resulting in a reduced FCR and a high SGR. These parameters directly influence the average weight of the fish, the total biomass, and, consequently, the overall production yield. The combined use of an IoT system and a real-time monitoring platform allows for continuous tracking and regulation of environmental conditions, reducing unfavorable fluctuations and optimizing the growth environment. This approach promotes intelligent and sustainable management of fish farms, contributing to the improvement of biological and economic performance of the aquaculture system.

Keywords: Sustainable aquaculture, Internet of Things (IoT), Artificial Intelligence (AI), Water quality, Specific growth rate (SGR), Feed conversion ratio (FCR), Traceability, Zootechnical performance.

الملخص العلمي :

تدرس هذه الدراسة دمج تقنيات إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي في تربية الأحياء المائية، بهدف تحسين ظروف التربية، وضمان إدارة مستدامة للموارد الطبيعية، وتحسين الجدوى الاقتصادية والبيئية للأنظمة المائية. الهدف الرئيسي هو تزويد مربّي الأحياء المائية بأدوات تتيح إدارة محسنة للمزارع وتحسين تتبع سلسلة التوريد. التجربة، التي أجريت في المحطة التجريبية للمركز الوطني للبحث والتطوير في تربية الأحياء المائية في أوريسيا (سطف)، تضمنت متابعة منتظمة لجودة المياه عبر اثنين من المعايير الفيزيائية والكيميائية الأساسية: درجة الحرارة ودرجة الحموضة. تم قياس هذه المعايير يدوياً وباستخدام نظام إنترنت الأشياء الذي يضمن جمع البيانات في الوقت الفعلي. تُظهر النتائج وجود ارتباط قوي بين طريقتي القياس، حيث تتراوح درجات الحرارة بين 20 درجة مئوية و26 درجة مئوية، ودرجة الحموضة بين 7.17 و8.19، على الرغم من وجود تباينات طفيفة ناتجة عن معايرة غير مثالية لمستشعر درجة الحموضة. تمت مقارنة البيانات التي تم جمعها مع مؤشرات زراعية حيوية رئيسية، بما في ذلك معدل النمو النوعي (SGR) ومعامل تحويل الغذاء (FCR) يتبين أن جودة المياه هي عامل حاسم لصحة ونمو الأسماك. التحكم الأمثل في درجة الحرارة، ودرجة الحموضة، والأوكسجين المذاب، والأمونيا يحسن من امتصاص العناصر الغذائية، مما يؤدي إلى تقليل نسبة تحويل الغذاء (FCR) وزيادة معدل النمو النوعي (SGR). تؤثر هذه المعايير بشكل مباشر على الوزن المتوسط للأسماك، والكتلة الحيوية الإجمالية، وبالتالي على العائد الإجمالي للإنتاج. الاستخدام المشترك لنظام إنترنت الأشياء ومنصة المراقبة في الوقت الفعلي يسمح بمتابعة وتنظيم مستمرين للظروف البيئية، مما يقلل من التقلبات غير المواتية ويعمل على تحسين بيئة النمو. تُعزز هذه المقاربة إدارة ذكية ومستدامة لمزارع الأسماك، مما يساهم في تحسين الأداء البيولوجي والاقتصادي للنظام المائي.

الكلمات المفتاحية: الاستزراع المائي المستدام، إنترنت الأشياء (IOT)، الذكاء الاصطناعي (AI)، جودة المياه، معدل النمو النوعي، معامل التحويل الغذائي، التتبع، الأداء الانتاجي الحيواني .