

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزاره التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة ابن خلدون تيارت

UNIVERSITE IBN KHALDOUN – TIARET

معهد علوم البيطرة

INSTITUT DES SCIENCES VETERINAIRES

قسم الصحة الحيوانية

DEPARTEMENT DE SANTE ANIMALE

Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme de docteur vétérinaire

En vue de créer une startup

Présenté par :

Haddou Mohamed Fahd Abdelhak

Yagoub Riadh

Thème

***Analyse Economique de la Viabilité des Systèmes
Aquaponiques : Etude de cas et Perspectives pour
L'agriculture Urbaine Durable***

Soutenu publiquement le 29/06/2024 à Tiaret devant le jury composé de :

Jury:

Grade :

Président :Mr SAIM Mohamed Said

MCA Université Ibn Khaldoun Tiaret

Encadrant: Mr AYAD Mohamed Amine

MCA Université Ibn Khaldoun Tiaret

Examineur:Mr HAMDY Mohamed

MCB Université Ibn Khaldoun Tiaret

partenaire économique: Mr Benamara Abdelhamid

Directeur de La Direction de la Pêche et de l'Aquaculture Tiaret

Année universitaire 2023-2024

Remerciements

Nous tenons à remercier tout d'abord, Allah le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et le courage pour terminer nos études et à élaborer ce modeste travail

*Nous tenons à remercier nos chers parents pour les efforts et sacrifices qu'ils ont entrepris afin de nous voir réussir Nous remercions tout particulièrement
notre encadreur Monsieur **Mr AYAD Mohamed Amine** pour ses conseils pendant la
réalisation de ce mémoire, son aide appréciable et ses encouragements tout au long
de notre travail*

*Nos remerciements s'adressent également aux examinateurs
Mr SAIM Mohamed Said , Mr HAMDY Mohamed
pour avoir accepté de lire et d'évaluer notre
mémoire.*

*Nos profonds remerciements vont également à toutes les personnes
qui nous ont aidés et soutenu de près ou de loin.*

TABLE DES MATIERES

Remerciements	
Table des matières	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale	01
PARTIE 01 : Généralité sur les systèmes d'aquaponie	
Chapitre 01 : Présentation de système aquaponique	
1. Introduction	05
2. Définition le système aquaponique	05
3. Historique de l'aquaponie.....	05
4. Les avantages de l'aquaponie	06
5. Les types d'un système aquaponie	07
5.1 Technique de film nutritif (NFT).....	07
5.2 Radeau (DWC).....	08
5.3 Lits remplis de médias	09
6. Conclusion.....	10
Chapitre 02 : Les éléments qui composent le système aquaponie .	
1. Introduction.....	12
2. Les éléments qui composent le système aquaponie	12
2.1. L'azote.....	12
2.1.1. L'importance de l'azote en system aquaponie	12
2.1.2. Le cycle de l'azote	13
2.1.3. L'importance des bactéries dans le cycle de l'azote	14
2.1.4. Nitrates.....	14
2.1.5. Nitrites	15
2.2. Plantes	15
2.2.1. La gestion des cultures	15
2.2.2. Transplanter les jeunes plants dans l'unité aquaponique	16
2.2.3. Les légumes les plus populaires que l'on retrouve dans la culture aquaponique.....	16
2.3. Poissons.....	17
2.3.1. Qualité de vie des poissons aquaponique	17

2.3.2. Choisir le type des poissons.....	18
2.3.3. L'état de santé des poissons.....	19
2.4. Un siphon-cloche	19
2.4.1. Fonctionnement du siphon-cloche.....	20
2.5. Substrat.....	20
2.5.1. Type de substrat.....	21
2.5.2. Qualité requises pour un bon substrat.....	21
2.5.3. Cultiver sans substrat.....	22
2.6. L'eau de système.....	22
2.6.1. Choix de l'eau.....	22
2.6.1.1. L'eau du robinet.....	22
2.6.1.2. L'eau de pluie.....	23
2.6.1.3. L'eau du puits.....	23
2.7. La Lumière	23
3. Étapes de fabrication	23
4. Conclusion.....	24

Chapitre 03 : La fabrication de système aquaponique

1. Introduction	26
2. Le choix du réservoir à poissons	26
3. Le choix de la surface du bac de culture	27
4. Le choix de la pompe d'eau	27
5. Les outils utilisés dans la fabrication de notre système aquaponique.....	28
6. La fabrication du siphon.....	30
7. Installation du système aquaponique.....	31
8. Conclusion.....	31

Chapitre 04 : L'installation de l'écosystème aquaponique

1. Introduction	34
2. Quel type de substrat choisir	34
3. Le choix de l'eau	35
4. Cycler notre système sans poisson et sans plante.....	35
5. Choix du type des poissons	36
6. Combien de poisson	36
7. La nourriture des poissons.....	37
8. Choix des plantes cultivées et espacement.....	38
9. La lumière.....	39

10. Démarrage le système d'aquaponie	39
11. Faire un test de l'eau.....	40
12. Maintien de la santé des poissons.....	41
13. Conclusion.....	41

Chapitre 05 : Suivi de notre système aquaponique

1. Analyse du système aquaponique.....	43
2. Suivi de la culture des plantes	43
2.1. Les plantes après une semaine	43
2.2. Les plantes après deux semaines.....	44
2.3. Les plantes après trois semaines	45
3. Suivre la croissance des poissons	45
3.1. Les poissons après une semaine.....	45
3.2. Les poissons après deux semaines	45
3.3. Les poissons après trois semaines.....	45
4. La récolte.....	46
5. L'interprétation de résultat.....	46
6. Conclusion.....	46

PARTIE 02 : Conception et réalisation notre application FA-AQUAPONIE

Chapitre 01 : Conception de FA-Aquaponique

1. Introduction	49
2. La gestion du stock.....	51
2.1. La gestion	51
2.2. Le stock.....	51
3. Cahier des charges.....	51
3.1. Les besoins fonctionnels.....	52
3.2. Les besoins non fonctionnels.....	52
4. Choix de méthode de conception (MERISE)	52
4.1. Présentation de la méthode MERISE	53
4.2. Caractéristique de MERISE	53
5. La conception	53
5.1. Modélisation d'une base de données au niveau conceptuel	53
5.1.1. Description du contexte de l'application.....	53
5.1.2. Identification des acteurs (Dictionnaire des acteurs)	53
5.1.3. Identification des messages échangés entre le système et les acteurs	54
5.1.4. Modélisation du diagramme de contexte.....	54

5.1.5. La liste des flux d'information entre les acteurs	55
5.1.6. Dictionnaire des données.....	55
6. Conclusion.....	56

Chapitre 02 : Réalisation de FA-Aquaponique

1. Introduction	58
2. Présentation de l'environnement de programmation	58
2.1. PyCharm.....	58
2.2. Python.....	58
2.3. SQLite	59
3. Organigramme et Interfaces de l'Application.....	59
3.1 Organigramme de l'Application.....	59
3.2 Interfaces de l'Application.....	59
4. Menu de l'application.....	60
5. Mise en œuvre du logiciel	61
5.1. Produits	61
5.2. Client/Fournisseur	62
5.3. Achat	62
5.4. Vente	64
5.5. Statistique.....	64
6. Conclusion.....	65
Conclusion générale	67
Références bibliographiques	69
Résumé	
Abstract	
ملخص	

Liste des figures

Figure 1.1 : Un système aquaponique	05
Figure 1.2 : Une image qui s'implique la méthode NFT	07
Figure 1.3 : Une image qui s'implique la méthode de radeaux.....	08
Figure 1.4 : Une image qui s'implique la méthode de lits remplis de médias	09
Figure 1.5 : Cycle de l'azote dans le système d'aquaponie.....	13
Figure 1.6 : Équations de transformation de l'ammoniac en nitrite puis en nitrate.....	14
Figure 1.7 : Une petite pépinière de la salade	16
Figure 1.8 : Les plantes célèbres en aquaponie	17
Figure 1.9 : Certains types de poissons utilisés en aquaponie	18
Figure 1.10 : Fonctionnement le siphon-cloche en aquaponie.....	20
Figure 1.11 : Le bassin de notre système	26
Figure 1.12 : Le bac de culture de notre système	27
Figure 1.13 : La pompe d'eau de notre système.....	28
Figure 1.14 : Les matériaux utilisés pour la fabrication de notre système	29
Figure 1.15 : Le siphon de notre système	30
Figure 1.16 : L'installation du système aquaponique.....	31
Figure 1.17 : le gravier utilisé dans notre système aquaponique	35
Figure 1.18 : le type de poisson <i>Gambusia holbrooki</i>	36
Figure 1.19 : Les poissons de notre système	37
Figure 1.20 : La nourriture des poissons	38
Figure 1.21 : Les plantes et espacement.....	39
Figure 1.22 : Démarrage notre système aquaponique	40
Figure 1.23 : Testeur de PH.....	41
Figure 1.24 : La salade après une semaine	43
Figure 1.25 : La salade après deux semaines	44
Figure 1.26 : La salade après trois semaines.....	45
Figure 2.1 : Diagramme de contexte du système à réaliser.....	54
Figure 2.2 : L'organigramme de l'application	60
Figure 2.3 : La fenêtre du menu principale de l'application.....	61
Figure 2.4: La fenêtre du menu <Produits>	61
Figure 2.5 : La fenêtre du menu <client/fournisseur>.....	62
Figure 2.6 : La fenêtre du menu <Achat>	63
Figure 2.7 : La fenêtre du <calendrier>.....	63

Figure 2.8 : La fenêtre du menu <Vente>	64
--	----

Liste des tableaux

Tableau 1.1. Les valeurs idéales de l'eau pour la culture aquaponique	22
Tableau 1.2. les outils utilisé dans la fabrication du système aquaponique	29
Tableau 2.1. Les acteurs du système à réaliser	54
Tableau 2.2 . dictionnaire des données	55

Introduction

générale

En plus de l'industrie, l'agriculture est l'un des secteurs les plus cruciaux pour le développement d'un pays. C'est pourquoi la plupart des grandes nations ont investi dans son développement. L'agriculture conventionnelle ne répond plus aux attentes des citoyens, et le cadre législatif de protection de l'environnement se durcit.

Récemment, les avancées technologiques ont permis des progrès majeurs dans le domaine agricole, donnant naissance à de nombreuses techniques innovantes, comme l'hydroponie et l'aquaponie. L'aquaponie, une nouvelle technique agricole intensive, permet une production annuelle jusqu'à 100 fois plus importante. Ces rendements élevés sont possibles grâce à la verticalisation des cultures, une production continue et un environnement contrôlé qui offre des conditions de croissance optimales, tout en réduisant drastiquement le risque de pertes. Cette technique s'est largement propagée à travers le monde et a été adoptée par des individus et des pays dans le secteur industriel.

Cette technique novatrice introduit une nouvelle approche en agriculture : concevoir des systèmes fermés où poissons et plantes bénéficient mutuellement. En Algérie, le secteur agricole fait face à plusieurs défis, notamment :

- le manque de terres fertiles,
- les faibles bénéfices par rapport aux dépenses importantes, ainsi qu'une mauvaise qualité des produits,
- l'absence de diversité des produits.

Inspirés par cette technique, nous avons entrepris de réaliser un petit projet dans ce domaine pour démontrer sa faisabilité en Algérie. Nous avons également développé une application pour calculer les coûts et les bénéfices d'un tel projet, afin de le justifier à d'autres personnes intéressées.

Notre travail est structuré comme suit :

1. **Première partie** : Présentation générale des systèmes aquaponiques, divisée en Cinq chapitres :

- Définition et types de systèmes aquaponiques
- Présentation des éléments et étapes de fabrication d'un système aquaponique

- Processus de fabrication
 - Choix effectués après la fabrication
 - Suivi du système
2. **Deuxième partie** : Divisée en deux chapitres :
- Conception de notre application FA-Aquaponique
 - Réalisation de l'application

Enfin, une conclusion résumera l'ensemble de nos travaux.

Partie01:

*Généralité sur les
systèmes aquaponiques*

Chapitre01

***Présentation du système
aquaponique***

1. Introduction

L'aquaponie peut sembler une nouvelle technique car elle n'est pas encore largement répandue à travers le monde et en Algérie. Cependant, une bonne compréhension de cette méthode nous permet de la mettre en œuvre facilement et sans erreurs. Ce chapitre présente donc une vue d'ensemble complète du système aquaponique.

2. Définition du système aquaponique

L'aquaponie combine l'aquaculture en recirculation et la culture hydroponique. L'eau des bassins à poissons, après filtration mécanique et biologique, nourrit les plantes via la nitrification, où les bactéries transforment l'ammoniac en nitrate. Les plantes absorbent les nutriments, et l'eau purifiée retourne aux poissons. Ce système symbiotique, bien équilibré, permet une croissance saine des poissons, plantes et bactéries. L'aquaponie offre une source nutritive durable et non chimique pour les plantes, et les productions sont comparables à celles des systèmes hydroponiques et d'aquaculture en recirculation.). Figure 1.1

Aquaculture + Hydroponie = Aquaponie [3].

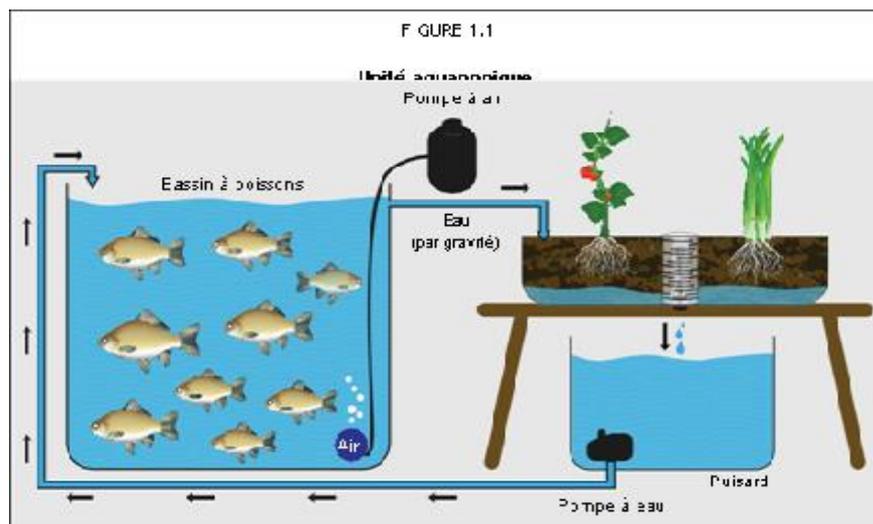


Figure 1.1 : Un système aquaponique

3. Historique de l'aquaponie

L'aquaponie, bien que moderne dans ses applications actuelles, a des racines historiques profondes. Les Aztèques utilisaient une forme précoce d'aquaponie appelée **chinampas** et, en Asie du Sud-Est, des rizières intégrées à l'élevage de poissons existaient depuis le 6^{ème} siècle. La recherche moderne a commencé dans les années 1970, notamment

avec les travaux du Dr. James Rakocy. Dans les années 1990-2000, l'aquaponie a gagné en popularité pour sa durabilité, menant à des systèmes plus sophistiqués. Aujourd'hui, des avancées technologiques, comme l'automatisation et les capteurs, ont rendu l'aquaponie plus accessible et efficace, particulièrement en agriculture urbaine..

4. Les avantages de l'aquaponie

a. Durabilité environnementale

- **Efficacité de l'eau** : Utilise jusqu'à 90 % moins d'eau que l'agriculture traditionnelle grâce au recyclage.
- **Réduction des déchets** : Les déchets des poissons nourrissent les plantes, réduisant la pollution.
- **Pas de produits chimiques** : Élimine l'utilisation de pesticides et de fertilisants chimiques.

b. Production alimentaire durable

- **Double production** : Cultive à la fois des légumes et des poissons, optimisant l'utilisation de l'espace.
- **Qualité supérieure** : Produits plus frais et sans résidus de pesticides.
- **Croissance rapide** : Les plantes croissent plus vite avec des nutriments constants.

c. Efficacité économique

- **Réduction des coûts** : Moins de dépenses en engrais et traitement des déchets, utilisation efficace de l'eau.
- **Rentabilité** : Production conjointe de poissons et de légumes augmente les revenus.
- **Adaptabilité** : Convient à diverses échelles, des petites installations aux grandes fermes.

4. Avantages sociaux et éducatifs

.Création d'emplois : Génère des opportunités d'emploi

5. Les types d'un système aquaponie

L'aquaponie comprend divers systèmes qui intègrent l'aquaculture et la culture hydroponique pour une production alimentaire durable. Les principaux types incluent les systèmes à lit de culture, à flux et reflux, en eau profonde (DWC), de film nutritif (NFT), et vertical. Chaque type présente des avantages spécifiques comme une utilisation efficace de l'eau, une croissance rapide des plantes, et une optimisation de l'espace. Le choix dépend des besoins spécifiques en termes d'espace, de type de culture et de gestion de l'eau.

5.1-Technique de Film Nutritif (NFT)

En résumé, la technique de Film Nutritif (NFT) est une méthode avancée de culture hydroponique qui maximise l'utilisation des nutriments et de l'eau tout en favorisant une croissance rapide des plantes, idéale pour des applications commerciales et urbaines. (Figure 1.2) [9].

.(Figure 1.2) [9].



Figure 1.2 : Une image qui s'implique la méthode NFT

5.2 Radeau (DWC)

le système en eau profonde (DWC) est une méthode efficace de culture hydroponique où les plantes flottent sur des radeaux dans une solution nutritive, permettant une croissance rapide et efficace tout en maximisant l'utilisation des nutriments et de l'eau. (Figure 1.3) [8].



Figure 1.3 : Une image qui s'implique la méthode de radeaux

5.3 Lits remplis de médias

les lits remplis de médias sont une méthode polyvalente et efficace pour cultiver des plantes en aquaponie et hydroponie, offrant une filtration efficace, une croissance optimale des plantes et une stabilité du système une fois équilibré correctement..



Figure 1.4 : Une image qui s'implique la méthode de lits remplis de médias

Cette méthode simple utilise un réservoir rempli de gravier ou autre support, périodiquement inondé d'eau. Elle est idéale pour les débutants et ne nécessite pas de filtration supplémentaire, bien que la production soit moins élevée.

6. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons introduit le concept d'aquaponie en soulignant ses bénéfices pour l'agriculture, l'économie, l'écologie et le bien-être humain. Nous avons exploré diverses techniques pour mettre en place un système aquaponique, en détaillant les avantages et les inconvénients de chacune. Cette analyse nous a orientés vers le choix de la technique des lits remplis de médias, idéale pour les débutants..

Chapitre 02

**Les éléments qui composent
le système aquaponie**

1. Introduction

La réussite des projets aquaponiques repose sur une connaissance approfondie des composants et des techniques de fabrication. Contrairement à certaines idées reçues, les systèmes aquaponiques ne sont pas aussi compliqués à créer, pour peu que l'on respecte les étapes et les règles de base. Dans le chapitre précédent, nous avons identifié trois types principaux de systèmes aquaponiques : la technique du film nutritif (NFT), les radeaux et les lits remplis de médias. Dans ce chapitre, nous allons nous concentrer sur les lits remplis de médias, la méthode que nous avons choisie pour notre projet. Nous détaillerons les composants nécessaires et les étapes de fabrication de ce type de système.

2. Les éléments qui composent le système aquaponique

Un système aquaponique est un système intégré qui combine l'aquaculture (l'élevage de poissons) et l'hydroponie (la culture de plantes sans sol) pour une production alimentaire durable. Il se compose d'un bassin à poissons où les déchets des poissons sont convertis en nutriments par des bactéries nitrifiantes dans un biofiltre. L'eau enrichie en nutriments est ensuite pompée vers des lits de culture remplis de substrat, où les plantes absorbent les nutriments et filtrent l'eau propre qui retourne au bassin à poissons. Ce système utilise une pompe pour circuler l'eau et un contrôleur de pH pour maintenir des conditions optimales. L'aquaponie offre une méthode efficace et durable pour cultiver à la fois des poissons et des plantes dans un environnement équilibré et écologiquement favorable.

2.1. L'azote

L'azote joue un rôle vital en aquaponie en tant que nutriment essentiel pour les plantes et composant clé du cycle de l'azote. Dans ce système intégré d'aquaculture et d'hydroponie, l'ammoniac produit par les poissons est transformé par des bactéries nitrifiantes en nitrites, puis en nitrates, qui servent de source nutritive aux plantes cultivées. Un équilibre précis des niveaux d'azote est crucial pour maintenir la santé des poissons et favoriser une croissance optimale des plantes. La gestion attentive et régulière des niveaux d'azote est donc essentielle pour assurer la durabilité et l'efficacité des systèmes aquaponiques..

2.1.1. Importance de l'azote dans un système aquaponique

L'azote revêt une importance capitale dans les systèmes aquaponiques en tant que nutriment essentiel et composant fondamental du cycle biologique. Il est principalement introduit sous

forme d'ammoniac provenant des déjections des poissons. Les bactéries nitrifiantes convertissent ensuite cet ammoniac en nitrites, puis en nitrates, qui sont absorbés par les plantes comme source nutritive. Cette absorption par les plantes joue un rôle crucial dans le maintien de l'équilibre écologique du système en réduisant les niveaux d'azote, ce qui est bénéfique pour les poissons et les micro-organismes. Ainsi, la gestion efficace de l'azote est essentielle pour assurer une production durable et saine dans les systèmes aquaponiques.

2.1.2. Le cycle de l'azote

Le cycle de l'azote est un processus essentiel dans les systèmes aquaponiques, où il joue un rôle crucial en assurant un équilibre écologique et en fournissant des nutriments essentiels aux plantes. Initialement produit par les déjections des poissons et d'autres sources organiques, l'ammoniac est converti en nitrites par des bactéries nitrifiantes comme *Nitrosomonas*. Ensuite, d'autres bactéries nitrifiantes, telles que *Nitrobacter*, transforment les nitrites en nitrates, moins toxiques pour les poissons mais essentiels comme source nutritive pour les plantes. Ce processus de nitrification permet aux plantes cultivées dans les lits de culture aquaponiques d'absorber les nitrates pour leur croissance. Globalement, le cycle de l'azote assure une filtration biologique efficace, contribuant à maintenir la qualité de l'eau et favorisant la durabilité et la productivité des systèmes aquaponiques.

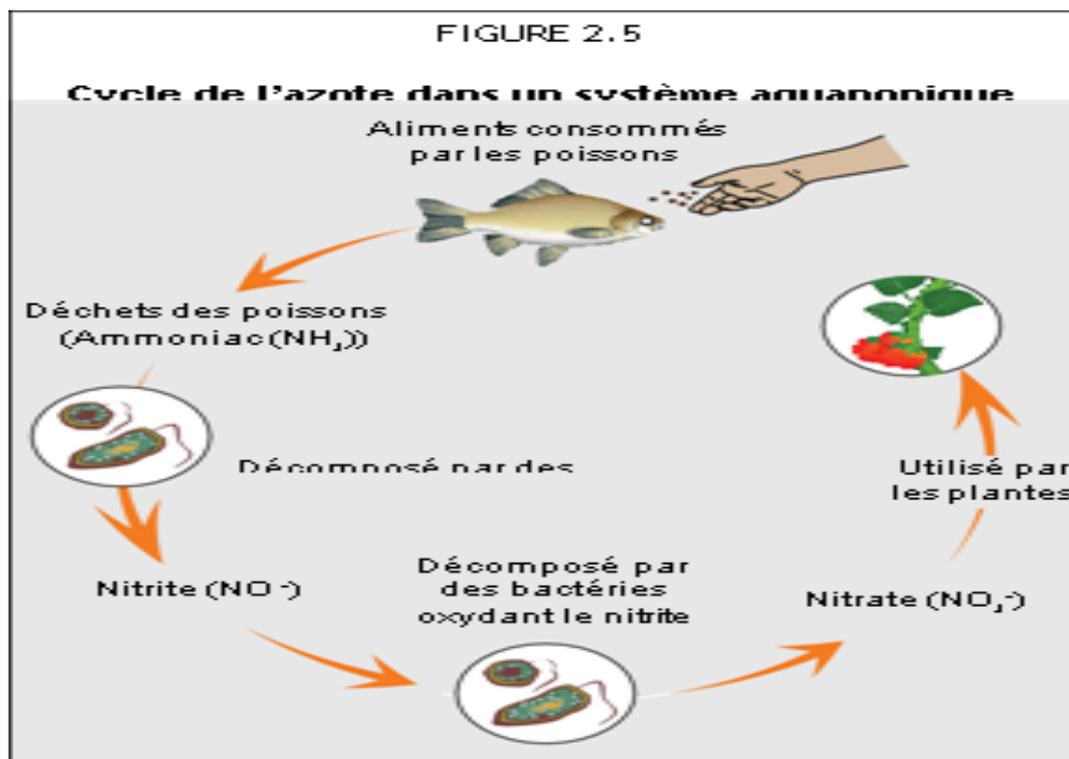


Figure 1.5 : Cycle de l'azote dans le système d'aquaponie

2.1.3.L'importance des bactéries dans le cycle de l'azote

Les bactéries jouent un rôle crucial dans le cycle de l'azote en aquaponie en transformant les déchets azotés des poissons en nutriments essentiels pour les plantes. Les bactéries nitrifiantes, telles que Nitrosomonas et Nitrobacter, effectuent la nitrification en convertissant l'ammoniac en nitrites, puis en nitrates. Ces nitrates sont absorbés par les plantes cultivées dans les lits de culture aquaponiques, fournissant ainsi une source d'azote vital pour leur croissance. En plus de cela, les bactéries nitrifiantes jouent un rôle crucial dans la filtration biologique en convertissant les composés azotés toxiques en formes moins nocives, contribuant ainsi à maintenir un environnement sain pour les poissons et les plantes. Globalement, les bactéries sont indispensables pour soutenir l'équilibre écologique et la productivité durable des systèmes aquaponiques.

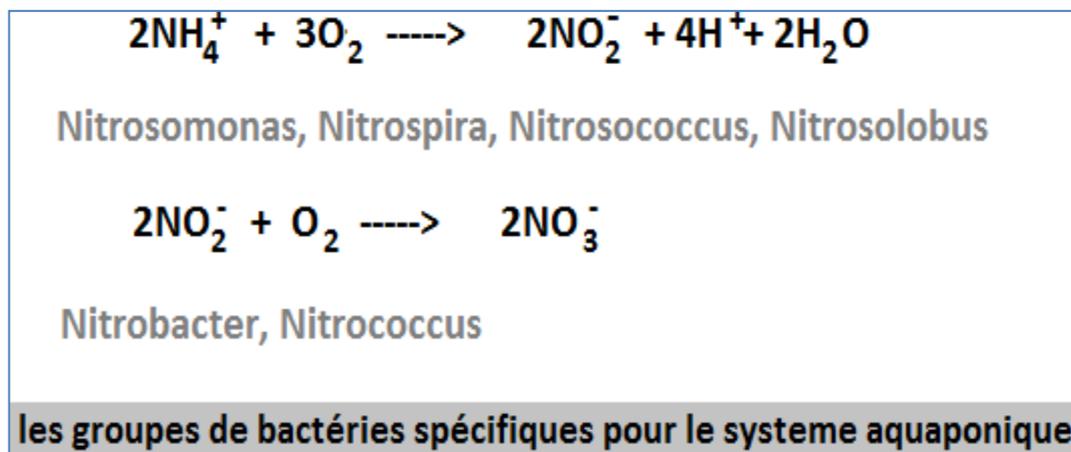


Figure 1.6 : Équations de transformation de l'ammoniac en nitrite puis en nitrate

2.1.4.Nitrites

Les nitrites (NO₂) sont des sels de l'acide nitreux qui résultent de la réduction de l'ammoniaque par les nitrobactéries. Ces mêmes nitrites vont ensuite être transformés en nitrates par ces mêmes nitrobactéries.

Trop de nitrites dans l'eau et c'est l'asphyxie assurée pour nos poissons. Sachons que chez l'homme et les mammifères, la présence de nitrites dans le sang empêche l'hémoglobine de fixer convenablement l'oxygène [10].

2.1.5.Nitrates

Les nitrates (NO₃) constituent le produit final essentiel du cycle de l'azote mais, à la différence de l'ammoniaque et des nitrites, ils ne commencent vraiment à être toxiques qu'à des concentrations relativement élevées et sur un plus long terme. Les poissons résistent mieux aux forts taux de nitrates qu'aux forts taux de nitrites, ce n'est pas pareil. Tout comme les questions de température ou de PH, la résistance des poissons face à une surcharge de nitrates est propre à l'espèce des poissons élevés [10].

2.2.Plantes

Les jeunes plants peuvent être transférés dans les bacs ou rigoles de culture dès qu'il y a production de nitrates. Les premières plantes transplantées dans le système vont généralement se développer lentement du fait de la carence temporaire des nutriments apportés par l'eau : il faut laisser le temps que tous les cycles des différents éléments se mettent peu à peu en place. Il faut d'attendre 3-4 semaines pour que les nutriments commencent à s'accumuler, et en général, les systèmes aquaponique ont un taux de croissance inférieur à celui du sol ou celui d'une production hydroponique pendant les six premières semaines. Cependant, une fois que la concentration en nutriments est établie et entretenue (après 1 à 3 mois de fonctionnement), le taux de croissance des plantes devient alors 2-3 fois plus rapide que dans un sol.

2.2.1. La gestion des cultures

Les légumes sont la principale production d'un système aquaponique de petite échelle. Il est donc essentiel que seules les plantes saines et résistantes soient cultivées. De plus, il est important d'éviter au maximum les chocs (ou stress) lors du transfert des jeunes plants de la pépinière au bac ou rigole de culture aquaponique. Il est donc recommandé d'établir une simple et petite pépinière afin d'assurer un approvisionnement permanent de l'unité aquaponique en plants sains et prêts à être plantés (Figure 1.7). Il est toujours préférable d'avoir un excès de plantes prêtes à être transplantées, car si les semis sont plantés trop tard, il peut y avoir un grand retard de production de légumes.



Figure 1.7 : Une petite pépinière de la salade

2.2.2. Transplanter les jeunes plants dans l'unité aquaponique

Transplanter (ou repiquer), dans une unité aquaponique, des jeunes plants qui ont germé dans un vrai sol n'est pas recommandé sauf si cela s'avère strictement nécessaire. Si c'est le cas, tout le sol retenu par les systèmes racinaires des jeunes plants doit être soigneusement retiré, car il peut contenir des agents pathogènes qui peuvent contaminer le système aquaponique. Le nettoyage des racines est très stressant pour les plantules et étant donné que le plant transféré doit se réadapter à un nouvel environnement, il est commun de perdre 6-7 jours de croissance.

2.2.3. Les légumes les plus populaires que l'on retrouve dans la culture aquaponique

Cette liste de végétaux à cultiver en aquaponie n'est pas bien sûr pas exhaustive (Figure 1.8). Mais ils connaissent les plantes les plus importantes qui croissent dans le système aquaponique.

- Le basilic.
- Le chou-fleur.
- Le chou.
- Les poivrons.
- Les tomates.
- Les concombres.
- Les haricots.
- Le persil.

- La salade.



Figure 1.8 : Les plantes célèbres en aquaponie

2.3.Poissons

Les poissons sont la centrale électrique d'un système aquaponique, ils fournissent les nutriments pour les plantes et si nous poisson comestible en croissance, ils fournissent également des protéines pour nous-mêmes. Garder le poisson peut être un peu décourageant pour certains, en particulier ceux qui n'ont aucune expérience préalable, mais nous ne devrions pas être découragé. Garder le poisson dans un système aquaponique est plus simple que de garder les poissons d'aquarium, aussi longtemps que nous suivons des directives simples, alors la croissance du poisson de la taille des alevins, au poisson prêt à manger peut être extrêmement simple

Les poissons doivent être correctement acclimatés à leur nouvel environnement et à l'eau du système aquaponique. L'acclimatation des poissons dans les nouveaux bacs d'élevage peut être une étape très stressante pour les poissons, Et pour cela l'élevage de poisson a besoin de beaucoup d'informations sur son qualité de vie, alors nous avons préféré de donner tous les conditions optimales de la pisciculture sans aucun problème affectent négativement sur le système aquaponique, nous étudierons en profondeur cet élément important du succès de notre système.

2.3.1. Qualité de vie des poissons aquaponique

En aquaponie, la qualité de vie des poissons est essentielle pour maintenir un système sain et productif. Cela implique de veiller à la qualité de l'eau en contrôlant les niveaux d'ammoniac, de nitrites et de nitrates, ainsi que le pH et la température. Un espace adéquat

dans le bassin à poissons est crucial pour éviter le stress et promouvoir une croissance optimale. Une alimentation équilibrée et de haute qualité est fournie pour répondre aux besoins nutritionnels spécifiques des poissons, minimisant ainsi les déchets. En réduisant les sources de stress environnemental et en surveillant régulièrement la santé des poissons, on garantit leur bien-être général et leur capacité à prospérer dans le système aquaponique.

2.3.2. Choisir les types de poissons

Il a été constaté que plusieurs espèces de poissons possèdent d'excellents taux de croissance lorsqu'ils sont élevés en unité aquaponique. Les espèces de poissons particulièrement bien adaptées à l'élevage aquaponique sont les suivants: tilapia (*Tilapia sp*), la carpe commune (*Cyprinus carpio*), la carpe argentée (*Hypophthalmichthys molitrix*), la carpe de roseau (ou herbivore, *Ctenopharyngodon idella*), le barramundi (*Lates calcarifer*), la perche jade (*Scortum barcoo*), le poisson-chat (*Ameiurus melas*), la truite et le saumon (famille des Salmonidés), la morue de Murray (*Maccullochella peelii peelii*) et l'achigan à grande bouche (*Micropterus salmoides*). (Figure 1.9) [14]



Figure 1.9 : Certains types de poissons utilisés en aquaponie

2.3.3. L'état de santé des poissons

Le principal indicateur du bien-être et de l'état de santé des poissons est leur comportement. Afin de maintenir les poissons en bonne santé, il est important de reconnaître le comportement des poissons en bonne santé ainsi que les comportements qui sont signes de stress, de maladies, de présence de parasites, etc. ainsi, le meilleur moment pour observer les poissons correspond à la phase d'alimentation quotidienne, à la fois avant et après l'ajout de la nourriture, et en notant (dans un cahier d'élevage par exemple) la quantité de nourriture consommée tous les jours.

Des poissons en bonne santé présentent les comportements suivants:

- Les nageoires sont étendues, l'aileron dorsal et l'aileron caudal (la queue) sont droits.
- Les poissons nagent normalement. Aucune léthargie (c'est-à-dire aucun signe de nonchalance extrême. La léthargie correspond à l'état pendant lequel les poissons montrent un comportement de nage lente et ne répondent pas normalement aux stimuli externes). Il est important de noter que les poissons-chats dorment souvent sur le fond de la cuve jusqu'à ce qu'ils se réveillent et commencent à se nourrir.
- Les poissons montrent un fort appétit et ne s'enfuient pas lorsque les aliments sont donnés.
- Pas de marques (ex. rayures, blessures, écailles manquantes, etc.) le long du corps.
- Aucune présence de taches de lignes ou de stries décolorées.
- Aucun frottement ou friction contre les parois de la cuve d'élevage.
- Absence de nécessité des poissons d'aller respirer à la surface (si des poissons viennent respirer à la surface cela signifie que l'eau du bac n'est pas suffisamment oxygénée).
- Yeux nets, brillants et vifs.

2.4. Un siphon-cloche

Le siphon-cloche permet de soulager notre pompe d'aquaponie en lui évitant d'avoir à s'allumer et s'éteindre tout en permettant de créer les marées hautes et basses dans votre système aquaponique. Le siphon-cloche permet de prolonger la durée de vie de votre pompe

mais permet surtout d'améliorer la croissance de vos plantes grâce aux alternances des marées si chères à nos systèmes de culture aquaponique [10].

Dans un autre terme, grâce au siphon-cloche nous pouvons distribuer toute l'eau à venir de notre bassin au bac de la culture régulièrement.

2.4.1. Fonctionnement du siphon-cloche

À première vue de nous essayons de comprendre le fonctionnement du siphon cela nous semblera difficile mais à la réalité c'est très facile de comprendre leur fonctionnement si nous fabriquons le siphon personnellement.

Par exemple, nous avons un tuyau et nous voulons vider l'eau d'un niveau élevé à un niveau bas la méthode consiste à placer l'un des pôles sur le dessus et l'autre au place où nous voulons vider l'eau à condition que le tuyau soit rempli d'eau. Cette méthode est réalisée par la plupart des gens à travers l'expérience sans comprendre leur dimension scientifique. Donc, le siphon-cloche fonctionne de la même manière que le tuyau et voici l'image qui explique leur fonctionnement (Figure 1.10).

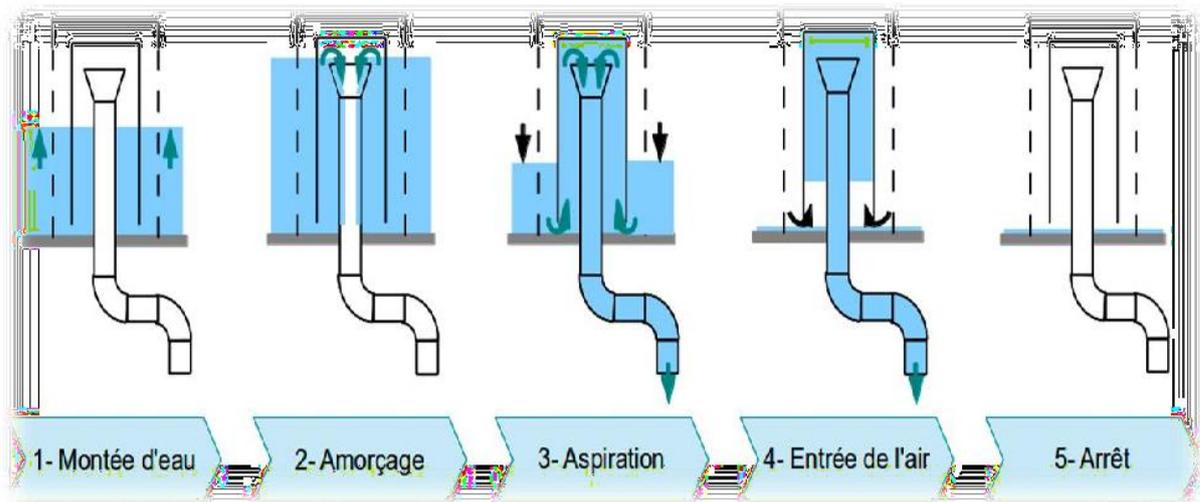


Figure 1.10 : Fonctionnement le siphon-cloche en aquaponie

2.5. Substrat

Un substrat est une base matérielle, un support, un socle si ce n'est un terreau ou une assise qui permet de recevoir un quelconque élément scriptural ou autre, organique, pour lui assurer pérennité ou développement. C'est ce sur quoi s'exerce une action [2].

Le substrat dans le cadre de l'aquaponie est la matière qui fera office de support de croissance aux plantes et aux bactéries de notre système aquaponique. C'est dans ce substrat que se développeront les racines de nos plantes.

2.5.1. Type de substrat

Voici les types de substrats que nous pouvons utiliser en aquaponie

Billes d'argile expansée

Il s'agit d'argile cuite. Elle a un coût élevé et plus simplement et rapidement que les autres types [10].

Schiste expansé

Le schiste expansé est très proche de l'argile expansée. Il se présente sous forme de petites billes de taille identique. Par rapport au gravier, il est beaucoup plus léger, ne modifie pas le pH de votre eau et se trouve être plus agréable à manipuler [10].

Gravier

L'installation de gravier est assez forte et peut être trouvée même dans les lieux de construction. Le gravier est le substrat le moins cher et seul inconvénient que nous trouvons est son poids.

La mousse synthétique

La mousse trouvera sa place dans les systèmes verticaux dans lesquels elle se placera naturellement. Son coût est assez élevé mais tout reste relatif. Le souci de la mousse est sa durabilité dans le temps [10].

2.5.2. Qualité requises pour un bon substrat

Pour notre part nous utilisons le gravier car est plus facile à trouver. Nous avons apporté une quantité de gravier de notre résidence et nous l'avons bien lavé avant de le placer dans le bac de culture.

2.5.3.Cultiver sans substrat

En aquaponie la seule technique qui utilise le substrat c'est la technique de Lits remplis de médias alors en aquaponie peut aussi se pratiquer sans substrat.

La technique de Radeau et NFT ne jamais utiliser le substrat

2.6. L'eau de système

Voici les valeurs que nous devons viser pour avoir une eau idéale pour la culture aquaponique:

Tableau 1.1 : Les valeurs idéales de l'eau pour la culture aquaponique [10]

Les éléments	Les valeurs idéales
PH	Entre 6 et 7
Température eau	Entre 18 et 30°C
Oxygène dissous	Entre 5 et 8 mg/litre (ou plus)
Ammoniac	0 mg/litre
Nitrites	0 mg/litre
Nitrate	Entre 5 et 150 mg/litre
KH	Entre 60 et 140 mg/litre

2.6.1.Choix de l'eau

Les eaux sont très souvent polluées et pour cela, dans les systèmes aquaponiques, de nombreuses types d'eaux sont utilisées, Dans la suite nous le reconnaissons et les caractéristiques de chaque type.

2.6.1.1. Eau de robinet

L'utilisation de l'eau du robinet est plus facile que d'autres sources d'eau mais il reste cependant des inconvénients majeurs, Lié à l'ajout de nombreux suppléments. Un autre problème majeur avec l'eau du robinet est qu'elle est souvent calcaire et absorption par les plantes.

2.6.1.2. Eau de pluie

La meilleure eau est évidemment l'eau de pluie, l'eau de pluie doit être correctement récoltée et stockée. Elle restera la source d'eau la plus saine et naturelle qui convient à notre système aquaponique. Cette méthode fait de belles économies d'eau et en plus elle est de bien meilleure qualité que l'eau du robinet.

2.6.1.3. Eau de puits

L'eau peut être tirée d'un puits. Cependant, l'eau que nous extrairons du puits doit être testée car elle peut être polluée et l'eau est sélectionnée en testant la proportion des matériaux dont nous avons parlé plus tôt.

2.7. La lumière

La lumière est l'un des éléments essentiels de la vie végétale pour réaliser la photosynthèse. Et en termes de quantité d'énergie consommée, « la plupart des jardiniers utilisent au moins 25 W pour 30 cm² d'espaces de culture quel que soit le type de lumière. Nous pouvons diminuer cette puissance si nous pouvons compléter avec de la lumière naturelle ou que nous cultivons une plante qui ne nécessite pas beaucoup de lumière comme la laitue par exemple. Cependant, de nombreux jardiniers préfèrent doubler voire tripler la puissance recommandée pour atteindre des taux de croissance plus rapide. Il n'y a vraiment rien de mieux que d'utiliser trop de lumière mais il faut rester vigilant car dans de petits espaces cela génère énormément de chaleur qui peut être difficile à contrôler. La plupart des jardiniers d'intérieur utilisent un éclairage compris entre 12 et 18 heures par jour » [REF 10].

3. Étapes de fabrication

La fabrication d'un système aquaponique n'est pas aussi difficile que certains le pensent, mais avec le manque de respect pour les étapes successives de la fabrication, nous pouvons rencontrer beaucoup de problèmes. Voici alors les étapes de fabrication d'un système aquaponique :

- Préparer un design avant de commencer la fabrication.
- Préparer tous les matériaux nécessaires à la fabrication du système.
- Fabrique le siphon

- Installer le système aquaponique
- Faire un test de sécurité avec démarré du système sans poissons et sans plantes

4. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté un type particulier des systèmes aquaponiques ; c'est bien le système de lits remplis de médias. Nous avons présenté tous les composants de ce systèmes ainsi que les étapes de sa fabrication afin d'avoir une vision générale et introductive de ce que vous allons réaliser dans notre projet.

Dans le chapitre suivant, nous allons survoler quelques projets aquaponiques qui ont été réalisés par tout dans le monde.

Chapitre 03

*L'installation de la structure
du système aquaponique*

1. Introduction

Comme mentionné dans les chapitres précédents, nous avons opté pour le système de lits remplis de médias comme modèle de référence pour la fabrication de notre propre système aquaponique. La simplicité de ce modèle ainsi que la disponibilité de ses composants en Algérie ont été des facteurs déterminants.

Dans ce chapitre, nous décrirons toutes les étapes et astuces nécessaires pour construire un système aquaponique de type lits remplis de médias, qui est très simple à réaliser. Nous expliquerons également toutes les étapes que le producteur doit suivre au fil du temps pour assurer le succès de la fabrication de son système aquaponique.

2. Le choix du réservoir à poissons

En tant que débutants dans l'aquaponie, nous avons opté pour un réservoir de volume relativement réduit. Bien qu'un minimum de 200 litres soit recommandé, nous avons choisi un réservoir d'une capacité d'environ 170 litres.

Il est conseillé de commencer avec un réservoir de 200 litres afin de minimiser les efforts nécessaires pour rééquilibrer l'eau du système. En effet, un système de plus grande taille possède une masse tampon et une inertie suffisantes pour s'autoréguler plus facilement. Plus le système est grand, moins il a tendance à se dérégler. De plus, il est important de prévoir la croissance des poissons. Pour les nourrir convenablement tout au long de l'année, ils doivent disposer de suffisamment d'espace pour grandir.

Finalement, les dimensions de notre réservoir dépendront de la surface disponible dans notre espace de culture. Étant donné que notre surface de culture est assez restreinte, nous choisirons un volume adapté à notre situation, soit environ 170 litres (figure 1.11).



Figure 1.11 : Le bassin de notre système

3. Le choix de la surface du bac de culture

En aquaponie, la surface du bac de culture dépend du volume de plantes que nous souhaitons cultiver. Étant donné que les systèmes aquaponiques sont évolutifs, il est possible d'adapter la surface de culture en fonction de nos besoins et envies.

Idéalement, la hauteur du substrat dans le bac de culture doit être de 30 centimètres, avec 5 centimètres de substrat restant toujours sec (au-dessus du niveau de marée maximum) .

La norme généralement acceptée pour la profondeur d'un lit de culture est de 30 centimètres, bien que certains aquaponistes utilisent des profondeurs différentes . Pour notre système, nous choisirons un bac de 30 centimètres de profondeur (Figure 1.12).

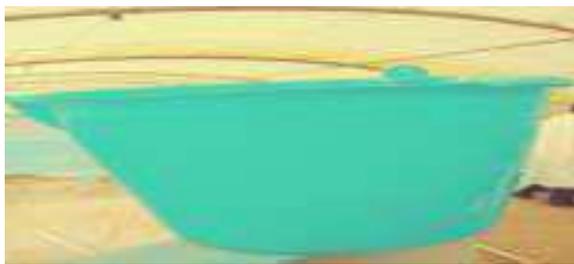


Figure 1.12 : Le bac de culture de notre système

4. Le choix de la pompe d'eau

- L'oxygène est essentiel dans notre écosystème. Plus il y a d'oxygène dans notre système, mieux les poissons et les plantes accompliront leur rôle dans la transformation de l'azote, ce qui contribuera à la santé globale de notre circuit [10].

- La quantité d'oxygène à ajouter dépend des espèces de poissons présentes dans notre écosystème.

- Le principal problème réside dans le coût des appareils de mesure du taux d'oxygène dans l'eau. En tant qu'étudiants, nous n'avons pas le budget pour investir dans de tels équipements. Toutefois, si notre objectif était de produire des poissons ou des plantes à des fins commerciales, ces appareils de mesure d'oxygène deviendraient indispensables. Plus un poisson est gros, plus il a besoin d'oxygène. La diminution de l'oxygène dans un écosystème peut être due à la prolifération d'algues ou à des températures élevées. Étant donné que notre but est l'autosuffisance et non le profit, nous pouvons envisager de nous passer de cet appareil.

- Pour augmenter naturellement l'oxygène dans notre eau, nous pouvons agiter la surface de l'eau pour créer des turbulences. L'oxygène de l'air se mélangera alors à l'eau, augmentant ainsi son taux d'oxygène dissous. Une petite pompe à air achetée dans un magasin d'aquariophilie peut généralement résoudre le problème du manque d'oxygène. Nous avons donc acheté un oxygénateur à bulles pour notre système. Cet investissement est minime et sera rapidement rentabilisé.
- Nous avons acquis un appareil de mesure avec une capacité de 1700 L/h, que nous croyons adapté aux besoins de nos poissons (Figure 1.13).



Figure 1.13 : La pompe d'eau de notre système

5. Les outils utilisés dans la fabrication de notre système aquaponique

Bien que la conception d'un système aquaponique soit relativement simple à réaliser, il est essentiel de respecter certaines règles pour garantir de bonnes conditions de production. Parmi les éléments clés de la réussite de notre système aquaponique, la préparation des outils nécessaires à la fabrication est primordiale (Figure 2.7). Avant de commencer la fabrication, nous avons donc préparé les outils listés dans le tableau suivant (Tableau 1.1) :

Tableau 1.2 : les outils utilisé dans la fabrication du système aquaponique

Eléments	Utilisation del'élément
Une vanne	Régler le débit de l'eau
Chalumeau	Coller les couvertures aux tuyaux
Fer asoudé	Eviter tout les fuites de l'eau
Pistoletacolle	Eviter tout les fuites de l'eau
Chignole électrique	Faire des trous sur les iphon
Tuyaupvcet quelque type de tuyau	Fabriquer les iphonet raccorder l'eau au bac
Tronçonneuseélectrique	Couper le tuyau pvc
Couteau	Couper les petits tuyaux
Ciseaux	Couper le ruban adhésif
Rubanadhésif	Utilisé pour renforcer le lien entre les tuyaux
Collepvc	Evitertoutlesfuites



Figure 1.14 : Les matériaux utilisent pour la fabrication de notre système

6. La fabrication du siphon

Nous avons choisi de fabriquer le siphon que nous avons conçu en 3D à l'aide de SOLIDWORKS (Figure 1.15). Nous utilisons les outils que nous avons préparés (Figure 2.7) pour effectuer les tâches suivantes :

- Tronçonneuse électrique.
- Chignole électrique.
- Chalumeau.



Figure 1.15 : Le siphon de notre système

7. Installation du système aquaponique

Après avoir achevé la conception tridimensionnelle de notre système et la fabrication du siphon, nous avons procédé à l'installation de notre système aquaponique. Cette étape s'est avérée complexe, nécessitant certaines compétences en plomberie. Néanmoins, l'installation a été réalisée avec succès (Figure 1.16).



Figure 1.16 : L'installation du système aquaponique

8. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons décrit les étapes nécessaires à la fabrication de la structure de notre système aquaponique. Nous avons discuté des différents choix techniques effectués tout au long du processus d'installation. Notre objectif a été atteint avec succès.

Cependant, d'autres choix, comme ceux concernant les plantes et les poissons, seront abordés dans le prochain chapitre.

Chapitre 04

*L'installation de l'écosystème
aquaponique*

1.Introduction

Une fois la structure de notre système installée, il est temps de faire des choix écologiques concernant les types de plantes à cultiver et les poissons à élever. L'ajout de poissons et de plantes nécessite une planification minutieuse. Nous devons déterminer le nombre de poissons pouvant croître dans notre système et espacer les plantes de manière à éviter la compétition pour les nutriments.

En tant que producteurs, nous devons sélectionner les meilleures plantes pour la croissance et choisir des poissons adaptés à notre environnement. Il est également crucial de choisir l'eau adéquate pour le système et de procéder à un suivi quotidien pour assurer une gestion optimale de notre projet.

Ce chapitre détaille tous les aspects de l'installation écologique de notre système, en commençant par le choix du substrat, de l'eau, des plantes, des poissons et de leur alimentation. Nous expliquons ensuite les étapes de démarrage de notre système.

2. Quel type de substrat choisir

Le substrat est le support de croissance des plantes et l'habitat des bactéries essentielles à notre système aquaponique. C'est dans ce substrat que se développeront les racines de nos plantes.

Nous avons choisi d'utiliser du gravier comme substrat, car il est peu coûteux et facilement disponible. Son principal inconvénient est son poids. Nous nous sommes donc assurés que notre installation soit suffisamment solide pour supporter un gros volume de gravier (Figure 1.17).



Figure 1.17: le gravier utilisé dans notre système aquaponique

3. Le choix de l'eau

Le choix de l'eau est crucial pour notre système aquaponique. La plupart des eaux sont souvent polluées par des engrais et des pesticides. La meilleure option est l'eau de pluie, à condition qu'elle soit correctement récoltée et stockée, car elle reste la source d'eau la plus saine et naturelle pour notre système [10]. Utiliser l'eau du robinet pourrait sembler plus pratique, mais cela présente des inconvénients majeurs.

Nous avons finalement opté pour une alternative proche de l'eau de pluie : l'eau de vallée. Cette eau contient tous les éléments nécessaires à la croissance des poissons dans des conditions optimales.

4. Cycler notre système sans poisson et sans plante

Une fois l'installation terminée, il est essentiel de cycler notre système aquaponique sans poissons ni plantes. Cette étape est nécessaire pour vérifier les éventuelles fuites d'eau avant d'introduire les poissons et les plantes dans le système.

Après avoir confirmé que notre système est sécurisé et exempt de défauts, nous pouvons ajouter le substrat, les poissons et les plantes.

5. Choix du type de poissons

En aquaponie, nous pouvons élever tous types de poissons d'eau douce, à condition que notre système offre des conditions optimales et un environnement naturel approprié. Lors du mélange de différentes espèces, il est crucial de s'assurer qu'elles ont des conditions de vie similaires, notamment la même température de l'eau, le même type de nourriture et les mêmes besoins en oxygène.

Il est important de ne pas mélanger des poissons carnivores avec des poissons herbivores, car les poissons carnivores pourraient voir les herbivores comme des proies.

En Algérie, nous avons rencontré des difficultés en raison du manque d'espèces de poissons disponibles et de la connaissance limitée de leur mode de vie. Finalement, nous avons choisi le type tilapia (Figure 1.18), car cette espèce est bien adaptée aux conditions difficiles.



Figure 1.18 : le type de poisson tilapia

6. Combien de poisson

- En aquaponie, il n'y a pas de règles strictes : tout dépend des espèces de poissons et du nombre de plantes cultivées. Plus le bassin est petit, moins il est recommandé de consommer les poissons issus de l'élevage, car ils ne grossiront pas suffisamment dans de petits volumes.
- Les plantes jouent un rôle crucial en fournissant aux poissons une eau claire, pure et dépourvue de nitrates [10].

- Au début, nous ne nous sommes pas vraiment souciés du nombre exact de poissons. Nous avons suivi la règle de base mentionnée précédemment et avons ajouté environ 117 poissons de 3 à 5 cm de longueur à notre système. Cette sélection a été faite en fonction de l'espèce, du mode de vie et de la taille des poissons (Figure 1.19). Il est préférable de choisir des poissons comestibles, bien que cela puisse parfois poser des difficultés à les trouver.



Figure 1.19 : Les poissons de notre système

7. La nourriture des poissons

Après avoir choisi des poissons herbivores, nous avons recherché le moyen le plus approprié pour les nourrir. Étant donné que notre projet est à court terme, nous avons décidé d'acheter de la nourriture prête à l'emploi, riche en protéines (Figure 1.20). Nous avons également ajouté de la semoule à cette alimentation pour aider les poissons à grandir.

Nourrir excessivement les poissons est très nocif, car les aliments non consommés peuvent se décomposer dans le système aquaponique. Cette décomposition entraîne des maladies et consomme beaucoup d'oxygène dissous. Les aliments non consommés doivent être retirés pour ajuster la quantité donnée le jour suivant [10]. Pour éviter ce problème, nous avons décidé de ne pas trop nourrir les poissons et de leur donner plusieurs repas à différents moments de la journée.

L'alimentation régulière des poissons est essentielle pour maintenir l'équilibre nutritionnel de notre système aquaponique. Nous avons donc opté pour une alimentation continue, en nourrissant les poissons deux fois par jour avec environ 20 grammes de nourriture à chaque repas.



Figure 1.20 : La nourriture des poissons

6. Choix des plantes cultivées et espacement

La culture de certains fruits et légumes a vraiment besoin du temps parce qu'ils ont besoin d'une grande quantité de nutriments, alors nous avons préféré commencer avec des plantes pauvres en nutriments comme les salades.

La sélection et l'espacement des plantes est fait judicieusement. Nous avons donc planté de la salade car elle a un cycle de croissance court et nous pouvons aussi cultiver de la menthe, du persil et du basilic.

Nous laissons un espace approprié entre les plantes pour donner une bonne nutrition aux plantes parce que dans ce cas les plantes ne sont pas en concurrence pour l'eau ni pour nutriments.

On a un espace d'environ 19 cm entre chaque deux plantes (Figure 2.14).



Figure 1.21 : Les plantes et espacement

9. La lumière

Il est connu que les plantes ont besoin de la lumière pour effectuer la photosynthèse. La lumière du soleil est l'une de nos principales sources d'implantation, d'où notre système doit être exposé quotidiennement au soleil, mais pour des raisons de sécurité, nous avons préféré faire fonctionner notre système dans notre chambre.

La durée de l'exposition à lumière dépend du type de plante et de la lumière disponible dans sa zone de croissance. Dans notre cas, nous avons utilisé l'éclairage de la chambre comme source de lumière pour notre système. Au stade végétatif de la plante, nous avons préféré permettre aux plantes de bénéficier de la lumière entre 13 et 20 heures quotidiennement.

10. Démarrage le système d'aquaponie

Après avoir fini toutes les modifications, les corrections et la préparation de notre système, un suivi du bon fonctionnement du système est nécessaire.

Nous avons déjà démarré notre système et nous avons rencontré quelques problèmes en ce qui concerne le débit de l'eau. Notre système doit fonctionner comme il se doit.'

Nous avons choisi le flux idéal pour notre système et cela a correctement fonctionné (Figure 1.22).



Figure 1.22 : Démarrage notre système aquaponique

11. Faire un test de l'eau

- Suivi et ajustement du pH

Gardez toujours à l'esprit que changer graduellement le pH peut causer du stress aux poissons. Nous devons donc surveiller ces changements attentivement et les ajuster en ajoutant des éléments basiques ou acides selon les besoins.

En ce qui concerne le pH dans le système aquaponique, une valeur comprise entre 6 et 7 est généralement appropriée pour les poissons, car elle est idéale pour la disponibilité des nutriments et des oligo-éléments. Les poissons préfèrent souvent un pH neutre ou légèrement élevé [10].

Nous avons acquis un pH-mètre pour suivre les variations de pH dans notre système (Figure 1.23) et ajuster en conséquence pour maintenir des conditions optimales pour nos poissons.



Figure 1.23 : Testeur de PH

12. Maintien de la santé des poissons

Il est essentiel de maintenir la santé des poissons dans les systèmes aquaponiques. Pour assurer la santé optimale de nos poissons, nous avons veillé à leur fournir une alimentation nutritive contenant tous les éléments nécessaires à leur croissance. De plus, nous avons maintenu un environnement sans stress en fournissant une bonne qualité d'eau et une quantité adéquate d'oxygène grâce à l'utilisation d'une pompe appropriée.

13. Conclusion

Ce chapitre a examiné en détail les aspects écologiques de notre système aquaponique et a offert une vue d'ensemble des choix variés faits dans ce cadre. Nous avons justifié notre choix de cultiver des plantes comme la salade, sélectionné les poissons et leur alimentation, ainsi que d'autres composants essentiels.

Nous sommes satisfaits de constater une croissance satisfaisante de nos plantes et de nos poissons, ce qui confirme la pertinence de nos décisions.

Chapitre 05 :

*Suivi de notre système
aquaponique*

1. Analyse du système aquaponique

Après avoir réussi à construire notre propre système aquaponique et à nous assurer de sa sécurité, nous sommes désormais en mesure de surveiller de près les résultats de cette expérience unique. Notre système ne se limite pas à la culture de la laitue, mais combine également l'élevage de poissons. Nous surveillons la croissance des laitues que nous avons plantées dans notre système chaque semaine, ainsi que celle des poissons. Toutes nos observations sur la croissance seront enregistrées pour déterminer si le système aquaponique est viable dans notre pays, l'Algérie.

2. Suivi de la croissance des plantes

Après la mise en place réussie de notre système aquaponique et sa sécurisation, nous surveillons attentivement les résultats de notre expérience. En plus de la culture de la laitue, notre système combine également l'élevage de poissons. Nous observons la croissance de la laitue que nous avons plantée de manière hebdomadaire, ainsi que celle des poissons. Nous enregistrons méticuleusement toutes les observations de croissance pour évaluer la viabilité du système aquaponique dans notre pays, l'Algérie.

2.1. Les plantes après une semaine

Au cours de la première semaine, nous n'avons pas observé de changements significatifs dans la croissance des salades, comme prévu en raison du manque initial d'ammoniac. Nous avons mesuré la longueur des salades à la fin de la première semaine et avons constaté qu'elles avaient commencé à croître (Figure 1.24).



Figure 1.24 : La salade après une semaine

2.2. Les plantes après deux semaines

Au début de la deuxième semaine, nous avons déjà observé des progrès significatifs dans la croissance de la laitue. Nous avons mesuré sa longueur et constaté qu'elle avait atteint 20 cm (Figure 1.25).



Figure 1.25 : La salade après deux semaines

2.3. Les plantes après trois semaines

Trois semaines après avoir planté la laitue dans notre système aquaponique, nous avons constaté une croissance significative. Nous avons mesuré sa longueur et observé qu'elle avait atteint 30 cm (Figure 1.26).



Figure 1.26 : La salade après trois semaines

3. Suivi de la croissance des poissons

Le système aquaponique ne se limite pas seulement à la culture des plantes, mais inclut également l'élevage des poissons.

3.1. Les poissons après une semaine

À la fin de la première semaine, nous n'avons observé aucun changement notable dans la croissance des poissons.

3.2. Les poissons après deux semaines

Deux semaines après avoir introduit les poissons dans le système aquaponique, il n'y a eu aucun changement visible à l'œil nu. Il est clair que la croissance des poissons est un processus lent.

3.3. Les poissons après trois semaines

À la troisième semaine, nous avons commencé à observer visuellement des changements dans la croissance des poissons. Cependant, pour voir une croissance

significative, il est probable que nous devions attendre deux mois, compte tenu de la mise en place relativement récente de notre système il y a quelques mois.

4. La récolte

Nous avons choisi de récolter toute la salade en une seule fois, ce qui évite les complications liées à une maturation inégale et à des stress potentiels pour les poissons dus à des changements brusques dans les nutriments après la récolte des plantes.

5. Interprétation des résultats

Pour la salade, comme pour beaucoup de nouvelles unités aquaponiques, des carences en divers éléments peuvent se manifester durant les premiers mois de fonctionnement

La croissance des plantes dans les premières semaines a été modérée mais satisfaisante

En ce qui concerne les poissons, la croissance au cours des premières semaines a été très lente, et lorsque nous avons cherché la raison on nous a dit que le type de poisson que nous mettons dans le système était lent à croître. .

6. Conclusion

Ce chapitre a porté sur le suivi de la croissance des plantes et des poissons sur plusieurs semaines au sein de notre système aquaponique. Nous avons constaté que notre système fonctionne efficacement, comme en témoigne la bonne croissance de notre salade.

Dans la prochaine partie de ce mémoire, nous aborderons le développement d'une application qui nous permettra d'effectuer les calculs nécessaires pour notre projet de manière rapide et efficace.

Partie 02 :

Conception et Réalisation de

l'application

FA-Aquaponique

1. Introduction

1.1. Analyse du système aquaponique

Après avoir réussi à fabriquer notre propre système d'aquaponie et à assurer sa sécurité, nous passons à la phase suivante, qui consiste à suivre la récolte agricole résultant de cette expérience unique. En plus de cultiver des salades, notre système d'aquaponie combine l'élevage de poissons et la culture de plantes. Nous effectuons donc un suivi hebdomadaire de la croissance des salades et des poissons, enregistrant toutes les observations de croissance. L'objectif est de démontrer si la culture aquaponique est viable pour des tests en Algérie.

1.2. Suivi de la culture des plantes

Pour surveiller la croissance des salades dans notre système, nous effectuons un suivi hebdomadaire. Nous savons que la croissance des plantes dans les premiers jours du démarrage du système aquaponique ne donnera pas les résultats souhaités en raison du manque d'ammoniac. Notre système nécessite du temps pour produire de bons résultats. Nous avons donc observé la croissance de la salade en fonction du temps.

1.2.1. Les plantes après une semaine

Au cours de la première semaine, nous n'avons pas remarqué de changements significatifs dans la croissance de la salade, ce qui était prévu en raison du manque d'ammoniac produit par les poissons dans notre système. Nous avons mesuré la longueur de la salade à la fin de la première semaine et avons constaté qu'elle avait commencé à croître (Figure 2.17).

1.3. Suivi de la croissance des poissons

Le système aquaponique ne se limite pas aux plantes ; il inclut également l'élevage de poissons. Nous avons donc suivi les changements de croissance des poissons au fil du temps.

1.3.1. Les poissons après une semaine

À la fin de la première semaine, nous n'avons pas observé de changement notable chez les poissons.

1.3.2. Les poissons après deux semaines

Deux semaines après avoir introduit les poissons dans le système aquaponique, ils semblaient inchangés à l'œil nu. La croissance des poissons est lente.

1.3.3. Les poissons après trois semaines

À la troisième semaine, nous avons commencé à observer des changements visibles dans la croissance des poissons. Notre système ayant été installé depuis quelques mois, nous prévoyons de voir une croissance significative après deux ou trois mois.

1.4. La récolte

Il est avantageux d'échelonner la plantation des différentes cultures pour éviter une récolte unique et massive, ce qui peut causer des carences et une mauvaise maturation des fruits, ainsi qu'un stress pour les poissons en raison de l'augmentation des nutriments une fois les cultures récoltées. Ce point ne nous concerne pas car nous avons cultivé toute la salade en une seule fois. Notre but étant expérimental, nous n'envisageons pas la continuité pour cette expérience.

1.5. L'interprétation des résultats

Pour la salade, la plupart des nouvelles unités aquaponiques présentent des carences en divers éléments pendant les 2 ou 3 premiers mois de fonctionnement, notamment en fer. Le fer est un nutriment crucial pour les premiers stades de croissance des jeunes plantes et n'est pas présent en quantité suffisante dans l'aliment pour poissons. Il est parfois nécessaire d'ajouter du fer chélaté (soluble sous forme de poudre) dans l'eau du système d'irrigation pour répondre aux besoins des plantes. Ces symptômes ont déjà été observés, avec des feuilles de salade qui jaunissent tandis que les veines restent vertes. La croissance au cours des premières semaines n'a pas été rapide mais reste acceptable (Figure 2.20).

Ce chapitre décrit en détail le suivi de la croissance des plantes et des poissons sur plusieurs semaines. Nous avons observé un bon fonctionnement de notre système aquaponique, comme en témoigne la croissance satisfaisante de notre salade. Dans la dernière partie de ce mémoire, nous allons présenter une application qui nous aide à effectuer les calculs de notre projet de manière rapide et efficace.

1.6. Introduction à la phase de conception de l'application

Ayant terminé la réalisation de notre système aquaponique, nous passons maintenant à la deuxième phase, qui consiste à développer une application de bureau. Cette application, nommée "FA-Aquaponie", est conçue pour répondre aux besoins d'une personne souhaitant investir dans l'aquaponie en tant que projet commercial. FA-Aquaponie offre une gestion du stock, des achats, des ventes, des clients et des fournisseurs. Dans ce chapitre, nous décrivons la phase de conception de notre application, traduisant les besoins fonctionnels et les contraintes du cahier des charges en un langage compréhensible par tous les intervenants.

2. La gestion du stock

2.1. La gestion

Selon Peter Drucker, théoricien américain du management, la gestion est l'art de prendre des décisions rationnelles et informées basées sur une analyse complète et réfléchie.

2.2. Le stock

Un stock est une provision de produits en attente de consommation. Il permet de :

- Faciliter et assurer la continuité de l'activité.
- Assurer la disponibilité des produits nécessaires.
- Coordonner les activités d'achat et de vente.

La gestion de stock consiste à répondre aux questions suivantes :

- Quand commander un article ?
- Quelle quantité commander ?

Il s'agit de mettre en œuvre les ressources d'une entreprise pour atteindre les objectifs fixés dans le cadre d'une politique déterminée.

3. Le cahier des charges

Le cahier des charges est un document décrivant de manière précise les besoins auxquels le maître d'œuvre doit répondre. Il distingue deux types de besoins : fonctionnels et non fonctionnels.

3.1. Les besoins fonctionnels

Les besoins fonctionnels expriment les actions que le système doit effectuer en réponse à une demande. L'analyse des besoins fonctionnels nous a amenés à les décomposer pour chaque acteur du système en trois parties principales :

A. Utilisateur (Magasinier)

- Ajouter ou supprimer un produit, un client ou un fournisseur.
- Mettre à jour la liste des clients ou des fournisseurs.
- Gérer et consulter les achats et les ventes.
- Consulter le stock et l'avancement du projet.

B. Client

- Passer une commande de produit.

C. Fournisseur

- Livrer les produits aux clients.

3.2. Les besoins non fonctionnels

Les besoins non fonctionnels caractérisent le système, tels que la performance et les contraintes matérielles. L'application devra être extensible pour permettre l'ajout ou la modification de nouvelles fonctionnalités et devra répondre aux caractéristiques suivantes :

- Le système doit être interactif et fiable.
- L'interface doit être simple à comprendre pour l'utilisateur.

4. Choix de méthode de conception

Nous avons opté pour la méthode Merise, qui est une méthode de conception de systèmes d'information et une démarche méthodologique de développement.

4.1. Présentation de la méthode Merise

Née vers 1978-1979, Merise est une méthode de conception, de développement et de réalisation de projets informatiques. Son but est de concevoir un système d'information en séparant les données et les traitements en plusieurs modèles conceptuels et physiques. Cette séparation assure une longévité au modèle.

4.2. Caractéristiques de Merise

- Méthode globale : Assure la cohérence entre les composants du système et les objectifs de l'entreprise.
- Distinction entre données et traitements : Sépare les aspects statiques (données) et dynamiques (traitements) du système d'information.
- Démarche par niveaux : Formalise le futur système.
- Démarche par étapes : Chaque étape achevée est le point de départ de la suivante.

5. La conception

La conception consiste à modéliser une solution pour résoudre le problème, en traduisant les besoins et spécifiant comment l'application pourra les satisfaire avant de procéder à sa réalisation avec des outils de développement appropriés.

5.1. Modélisation d'une base de données au niveau conceptuel

Pour modéliser les besoins, nous avons utilisé les diagrammes suivants :

5.1.1. Description du contexte de l'application

La description du contexte de l'application se fait à travers trois étapes : l'identification des acteurs qui interagissent avec le système, l'identification des messages échangés entre les acteurs et le système, et le diagramme de context

5.1.2. Identification des acteurs (Dictionnaire des acteurs)

Un acteur représente un rôle joué par des entités externes (utilisateur, dispositif matériel ou autre système) qui interagissent directement avec le système. Un acteur peut consulter et/ou modifier l'état du système.

Acteurs : Utilisateur, Client, Fournisseur

Tableau 2.1 : Les acteurs du système à réaliser

Acteur	Description	Type	Observation
Magasinier	L'administrateur de l'application	Interne	Personne
Client	Ce qui veut acheter de notre entreprise	Externe	Personne
Fournisseur	Le fournisseur livre des produits à l'entreprise.	Externe	Personne

5.1.3. Identification des messages échangés entre le système et les acteurs

Un message représente la communication entre objets, transportant des informations pour déclencher une activité chez les récepteurs. Les messages échangés sont :

Utilisateur > Système

5.1.4. Modélisation du diagramme de contexte

- Demande d'ajout, modification et suppression d'un produit

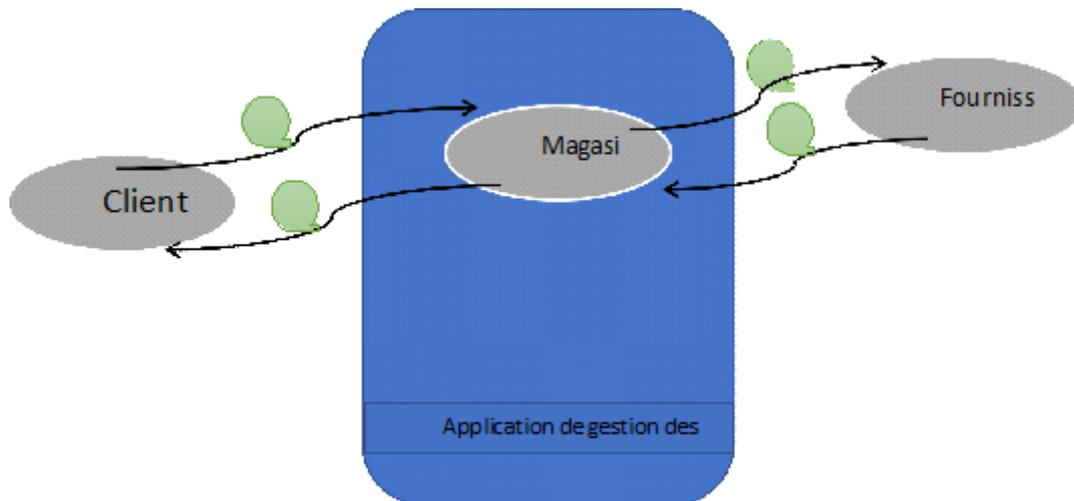


Figure 2.1 : Diagramme de contexte du système à réaliser

5.1.5. La liste des flux d'information entre les acteurs

- Commander un produit.
- Donner un bon de livraison pour tirer le produit.
- Donner une liste des produits qui manquent.

5.1.6. Dictionnaire des données

- C'est une étape intermédiaire qui peut avoir son importance, surtout si vous êtes plusieurs à travailler sur une même base de données, d'un volume conséquent.
- Le dictionnaire des données est un document qui regroupe toutes les données que vous aurez à conserver dans votre base (et qui figureront donc dans le MCD). Pour chaque donnée, il indique : Le code mnémonique, la désignation, le type de donnée, la taille.

2.2 Tableau des dictionnaires de données

Code mnémonique	Désignation
ID	Identifiant numérique
type	Type de produit
code	Code ou nom de produit
désignation	Désignation d'un produit
pa	Prix d'achat
Nom	Nom de client ou fournisseur
Tel	Numéro de téléphone du client ou fournisseur
Adresse	Adresse du client ou fournisseur
Fournisseur	Le fournisseur sélectionné
Client	Le client sélectionné
Nombre	Nombre des achats ou ventes
Total	Prix total
Date	La date du vente ou achat

6. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons détaillé les étapes de conception de notre application de gestion, nommée « FA-Aquaponique ». Dans la première partie, nous avons présenté la méthode Merise, qui a guidé notre processus de conception. Ensuite, dans la deuxième partie, nous avons entamé la conception proprement dite en élaborant des modèles inspirés de Merise pour développer une base de données cohérente pour notre application.

Dans le chapitre suivant, nous présenterons l'application développée et décrirons tous les outils et langages utilisés durant sa réalisation.

Chapitre 02

Réalisation de l'application

FA-Aquaponique

1. Introduction

Après l'étape d'analyse et de conception de notre application, nous passons à la phase de réalisation des différentes fonctionnalités. Cette étape consiste à traduire la conception en code source exécutable. Dans ce chapitre, nous présenterons d'abord l'environnement de développement et les langages utilisés. Ensuite, nous décrirons l'organigramme de l'application et ses différentes interfaces.

2. Présentation de l'Environnement de Développement

2.1 PyCharm

PyCharm est un environnement de développement intégré (EDI) utilisé pour programmer en Python. Développé par l'entreprise tchèque JetBrains, il est multi-plateforme et fonctionne sous Windows, Mac OS X et Linux. PyCharm offre diverses fonctionnalités telles que l'analyse de code, un débogueur graphique, la gestion des tests unitaires, l'intégration avec des logiciels de gestion de versions, et le support du développement web avec Django. Il est disponible en édition professionnelle sous licence propriétaire.

PyCharm fournit une large gamme d'outils essentiels pour les développeurs Python, étroitement intégrés pour créer un environnement pratique pour un développement Python productif et le développement web.

2.2 Python

Python est un langage de programmation polyvalent qui fonctionne sur la plupart des plates-formes informatiques, des supercalculateurs aux ordinateurs centraux, et des systèmes d'exploitation tels que Windows, Unix, Linux et Mac OS, avec des intégrations possibles avec Java ou .NET. Conçu pour optimiser la productivité des programmeurs, Python offre des outils de haut niveau et une syntaxe simple à utiliser. Il est également apprécié par les éducateurs pour sa syntaxe claire et son initiation facile aux concepts de base de la programmation.

Les caractéristiques de Python incluent :

- Code de qualité et portable : Grâce à sa syntaxe claire, cohérente et concise, Python permet de produire du code lisible et maintenable.
- Langage de haut niveau et orienté objet : Python permet la programmation orientée objet, et toutes les données manipulées sont des instances de classes.
- Langage dynamique : Python est un langage interprété, ce qui rend la programmation plus flexible en permettant des modifications en cours d'exécution.

2.3 SQLite

SQLite est un système de gestion de base de données sans serveur, aussi appelé "base de données embarquée". Il est léger et rapide à mettre en place et peut être utilisé avec de nombreux langages, notamment PHP, Python, C#, Java, C/C++, Delphi, et Ruby. SQLite est performant et facile à utiliser, et est particulièrement adapté pour stocker des données dans des applications pour smartphones, des applications Windows, ou sur des serveurs web. Il offre des performances comparables aux autres SGBD fonctionnant avec un serveur, comme MySQL, Microsoft SQL Server ou PostgreSQL.

3. Organigramme et Interfaces de l'Application

3.1 Organigramme de l'Application

L'organigramme de l'application FA-Aquaponique détaille les différentes fonctionnalités et leur organisation au sein de l'application. Chaque module de l'application est conçu pour gérer un aspect spécifique du système de l'aquaponie, y compris la gestion du stock, des achats, des ventes, des clients et des fournisseurs.

3.2 Interfaces de l'Application

L'application FA-Aquaponique comporte plusieurs interfaces utilisateur, chacune destinée à faciliter l'interaction avec une partie spécifique du système. Voici une description de ces interfaces :

- Interface de gestion du stock : Permet de visualiser et de gérer les produits en stock, d'ajouter de nouveaux produits, et de mettre à jour les informations sur les produits existants.

- Interface de gestion des achats et des ventes : Permet de suivre les transactions d'achat et de vente, de créer des bons de commande et de livraison, et de consulter l'historique des transactions.
- Interface de gestion des clients et des fournisseurs : Permet de gérer les informations sur les clients et les fournisseurs, de mettre à jour leurs données, et de suivre les interactions avec eux.

Ce chapitre a présenté l'environnement de développement, les langages de programmation utilisés, et l'organigramme de l'application FA-Aquaponique. Dans le chapitre suivant, nous détaillerons la mise en œuvre des fonctionnalités de l'application, en décrivant les outils et les langages utilisés durant sa réalisation.

4. Menu de l'application

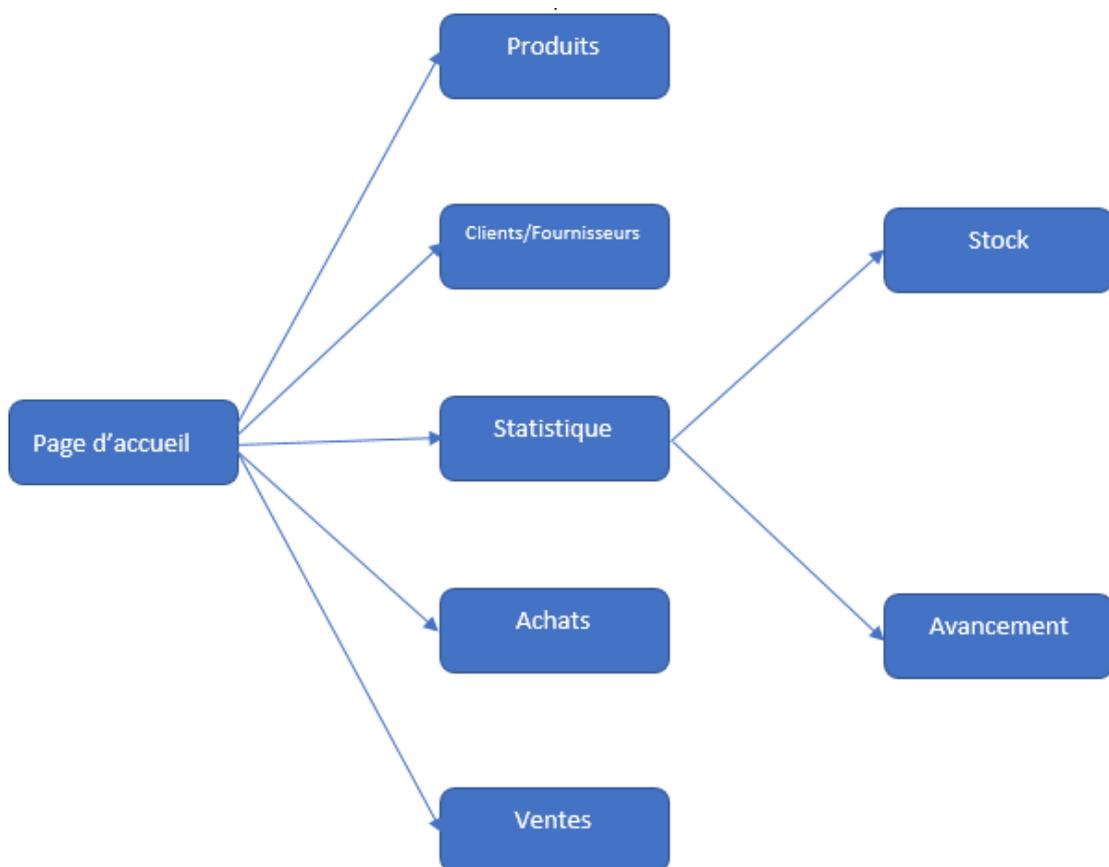


Figure 2.1 : L'organigramme de l'application

5. Mise en œuvre du logiciel

Quand vous lancerez le logiciel, l'interface principale sera affichée, où l'utilisateur avoir les différentes fonctionnalités pour gérer le stock :

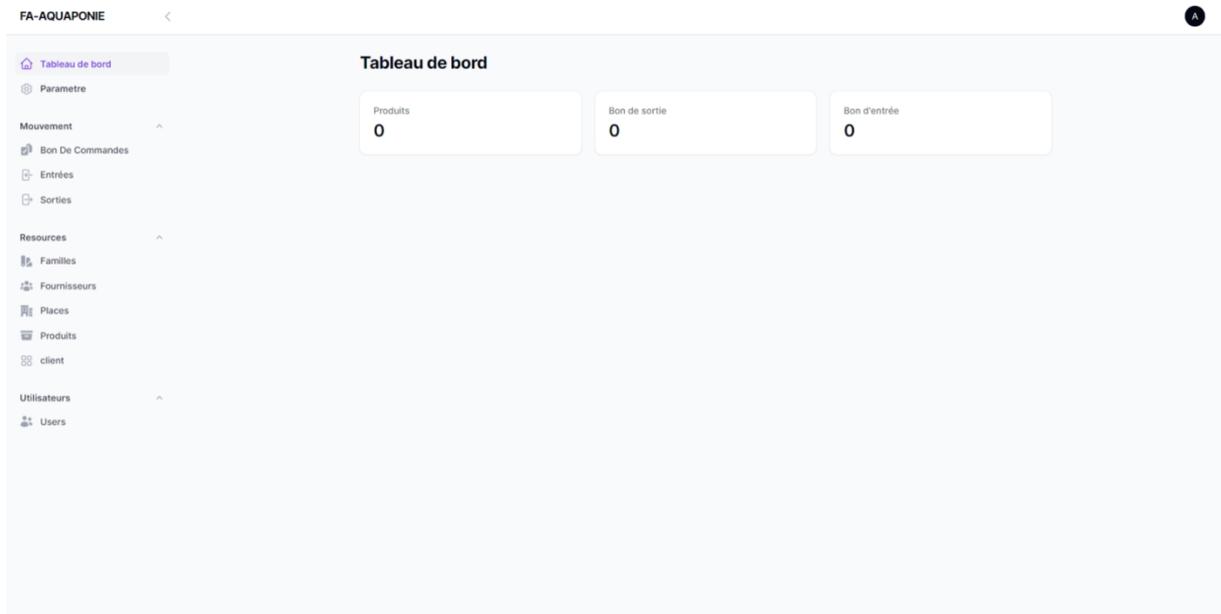


Figure 2.2 : La fenêtre du menu principale de l'application.

5.1. Produits :

Quand vous cliquez sur le bouton < Produits > vous pouvez ajouter ou supprimer un produit et le voir dans la liste au-dessous de formulaire qui contient le type, code, désignation et prix d'achat.

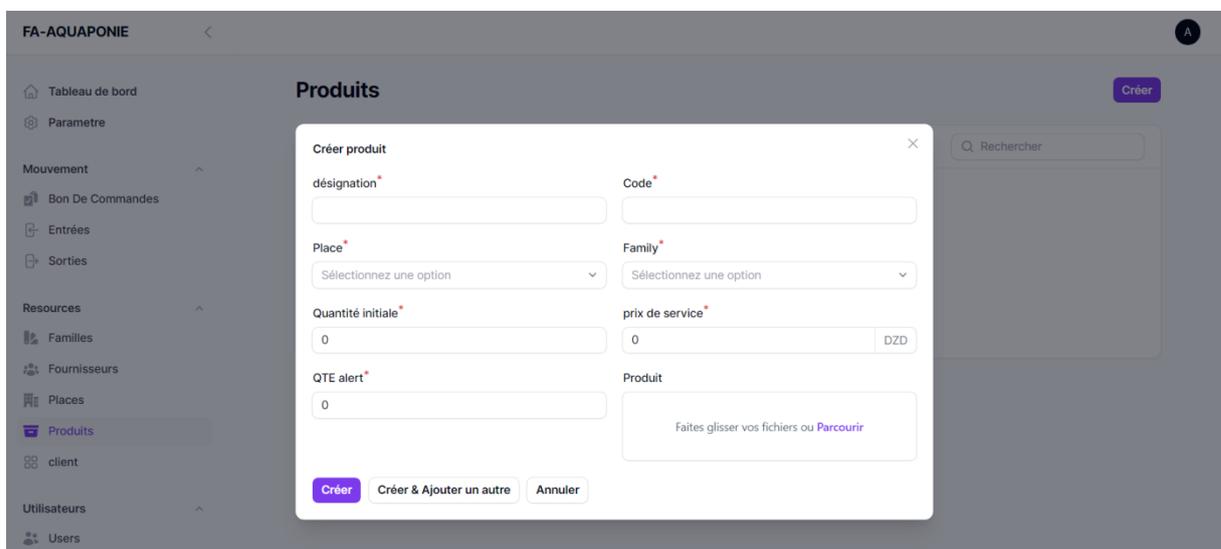


Figure 2.3: La fenêtre du menu <Produits>

5.2. Client/Fournisseur :

Quand vous cliquez sur le bouton < Client/Fournisseur > vous pouvez ajouter ou supprimer un client ou un fournisseur et le voir dans la liste au-dessous de formulaire qui contient le nom, téléphone, l'adresse et le choix soit client ou fournisseur.

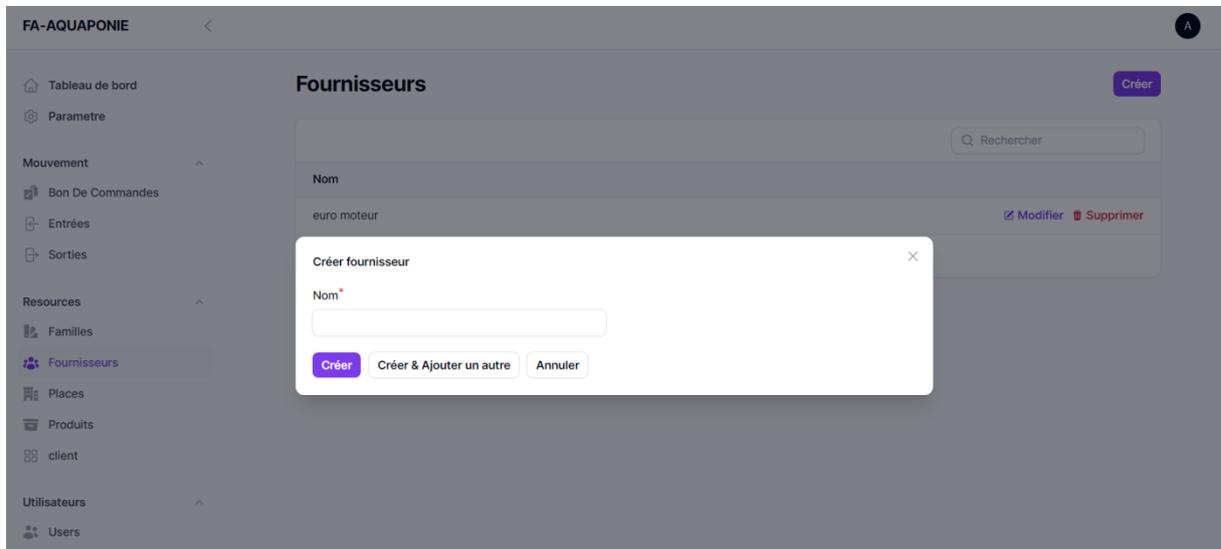


Figure 2.4 : La fenêtre du menu <client/fournisseur>

5.3. Achat

Si vous voulez ajouter ou supprimer un achat vous devez cliquer sur le bouton <Achat> et vous pouvez voir le formulaire au-dessous.

Dans ce formulaire vous choisissez un produit si est un nouveau produit il y a un petit bouton à côté de <Code> et la même chose pour un fournisseur, la quantité choisie est multipliée automatiquement au prix d'achat et le résultat s'affiche dans <Total>.

Après, vous pouvez faire un nouvel achat avec le même fournisseur si vous cliquez sur le bouton <ajouter au panier>. Si non, vous enregistrez l'achat avec le bouton <Enregistrer> ou supprimez-le avec le bouton <Supprimer>.

L'interface ci-dessous représente un exemple d'une liste d'achats.

FA-AQUAPONIE

Entrées > Modifier

Modifier Entrées

Supprimer

Entrée

reference*
002/2022

Fournisseur*
farm alger

Date*
06/23/2024

Family*
legume

Sauvegarder Annuler

Bon de commande et Facture

Bon de commande N°*
0001

Date de bon de commande*
06/23/2024

facture N°*
001

Date de facture*
06/23/2024

Inproduit

Créer

Rechercher

Aucun élément trouvé
Créer un(e) In produit pour commencer.

Créer

Figure 2.5 : La fenêtre du menu <Achat>

Remarque : la date est choisie si vous cliquez sur le bouton <calendrier> :

Date de bon de commande*

06/23/2024

June 2024

Su Mo Tu We Th Fr Sa

26 27 28 29 30 31 1

2 3 4 5 6 7 8

9 10 11 12 13 14 15

16 17 18 19 20 21 22

23 24 25 26 27 28 29

30 1 2 3 4 5 6

Clear Today

Créer

Figure 2.6 : La fenêtre du <calendrier>

5.4.Vente

Si vous voulez vendre quelque chose cliqué sur le bouton <Vente>.

Remarque : La même configuration pour la phase des achats sauf c'est vous qui écrivez le prix de vente et au lieu de fournisseur vous trouvez client.

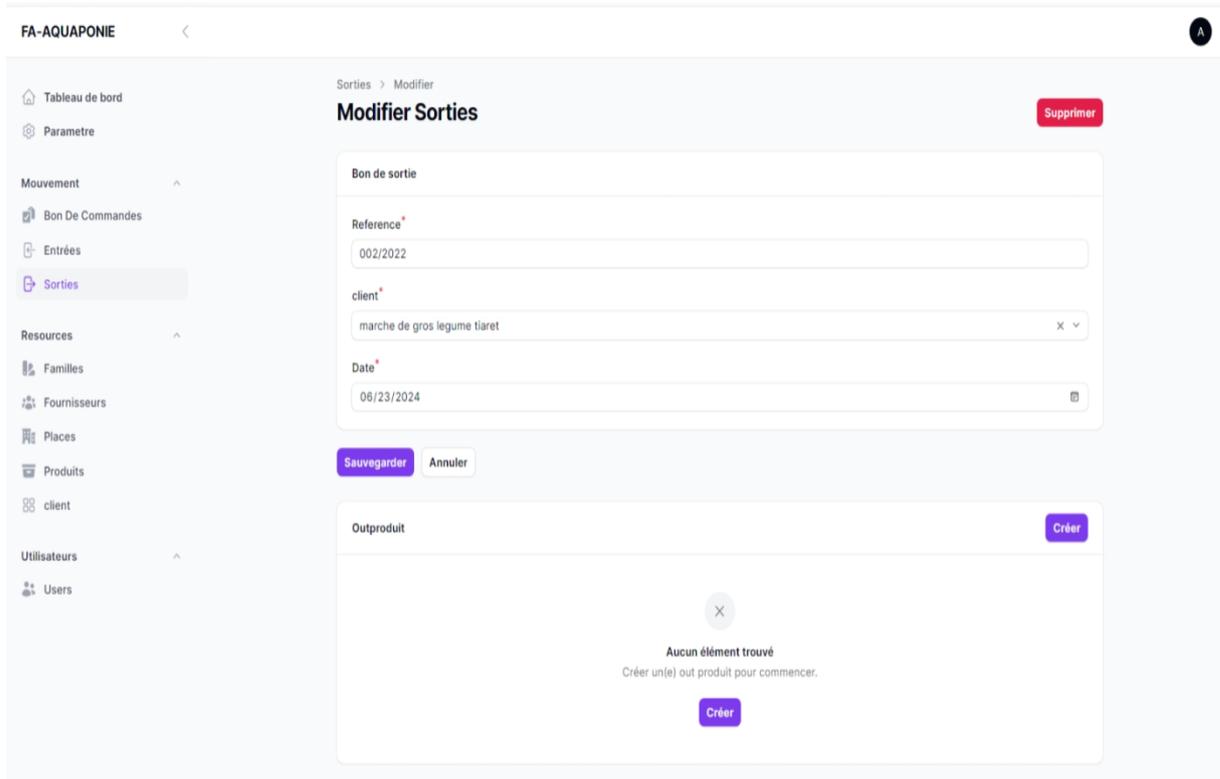


Figure 2.7 : La fenêtre du menu <Vente>

5.5.Statistique

Enfin si vous êtes un magasinier, un PDG ou un utilisateur de l'application, vous serez dans l'obligation de connaître l'état de votre stock et votre état d'avancement. Pour cela il y a un bouton qui s'appelle <Statistique> qui sert à afficher une fenêtre qui contient deux boutons <Stock> et <Avancement>.

Si vous cliquez sur <Stock> vous trouvez un (Notebook) contenant tout ce qui existe dans votre aquaponie (produits, clients ou fournisseurs, liste des achats, des ventes).

Dans <Avancement> vous trouvez un histogramme qui représente l'état d'avancement des ventes par rapport au temps.

6. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté l'étape de la réalisation qui contient la description du logiciel ainsi que sa mise en œuvre, les interfaces principales et ses fonctionnalités.

Durant l'implémentation des différentes fonctionnalités et des différentes fenêtres, nous avons pris soin de créer une application d'un système d'information à des interfaces graphiques simple et interactive.

Conclusion
générale

L'objectif de ce travail était de créer un système aquaponique et de l'accompagner d'une petite application de gestion destinée à aider ceux qui souhaitent investir dans cette idée.

Notre mémoire est structurée en deux parties. La première partie offre une vue d'ensemble des systèmes aquaponiques en abordant leurs types, composants et applications. Nous y avons également examiné le taux d'adoption de cette idée innovante et écologique à travers le monde. Nous avons souligné que cette idée n'est pas encore largement adoptée en Algérie, ce qui constitue le principal objectif de notre projet : promouvoir cette technologie dans notre pays.

Dans la deuxième partie de ce mémoire, nous avons détaillé la conception et la réalisation de notre système aquaponique. Nous avons commencé par introduire les étapes et les outils de conception, puis présenté les étapes et les outils de fabrication de notre système. Nous avons conclu cette partie par le suivi de notre système pour nous assurer de son bon fonctionnement.

La deuxième partie a également été dédiée à la conception et au développement de notre application "FA-Aquaponique". Cet outil a été créé pour encourager et soutenir ceux qui souhaitent adopter l'aquaponie comme projet commercial, même à petite échelle (projet domestique). Cette application pourrait servir de point de départ pour développer une solution professionnelle destinée à des projets de grande envergure (investissement industriel en aquaponie). Nous espérons que notre projet inspirera d'autres initiatives ayant le même objectif et que tous ces efforts contribueront à diffuser l'information sur l'importance de l'aquaponie. Cette nouvelle technique a été adoptée comme politique agricole dans certains pays, et nous souhaitons qu'elle trouve sa place en Algérie, afin d'améliorer la productivité agricole et l'état écologique de notre environnement.

Références
bibliographiques

Références

1. [Librairie de l'Université de Liège](<http://lib.ulg.ac.be>)
2. Auteur : Benoît Stalport, Faculté : Gembloux Agro-Bio Tech (GxABT), Année académique : 2016-2017, URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/3009>
3. [Wikipedia](<https://www.wikipedia.org/>)
4. FAO, 2014; Scott, 2002
5. Fédération France d'aquaponie, URL : <http://www.aquaponiefrance.com>, Publié le 21 septembre 2015 par AquaponieFrance
6. Aquaponie Pratique, 21 décembre 2013, URL : [<http://aquaponiepratique.com>](<http://aquaponie-pratique.com>)
7. Backyard Aquaponics Magazine, 2006 et 2007, Email : magazine@backyardaquaponics.com
8. Nelson and Pade, Inc.
9. aquaponique.fr
10. Pierre HARLAUT, URL : [www.aquaponie.biz](<http://www.aquaponie.biz>)
11. FAO, 2014 ; Zhen, et al., 2015
12. Treftz & Omaye, 2015
13. Graber & Junge, 2009
14. [TECA - FAO](<http://teca.fao.org>)
15. Eric, 2 décembre 2013, Aquaponie Pratique
16. Love et al., 2014
17. Mc Intyre, 2014
18. Woensel et Archer, 2014
19. [Projet APIVA](<https://projetapiva.wordpress.com>) - Aquaponie, Innovation Végétale et Aquaculture
20. [www.i-manuel.fr/AC_AC5-1/AC_AC5-1part1dos1AC2fr4.htm](http://www.i-manuel.fr/AC_AC5-1/AC_AC5-1part1dos1AC2fr4.htm)
21. MERISE : une méthode systémique de conception de SI - Présentation générale - Bernard ESPINASSE, Professeur à l'Université d'Aix-Marseille
23. [Python (langage) - Sensagent](http://dictionnaire.sensagent.leparisien.fr/Python_)

Résumé

L'aquaponie est un système agricole en circuit fermé combinant culture de plantes et élevage de poissons, créant une synergie bénéfique et écologique. Adopté dans plusieurs pays mais encore peu développé en Algérie, ce système ne produit aucun déchet et utilise uniquement la nourriture des poissons.

Notre projet vise à promouvoir l'aquaponie en Algérie et à démontrer sa faisabilité avec des moyens modestes. Nous avons conçu un petit système aquaponique pour la culture de salades, prouvant son efficacité par une bonne croissance des plantes. De plus, nous avons développé l'application de gestion «FA-Aquaponique», offrant des fonctionnalités pour la gestion des achats, ventes, clients et fournisseurs, afin de faciliter l'investissement dans l'aquaponie comme projet commercial.

Abstract

Aquaponics is a closed farming system that combines plant cultivation and fish farming. This system is considered very environmentally friendly as it creates a synergy between plants and fish, benefiting both. It produces no waste and only consumes fish food. Due to its many advantages, aquaponics has been adopted as an agricultural policy in several countries, although its application is still limited in Algeria. Therefore, the goal of our project is to promote the idea of aquaponics in Algeria and to demonstrate its feasibility with minimal resources and tools.

Our task is to design and build a small aquaponic system for growing lettuce. Monitoring our system has shown good plant growth, proving its effective operation. As part of this project, we have also developed a management application, "FA-Aquaponics," to assist those interested in investing in aquaponics as a commercial venture. Our application provides features such as purchase management, sales, customer, and supplier management, among others.

ملخص

الأكوابونيك هو نظام زراعة مغلق يجمع بين زراعة النباتات وتربية الأسماك. يُعتبر هذا النظام صديقًا جيدًا للبيئة حيث يخلق تآزرًا بين النباتات والأسماك، مما يعود بالنفع على كليهما. لا ينتج أي نفايات ويستهلك فقط طعام الأسماك. نظرًا لمزاياه العديدة، تم اعتماد الأكوابونيك كسياسة زراعية في العديد من البلدان، على الرغم من أن تطبيقه لا يزال محدودًا في الجزائر. لذلك، فإن هدف مشروعنا هو الترويج لفكرة الأكوابونيك في الجزائر وإثبات إمكانية تنفيذها بموارد وأدوات قليلة. مهمتنا هي تصميم وبناء نظام أكوابونيك صغير لزراعة الخس. وقد أظهرت مراقبتنا للنظام نموًا جيدًا للنباتات والأسماك، مما يثبت فعالية تشغيله. كجزء من هذا المشروع، قمنا أيضًا بتطوير تطبيق إدارة، يسمح بالاستثمار في الأكوابونيك كمشروع تجاري يوفر تطبيقنا ميزات مثل إدارة المشتريات والمبيعات والعلاء والموردين.



البطاقة التقنية للمشروع

HADDOU MOHAMED FAHD ABDELHAK YAGOUB RIADH	الاسم و اللقب Votre prénom et nom Your first and last Name
FAHD FARM	الاسم التجاري للمشروع Intitulé de votre projet Title of your Project
SARL .La société à responsabilité limitée	الصفة القانونية للمشروع Votre statut juridique Your legal status
0781738551	رقم الهاتف Votre numéro de téléphone Your phone number
abdelhak.haddou.98f@gmail.com	البريد الالكتروني Votre adresse e-mail Your email address
Tiaret	مقر مزاولة النشاط (الولاية- البلدية) Votre ville ou commune d'activité Your city or municipality of activity



طبيعة المشروع

<p>Ce système utilise considérablement moins d'eau que les méthodes traditionnelles de culture en plein champ, avec une réduction estimée d'environ 90 % de la consommation d'eau et Une augmentation de la croissance estimée à 25% et Augmentation de la production estimée à 25.% .</p>	<p>L'aquaponie est un système intégré combinant aquaculture (élevage de poissons) et hydroponie (culture de plantes sans sol), créant un écosystème symbiotique où les déchets des poissons fournissent des nutriments pour les plantes, qui, à leur tour, purifient l'eau pour les poissons. Ce type de projet peut être très avantageux d'un point de vue économique.</p>
--	---

Value Proposition القيمة المقترحة أو العرض المقدم

تحديد المشكل الذي يواجهه الزبون

<ul style="list-style-type: none"> - Une solution à un problème -Revenu financier stable- couvrir une Pénurie sur le marché - La crise d'eaux 	<p>ما هي المشكلة التي تريد حلها؟</p>
<p>Plusieurs initiatives similaires à l'aquaponie à Tiaret ont été lancées dans le monde pour relever des défis similaires. Des projets d'aquaponie urbaine, communautaire, et rurale ont été mis en œuvre pour promouvoir une agriculture durable, renforcer la sécurité alimentaire et créer des sources de revenus supplémentaires. Des initiatives dans les écoles et des modèles commerciaux axés sur le profit ont également été développés. Ces projets démontrent la diversité des approches utilisant l'aquaponie et offrent des exemples de réussite dans le domaine de l'agriculture durable.</p>	<p>ما هي المشاريع الأخرى التي استهدفت نفس المشكلة والتي جرى تنفيذها؟</p>



Le projet d'aquaponie vise à créer un modèle agricole durable et rentable à Tiaret. En utilisant l'aquaponie, il cherche à produire des légumes et des poissons de manière écologique, en réduisant la consommation d'eau et en éliminant l'utilisation de produits chimiques. Les principaux objectifs incluent l'amélioration de la sécurité alimentaire, la viabilité économique, l'innovation et la recherche, la formation de la communauté locale et la création d'emplois. En collaborant avec des partenaires clés, le projet aspire à devenir un pilier de l'agriculture durable dans la région, avec des résultats attendus comprenant une production accrue, une adoption généralisée des techniques aquaponiques et un impact positif sur la communauté et l'environnement.

ماهي أهداف مشروعك و/أو نتائجه المتوقعة؟

القيمة المقترحة وفق المعايير التالية

Marketing innovant	القيمة المبتكرة أو الجديدة
Sécurité Alimentaire	القيمة بالتخصيص
Pénétration	القيمة بالسعر
Emballage	القيمة بالتصميم
Rendement	القيمة بالأداء العالي
Durabilité Environnementale:	القيمة بالخدمة الشاملة
Numérisation	القيمة المبتكرة أو الجديدة
Production alimentaire diversifier	قيم أخرى



Customer Segments شرائح العملاء أو الزبائن

Géographique الجغرافية	Démographique (B 2 C)	Comportemental السلوكيات
Afrique القارة	Age 5-80	Usage استخدام
Algeria الدولة	Sexe M.F	Loyauté الوفاء
Est الجهة	50000da متوسط الدخل	Intérêt اهتمام
Tiaret الولاية	tout الحالة الاجتماعية	Passion الهواية و شغف
Tiaret الدائرة او البلدية	RAS المستوى الدراسي	Sensibilité RAC
Tiaret الحي	RAS المهنة	Habitude de consommation Normal
Méditerranéenne المناخ	RAS الثقافة	Mode de paiement Cache
	RAS الدين	Connaissance المعرفة
	RAS اللغة	Nature de la demande Command direct ou indirect
		Fréquence d'achat Illimité



Channels قنوات التوزيع

POINT DE VENTES	المبيعات المباشرة
MARCHEZ DES légumes ET DES FRUITS	تجار الجملة
DITRIBUTEURE DES LEGUME+LES ABORATOIRES	الموزعون
POINT DE VENTE FLEURISTE	توزيع التجزئة

Customer Relationship العلاقة مع العملاء

LA CONFIANCE	كيف تدير علاقاتك مع العملاء؟
EMAIL.LES OFRE .FA-AQUOIPONIE	ماهية أهم البرامج التي ستعتمد عليها في إدارة العلاقة مع الزبون

Key Partners الشركاء الأساسيون

طبيعة الشراكة	معلومات حول الشركاء	الشركاء
Administratif	Ministère de l'Agriculture : Pour obtenir des conseils techniques et un soutien réglementaire.	Gouvernement local et institutions publiques :
Instituts de recherche agricole : Pour accéder à des connaissances spécialisées et des conseils techniques	Université de Tiaret : Pour mener des recherches sur l'aquaponie et former du personnel qualifié.	Institutions de recherche et universités :



la commercialisation et la distribution des produits .aquaponiques	Fournisseurs d'équipement aquaponique : Pour l'approvisionnement en systèmes de culture, en réservoirs, etc.	Entreprises privées :
--	--	-----------------------

structure Costs هيكل التكاليف

150000DA	تكاليف التعريف بالمنتج أو المؤسسة Frais d'établissement
200000DA	تكاليف الحصول على العدادات (الماء - الكهرباء) Frais d'ouverture de compteurs (eaux-gaz-....)
200000DA	تكاليف (التكوين - برامج الاعلام الالي المختصة) Logiciels, formations
100000DA	Dépôt marque, brevet, modèle تكاليف براءة الاختراع و الحماية الصناعية و التجارية
200000DA	Droits d'entrée تكاليف الحصول على تكنولوجيا او ترخيص استعمالها
1800000DA	Droit au bail الحق في الإيجار
100000DA	Caution ou dépôt de garantie وديعة أو وديعة تأمين
50000DA	Frais de notaire ou d'avocat تكاليف الموثق - المحامي -
200000DA	Enseigne et éléments de communication تكاليف التعريف بالعلامة و تكاليف قنوات الاتصال



200000DA	Travaux et aménagements الأعمال والتحسينات الأماكن
600000DA	Matériel الآلات - المركبات - الاجهزة
200000DA	Matériel de bureau تجهيزات المكتب
150000DA	Stock de matières et produits تكاليف التخزين
500000DA	Trésorerie de départ التدفق النقدي (الصندوق) الذي تحتاجه في بداية المشروع.

المجموع = 4000000DA

نفقاتك أو التكاليف الثابتة الخاصة بمشروعك

48000DA	Téléphone, internet الهاتف و الانترنت
50000DA	Autres abonnements اشتراكات أخرى
144000DA	Carburant, transports الوقود و تكاليف النقل
100000DA	Frais de déplacement et hébergement تكاليف التنقل و المبيت
300000DA	Eau, électricité, gaz فواتير الماء - الكهرباء - الغاز
100000DA	Mutuelle التعاضدية الاجتماعية
100000DA	Fournitures diverses لوازم متنوعة



100000DA	Entretien matériel et vêtements صيانة المعدات والملابس
240000DA	Nettoyage des locaux تنظيف المباني
300000DA	Budget publicité et communication ميزانية الإعلان والاتصالات

المجموع = 940000DA

Revenue Stream مصادر الإيرادات

	Apport personnel ou familial المساهمة الشخصية أو العائلية
	Apports en nature (en valeur) التبرعات العينية
5000000DA	Prêt n°1 (nom de la banque) قرض رقم 1 اسم البنك
	Prêt n°2 (nom de la banque) قرض رقم 2 اسم البنك
	Prêt n°3 (nom de la banque) قرض رقم 3 اسم البنك
	Subvention n°1 (libellé) منحة 1
	Subvention n°2 (libellé) منحة 2
	Autre financement (libellé) تمويل آخر

المجموع = 5000000DA

رقم الأعمال

بيع المنتج في السنة الأولى Votre chiffre d'affaires de la première année



prix	quantité	Qualité »	متوسط أيام العمل في الشهر	بيع المنتج في السنة الأولى
200 da	833kg	H. qualité	20	1 Mois الشهر
			20	2 Mois الشهر
			20	3 Mois الشهر
			20	4 Mois الشهر
			20	5 Mois الشهر
			20	6 Mois الشهر
			20	7 Mois الشهر
			20	8 Mois الشهر
			20	9 Mois الشهر
			20	10 Mois الشهر
			20	11 Mois الشهر
			20	12 Mois الشهر

المجموع = 2,000,000 DA

بيع المنتج في السنة الثانية **تونس** من رقمك الثاني

متوسط أيام العمل في الشهر	بيع المنتج في السنة الثانية
20	1 Mois الشهر
20	2 Mois الشهر
20	3 Mois الشهر
20	4 Mois الشهر
20	5 Mois الشهر
20	6 Mois الشهر



20	7 Mois الشهر
20	8 Mois الشهر
20	9 Mois الشهر
20	10 Mois الشهر
20	11 Mois الشهر
20	12 Mois الشهر

المجموع = 2000000DA

النسبة المئوية للزيادة في حجم الأعمال بين كل شهر لسنة الثانية؟

بيع المنتج في السنة الثالثة Votre chiffre d'affaires de la troisième année

متوسط أيام العمل في الشهر	بيع المنتج في السنة الثالثة
20	1 Mois الشهر
20	2 Mois الشهر
20	3 Mois الشهر
20	4 Mois الشهر
20	5 Mois الشهر
20	6 Mois الشهر
20	7 Mois الشهر
20	8 Mois الشهر
20	9 Mois الشهر
20	10 Mois الشهر
20	11 Mois الشهر



20	12 Mois الشهر
----	---------------

المجموع = 2000000DA

النسبة المئوية للزيادة في حجم الأعمال بين كل شهر لسنة الثالثة 20 %
تطور حجم رقم الأعمال في السنة

- النسبة المئوية للزيادة في حجم الأعمال بين السنة 1 والسنة 20 %
- النسبة المئوية للزيادة في حجم الأعمال بين السنة 2 والسنة 25 %
- حاجتك لرأس المال العامل

Durée moyenne des dettes fournisseurs = $\frac{\sum(\text{Montant de la dette})}{\sum(\text{Nombre de jours de crédit} \times \text{Montant de la dette})}$

46.875 jours	متوسط مدة الاعتمادات الممنوحة للعملاء بالأيام Durée moyenne des crédits accordés aux clients en jours
44.75 jours.	متوسط مدة ديون الموردين بالأيام Durée moyenne des dettes fournisseurs en jours

رواتب الموظفين ومسؤولين الشركة

1,200,000 DA/an

Business Model Canvas

Designed for:

Designed by:

Date:

Version:

Key Partners

Who are our Key Partners? Who are our key suppliers? Which Key Resources are we acquiring from partners? Which Key Activities do partners perform?

MOTIVATIONS FOR PARTNERS: Optimization and economy, Reduction of risk and uncertainty, Acquisition of particular resources and activities

Key Activities

What Key Activities do our Value Propositions require? Our Distribution Channels? Customer Relationships? Revenue streams?

CATEGORIES: Production, Problem Solving, Platform/Network

Key Resources

What Key Resources do our Value Propositions require? Our Distribution Channels? Customer Relationships? Revenue Streams?

TYPES OF RESOURCES: Physical, Intellectual (brand patents, copyrights, data), Human, Financial

Value Propositions

What value do we deliver to the customer? Which one of our customer's problems are we helping to solve? What bundle of products and services are we offering each Customer Segment? Which customer needs are we satisfying?

CHARACTERISTICS: Newness, Performance, Customization, "Get the Job Done", Design, Brand/Status, Cost Reduction, Risk Reduction, Accessibility, Convenience/Usability

Customer Relationships

What type of relationship does each Customer Segment expect us to establish and maintain with them? Which ones are we established? How are they interacting with the rest of our business model? How costly are they?

Channels

Through which Channels do our Customer Segments want to be reached? How are we reaching them now? How are our Channels integrated? Which ones are best? Which ones are most cost-effective? How are we integrating them with our routines?

Customer Segments

For whom are we creating value? Who are our most important customers? Is our customer base a Mass Market, Niche Market, Segmented, Diversified, Multisided Platform?

Cost Structure

What are the most important costs inherent in our business model? Which Key Resources are most expensive? Which Key Activities are most expensive?

BUSINESS MODELS: Cost Driven (leanest cost structure, low price value proposition, mass automation, extensive outsourcing), Value Driven (focused on value creation, premium proposition).

CHARACTERISTICS: Fixed Costs (salaries, rents, utilities), Variable costs, Economies of scale, Economies of scope

Revenue Streams

For what value are our customers really willing to pay? For what do they currently pay? How are they currently paying? How would they prefer to pay? How much does each Revenue Stream contribute to overall revenues?

TYPES: Transactional sale, Usage fee, Subscription Fees, Lending/Renting/Leasing, Licensing, Brokerage fees, Advertising

SAMPLES: FIXED PRICING: List Price, Product feature dependent, Customer segment dependent

DYNAMIC PRICING: Negotiation (bargaining), Yield Management, Real-time-Market

Business Model Canvas

Designed for:

University Tiaret

Designed by:

- HADDOU MOHAMED
- FAHD ABDELHAK
YAAGOUBI RIADH

Date:

14/06/2024

Version:

Ordinal

Key Partners

- Fournisseurs d'équipement : Aquaponics Solutions.
- : Instituts de recherche : Université de Tiaret - Faculté d'Agronomie.
- Banques et institutions financières : Banque Nationale d'Algérie (BNA).
- ONG locales : Agriculteurs Sans Frontières.
- Distributeurs : Supermarché Cevital.

Key Activities

- Production : Culture de piments et élevage de poissons.
- Maintenance : Entretien des systèmes aquaponiques.
- Marketing et distribution : Promotion des produits et gestion des ventes.
- Recherche et développement : Amélioration des techniques et des rendements.

Key Resources

- Infrastructure : Serres, réservoirs, systèmes de filtration.
- Personnel qualifié : Techniciens, agriculteurs, gestionnaires.
- Connaissance technique : Expertise en aquaponie, recherche et développement.
- Réseau de partenaires : - Fournisseurs, distributeurs, institutions financières.

Value Propositions

- Subventions et aides : Programmes de soutien gouvernementaux ou ONG.
- Système durable : Utilisation efficace de l'eau, réduction des déchets.
- Innovation : Méthode agricole intégrée et moderne.
- Santé et qualité : Produits nutritifs et sains.

Customer Relationships

- Service personnalisé : Conseils et informations sur les produits.
- Engagement communautaire : Ateliers et formations sur l'aquaponie.
- Support après-vente : Assistance technique pour les clients professionnels.

Channels

- Vente directe : Marchés locaux, ventes à la ferme.
- Partenariats avec des supermarchés : Distribution à grande échelle.
- Plateformes en ligne : Vente via des sites web ou applications dédiées.
- Livraison à domicile : Pour les consommateurs locaux.

Customer Segments

- Agriculteurs et producteurs locaux : Intéressés par les techniques durables et innovantes.
- Distributeurs et supermarchés : Pour la distribution des produits frais (poissons et légumes).
- Restaurants et hôtels : Cherchent des produits bio et frais.
- Consommateurs finaux : Sensibilisés à l'agriculture durable et aux produits bio.

Cost Structure

- Coûts d'infrastructure : Installation des serres, réservoirs, systèmes de filtration.
- Salaires : Rémunération des employés.
- Matériaux et consommables : Nourriture pour poissons, semences, nutriments.
- Énergie et eau : Électricité pour les systèmes, coûts d'eau.
- Marketing et distribution : Publicité, transport des produits.

Revenue Streams

- Vente de piments et de poissons : Revenus principaux.
- Ateliers et formations : Frais de participation.
- Consultations et services : Conseil en installation d'aquaponie.
- Subventions et aides : Programmes de soutien gouvernementaux ou ONG.