



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Dispositif 1275

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ecole Nationale Supérieure Agronomique

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة

Département : Génie Rural

القسم: الهندسة الريفية

Spécialité : Sciences et techniques des agroéquipements

التخصص: علوم وتقنيات تجهيزات الفلاحة

Mémoire de fin d'étude

Pour l'obtention du diplôme de Master

THEME

## Conception d'un système sand-aquaponique

Présenté par : MEDJERDAOUI Nihed

Soutenu Publiquement le : 29/01/2026

Membres des jurys :

Président :	Mme GUEDIOURA Ilham	MCA, ENSA
Encadreur :	M. ETSOURI Salim	MCA, ENSA
Co-encadreur :	Mme ARAB Zahira	MCB, ENSA
Examineurs :	Mme MOUSSAOUI Sawsen	MAA, ENSA

Promotion : 2020-2025

# Table des matières

## RÉSUMÉ

<b>INTRODUCTION GÉNÉRALE .....</b>	<b>1</b>
------------------------------------	----------

## CHAPITRE 1 : GÉNÉRALITÉ SUR L'AQUAPONIE

<b>1. HISTORIQUE .....</b>	<b>3</b>
<b>2. GÉNÉRALITÉS .....</b>	<b>ERREUR ! SIGNET NON DÉFINI.</b>
2.1. Définition de l'aquaponie .....	4
2.2. Techniques utilisées en aquaponie .....	4
2.3. Système sand-aquaponie (Sandponic / IAVS) .....	7
2.4. Les composants de système aquaponique .....	8
2.4.1. Les composants techniques .....	8
2.4.2. Les composants biologiques : .....	10
3. L'interaction symbiotique .....	13
4. Rôle de l'eau .....	13
5. Les avantages et les inconvénients de l'aquaponie .....	14
6. L'aquaponie en Algérie .....	15
7. Synthèse et évaluation des travaux de recherche actuels sur l'aquaponie .....	17

## CHAPITRE 2 : MATÉRIEL ET MÉTHODES

<b>1. LE MATÉRIEL UTILISÉ .....</b>	<b>20</b>
1.1. Logiciel de conception assistée par ordinateur .....	20
1.2. Les composants biologiques .....	21
1.2.1. Choix du type de poisson : le tilapia ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) .....	21
1.3. Les composants physiques .....	24
1.3.1. Choix des bacs .....	24
1.3.2. Choix du sable .....	26
1.3.3. Composants physiques du système sand-aquaponique, équipements électroniques et d'automatisation. ....	28
<b>2. LES DIFFÉRENTS MÉTHODE UTILISÉS .....</b>	<b>37</b>
2.1. Modélisation numérique par conception assistée par ordinateur (CAO) .....	37
Méthodologie : .....	37
2.2. Méthodologie de prototypage au CDTA .....	38
Phase 1 : Préparation et découpe des matériaux .....	38
Phase 2 : Pliage et formage des pièces métalliques .....	38
Phase 3 : Soudage et assemblage .....	39
Phase 4 : Perçage des canaux NFT .....	39
Phase 5 : Usinage du bac de culture (bois) .....	39
Phase 6 : Traitement de surface et étanchéité .....	39
2.3. Méthodes d'installation expérimentale .....	39

2.3.1.	Préparation des réservoirs IBC .....	40
2.3.2.	Préparation du lit de culture .....	40
2.3.3.	Intégration des équipements fonctionnels .....	40
2.3.4.	Mise en place du cycle biologique .....	40
2.3.5.	Intégration des cultures végétales .....	41
2.4.	Méthodes de suivi et d'évaluation .....	41

### CHAPITRE 3 : CONCEPTION DU SYSTÈME

1.	MODALISATION NUMÉRIQUE CAO .....	43
2.	Principe de fonctionnement du système « Sand-Aquaponic » .....	44
3.	FACTEURS CONTRAIGNANTS LA RÉALISATION PRATIQUE DE CETTE ÉTUDE .....	46
4.	PROTOTYPAGE DU SYSTÈME .....	47

### CHAPITRE 4 : INSTALLATION ET TEST DE SYSTÈME

1.	INSTALLATION DU SYSTÈME EXPÉRIMENTAL .....	57
	Étape 1 : Positionnement et préparation des bacs .....	57
	Étape 2 : Perçage et mise en place des connexions hydrauliques .....	58
	Étape 3 : Préparation du lit de culture .....	58
	Étape 4 : Intégration des équipements mécaniques, hydrauliques et électroniques .....	60
2.	PHASE DE TEST DE FONCTIONNEMENT .....	62
2.1.	Mise en place du cycle biologique .....	62
	Étape 1 : Introduction des poissons .....	62
	2.1.2 Intégration des plantes .....	64
	Étape 2 : Plantation des haricots nains dans le lit de substrat .....	64
	Étape 3 : Mise en place des laitues dans le système NFT .....	65
	Étape 4 : Introduction des lentilles d'eau dans le bassin de co-filtration .....	65
3.	PROTOCOLE DE SUIVI DU SYSTÈME .....	66
4.	DISCUSSION GÉNÉRALE .....	80

### CHAPITRE 5 : ETUDE ECONOMIQUE

FICHE D'INFORMATION .....	81
PARTIE I : PRÉSENTATION DU PROJET .....	81
1. Idée du projet .....	81
2. Solution proposée .....	82
3. Valeurs proposées .....	83
4. Équipe de travail .....	84
5. Objectifs du projet .....	84
6. Calendrier de réalisation du projet .....	84
PARTIE II : ASPECTS INNOVANTS .....	85
1. Nature des innovations .....	85
2. Domaines d'innovation .....	85
PARTIE III : ANALYSE STRATÉGIQUE DU MARCHÉ .....	85

1. Segment de marché .....	85
2. Intensité concurrentielle .....	85
3. Stratégie marketing .....	85
<b>PARTIE IV : PLAN DE PRODUCTION ET D'ORGANISATION .....</b>	<b>86</b>
1. Approvisionnement en matières premières du modèle standard .....	86
2. Processus de fabrication .....	86
3. Main-d'œuvre .....	88
4. Partenaires clés .....	88
<b>PARTIE V : PLAN FINANCIER .....</b>	<b>88</b>
5.1 Besoins de démarrage .....	88
5.2 Investissements et plan de financement .....	89
5.3 Salaires et charges sociales .....	90
5.4 Capacité d'autofinancement .....	90
5.5 Besoin en fonds de roulement .....	90
5.6 Plan de financement à trois ans .....	91
5.7 Chiffre d'affaires de la première année .....	91
5.8 Compte de résultats prévisionnel sur 3 ans .....	92
5.9 Seuil de rentabilité .....	93
5.10 Business Model Canvas (BMC) .....	94
<b>CONCLUSION GÉNÉRALE .....</b>	<b>95</b>
<b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>97</b>

À toutes ces personnes, je témoigne ma reconnaissance profonde et sincère.

## **Résumé**

L'aquaponie s'impose aujourd'hui comme une solution agricole durable face aux contraintes environnementales, à la rareté des ressources hydriques et aux besoins croissants en sécurité alimentaire. Ce mémoire porte sur la conception, la réalisation et l'évaluation d'un système sand-aquaponique innovant, intégrant un lit de culture sur sable (IAVS), un module NFT, un bassin de lentilles d'eau et un élevage de tilapia. L'ensemble est automatisé par un système de monitoring basé sur Arduino, assurant un suivi continu des paramètres physico-chimiques et une optimisation du fonctionnement global.

L'étude expérimente la viabilité technique, agronomique et biologique de ce prototype dans le contexte des régions semi-arides algériennes.

Ce travail s'inscrit également dans une perspective entrepreneuriale visant le développement d'une startup spécialisée dans les systèmes aquaponiques intelligents et durables en Algérie. Les analyses technico-économiques réalisées montrent un potentiel réel de valorisation, notamment pour les régions arides, les exploitations agricoles innovantes et les applications urbaines à petite échelle.

**Mots clés :** sand-aquaponie, IAVS, tilapia, NFT, filtration biologique, automatisation, agriculture durable.

## **Abstract**

Aquaponics is emerging as a sustainable agricultural approach capable of addressing water scarcity, environmental constraints, and the growing demand for food security. This thesis focuses on the design, development, and evaluation of an innovative sand-aquaponics system that integrates a sand-based grow bed (IAVS), an NFT module for lettuce production, a duckweed cultivation tank, and a tilapia rearing unit. The system is fully monitored and regulated through an Arduino-based automation module, enabling real-time tracking of key physicochemical parameters and improved operational stability.

The study assesses the technical, agronomic, and biological performance of the prototype under the semi-arid conditions typical of Algeria. The results highlight the efficiency of sand as a filtration and root-support medium, the satisfactory growth of tilapia, and the productive performance of lettuce and dwarf beans in a recirculating aquaponic setting. Automated monitoring significantly enhanced system stability, reduced manual intervention, and improved overall resilience.

This project also explores the entrepreneurial potential of transforming the proposed technological system into a viable startup dedicated to smart and sustainable aquaponic solutions in Algeria. The techno-economic insights demonstrate promising opportunities for deployment in arid regions, innovative farms, and small urban production units.

**Key words:** sand-aquaponics, IAVS, tilapia, NFT, biofiltration, automation, sustainable agriculture.

## الملخص

تُعدّ الأكوابونيك منهجاً زراعياً مبتكراً قادراً على مواجهة ندرة المياه، التحديات البيئية، والحاجة المتزايدة إلى الأمن الغذائي. يقدم هذا البحث تصميم وتطوير وتقييم نظام أكوابونيك يعتمد على الرمل (Sand-Aquaponics/IAVS)، ويضم سريراً رملياً للزراعة، نظام NFT لزراعة الخس، حوضاً لزراعة عدس الماء، ووحدة لتربية أسماك البلطي. كما يعتمد النظام على المراقبة والتحكم الآلي بواسطة منصة أردوينو، مما يسمح بمتابعة لحظية للمعايير الفيزيائية والكيميائية وضمان استقرار الأداء.

تهدف الدراسة إلى تقييم الجدوى التقنية والزراعية والبيولوجية للنظام في الظروف شبه الجافة التي تميز البيئات الجزائرية.

ويتناول العمل أيضاً الجانب الريادي للمشروع، من خلال دراسة إمكانية تحويل هذا النظام إلى شركة ناشئة متخصصة في الأنظمة الأكوابونيكية الذكية والمستدامة في الجزائر. وتبين نتائج الدراسة الاقتصادية التقنية وجود فرص واعدة، خصوصاً في المناطق الجافة، والمزارع المبتكرة، والاستخدامات الحضرية صغيرة النطاق.

**الكلمات المفتاحية:** ، الزراعة على الرمل - الأكوابونيك ، IAVS ، البلطي، نظام NFT، الترشيح البيولوجي، نظام آلي، الزراعة المستدامة.