



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abou bekr Belkaid – Tlemcen
Faculté de Technologie
Département de Génie Electrique et Electronique

Mémoire de fin d'étude

**Pour l'obtention du diplôme de Master en Génie industriel spécialité
Ingénierie de la production**

Intitulé :

**Réalisation d'une micro-ferme aquaponique et
développement d'une application de gestion
commerciale pour les projets d'aquaponie**

Présenté par :

Mr. BOUHENNI Kaddour Issam

Mr. CHABANI Rabah

Jury :

Président : Mr. BENSMAINE Abderrahmane

Encadrante : Mme. BOUCHAOUR Djabeur Sabiha

Co Encadrante : Mme. MENADJELIA Nardjes

Examineur: Mr. SARI Mohamed

Examineur: Mr. BENNEKROUF Mohamed

Année Universitaire : 2017/2018

TABLE DES MATIERES

Table des matières	
Remerciements	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale	
 PARTIE 01 : Généralité sur les systèmes d'aquaponie	
Chapitre 01 : présentation de système aquaponique	3
 1. Introduction	4
2. Définition le système aquaponique	4
3. Historique de l'aquaponie	5
4. Les avantages de l'aquaponie.....	5
5. Les types d'un système aquaponie.....	7
5.1. Technique de film nutritif (NFT)	7
5.1.1. Les principaux avantages de technique NFT.....	8
5.1.2. Les principaux inconvénients de technique NFT	8
5.2. Radeau (DWC)	8
5.2.1. Les principaux avantages de Radeau (DWC)	9
5.2.2. Les principaux inconvénients de Radeau (DWC)	9
5.3. Lits remplis de médias	10
5.3.1. Les principaux avantages de Lits remplis de médias	10
5.3.2. Les principaux inconvénients de Lits remplis de médias	10
6. Conclusion.....	11

Chapitre 02 : Fabrication des systèmes aquaponie	12
1. Introduction	13
2. Les éléments qui composent le système aquaponie	13
2.1. L'azote	13
2.1.1. L'importance de l'azote en system aquaponie	13
2.1.2. Le cycle de l'azote	14
2.1.3. L'importance des bactéries dans le cycle de l'azote	14
2.1.4. Nitrates	15
2.1.5. Nitrites	15
2.2. Plantes	15
2.2.1. La gestion des cultures.....	16
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	20
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	21
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	22
2.6.1.3. L'eau du puits	22
2.7. La Lumière.....	23
3. Étapes de fabrication	23
4. Conclusion.....	23
Chapitre 03 : Les applications de l'aquaponie dans le monde.....	24
1. Introduction	25
2. Les applications d'un système aquaponique	25
2.1. L'aquaponie personnelle	25
2.2. L'aquaponie industrielle	25
2.3. L'aquaponie commerciale	26
3. L'aquaponie en ville.....	27
4. Les travaux déjà effectués dans ce contexte.....	27
5. L'aquaponie par continent	29
5.1. L'aquaponie en Australie	29
5.2. L'aquaponie en Europe	30
5.3. L'aquaponie en l'Amérique.....	30
5.4. L'aquaponie en l'Asie	30
5.5. L'aquaponie en Afrique.....	30
6. Conclusion.....	31

PARTIE 02 : Conception et réalisation notre système d'aquaponie

Chapitre 01 : La modélisation de notre système aquaponique	33
1. Introduction	34
2. La conception assistée par ordinateur CAO	34
3. Les avantages de la CAO	34
4. Quel est logiciel doit choisir pour le design	35
5. Préparation d'un design 3D pour le siphon	36
6. Préparation d'un modèle 3D pour le système aquaponique	36
7. Conclusion.....	37
Chapitre 02 : La fabrication de système aquaponique	38
1. Introduction	39
2. Le choix du réservoir à poissons	39
3. Le choix de la surface du bac de culture	40
4. Le choix de la pompe d'eau	41
5. Les outils utilisés dans la fabrication de notre système aquaponique	42
6. La fabrication du siphon	44
7. Installation du système aquaponique	44
8. Conclusion.....	45
Chapitre 03 : L'installation de l'écosystème aquaponique	46
1. Introduction	47
2. Quel type de substrat choisir	47
3. Le choix de l'eau.....	48

4. Cycliser notre système sans poisson et sans plante	48
5. Choix du type des poissons	48
6. Combien de poisson.....	49
7. La nourriture des poissons	50
8. Choix des plantes cultivées et espacement	51
9. La lumière	52
10. Démarrage le système d'aquaponie	52
11. Faire un test de l'eau	53
12. Garder les poissons en bon santé	54
13. Conclusion.....	54

Chapitre 04 : Suivi de notre système aquaponique

1. Analyse du système aquaponique	56
2. Suivre de la culture des plantes	56
2.1. Les plantes après une semaine	56
2.2. Les plantes après deux semaines.....	57
2.3. Les plantes après trois semaines	58
3. Suivre la croissance des poissons	58
3.1. Les poissons après une semaine	58
3.2. Les poissons après deux semaines.....	58
3.3. Les poissons après trois semaines	59
4. La récolte	59
5. L'interprétation de résultat	59
6. Conclusion.....	60

PARTIE 03 : Conception et réalisation notre application GI-AQUAPONIE

Chapitre 01 : Conception de GI-Aquaponique	62
1. Introduction	63
2. La gestion du stock	63
2.1. La gestion	63
2.2. Le stock.....	63
3. Cahier des charges	63
3.1. Les besoins fonctionnels.....	64
3.2. Les besoins non fonctionnels	64
4. Choix de méthode de conception (MERISE)	64
4.1. Présentation de la méthode MERISE	64
4.2. Caractéristique de MERISE	65
5. La conception.....	65
5.1. Modélisation d'une base de données au niveau conceptuel.....	65
5.1.1. Description du contexte de l'application	65
5.1.2. Identification des acteurs (Dictionnaire des acteurs).....	65
5.1.3. Identification des messages échangés entre le système et les acteurs	66
5.1.4. Modélisation du diagramme de contexte	66
5.1.5. La liste des flux d'information entre les acteurs	67
5.1.6. Dictionnaire des données	67
5.2. Le Modèle Conceptuel de Données (MCD).....	68
5.2.1. Les entités.....	68
5.2.2. Les associations.....	69
5.2.3. Élaboration du MCD	69

5.3. Modélisation d'une base de données au niveau logique MLD et passage au SQLITE	70
5.3.1. Élaboration du MLD et passage au SQLITE 3	70
6. Conclusion	71

Chapitre 02 : Réalisation de GI-Aquaponique 72

1. Introduction	73
2. Présentation de l'environnement de programmation	73
2.1. PyCharm	73
2.2. Python	73
2.3. SQLite	74
3. Menu de l'application	75
4. Mise en œuvre du logiciel	75
4.1. Produits	76
4.2. Client/Fournisseur	77
4.3. Achat	78
4.4. Vente	79
4.5. Statistique	80
5. Conclusion	82

Conclusion générale

Références bibliographiques

Annexe

Résumé

Abstract

ملخص

Remerciements

Tout d'abord, nous tenons à remercier Allah, le clément et le miséricordieux de nous avoir donné la santé et le courage de mener à bien ce modeste travail.

Ainsi que tous nos parents qui nous a amené à une bonne éducation et a contribué au succès de nos vies professionnelles.

Nous voudrions aussi remercier tous les professeurs qui ont contribué à notre mémoire.

Mme : Nardjes MENADJELIA

Mme : Djabeur Sabiha BOUCHAOUR

Aussi à tous les travailleurs de résidence universitaire Mansourah 04 surtout pour M. Abdel-Jabbar.

A tous les membres du jury trouvent ici l'expression de notre profonds respects pour avoir pris la peine d'examiné notre mémoire.

Notre respectueux remerciement à tous nos enseignants que nous avons eu tout le long de notre cursus.

Finalement, nos remerciements également à tous ceux et celles qui de près ou de loin nous ont apporté aide et encouragement.

Liste des figures

Figure 1.1 : Un système aquaponique	4
Figure 1.2 : Une image qui s'implique la méthode NFT.....	8
Figure 1.3 : Une image qui s'implique la méthode de radeaux.....	9
Figure 1.4 : Une image qui s'implique la méthode de lits remplis de médias.....	10
Figure 1.5 : Cycle de l'azote dans le système d'aquaponie.....	14
Figure 1.6 : Équations de transformation de l'ammoniac en nitrite puis en nitrate.....	15
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.....	19
Figure 1.10 : Fonctionnement le siphon-cloche en aquaponie.....	20
Figure 1.11 : L'aquaponie personnelle.....	25
Figure 1.12 : L'aquaponie commerciale.....	26
Figure 1.13 : L'aquaponie industrielle	26
Figure 1.14 : l'agriculture urbaine.....	27
Figure 1.15 : L'entreprise de l'entrepreneur saoudien Jabber Al Mazrouti.....	28
Figure 1.16 : Répartition géographique des aquaponiculateurs.....	29
Figure 2.1 : Un modèle 3D virtuel qui représente un objet physique.....	34
Figure 2.2 : Un design 3D pour le siphon.....	36
Figure 2.3 : Un design 3D pour notre système aquaponique.....	37
Figure 2.4 : Le bassin de notre système.....	40
Figure 2.5 : Le bac de culture de notre système.....	41
Figure 2.6 : La pompe d'eau de notre système.....	42
Figure 2.7 : Les matériaux utilisés pour la fabrication de notre système.....	43
Figure 2.8 : Le siphon de notre système.....	44
Figure 2.9 : L'installation du système aquaponie.....	45
Figure 2.10 : Le gravier utilisé dans notre système aquaponique.....	47
Figure 2.11 : Le type de poisson Gambusia holbrooki.....	49
Figure 2.12 : Les poissons de notre système.....	50
Figure 2.13 : La nourriture des poissons.....	51

Figure 2.14 : Les plantes et espacement.....	52
Figure 2.15 : Démarrage notre système aquaponique.....	53
Figure 2.16 : Testeur de PH.....	54
Figure 3.17 : La salade après une semaine.....	57
Figure 3.18 : La salade après deux semaines.....	57
Figure 3.19 : La salade après trois semaines	58
Figure 3.20 : La salade dans une bonne croissance	60
Figure 3.1 : Diagramme de contexte du système à réaliser.....	67
Figure 3.2 : L'organigramme de l'application.....	75
Figure 3.3 : La fenêtre du menu principale de l'application.....	76
Figure 3.4: La fenêtre du menu Produits.....	77
Figure 3.5 : La fenêtre du menu client/fournisseur.....	78
Figure 3.6 : La fenêtre du menu Achat.....	79
Figure 3.7 : La fenêtre du calendrier.....	79
Figure 3.8 : La fenêtre du menu Vente.....	80
Figure 3.9 : La fenêtre du menu Statistique.....	81
Figure 3.10 : La fenêtre du menu Statistique (Stock).....	81
Figure 3.11: La fenêtre du menu Statistique (Avancement).....	82

Liste des tableaux

Tableau 1.1 : Les valeurs idéales de l'eau pour la culture aquaponique.....	22
Tableau 2.1 les outils utilisé dans la fabrication du système aquaponique.....	43
Tableau 3.1 : Les acteurs du système à réaliser.....	66

Introduction générale

En plus de l'industrie, l'agriculture est l'un des domaines les plus importants pour l'avancement d'un pays, et pour cela la plupart des grands pays ont travaillé sur le développement de ce côté.

L'agriculture conventionnelle ne répond plus aux attentes des citoyens. D'un côté, le cadre législatif de protection de l'environnement se durcit.

Récemment, le développement de la technologie a rendu possible des avancées majeures dans le domaine de l'agriculture, ces avancées technologiques ont entraîné l'apparition de nombreuses techniques pour l'augmentation des produits agricoles innovantes telle que l'hydroponie(Aquaponie). Aquaponie une nouvelle technique agricole intensive qui permet une production annuelle jusqu'à 100 fois plus importante [1]. Ces rendements sont rendus possibles grâce à la verticalisation des cultures mais aussi grâce à une production non-interrompue et un environnement entièrement contrôlé offrant des conditions de croissance optimales, tout en diminuant drastiquement le risque de pertes. Cette idée a connu une énorme propagation dans le monde, et a été adoptée par des individus et même par des pays à travers l'industrie.

Cette petite idée (avec des grands bénéfices) introduit une nouvelle culture dans l'agriculture, c'est la culture de concevoir des systèmes fermés mettant les poissons et les plantes l'un en service de l'autre.

Nous savons tous que notre pays l'Algérie souffre de différents problèmes dans le domaine de l'agriculture parmi lesquels on peut citer :

- ❖ manque de terre fertile.
- ❖ les faibles bénéfices comparés aux sommes importantes d'argent dépensés dans le domaine, ainsi qu'une mauvaise qualité des produits.
- ❖ absence de diversité dans les produits.

À notre tour, cette idée nous a impressionné, et nous a inspiré afin de réaliser un petit projet qui s'inscrit dans ce cadre, et de montrer que cette idée peut être réalisable même en Algérie.

Nous avons même essayé d'offrir une petite application qui calcule les coûts et les bénéfices d'un tel projet pour justifier sa réalisation par rapport à une autre personne qui veut réaliser un tel projet.

Ainsi notre travail se répartit comme suit :

- ✚ Dans la première partie, nous allons donner une présentation générale sur le système aquaponique dans le monde et nous allons diviser notre travail en trois chapitres, le premier chapitre pour la définition et les types d'un système aquaponique, le deuxième chapitre pour la présentation des éléments de ce système et ses étapes de fabrication, le troisième chapitre nous allons identifier les pays qui ont utilisé cette technique.
- ✚ Dans la deuxième partie, nous allons fabriquer notre système et nous divisons notre travail en quatre chapitres, le premier chapitre nous allons donner une

modélisation 3D de notre système aquaponique, le deuxième chapitre pour son processus de fabrication, le troisième chapitre les choix que nous allons faire après la fabrication, le dernier chapitre nous allons suivre le système.

- ✚ Dans la troisième partie, que nous avons scindé en deux chapitres ; l'un pour la conception de notre application GI-Aquaponique et l'autre à la réalisation de cette application.
- ✚ Enfin une conclusion qui résume l'ensemble des travaux.

Partie 01 : Généralité sur les systèmes aquaponiques

Chapitre 01 : Présentation du système aquaponique

1. Introduction

La technique de l'aquaponie peut nous sembler nouvelle technique car elle n'est pas répandue dans tous le monde et dans notre pays.

Notre bonne compréhension de cette nouvelle technique d'aquaponie nous permet de le fabriquer facilement et sans erreurs.

Pour cette raison, nous avons essayé de présenter dans ce chapitre tout ce qui concerne le système d'aquaponie.

2. Définition du système aquaponique

L'aquaponie est un système de production révolutionnaire qui associe l'élevage de poissons et la culture de plantes dans un système fermé. Ce système est considéré comme étant un procédé qui est à 100% écologique. Ce système vertueux utilise les effluents des poissons comme engrais pour nourrir les plantes qui agissent à leur tour comme filtre biologique. Ces nutriments nécessaires à la croissance des plantes proviennent de la transformation en éléments assimilables par des populations bactériennes des déchets produits par les macros organismes aquatiques [2].

Le mot « aquaponie », traduction de l'anglais « aquaponics », est un mot-valise formé par la fusion des mots aquaculture (élevage de poissons ou autres organismes aquatiques) et hydroponie (culture des plantes par de l'eau enrichie en matières minérales) (Figure 1.1).

Aquaculture + Hydroponie = Aquaponie [3].

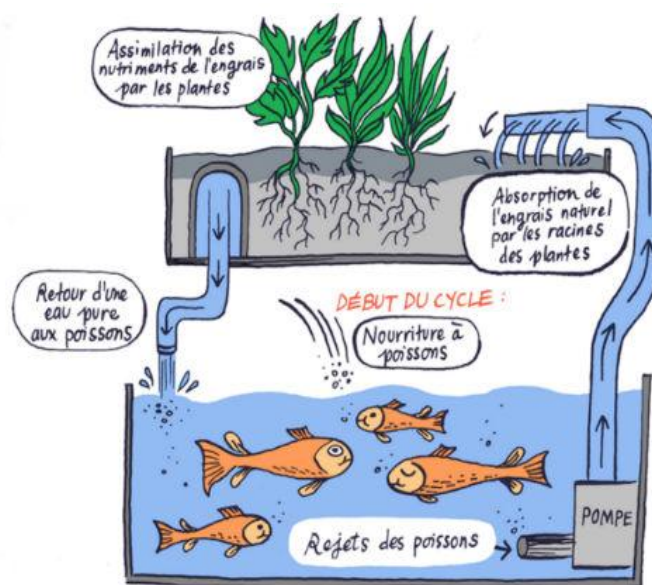


Figure 1.1 : Un système aquaponique

3. Historique de l'aquaponie

L'aquaponie, bien que largement développée par l'homme aujourd'hui, exploite un phénomène naturel, omniprésent sur notre planète. Que ce soit en eau douce ou en milieu marin, les excréments produits aquatiques sont ensuite minéralisés par les populations bactériennes. Les végétaux absorbent ensuite les éléments minéraux et l'eau s'en trouve purifiée [4].

Les premières traces d'aquaponie domestique remontent toutefois à 1500 ans, en Asie et en Amérique du Sud, sous des formes beaucoup plus simples que celles utilisées aujourd'hui. A cette époque, les asiatiques élevaient leurs canards dans des cages au-dessus de leurs élevages de poissons, afin que les déchets des uns nourrissent les autres. L'eau enrichie des bassins servait ensuite à irriguer les cultures de riz. Au Pérou, les incas créaient des étangs à poissons avec des îles cultivables. Dans les régions de hauts plateaux, le climat est froid avec des étés pluvieux et des hivers secs et gelés. Les îlots de culture, gorgés d'eau enrichie d'excréments d'oiseaux attirés par ce milieu artificiel, offraient des rendements impossibles à atteindre autrement dans cette région [4].

Ce n'est qu'autour de la fin des années 1970 que l'aquaponie regagna l'intérêt du public et de la communauté scientifique, encouragée par la recherche de solutions aux problématiques environnementales et grâce à l'amélioration des techniques d'hydroponie et d'aquaculture [4].

4. Les avantages de l'aquaponie

Nous sommes sur le point de nous lancer l'aquaponie et obligé de nous connaissons les avantages de cette idée aquaponique. Voici plein de bonnes raisons pour se cultiver avec l'aquaponie :

1. Pour que le système d'aquaponie reste fonctionnel, les seuls intrants nécessaires sont la nourriture des poissons et un peu d'eau de temps en temps. On n'a pas besoin d'ajouter de l'engrais organiques, pas de traitement et rien d'autre, donc la culture en aquaponie est organique. En d'autre terme, L'aquaponie est à 100 % un processus naturel [5].
2. L'une des forces les plus importantes du système aquaponique est qu'il fournit une diversité de plantes cultivées : Il est possible de cultiver de grandes variétés de végétales, ce système n'est pas limité à des plantes spécifiques. Il est connu que les plantes ont besoin d'oxygène, d'eau et de nourriture pour une croissance normale et c'est ce que fournit notre système aquaponie. Ce système d'aquaponie ne se limite pas à la variété des produits, mais nous donne aussi un grand rendement de cultures mixtes : nous donne par exemple la salade et la tomate dans même espace cultivée.
3. La méthode d'aquaponie permet d'assainir et de conserver l'eau, et les seules pertes d'eau que l'on peut observer sont dues à l'eau absorbée par les plantes et à l'évaporation. Ce système de production a l'avantage de valoriser les effluents chargés en composés dissous venant de la production aquacole, en les rendant utilisables en tant que nutriments pour la production de plantes hydroponiques. Il n'y a pas de

déchets car nous pourrions récupérer les boues de filtration pour ajouter de la fertilité à nos plantes en terre. Sachons également qu'en aquaponie, nourrir les poissons est gratuit car nous pouvons les nourrir avec des vers issus de notre compost. Même nos déchets végétaux peuvent servir pour alimenter nos poissons. Nous pouvons aussi recycler nos restes de viande et de poisson. En aquaponie, il y a une économie d'eau et pas de déchets alors rien ne se perd! [5].

4. Les légumes, les fruits et les poissons produits dans le système d'aquaponie sont très savoureux, en termes simples le système d'aquaponie nous fournit des produits délicieux et sains, et donc répondant à certains besoins de légumes et de poissons.
5. Notre système aquaponique est un système fermé alors les traitements faits aux plantes seraient directement transmis aux poissons par l'eau, et pour cela nous ne pouvons pas utiliser de produits chimique sous peine de voir nos poissons mourir immédiatement. L'aquaponie est donc une méthode de culture raisonnable qui ne permet seulement l'utilisation de produits organiques et il y a une absence totale de pesticides. [5].
6. L'installation de système aquaponique est un peu facile, contrairement à l'agriculture dans le sol qui a besoin de préparer du terrain et d'autres difficultés que nous rencontrons et aussi un système aquaponie est facile de démonter.
7. Élever des poissons d'ornement est une activité de détente et de plaisir. Nous puissions élever cette espèce de poisson dans notre système d'aquaponie. Mais nous pouvons également élever des poissons comestibles et profiter du poisson frais savoureux dans notre système. Tous les poissons d'eau douce sont compatibles avec l'aquaponie [5].
8. Nous n'aurons plus mal au dos, et nous ne serons plus couverts de terre et de boues après notre passage dans les cultures [6]. Et donc le système d'aquaponie nous fournit toutes les conditions de confort.
9. L'aquaponie fournit une formidable occasion de jardiner et peut aussi facilement être installée dans les villes et à l'intérieur des maisons surtout pour les personnes ayant peu de place. Le système aquaponique fonctionne en alimentant des cultures à partir d'un milieu aqueux, ce qui nous donne l'avantage d'éviter le forage et la présence de mauvaises herbes et vous fait gagner énormément de temps tout en augmentant la productivité de votre système [5].
10. L'aquaponie est une solution idéale pour les zones difficiles, les patios, les sols pauvres ou même les jardins sur le toit. En prenant en compte une lumière appropriée et une source d'énergie, un système aquaponique peut être installé pratiquement partout c'est donc une solution idéale pour promouvoir l'agriculture dans le désert d'Algérie. C'est un excellent moyen d'accroître la productivité de systèmes existants. Deux cultures sont produites au sein d'une infrastructure unique [5].
11. Une fois que nous savons comment le système d'aquaponie fonctionne, le processus de maintenance devient très facile et prend seulement quelques minutes pour redémarrer le système fonctionne.
12. Les systèmes aquaponiques peuvent être conçus et adaptés à nos besoins spécifiques. L'aquaponie fournit une excellente démonstration pratique de la vie au travers des techniques de culture modernes. C'est une vraie prise de conscience qui peut être apportée dès le plus jeune âge [5].

5. Les types d'un système aquaponie

Il existe de nombreuses configurations différentes de systèmes aquaponiques. Les composants communs à chaque système aquaponique sont l'aquarium et un lit de plantes sans sol. Les variables comprennent les composants de la filtration, les composants de la tuyauterie, le type de lit de la centrale et la quantité et la fréquence de la circulation de l'eau et de l'aération. En règle générale, les systèmes qui utilisent une certaine filtration pour éliminer les déchets de poisson solides auront une production plus élevée de poissons et de plantes que ceux qui n'utilisent pas la filtration.

Il existe trois principales méthodes aquaponiques émergentes dans l'industrie : la technique de film nutritif, le radeau, et le système de lits remplis de médias. Chacune de ces méthodes est basée sur une conception de système hydroponique, avec des adaptations pour le poisson et la filtration [8].

5.1. Technique de film nutritif (NFT)

La technique du film nutritif est une méthode hydroponique couramment utilisée dans laquelle les plantes sont cultivées dans des canaux longs et étroits, mais elle n'est pas aussi courante dans les systèmes aquaponiques [7]. Le principal avantage de la méthode NFT est que les racines des plantes sont exposées continuellement à des approvisionnements satisfaisants en eau potable, en oxygène et en vitamines et minéraux. « L'eau riche en nutriments est pompée dans de petites gouttières fermées, l'eau qui coule dans la gouttière n'est qu'un film très mince. Les plantes s'assoient dans de petites coupelles en plastique permettant à leurs racines d'accéder à l'eau et d'absorber les nutriments. Le NFT ne conviennent vraiment qu'à certains types de plantes, généralement les légumes verts à feuilles, les plantes plus grandes ont des systèmes racinaires trop gros et trop invasifs ou deviennent trop lourds pour les gouttières légères » [7]. Le défaut de cette méthode réside dans la vérité qu'il a un tampon extrêmement faible contre les interruptions dans le mouvement puisque la plomberie utilisée dans un système de NFT hydroponique n'est généralement pas assez grande pour être utilisée en aquaponie car la nature organique du système et l'eau «vivante» provoquera le colmatage des petits tuyaux et des tubes [8]. La technique NFT est particulièrement adaptée à la culture de la mâche, la laitue, du persil, du basilic, des fraises... Car elle permet d'économiser de la place grâce à la culture verticale. Mais attention, elle ne convient pas à la culture de certaines autres plantes comme par exemple les tomates car la rigole ne serait alors pas assez profonde pour permettre une bonne irrigation des racines (Figure 1.2) [9].



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

5.1.1. Les principaux avantages

- ✓ Forte économie en eau (fin film d'eau)
- ✓ Irrigation et oxygénation homogène dans le temps
- ✓ Facile à mettre en place

5.1.2. Les principaux inconvénients

- Circuits hydrauliques fin (risques de colmatage)
- Espèces de plantes cultivables limitées
- Faibles volumes d'eau, donc risques de fluctuations de PH et de température importantes
- Nécessité d'ajouter des filtres (mécanique et biologique)
- Les plantes situées en bout de circuit peuvent avoir des carences en oxygène et en nutriments
- Emploi massif de matières plastiques

5.2. Radeau (DWC)

Dans un système de radeau (également connu sous le nom flotteur, canal profond et écoulement profond) travaille sur l'idée de plantes flottantes au-dessus de l'eau permettant aux racines de pendre dans l'eau. Cela peut être fait de plusieurs façons [7]. Les plantes sont cultivées sur des conseils de polystyrène (radeaux) qui flottent au-dessus de l'eau. Le plus souvent, ceci est dans un réservoir séparé de l'aquarium. L'eau s'écoule en continu de l'aquarium, à travers les composants de filtration, à travers le réservoir de radeau où les plantes sont cultivées et ensuite de retour à l'aquarium [8].

Les bactéries bénéfiques vivent dans le réservoir du radeau et dans tout le système. Le volume d'eau supplémentaire dans le réservoir de radeau fournit un tampon pour le poisson,

réduisant le stress et les problèmes potentiels de qualité de l'eau. C'est l'un des plus grands avantages du système de radeau [8].

Dans un système commercial, les réservoirs de radeau peuvent couvrir de grandes zones, en utilisant au mieux l'espace au sol dans une serre. Les semis de plantes sont transplantés à une extrémité du réservoir du radeau. Les radeaux sont poussés vers l'avant à la surface de l'eau au fil du temps, puis les plantes matures sont récoltées à l'autre extrémité du radeau. Une fois qu'un radeau est récolté, il peut être replanté avec des semis et mis en place à l'extrémité opposée. L'optimisation de l'espace au sol, qui est particulièrement important dans une serre commerciale (Figure 1.3) [8].



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

5.2.1. Les principaux avantages

- ✓ Grands volumes d'eau ; bon pour le maintien des paramètres physico-chimiques et pour l'accumulation de nutriments dans l'eau
- ✓ Stabilité des paramètres physico-chimiques de l'eau
- ✓ Récolte aisée et rendements élevé
- ✓ Irrigation et oxygénation homogène dans le temps
- ✓ Planification de production et logistique facile à mettre en place avec échelonnage des cultures
- ✓ Matériaux de culture « low cost »

5.2.2. Les principaux inconvénients

- Mise au point du système assez long
- Espèces de plantes cultivables limitées
- Nécessité d'ajouter des filtres (mécanique et biologique)
- Consommations potentiellement d'avantage d'eau qu'en technique NFT et médias
- Besoins de tester des matériaux plus écologiques que le styrodur

5.3. Lits remplis de médias

Un système de lit rempli de médias est la forme la plus simple de l'aquaponie. Ce system utilise un réservoir ou un conteneur rempli de gravier, de perlite ou d'un autre support pour le lit de la plante [7]. Ce lit est périodiquement inondé d'eau provenant de l'aquarium. L'eau retourne ensuite à l'aquarium. Tous les déchets, y compris les solides, sont décomposés dans le lit de la plante. Parfois, les vers sont ajoutés au lit de plantes rempli de gravier pour améliorer la décomposition des déchets. Cette méthode utilise le moins de composants et aucune filtration supplémentaire, ce qui la rend simple à utiliser. La production est cependant beaucoup plus faible que les deux méthodes décrites ci-dessus. Le lit rempli de médias est souvent utilisé pour les applications de passe-temps où la maximisation de la production n'est pas un objectif (figure 1.4) [8].



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

5.3.1. Les principaux avantages

- ✓ Agit en filtre mécanique et biologique
- ✓ Les médias servent de support pour les plantes
- ✓ Forte économie en eau
- ✓ Choix de plantes à cultiver plus large
- ✓ Récolte aisée et rendements élevé

5.3.2. Les principaux inconvénients

- Irrigation et oxygénation homogène
- Les plantes situées en bout de circuit peuvent avoir des carences en oxygène et en nutriments
- Accumulation importantes de composés solides
- Risques de formation de zones anaérobies

- Nécessites d'entretenir /changer régulièrement les médias de culture notamment à cause de l'accumulation de calcium et phosphore sur les médias
- Surcoût lié au transport des médias (gros volumes, poids important)

6. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons introduit la notion d'aquaponie et nous avons insisté sur ses avantages et ses bienfaits qu'elle offre à l'agriculture, à l'économie, à l'écologie et à l'être humain en général. Nous avons ainsi profité de ce chapitre pour lister des différentes techniques utilisées pour fabriquer un système aquaponique, et nous avons listé ainsi les avantages et les inconvénients de chacune d'entre elle.

La recherche des techniques existantes nous a guidés vers le choix de la technique qui nous convient dans notre projet. De ce fait, nous avons choisis la technique de lits remplis de médias comme elle semble meilleure pour les débutants.

Dans le chapitre suivant, nous allons parler sur les éléments de système aquaponique, ainsi que les étapes de fabrication ce système.

Chapitre 02 : Fabrication des systèmes aquaponiques

1. Fabrication des systèmes aquaponiques

L'un des points les plus importants pour le succès des projets aquaponiques est de connaître tous les moyens qu'ils comportent et méthodes de fabrication. Les systèmes d'aquaponie ne sont pas aussi complexes que certains le pensent, ils sont relativement faciles, à condition de respecter les règles de fabrication.

Comme nous avons déjà expliqué dans le chapitre précédent, les systèmes d'aquaponie sont de trois types : le NFT, le radeau, et les lits remplis de médias. Dans ce chapitre, nous détaillons le type que nous avons choisi pour la réalisation de notre projet : les lits remplis de médias. Nous présentons par la suite tous les moyens de ce type et toutes les étapes de sa propre fabrication.

2. Les éléments qui composent le système aquaponique

Chaque élément du système aquaponique a une fonction et un objectif, soit pour la pisciculture soit pour la culture des plantes dans des meilleures conditions. Il est essentiel pour nous essayer d'équilibrer notre système aquaponique à travers faire des études approfondies sur chaque élément de ce système, et certainement les éléments les plus importants sont l'azote, les plantes et les poissons. L'élevage de poissons (et donc, l'alimentation donnée aux poissons) doit fournir les nutriments nécessaires au développement des plantes et en contrepartie, les plantes doivent suffisamment filtrer l'eau pour les poissons. De plus, le filtre biologique intermédiaire entre les poissons et les plantes, doit également être suffisamment grand et efficace afin de pouvoir convertir l'ensemble des déchets rejetés par les poissons, et pour cela nous allons donc mentionner l'importance de chacun de ces éléments et les conditions optimales que nous choisirons pour obtenir un meilleur résultat..

2.1.L'azote

L'aquaponie est une méthode de culture complexe qui a évolué comme une solution efficace pour le recyclage des déchets générés dans l'aquaculture. Les déchets azotés produits dans l'aquaculture des poissons ou écrevisses sont utilisés comme engrais pour les plantes cultivées en hydroponie. L'aquaponie repose sur le cycle de l'azote présent dans la nature. Un système aquaponique est naturellement plein d'azote et des bactéries et vers aident à la dégradation des déchets des poissons en nitrates et nitrites qui peuvent être absorbés par les plantes. L'eau d'un système aquaponique est propre, n'est pas recyclée et tourne en circuit fermé [10].

Pour cette raison, l'azote est l'élément le plus important du système d'aquaponie.

2.1.1. L'importance de l'azote en system d'aquaponie

L'azote, est un des éléments constitutifs des protéines. Il est donc vital, pour tous les êtres vivants, aussi bien animaux que végétaux [11]. Les engrais hydroponiques complets sont composés de 20% à 30% d'éléments azotés et sont responsables pour plus de 10% des coûts de production [12]. En aquaculture seule, l'azote représente 50% à 70% des coûts de production et 70% de l'azote se retrouve dans les rejets, sous forme d'ammoniac [11].

L'aquaponie permet de récupérer les éléments nutritifs relâchés par les poissons afin de nourrir la croissance des plantes, tout en réduisant les coûts et les impacts environnementaux [REF 13]. L'azote peut, quant à lui, être utilisé comme indicateur de l'équilibre du système et de l'état des solutions nutritives.

2.1.2. Le cycle de l'azote

Le cycle de l'azote d'un système aquaponique commence par le nourrissage des poissons. Au plus la nourriture est riche en protéines, au plus celle-ci contient de l'azote. Une partie des protéines consommées par les poissons est absorbée pour la croissance des poissons, le reste est rejeté par l'urine, sous forme d'ammonium. Cette forme de l'azote est ensuite consommée et transformée en nitrites par une première génération de bactéries, présente dans l'eau et concentrée dans le bio filtre. L'ammonium et les nitrites sont hautement toxiques à partir de basses concentrations pour les poissons [11]. Ils doivent donc rapidement être dégradés. Une seconde génération de bactéries transforme les nitrites en nitrates (Figure 1.5). Cette dernière configuration chimique est toxique à des concentrations 100 fois plus élevées que les deux précédentes et est la plus accessible pour les plantes.

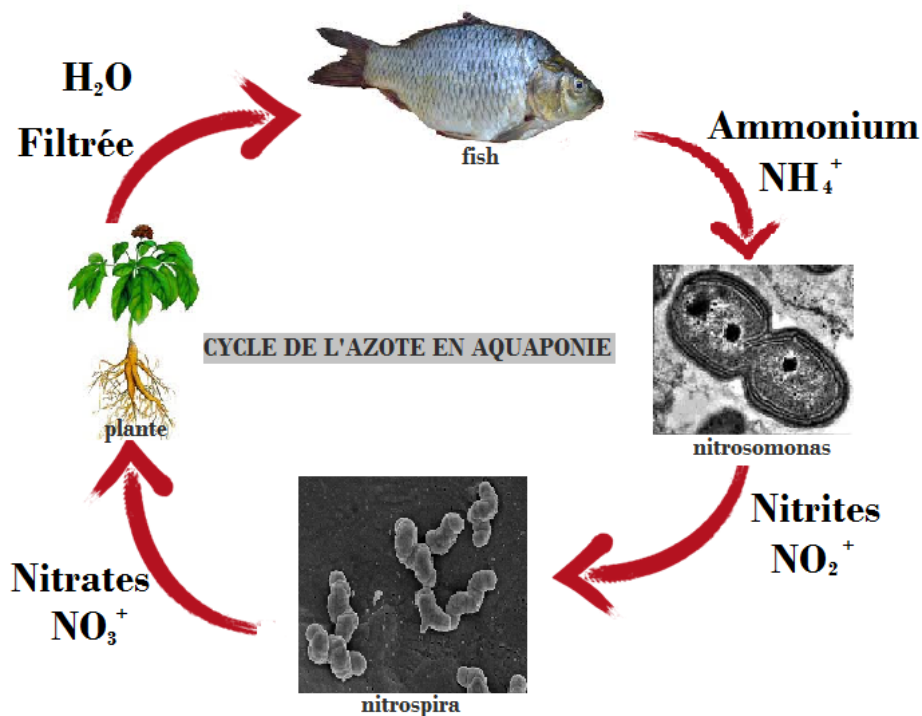
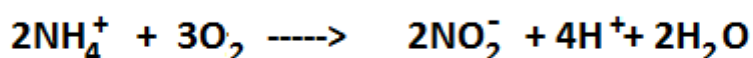


Figure 1.5 : Cycle de l'azote dans le système d'aquaponie

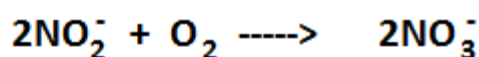
2.1.3. L'importance des bactéries dans le cycle de l'azote

Les bactéries sont essentielles et indispensables au bon fonctionnement d'un système aquaponique, car ce sont elles qui permettent de convertir les déchets issus de l'élevage de poisson en nutriments disponibles pour les plantes. Les bactéries nitrifiantes convertissent les déchets entrant dans le système principalement sous forme d'ammoniac, en nitrite puis en nitrate, qui est alors absorbé par les racines végétales (Figure 1.1). Le processus de conversion se déroule en deux étapes, chacune impliquant un groupe de bactéries spécifiques, tel

qu'indiqué sur la (Figure 1.6). Par conséquent un bon établissement de ces deux types de colonies bactériennes est crucial pour la réussite de la production aquaponique.



Nitrosomonas, Nitrospira, Nitrosococcus, Nitrosolobus



Nitrobacter, Nitrococcus

les groupes de bactéries spécifiques pour le système aquaponique

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

2.1.4. Nitrites

Les nitrites (NO_2) 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 (NO_3) 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 4-5 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 pouvons en manger, 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 découragés. 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

Il y a eu nombreux développements dans les domaines de la pisciculture et de l'agriculture récemment. Certains d'entre eux ont accompli des merveilles pour l'amélioration de l'agriculture et de la pisciculture, et certains n'ont pas respecté les anticipations. Quand quelque chose échoue, les gens habituellement blâment le programme seulement et non les

conditions de son succès. Chaque système a ses propres mérites et démérites. Un système d'aquaponie de poissons n'est pas une exception.

La méthode d'obtention a commencé avec un système d'aquaponie a vraiment besoin de conseils appropriés. Une manière immature de gérer cette méthode ne pourrait pas nous rapporter les résultats recherchés.

Une méthode aquaponie peut être expliquée comme un processus combiné de l'élevage des organismes aquatiques comme le poisson et la végétation en croissance en utilisant des options de minéraux nutritifs. En d'autres termes, c'est un mélange d'aquaculture et de culture hydroponique. Chacun de ces processus se déroule simultanément, et ce système aborde les éléments négatifs de l'aquaculture et de la culture hydroponique de la meilleure façon possible. L'effluent de poisson extrêmement nutritif est un excellent mélange de toutes les vitamines et minéraux pour la progression optimale des plantes. Le nettoyage et la purification de l'eau sont effectués avec l'aide de la végétation et du milieu dans lequel ils se développent. Dès que la procédure de filtration est terminée, l'eau potable sera recyclée dans l'aquarium. Le même processus peut être répété sans avoir à jeter l'eau.

Bien que nous ayons la liberté de cultiver n'importe quel type de poisson dans l'aquaponie, nous devons accorder une attention appropriée aux caractéristiques organiques et financières. Nous devons choisir des espèces de poissons capables de se reproduire en captivité, et des soins sévères devront être apportés pour choisir des espèces de poissons qui ont un long mode de vie. D'autres facteurs importants sont l'adaptabilité aux aliments synthétiques, les spécifications de culture effectivement connues, les exigences de l'industrie, le haut degré de tolérance dans les conditions d'encombrement et de densité élevée, l'adaptabilité à une agriculture multi-spécifique et une puissante énergie.

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).

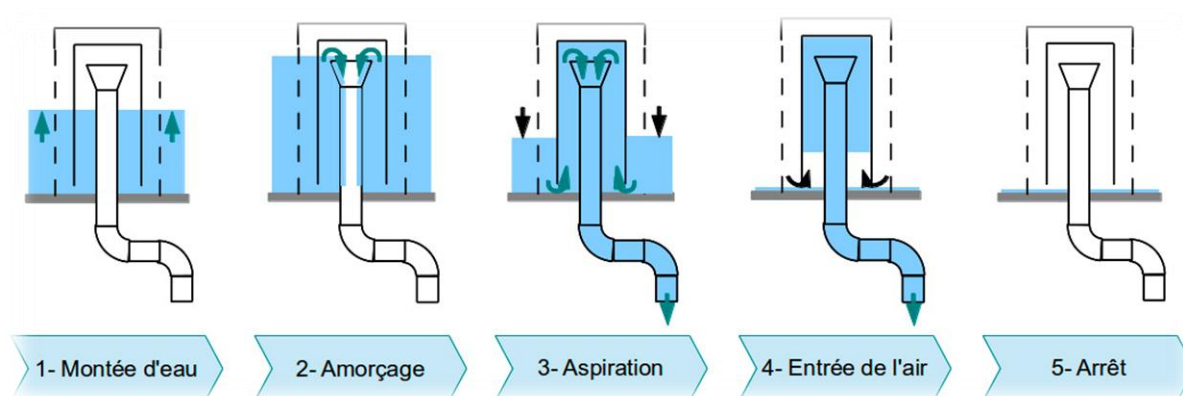


Figure 1.10 : Fonctionnement le siphon-cloche en aquaponie

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.
- Fabriquer 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 système 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 :

Les applications de l'aquaponie dans le monde

1. Introduction

Dans ce travail, nous allons mentionner les applications de l'aquaponie trouvées dans le monde ainsi que les pays célèbres qui ont utilisé cette technique.

À travers ce chapitre, nous saurons que cette technique d'aquaponie a connue une propagation énorme dans le monde.

2. Les applications d'un système aquaponique

Ils existent des formes très différentes dans les systèmes aquaponiques. Voici trois types d'application :

2.1.L'aquaponie personnelle

Ce type d'application de l'aquaponie se développe dans les individus, dans les villes et sur les toits, les parcs et les terres des autorités locales dans les zones bâties, les parcs et les écoles. Plafonds des magasins de détail ... individuels à individuels (Figure 1.11).



Figure 1.11 : L'aquaponie personnelle

2.2.L'aquaponie commerciale

Le système d'aquaponie commerciale est un système vise pour le profit et c'est le plus important des autres applications pour nous. Pour installer ce système, le fabricant devrait mener des études sur ses bénéfices dans le projet ou non. De nombreux systèmes commerciaux s'appuient sur la technique de radeaux (Figure 1.12).



Figure 1.12 : L'aquaponie commerciale

2.3.L'aquaponie industrielle

systèmes très sophistiqués incorporant plusieurs bassins de cultures, des systèmes de filtration (mécanique et biologique), d'aération et d'alarmes, installés en milieu urbain ou péri-urbain sur des friches industrielles, ou sur des sites déjà identifiés pour l'aquaculture et sur lesquels il est possible de coupler des cultures végétales, ou encore sur des sites de production maraîchère sur lesquels il est possible d'installer des circuits aquacoles en recirculation (Figure 1.13) [19].



Figure 1.13 : L'aquaponie industrielle

3. Aquaponie en ville

Les progrès réalisés par le monde ces dernières années dans le domaine de la technologie a éloigné l'agriculture loin des villes inverser ce qu'elle était avant. Maintenant, dans certaines villes, l'agriculture revient en force par le biais de cultures d'un nouveau genre. Ce que nous voyons maintenant, ce sont des fermes verticales et des potagers à la surface, ce qu'on appelle l'agriculture urbaine. A savoir, l'agriculture qui utilise les déchets et les ressources disponibles.

"Les projets de culture urbaine visent à réduire les distances de transport des denrées agricoles qui sont produites et consommées sur place" [10].

De ce fait, les projets aquaponiques ont pu, à leur tour, trouver une place au sein des villes comme illustré dans l'image ci-dessous (Figure 1.14).



Figure 1.14 : l'agriculture urbaine

4. Les travaux déjà effectués dans ce contexte

L'aquaponie s'est d'abord principalement développée en Australie, puis aux Etats-Unis, et actuellement, cette technique est présente un peu partout dans le monde, et les projets bourgeonnent maintenant de partout [15].

D'après une étude basée sur une enquête menée auprès de 809 aquaponiculteurs à travers le monde, 80% des producteurs en aquaponie se trouvent aux USA, ce qui en fait le pays leader dans le domaine, 8% en Australie, 2% au Canada [16]. Dans la figure 1.12, nous observons comment les États-Unis mènent l'utilisation de ce type de culture dans le monde.

En Europe, la situation pourrait évoluer dans un futur proche. La résolution 2013/2100(INI) a été adoptée par le parlement européen le 11 mars 2014 [17], dans le cadre de réflexions sur l'avenir du secteur horticole en Europe et sur les stratégies de croissance. Cette résolution mentionne que « les systèmes d'aquaponie recèlent un potentiel de production locale et durable de denrées alimentaires et peuvent contribuer, en combinant dans un système clos l'élevage de poissons d'eau douce et la culture de légumes, à réduire la

consommation de ressources par rapport aux systèmes conventionnels ». Le parlement européen a également publié un rapport classifiant l'aquaponie dans l'une des « dix technologies capables de changer le monde » [18].

Une carte mondiale « collaborative » existe, où chacun peut ajouter et localiser son système aquaponique

Donc, l'Europe, et comme l'Amérique, a déjà commencé à donner une grande importance à cette technique de culture hydroponique.

La culture d'aquaponie s'est étendue à l'Asie et à l'Afrique. En Arabie Saoudite Jabber Al Mazrouti, entrepreneur saoudien a développé le modèle UVI à grande échelle. Ce système est situé dans une zone désertique (Figure 1.15).



Figure 1.15 : L'entreprise de l'entrepreneur saoudien Jabber Al Mazrouti

Aujourd'hui, l'entreprise à l'ambition de proposer ses services pour développer des modèles similaires dans d'autres pays, à commencer par l'Espagne, aux îles Canaries. En Afrique, la culture d'aquaponie connu une énorme progression en Afrique du Sud, comme le montre l'image ci-dessous (Figure 1.16).

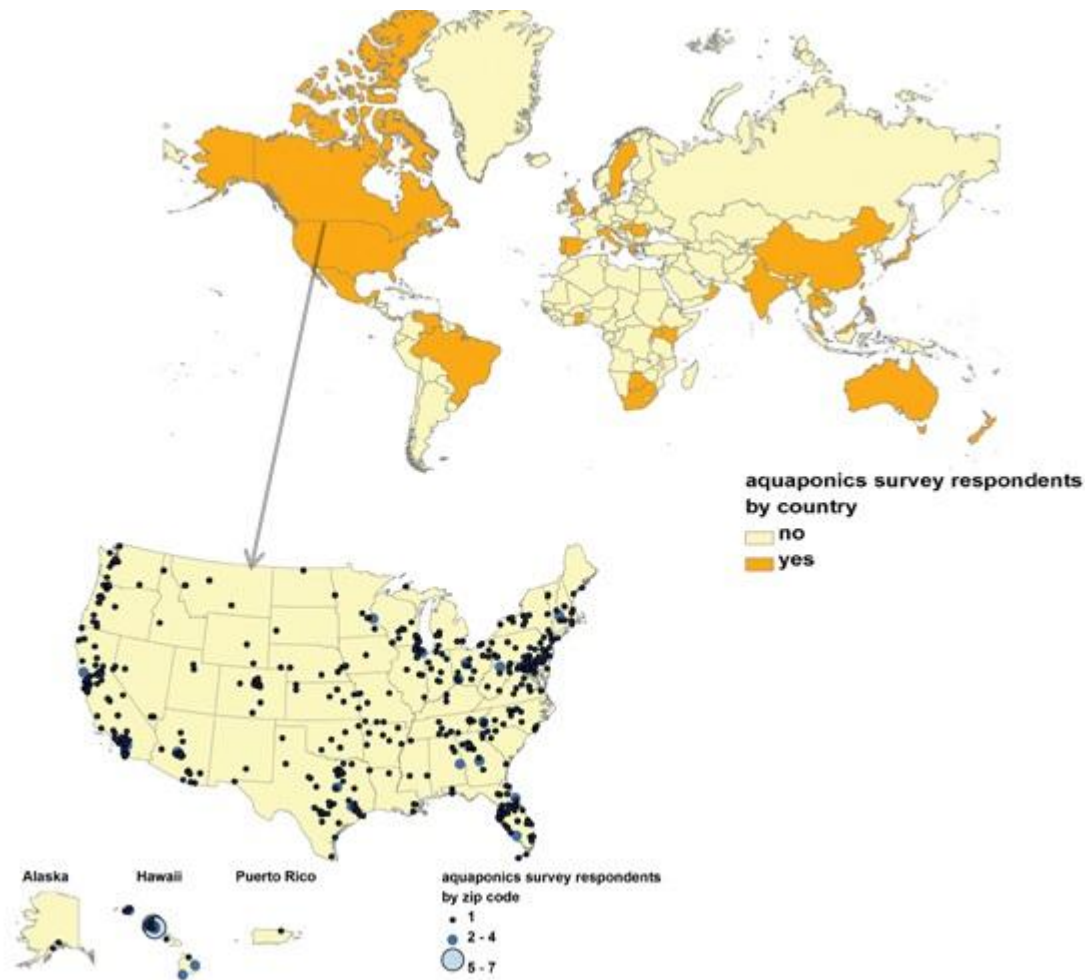


Figure 1.16 : Répartition géographique des aquaponiculateurs (monde et focus USA) [16]

5. L'aquaponie par continent

Voici la distribution de la technique d'aquaponie dans tous les continents.

5.1.L'aquaponie en Australie

Une bonne production agricole nécessite généralement des sols de haute qualité et de grandes quantités d'eau. L'Australie n'a pas beaucoup de terres qui sont classées comme fertiles, et les quelques-unes disponibles pour nous sont chères, donc elles ont évolué vers d'autres façons de cultiver des aliments qui ne dépendent pas de l'équité. La beauté d'aquaponique est que n'importe qui peut le faire, indépendamment de leur emplacement, à condition qu'il y ait un approvisionnement en eau. Cette alimentation en eau peut être aussi simple que l'eau de pluie stockée dans les réservoirs.

Donc, l'Australie comptait beaucoup sur ce type d'agriculture pour parvenir à un développement durable et était le plus grand pays après l'Amérique selon ce système.

5.2.L'aquaponie en Europe

Avec la demande croissante de nourriture et le manque de terres fertiles en Europe pour répondre aux besoins de toute la population, il était impératif que les pays européens cherchent une alternative à l'agriculture dans le pays. Le concept d'aquaponie était plus que merveilleux pour ces pays.

La culture aquaponie s'est largement répandue dans des pays tels que la France, l'Allemagne, la Suisse et d'autres pays.

En France, il n'y a pour l'instant que des porteurs de projet – les plus connus étant le projet Osmose, Aquaponie Valley, Aquaponic Management Project (AMP) en lien avec la Ferme Aquacole d'Anjou qui propose des mini systèmes de jardin « clés en main » – ou des démarches de particuliers passionnés : pas encore de grands systèmes commerciaux à signaler. Il existe également des pilotes expérimentaux, comme en France dans le cadre du projet R&D APIVA ou encore la structure EDAP au Lycée agricole de Guérande, mais aussi INAPRO pour l'Allemagne, ainsi que des programmes européens collaboratifs (COST EU Aquaponic Hub, Ecoponics)... [19].

Donc, L'Europe vient avec une forte au ce domaine.

5.3.L'aquaponie en l'Amérique

L'Amérique est le leader d'utiliser ce technique d'agriculture dans le monde. Aux États-Unis d'Amérique, nous trouvons presque toutes les villes s'appuient sur cette culture, ont mis au point des systèmes commerciaux utilisant toutes les techniques hydroponiques, et mixant une stratégie basée sur la production (grande diversité de plantes, avec tilapias).

À son tour, le Canada a également été en mesure d'entrer dans le domaine de l'aquaponie et s'est basé sur cette culture pour réaliser le développement agricole dans le pays.

5.4.L'aquaponie en l'Asie

La Chine (surtout le sud de la Chine), la Thaïlande et l'Indonésie font également partie des pionniers de la culture aquaponique.

Les Chinois, à l'époque réputés très en avance sur leur temps, avaient remarqué que les déchets des animaux pouvaient être ajoutés à leurs plantes pour les fertiliser. Ils ont finalement amélioré leurs systèmes avec des enclos de poulets ou canards posés au dessus d'un enclos de porcs avec des trous dans le sol de sorte que les déchets, déjections et les excès d'alimentation puissent descendre et tomber entre les différents étages jusqu'à nourrir les poissons élevés dans l'étang. L'eau pouvait ensuite être dirigée vers les champs de riz par des canaux. C'est ce qu'on appelle la rizipisciculture [10].

5.5.L'aquaponie en Afrique

En Afrique, la situation est encore loin du reste des autres continents, il y a peu de pays que se travail avec cette technique, c'est calculé sur les doigts d'une main, l'Afrique du Sud le pays le plus importante de ces pays.

En Algérie, un des producteurs n'a jamais soumis un test à cette culture, et juste ils ont présenté l'idée.

6. Conclusion

Dans ce chapitre, notre objectif était de donner une vision générale de l'adoption de la culture aquaponique dans le monde entier.

Le monde n'a pas encore atteint son apogée dans l'utilisation de cette culture. Des pays comme l'Algérie, par exemple, peuvent se développer et investir dans ce mode d'agriculture pour réaliser un développement durable dans les conditions économiques difficiles qu'ils connaissent. Verrons-nous cette technologie se répandre en Algérie?

L'un des objectifs de notre projet est de promouvoir l'idée d'aquaponie en Algérie, puis que l'objectif de la partie suivante est justement de décrire notre projet.

*Partie 02 :
Conception et
réalisation notre
système d'aquaponique*

Chapitre 01 :

La modélisation de notre système aquaponique

1. Introduction

Afin de planifier la fabrication de notre système aquaponique, nous avons choisi de commencer par une modélisation tridimensionnelle de ce dernier. Ce chapitre présente cette phase de modélisation, qui a été achevée grâce à SOLIDWORKS.

Cependant, avant de détailler notre travail de modélisation 3D, nous profitons de ce chapitre pour présenter la notion de « conception assistée par ordinateur » et nous listons ses avantages.

2. La conception assistée par ordinateur CAO

La conception assistée par ordinateur utilise des outils informatiques (logiciels et matériels) pour créer un modèle tridimensionnel virtuel d'un objet physique afin de pouvoir simuler des tests en vue d'une fabrication (Figure 2.1).

La CAO offre une visibilité globale du comportement d'un objet avant qu'il existe, tant au niveau de son aspect que de sa structure et de son fonctionnement. Les objets peuvent être représentés en deux ou en trois dimensions (2D ou 3D). Leur apparence peut être filaire, volumique, surfacique, elle peut aussi simuler la texture.

La modélisation 3D est utilisée dans de nombreux secteurs, notamment la réalité virtuelle, les jeux vidéo, l'impression 3D, le marketing, la télévision et le cinéma, l'imagerie scientifique et médicale et la conception et la fabrication assistées par ordinateur.

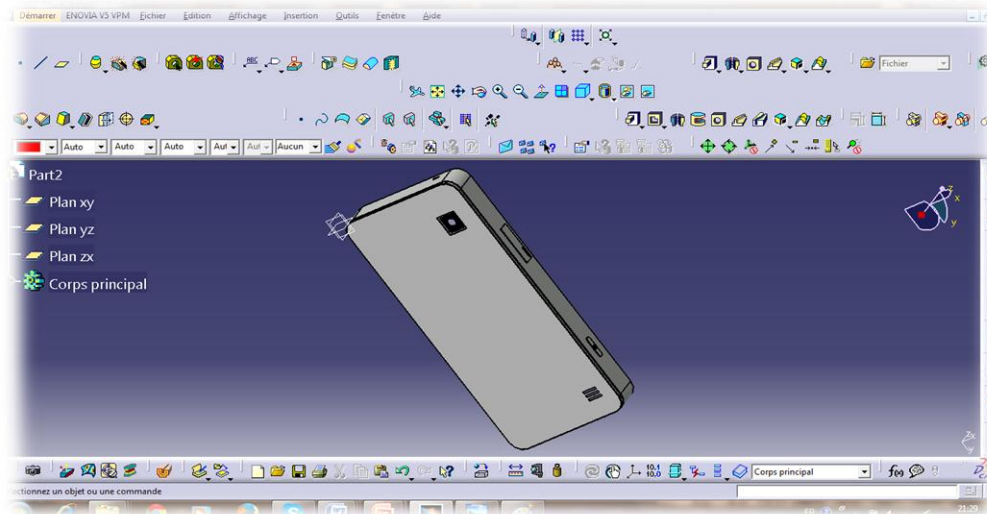


Figure 2.1 : Un modèle 3D virtuel qui représente un objet physique (un téléphone portable)

3. Les avantages de la CAO

- Dans tout processus de conception, il est rare que le premier jet soit celui qui est gardé pour le rendu final d'un projet. Il faut généralement passer plusieurs fois sur un dessin afin que chaque corps de métier travaillant sur le projet l'ajuste selon ses propres

besoins. La conception de notre modèle virtuel nous permettons de faire des modifications sur notre système sans pertes matérielles et dans un temps très court.

- Facile et archivage systématique des dessins CAO
- des plans précis avec précision dans les dimensions
- Logiciel de CAO permet d'automatiser ingénierie / conception de fabrication, d'analyse, de modélisation, de simulation, vérification des interférences et des recommandations, tout en permettant le contrôle ultime concepteur de tous les processus de prise de décision
- Dans le domaine de la conception d'objets, de l'ingénierie, plusieurs personnes sont amenées à travailler sur un même projet. Si auparavant il fallait toujours se consulter et même se rencontrer pour avancer sur le dessin de ce projet, celui-ci peut désormais grâce au dessin assisté par ordinateur, être transféré mais aussi géré par plusieurs personnes en même temps. Le CAO permet alors une gestion, un transfert et une reproduction simplifiée.
- Tout dessin à la main reste un objet vulnérable qui contrairement à un dessin assisté par ordinateur, peut être endommagé, volé, perdu ou même détruit par mégarde. Parce qu'ils sont informatisés, les CAO sont eux automatiquement sauvegardés et restent donc en toute sécurité tant que l'ordinateur qui les contient est lui aussi protégé.
- Plus rapide à dessiner, alors qu'auparavant, un dessin à main levée pouvait prendre plusieurs heures à être effectué et nécessiter un nombre important d'éléments (une planche à dessin, des crayons, une échelle, un triangle ou encore une règle), le dessin assisté par ordinateur peut lui être réalisé grâce à un ordinateur seulement. Les lignes ainsi que les formes sont en fait dessinées très rapidement grâce à de simples clics de souris, et toutes les tâches peuvent être automatisées ce qui peut grandement favoriser le succès d'un projet qui doit être livré en urgence.
- Moins sujet aux erreurs parce que les machines ont dépassé le niveau de l'homme au niveau de la précision de leurs tracés, le dessin assisté par ordinateur implique très peu de tracés mal faits et permet donc un travail de précision extrême. De plus, parce que l'erreur est humaine, si le dessinateur fait une erreur difficilement visible en 2D, la représentation 3D lui permettra de la voir tout de suite et l'erreur peut ainsi être rapidement corrigée, bien avant que le projet ne passe à sa prochaine étape

Grâce à ses nombreux avantages, le dessin assisté par ordinateur est rapidement devenu un élément essentiel de la production sur mesure dans presque tous les domaines qui utilisent le dessin comme l'architecture, l'ingénierie ou encore la mécanique

4. Quel est logiciel doit choisir pour le design ?

Voici une petite liste de quelques logiciels qui existent sur le marché, pour la conception assistée par ordinateur :

-  Art of Illusion
-  Blender
-  FreeCAD
-  ImplicitCAD
-  QCAD

- pythonOCC
- OpenCASCADE
- CATIA V5
- SOLIDWORKS

Grâce à notre formation en génie industriel, nous avons eu l'occasion de découvrir CATIA v5 et SOLIDWORKS. De ce fait, nous avons choisi de modéliser notre système aquaponique en utilisant SOLIDWORKS.

5. Préparation d'un design 3d pour le siphon

Nous avons choisi de faire un design 3d de notre siphon en utilisant le logiciel Solid Works. Les dimensions du siphon sont critiques car elles définissent la hauteur maximale de notre niveau d'eau ainsi que la hauteur d'eau minimale de la marée basse. Nous avons aussi choisi de mettre 25 cm de substrat dans notre lit de culture. Voici le schéma 3d de notre système (Figure 2.2).

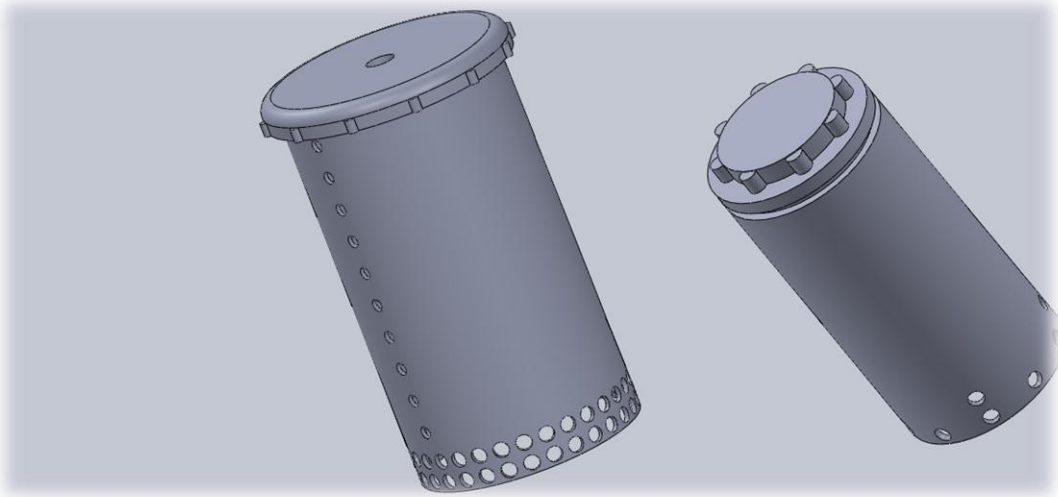


Figure 2.2 : Un design 3D pour le siphon

6. Préparation d'un modèle 3D pour le système aquaponique

SOLIDWORKS nous a servi ainsi pour créer un modèle tridimensionnel de la structure générale de notre système aquaponique, comme illustré dans la figure ci-dessous (Figure 2.3).

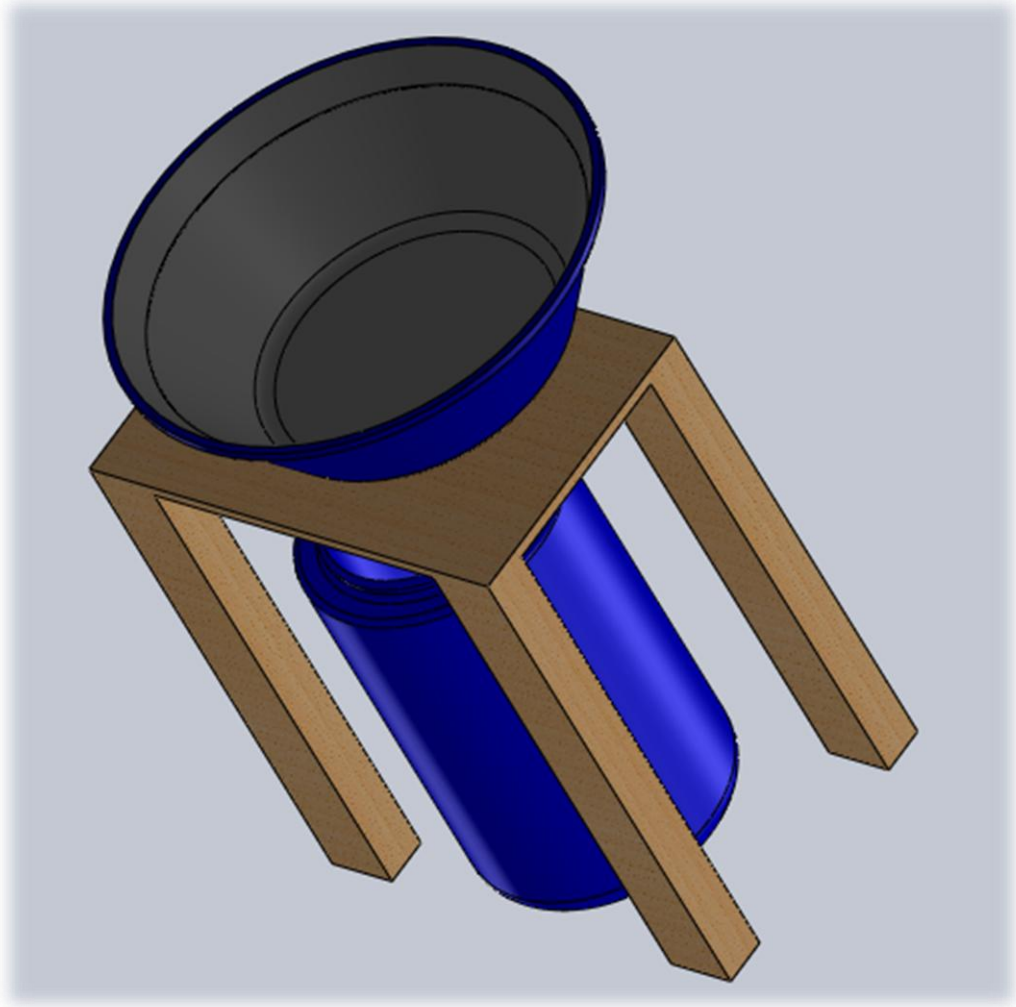


Figure 2.3 : un design 3D pour notre système aquaponique

7. Conclusion

Ce chapitre a été consacré à la modélisation tridimensionnelle de notre système aquaponique. Pour ce faire, nous avons choisi d'utiliser le logiciel SOLIDWORKS. Nous avons ainsi profité de ce chapitre afin de présenter la notion de « conception assistée par ordinateur » qui est largement utilisée dans le domaine de l'industrie. La conception 3D de notre système nous a aidés à clarifier nos idées concernant le montage de notre système aquaponique.

Dans la suite de cette partie, nous allons entamer la réalisation –proprement dite- de notre système aquaponique.

Chapitre 02 :

L'installation de la structure du système aquaponique

1. Introduction

Comme déjà indiqué dans les chapitres précédents, nous avons choisi le système de lits remplis de médias comme étant un modèle de référence pour fabriquer notre propre système aquaponique. La simplicité de ce modèle ainsi que la disponibilité de ses composants en Algérie nous ont été avantageux.

Dans ce chapitre, nous trouverons toutes les étapes et astuces pour une fabrication d'un système aquaponique de type lits remplis de média qui est très simple. Nous expliquons aussi, par le biais de ce chapitre 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 cette expérience d'aquaponie, le volume de notre réservoir est relativement petit. En effet, un minimum de 200 litres est requis mais nous avons choisi un réservoir sa capacité est presque de 150 litres.

Il est conseillé de commencer avec 200 litre pour ne pas passer notre temps à rééquilibrer l'eau du système car la masse tampon et l'inertie de notre système seront trop faibles pour s'autoréguler. La chose à retenir est que plus le système est gros et moins il a tendance à se dérégler ou à ne pas s'autoréguler. N'oublions pas non plus le fait que nos poissons vont grandir et si nous voulons les nourrir à leur convenance sur toute l'année, il faudra qu'ils aient la place pour grandir. [10]

Au final, les dimensions de notre bassin dépendront évidemment de la surface de notre pièce de culture. Vu que notre surface cultivée est assez petite nous choisirons un volume adapté à notre situation et qui vaille de 150 L (figure 2.4).



Figure 2.4 : Le bassin de notre système

3. Le choix de la surface du bac de culture

En aquaponie, tout est relatif et dépend du volume de plantes que nous cultivons au bac de culture. Comme tous les systèmes aquaponiques sont évolutifs, nous pourrions bien entendu adapter la surface de culture en fonction de nos envies et besoins.

Sachons qu'il nous faut idéalement une hauteur de substrat de 30 centimètres, dont 5 centimètres de substrat qui doit toujours rester sec (au dessus de votre niveau de marée maximum) [10].

La norme généralement acceptée pour la profondeur d'un lit de culture est 30 cm de profondeur (bien que certains aquaponistes cultivent sur de plus petites ou plus grandes profondeurs de substrat [10]. En général la coutume est de respecter 30 centimètres) et pour cela nous choisirons un petit bac de 30 cm de profondeur. (Figure 2.5).



Figure 2.5 : Le bac de culture de notre système

4. Le choix de la pompe d'eau

L'oxygène est primordial dans notre écosystème. Plus notre système n'aura d'oxygène, plus nos poissons et nos plantes effectueront leur travail de transformation de l'azote et en meilleure santé sera votre circuit [10].

La quantité de l'oxygène qu'on doit ajouter au système dépend de l'espèce de poisson que nous avons introduite dans notre écosystème.

Le problème principal est que les appareils de mesure du taux d'oxygène dans l'eau sont un peu coûteux. Et puisque nous sommes étudiants, nous n'avons pas le budget nécessaire pour investir dans un tel appareil. Dans l'éventualité où la finalité est de produire des poissons ou bien des plantes dans un objectif de revente, ce type d'appareil de mesure d'oxygène dans l'eau peut s'avérer fortement nécessaire. Plus un poisson est gros, plus il manque d'oxygène. Les causes de la diminution d'oxygène dans un écosystème peuvent être la prolifération d'algues ou bien la chaleur. Et parce que notre but est l'autosuffisance et pas le profit peut être l'abandonner de cet appareil.

Afin d'ajouter naturellement de l'oxygène dans notre eau, nous pouvons la remuer et y créer des turbulences à la surface. L'oxygène de l'air se mêlera à l'eau ce qui augmentera son

taux dissout. Une petite pompe à air achetée dans un magasin d'aquariophilie résout généralement le problème du manque d'oxygène. Pour cela, nous avons acheté cet appareil pour une utilisation dans notre système. L'investissement est minime et sera très rapidement rentabilisé. Cela s'appelle un oxygénateur à bulles.

Nous avons acheté un appareil de mesure 1500L/h et croyons qu'il est adapté pour répondre aux besoins du poisson (Figure 2.6).



Figure 2.6 : La pompe d'eau de notre système

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

Malgré que la conception du système aquaponique soit facile à mettre en œuvre, le producteur doit respecter certaines règles pour produire ce système dans des bonnes conditions. Parmi ces points qui peuvent faire que notre système aquaponique soit une réussite c'est la préparation de tous les outils nécessaires pour la fabrication (figure 2.7). Et pour cela, avant de commencer la fabrication nous avons préparé les outils dans le tableau suivant (Tableau 1.1):

Tableau 2.1 : les outils utilisé dans la fabrication du système aquaponique

éléments	utilisation de l'élément
Une vanne	Régler le débit de l'eau
Chalumeau	coller les couvertures aux tuyaux
Fer a soudé	éviter tout les fuites de l'eau
Pistolet a colle	éviter tout les fuites de l'eau
Chignole électrique	faire des trous sur le siphon
Tuyau pvc et quelque type de tuyau	Fabriquer le siphon et raccorder l'eau au bac
Tronçonneuse électrique	couper le tuyau pvc
Couteau	Couper les petits tuyaux
Ciseaux	Couper le ruban adhésif
Ruban adhésif	Utilisé pour renforcer le lien entre les tuyaux
Colle pvc	éviter tout les fuites



Figure 2.7 : Les matériaux utilisés 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 travers SOLIDWORKS (Figure 2.8). Nous utilisons les outils que nous avons déjà préparé (Figure 2.7) afin d'effectuer les tâches suivantes :

- + Tronçonneuse électrique
- + Chignole électrique
- + Chalumeau pour tes



Figure 2.8 : Le siphon de notre système

7. Installation du système aquaponique

L'étape de conception tridimensionnelle de notre système ainsi que la fabrication du siphon sont maintenant achevées. Nous pouvons à ce stade entamer l'installation de notre système aquaponique. L'installation de notre système nous a été difficile vu qu'elle requiert un peu de savoir-faire dans le domaine de la plomberie. Néanmoins, l'installation a été faite avec succès (figure 2.9).



Figure 2.9 : L'installation du système aquaponique

8. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons illustré les étapes par lesquelles nous sommes passés afin de fabriquer la structure de notre système aquaponique. Nous avons donc discuté les différents choix techniques que nous avons effectués tout au long du processus de l'installation de cette structure. Notre objectif a été atteint avec succès.

Cependant, d'autres choix (comme le choix des plantes et des poissons) restent à décrire dans le prochain chapitre.

Chapitre 03 :

L'installation de l'écosystème aquaponique

1. Introduction

Une fois la structure de notre système a été installée, il est temps d'effectuer d'autres choix « écologiques » en décidant du type des plantes à cultiver, les poissons à élever, etc.

L'ajout de poissons et les plantes n'est pas aussi facile. Il faudra savoir combien de poissons peuvent croître dans notre système. L'espacement des plantes devrait également être fait de manière à ne pas entrer en compétition pour l'absorption de la nourriture par les plantes.

Nous devons, en tant que producteurs, choisir les meilleurs plantes pour la croissance et choix des poissons qui peuvent vivre avec notre environnement et doivent également choisir l'eau de système et suivi quotidien doit être fait pour assurer la gestion idéale de notre projet

Ce chapitre présent détaille tout ce qui concerne l'installation écologique de notre système en commençant par le choix de substrat, eau, plantes, poissons et nourritures des poissons. Nous expliquons ensuite les étapes de démarrage de notre système.

2. Quel type de substrat choisir

Le substrat est la base matérielle qui fera office de support de croissance aux plantes et où se trouvent nos bactéries quels sont utilisés dans notre système aquaponique. C'est dans se substrat que se développeront les racines de nos plantes.

De notre côté, nous utilisons le gravier puisque le gravier est le substrat le moins cher et le plus facile à trouver. Le seul inconvénient qui nous vient à l'esprit est son poids. Nous nous sommes assurés par conséquent à ce que notre installation soit suffisamment solide pour accueillir un gros volume de gravier (figure 2.10).



Figure 2.10 : le gravier utilisé dans notre système aquaponique

3. Le choix de l'eau

Concernant le choix du type d'eau, toutes les eaux sont très souvent polluées aux engrais et aux pesticides de tout genre.

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 [10].

Si nous utilisons l'eau du robinet, nous aurons certainement beaucoup moins de contraintes que pour la récupération et le stockage de l'eau de pluie mais il reste cependant des inconvénients majeurs.

Par conséquent, nous avons choisi un type proche de l'eau de pluie, c'est l'eau de la vallée parce qu'elle 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 est achevée, cycler notre système aquaponique sans poissons et sans plantes est un processus.

Cette étape nous a été nécessaire afin de vérifier les fuites d'eau avant d'ajouter les poissons et les plantes à notre système.

Après avoir confirmé la sécurité de notre système aquaponique et l'exempt de défauts, il reste seulement l'ajout de substrat, des poissons et des plantes.

5. Choix du type des poissons

En aquaponie, nous pouvons élever tous les poissons d'eau douce qui nous rendent complètement reposés. La seule exigence est de s'assurer que notre système fournit des conditions optimales pour les poissons en leur fournit un environnement naturel approprié. Si nous mélangeons différentes espèces de poissons, qu'ils aient des conditions de vie similaires. Nous devrions savoir s'ils soutiennent tous la même température de l'eau, la même nourriture, et les mêmes besoins en oxygène?

Ne pas mélanger des poissons carnivores avec des poissons et des plantes herbivores parce que on a voir les animaux carnivores et les herbivores comme des repas pour les carnivores.

Nous avons eu quelques difficultés en Algérie à cause du manque d'espèces de poissons et de la connaissance limitée de leur mode de vie.

À la fin, nous avons choisi le type *Gambusia holbrooki* (Figure 2.11). Ce type adapté aux conditions difficiles.



Figure 2.11 : le type de poisson *Gambusia holbrooki*

6. Combien de poisson

En aquaponie il n'y a pas vraiment de règle, tout dépend des espèces de poissons et du nombre des plantes cultivées. Plus le bassin sera petit et moins il est recommandé de manger les poissons issus de l'élevage (ils ne grossiront pas dans des petits volumes).

Les plantes vont se charger de fournir aux poissons une eau claire, pure et limpide, déchargée de nitrates [10].

Nous ne nous sommes pas vraiment souciés du nombre de poissons. Tout au début de système, nous avons suivi la règle annoncée précédemment puis nous avons ajouté au système environ 15 poissons de 3 à 4 cm de longueur. Cette sélection est basée sur l'espèce, le style de vie et la taille (Figure 2.12). Il vaut mieux choisir des poissons comestibles mais parfois nous trouverons des difficultés à les trouver.



Figure 2.12 : Les poissons de notre système

7. La nourriture des poissons

Après avoir choisi le type des poissons (herbivores), nous avons cherché le moyen le plus convenable pour les nourrir. Vu que notre projet est à court-terme, nous avons jugé plus adéquat d'acheter de la nourriture prête destinée aux poissons, et qui est riche en protéines (figure 2.13). Nous avons ainsi ajouté à cette nourriture une quantité de semoule pour aider les poissons à grandir.

Nourrir nos poissons excessivement est très nocifs car ils peuvent pourrir dans notre système aquaponique. La pourriture des aliments cause des maladies et consomme beaucoup d'oxygène dissous. Ce qui n'a pas été consommé après un moment doit être retiré afin d'ajuster la quantité donnée le jour suivant [10]. Et pour cela nous décidons pour ne pas trop leur donner à manger, et donner plusieurs fois à différents moments de la journée.

L'alimentation régulière du poisson est une raison nécessaire pour maintenir l'équilibre nutritionnel de notre système aquaponique. Nous avons donc préféré nourrir le poisson en continu, deux fois par jour, et à chaque repas environ 20 grammes de nourriture.



Figure 2.13 : La nourriture des poissons

8. 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 20 cm entre chaque deux plantes (Figure 2.14).



Figure 2.14 : 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 sécurisé, 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 14 et 18 heures quotidiennement.

D'autre part, pour améliorer la fructification et la prospérité, la base est d'effectuer l'éclairage pendant au moins 12 heures par jour en l'absence de lumière naturelle.

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 2.15).



Figure 2.15 : Démarrage notre système aquaponique

11.Faire un test de l'eau

Gardez toujours à l'esprit que le fait de changer graduellement le pH peut causer du stress au poisson. Nous devons donc suivre ses changements et les modifier soit en augmentant les éléments de base ou les éléments acides.

En ce qui concerne le pH dans le système d'aquaponie, le nombre entre 6 et 7 est souvent approprié pour la vie des poissons car il est idéal pour la disponibilité des nutriments et des éléments acides rares. Les poissons préfèrent souvent un pH élevé ou neutre [10].

Nous avons apporté le pH-mètre comme indiqué sur la figure et nous avons suivi les changements de pH de notre système (Figure 2.16).



Figure 2.16 : Testeur de PH

12.Garder les poissons en bon santé

Garder les poissons en bonne santé est essentiel dans les systèmes aquaponiques. La meilleure chose à faire pour que notre poisson soit en bonne santé est de lui donner des nutriments composés de tous les éléments qui lui permettent de grandir et de garder leur environnement sans stress et de fournir de l'eau et de l'oxygène. Dans notre projet, nous avons essayé de respecter ces conditions en fournissant une nourriture de haute qualité avec une teneur élevée en protéines. Ainsi, nous avons utilisé une pompe qui fournit une quantité appropriée d'oxygène.

13.Conclusion

Ce chapitre décrit en détail les éléments écologiques de notre système et produit une vision générale des différents choix effectués dans ce contexte. Nous avons justifié, par le biais de ce chapitre, le choix de la salade comme étant une plante de notre système, le choix des poissons et de leur nourriture ainsi que d'autres composants essentiels.

Nous avons observé une bonne croissance de nos plantes et nos poissons ce qui valide nos choix effectués.

Chapitre 04 :

Suivi de notre système aquaponique

1. Analyse du système aquaponique

Après avoir réussi à fabriquer notre propre système d'aquaponie et à assurer sa sécurité, nous ne pouvons que suivre la récolte agricole de cette expérience unique.

En plus des salades, le système de l'aquaponie ne se limite pas aux plantes, mais combine l'élevage des poissons et la culture des plantes.

Nous avons donc un suivi hebdomadaire de la croissance de la salade que nous avons plantée dans notre système et le même suivi des poissons et nous allons enregistrer toutes les observations de croissance, et prouver si la culture de l'aquaponie est valide pour les tests dans notre pays Algérie ou non.

2. Suivre de la culture des plantes

Pour suivre la croissance des salades de notre système, nous avons choisit de le faire avec une fréquence hebdomadaire.

Nous savons que la croissance des plantes dans les premiers jours du démarrage du système aquaponique ne nous donnera pas le résultat souhaité en raison du manque d'ammoniac, notre système nécessite du temps pour donner les bons résultats. Et pour cela nous avons suivi la croissance de la salade en fonction du temps.

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, et c'était prévu parce qu'il y a un 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 nous avons constaté qu'il avait déjà commencé à croître (Figure 2.17).



Figure 2.17 : La salade après une semaine

2.2. Les plantes après deux semaines

Au cours de la deuxième semaine, nous commençons déjà à remarquer que les changements dans la croissance de la salade ont bien progressé.

Nous avons mesuré la longueur de la salade et constaté qu'elle a atteint une longueur de 15 cm (Figure 2.18).



Figure 2.18 : La salade après deux semaines

2.3. Les plantes après trois semaines

Trois semaines après que nous avons planté la salade dans le système Salade, il a bien grandi.

Nous avons mesuré la longueur de la salade et constaté qu'elle a atteint une longueur de 20 cm (Figure 2.19).



Figure 2.19 : La salade après trois semaines

3. Suivre la croissance des poissons

Comme nous le savons déjà, le système aquaponie ne se limite pas aux plantes mais aussi, il requiert l'élevage des poissons l'un.

Pour cette raison, nous avons suivi les changements de croissance des poissons en fonction du temps.

3.1. Les poissons après une semaine

Après la fin de la première semaine nous n'avons remarqué aucun changement pour les poissons.

3.2. Les poissons après deux semaines

Deux semaines après avoir mis le poisson dans le système aquaponique, il est toujours le même, l'observateur ne peut pas voir la croissance du poisson à l'œil nu.

Il est certain que les poissons se développent lentement.

3.3.Les poissons après trois semaines

Dans la troisième semaine, nous avons commencé à observer à l'œil nu un changement dans la croissance des poissons.

Nous avons monté notre système ya quelques mois, alors si nous voulons voir une croissance importante ce serait après deux ou trois mois.

4. La récolte

Il est intéressant de décaler la plantation des différentes cultures au fil du temps afin d'empêcher la récolte en une seule fois de la totalité de la surface cultivée. Procéder à une seule et unique récolte pose les problèmes suivants. D'une part les plantes arrivent toutes en même temps à maturité juste avant la récolte, ce qui peut engendrer de nombreuses carences et donc une mauvaise maturation des fruits. D'autre part, les teneurs en nutriments vont s'élevées fortement une fois les cultures récoltées, ce qui aura pour effet de stresser l'élevage de poissons.

Ce point ne nous concerne pas parce que nous avons cultivé toute la salade à la fois. Notre but de cette expérience n'est pas la continuité

5. L'interprétation de résultat

Pour la salade, la plupart des nouvelles unités aquaponiques, on observe des carences en divers éléments pendant les 2 ou 3 premiers mois de fonctionnement, et surtout des carences en fer. Le fer (Fe) est un nutriment immobile dans les plantes et immobile dans les sols et eaux au pH élevé. Cet élément fer est en effet très important pour les premiers stades de croissance des jeunes plantes et n'est pas présent en quantité suffisante dans l'aliment pour poissons. C'est pourquoi, il est parfois nécessaire d'ajouter, dès la mise en fonctionnement de l'unité, du fer chélate (c'est-à-dire du fer soluble sous forme de poudre) dans l'eau du système d'irrigation afin répondre aux exigences des plantes.

Ces symptômes sont déjà apparus au pouvoir comme nous l'avons observé les feuilles de salade commencent à jaunir et que les veines restent vertes.

La croissance dans les premières semaines n'a pas été très rapide mais c'était une assez bonne croissance (Figure 2.20).



Figure 2.20 : La salade dans une bonne croissance

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 (Figure 5).

6. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté le suivi de la croissance des plantes et des poissons tout au long de quelques semaines. Nous avons observé un bon fonctionnement de notre système aquaponique. Ceci est démontré par la bonne croissance de notre salade.

Dans la dernière partie de cette mémoire, nous allons présenter une application qui nous aide à faire les calculs de notre projet en manière rapide et efficace.

Partie 03 :
Conception et
Réalisation
de l'application
GI-Aquaponique

Chapitre 01 : Conception l'application GI-Aquaponique

1. Introduction

Puisque nous avons terminés la réalisation de notre aquaponie, nous aborderons dans ce chapitre la deuxième phase qui consiste à la mise en place d'une application de bureau. Cette application, que nous avons nommé « GI-Aquaponie » est développée pour répondre au besoin d'une personne qui voudra investir dans l'idée d'aquaponie comme étant un projet commercial.

L'application GI-Aquaponique 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. La conception permet de traduire les besoins fonctionnels et les contraintes issues du cahier des charges et de la spécification des exigences dans un langage plus professionnel et compréhensible par tous les individus intervenants dans la réalisation et l'utilisation de l'application.

2. La gestion du stock

2.1. La gestion

Selon Peter Drucker, théoricien américain du management, la gestion est l'art de prendre une décision rationnelle et informée. La décision se fait donc à partir d'une analyse complète et réfléchie.

2.2. Le stock

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

- Faciliter et assurer la continuité de l'activité.
- Faire en sorte que tout ce qui peut être nécessaire à un moment donné soit disponible.
- Coordonner temporairement ses activités d'achat et de vente.

Donc une gestion de stock consiste à répondre à ces questions :

- A quel moment doit-on commander un article ?
- Quelle quantité de cet article faut-il commander ?

Donc il s'agit de mettre en œuvre les ressources d'une entreprise en vue d'atteindre les objectifs préalablement fixés dans le cadre d'une politique déterminée.

3. Le cahier des charges

Est un document qui décrit de façon la plus précise possible, avec un vocabulaire simple, les besoins auxquels le maître d'œuvre doit répondre. On distingue deux types de besoins : les besoins fonctionnels et les besoins non fonctionnels [REF 20].

3.1. Les besoins fonctionnels

Les besoins fonctionnels expriment une action que doit effectuer le system en réponse à demande.

L'analyse des besoins fonctionnels nous a amené à décomposer ces besoins pour chaque acteur de notre système en trois parties principales :

A- Utilisateur (Magasinier)

L'utilisateur est le responsable sur le système et doit pouvoir :

- 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

Le client appel l'utilisateur et faire une commande du produit.

C- Fournisseur

Le Fournisseur livre le produit au client.

3.2. Les besoins non fonctionnels

Il s'agit des besoins qui caractérisent le système. Ce sont des besoins en matière de performance ou de type matériels. Ces besoins peuvent concerner les contraintes d'implémentation.

Dans le cadre de ce travail, l'application devra être extensible, c'est-à-dire qu'il pourra y avoir une possibilité d'ajouter ou modifier de nouvelles fonctionnalités, et devra aussi répondre aux caractéristiques suivantes :

- Le système doit être interactif et fiable
- L'interface doit être simple à cerner par l'utilisateur

4. Choix de méthode de conception

Maintenant nous allons voir le principe de la méthode Merise qui est d'une part une méthode de conception de S.I. et d'autre part une démarche méthodologique de développement.

4.1. Présentation de la méthode MERISE

Merise est née vers 1978-1979, à la suite d'une vaste consultation lancée en 1977 par le ministère de l'industrie pour choisir plusieurs sociétés de service et de conseil en l'informatique et le CET (centre d'étude technique), pour mettre au point une méthode de troisième génération de conception et de réalisation de système d'information.

MERISE est une méthode de conception, de développement et de réalisation de projets informatiques. Le but de cette méthode est d'arriver à concevoir un système d'information.

La méthode Merise est basée sur la séparation des données et des traitements à effectuer en plusieurs modèles conceptuels et physiques. La séparation des données et des traitements assure une longévité au modèle. En effet, l'agencement des données n'a pas à être souvent remanié, tandis que les traitements sont plus fréquemment [21].

4.2. Caractéristique de MERISE

- Merise est une méthode globale qui assure la cohérence entre les différents composants du système et les objectifs de l'entreprise.
- Une distinction nette entre les données et les traitements afin de dégager les aspects statiques (données) et les concepts dynamiques (traitements) du système d'information, car ce n'est qu'après la réalisation, que ces aspects seront approchés.
- Une démarche par niveaux dont l'objectif est la formalisation du futur système.
- Une démarche par étapes, chaque résultat d'une étape achevée sera le point de départ de la suivante.

5. La conception

La conception consiste à modéliser une solution qui résout le problème, elle consiste aussi à traduire les besoins en 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 la modélisation des besoins, nous avons opté pour les diagrammes suivants :

5.1.1. Description du contexte de l'application

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

5.1.2. Identification des acteurs (Dictionnaire des acteurs)

Un acteur représente l'abstraction d'un rôle joué par des entités externes (utilisateur, dispositif matériel ou autre système) qui interagissent directement avec le système étudié. Un acteur peut consulter et/ou modifier directement l'état du système, en émettant et/ou en recevant des messages susceptibles d'être porteurs de données.

Acteurs : Utilisateur, Client, Fournisseur

Tableau 3.1 : Les acteurs du système à réaliser

<u>Acteur</u>	<u>Description</u>	<u>Type</u>	<u>Observation</u>
<u>Magasinier</u>	L'administrateur de l'application	Interne	Personne
<u>Client</u>	Ce qui veut acheter de notre entreprise	Externe	Personne
<u>Fournisseur</u>	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 spécification d'une communication entre objets qui transporte les informations avec l'intention de déclencher une activité chez les récepteurs.

Les messages entre le système et ces acteurs sont :

1. Utilisateur > Système

Demande d'ajout, modifier et supprimer d'un produit.

Demande d'ajout, modifier et supprimer d'un client.

Demande d'ajout, modifier et supprimer d'un Fournisseur.

Demande de remplir le bon de commande.

Demande de remplir le bon de livraison.

Demande de consulter l'avancement du projet.

2. Système > Utilisateur

Formulaire d'ajout et modifier et l'interface de suppression d'un produit.

Formulaire d'ajout et modifier et l'interface de suppression d'un client.

Formulaire d'ajout et modifier et l'interface de suppression d'un Fournisseur.

Formulaire du bon de commande.

Formulaire de bon de livraison.

5.1.4. Modélisation du diagramme de contexte

Tous les messages identifiés précédemment peuvent être représentés de façon synthétique sur un diagramme.

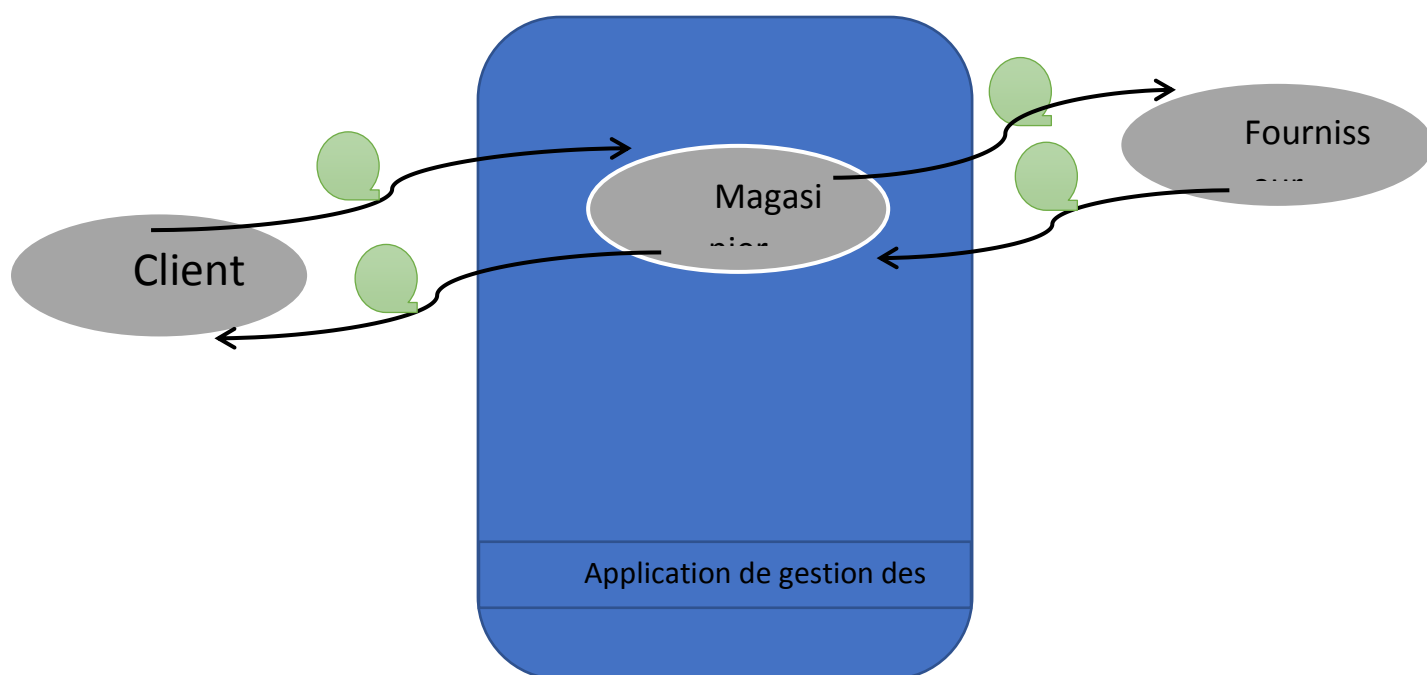


Figure 3.1 : Diagramme de contexte du système à réaliser

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.
- Livrer les 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.

Code mnémonique	Désignation	Type	Taille
ID	Identifiant numérique	N	
type	Type de produit	A	30
code	Code ou nom de produit	A	30
désignation	Désignation d'un produit	AN	100
pa	Prix d'achat	N	

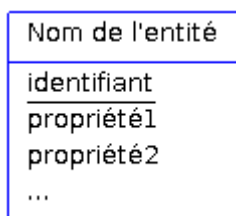
Nom	Nom de client ou fournisseur	A	50
tel	Numéro de téléphone du client ou fournisseur	N	10
Adresse	Adresse du client ou fournisseur	AN	100
Fournisseur	Le fournisseur sélectionné	A	
client	Le client sélectionné	A	
nombre	Nombre des achats ou ventes	N	
Total	Prix total	N	
date	La date du vente ou achat	Date	10

5.2. Le Modèle Conceptuel de Données (MCD)

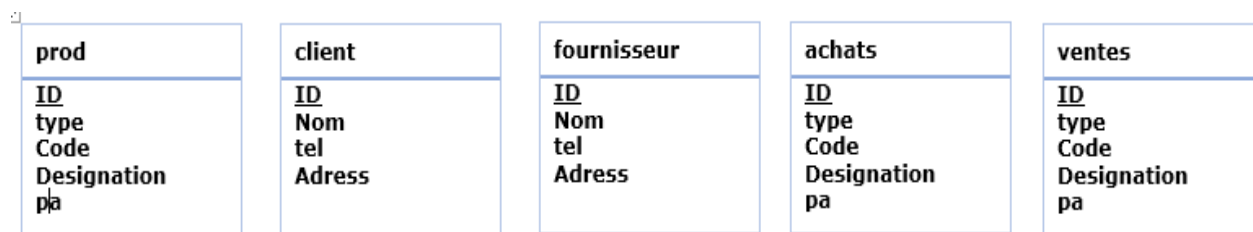
5.2.1. Les entités

Chaque entité est unique et est décrite par un ensemble de propriétés encore appelées attributs ou caractéristiques. Une des propriétés de l'entité est l'identifiant. Cette propriété doit posséder des occurrences uniques et doit être source des dépendances fonctionnelles avec toutes les autres propriétés de l'entité. Bien souvent, on utilise une donnée de type entier qui s'incrémente pour chaque occurrence, ou encore un code unique spécifique du contexte.

Le formalisme d'une entité est le suivant :



Ainsi, si on reprend notre dictionnaire de données précédent, on schématise nos entités comme ceci :

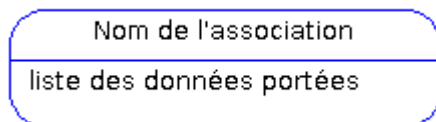


Par exemple à partir de cette entité, on peut retrouver la règle de gestion suivante : un auteur est identifié par un numéro unique (ID) et est caractérisé par un type, un code, une désignation et un prix d'achat.

5.2.2. Les associations

Une association définit un lien sémantique entre une ou plusieurs entités. En effet, la définition de liens entre entités permet de traduire une partie des règles de gestion qui n'ont pas été satisfaites par la simple définition des entités.

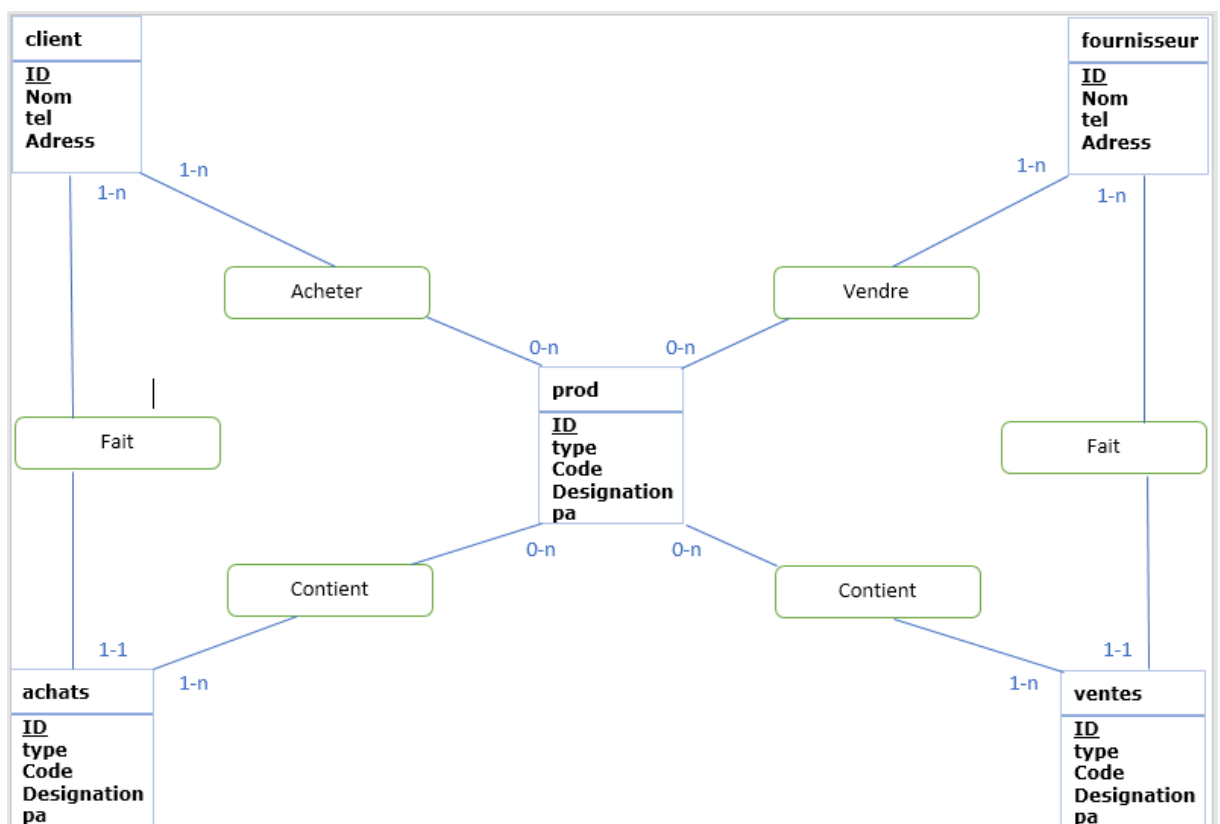
Le formalisme d'une association est le suivant :



Généralement le nom de l'association est un verbe définissant le lien entre les entités qui sont reliées par cette dernière.

5.2.3. Élaboration du MCD

Avec toutes ces connaissances, il nous est donc possible d'élaborer le MCD complet à partir des données présentes dans le dictionnaire des données :



5.3.Modélisation d'une base de données au niveau logique MLD et passage au SQLITE 3

Dans cette partie, nous allons voir comment établir une modélisation des données au niveau logique (ou relationnel) à partir d'un modèle conceptuel, puis comment passer à l'étape de création des tables (cela suppose d'avoir une connaissance préalable des requêtes SQLITE 3 de création des tables).

5.3.1. Élaboration du MLD et passage au SQLITE 3

Avec des différentes règles de conversion, il nous est déjà possible de convertir notre MCDaucomplet :

prod (ID, type, code, designation, pa)

client (ID,Nom,tel,Adress)

fournisseur (ID,Nom,tel,Adress)

achats (ID,Fournisseur,nombre,Total,Datee)

ventes (ID,Client,nombre,Total,Datee)

Légende :

x : relation

x : clef primaire

Comme vous pouvez le constater, le schéma de la base est déjà fait. Les règles de passage au SQL sont assez simples :

- Chaque relation devient une table
- Chaque attribut de la relation devient une colonne de la table correspondante
- Chaque clef primaire devient une PRIMARY KEY

Voici ce que cela donnerait :

```
('CREATE TABLE IF NOT EXISTS prod (ID integer PRIMARY KEY
AUTOINCREMENT, type TEXT ,code VARCHAR(20),designation VARCHAR(100), pa
TEXT)')
('CREATE TABLE IF NOT EXISTS client (ID integer PRIMARY KEY
AUTOINCREMENT ,Nom TEXT,tel integer,Adress TEXT)')
('CREATE TABLE IF NOT EXISTS fournisseur (ID integer PRIMARY KEY
AUTOINCREMENT ,Nom TEXT,tel integer,Adress TEXT)')
('CREATE TABLE IF NOT EXISTS achats (ID integer PRIMARY KEY
AUTOINCREMENT ,Fournisseur TEXT,nombre TEXT,Total float,Datee TEXT)')
('CREATE TABLE IF NOT EXISTS ventes (ID integer PRIMARY KEY
AUTOINCREMENT ,Client TEXT,nombre TEXT,Total float,Datee TEXT)')
```

Remarque : dans notre application le fichier de base donné et avec le nom : basprod.py

6. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons détaillé les étapes de conception de notre application de gestion qui s'appelle « GI-Aquaponique ». Dans une première partie de ce chapitre, nous avons décrit la méthode Merise qui nous a inspiré dans le processus de conception de notre application. Puis, dans la deuxième partie, nous entamons la conception –proprement dite- et nous traçons quelques modèles (inspirés de Merise) qui vont nous servir à développer une base de données cohérente pour notre application.

Dans le chapitre suivant, nous présentons notre application développée et nous décrivons tous les outils et les langages utilisés durant la phase de sa réalisation.

Chapitre 02 : Réalisation de l'application GI-Aquaponique

1. Introduction

Après l'étape d'analyse et de conception de notre application, nous entamons la phase de réalisation des différentes fonctionnalités de l'application.

Cette étape consiste en la traduction de la conception en code source exécutable.

Dans ce chapitre nous présenterons en premier lieu l'environnement de développement et les langages utilisés, nous passerons par la suite à la présentation de l'organigramme de l'application et les différentes interfaces de notre application.

2. Présentation de l'environnement de programmation

Le logiciel que nous avons réalisé est une application Python qui sera utilisée pour gérer le système de l'aquaponie.

2.1. PyCharm

PyCharm est un environnement de développement intégré (abrégé EDI en français ou en anglais : IDE (Integrated Development Environment)) utilisé pour programmer en Python.

Il offre l'analyse de code, un débogueur graphique, la gestion des tests unitaires, l'intégration de logiciel de gestion de versions, et supporte le développement web avec Django.

Il est développé par l'entreprise tchèque JetBrains. Il est multi-plateforme et fonctionne sous Windows, Mac OS X et Linux. Il est décliné en édition professionnelle, réalisé sous licence propriétaire.

PyCharm est un IDE dédié Python et Django fournissant une large gamme d'outils essentiels pour les développeurs Python, étroitement intégrés pour créer un environnement pratique pour le développement Python productif et le développement Web [2].

2.2. Python

Python est un langage de programmation. Le langage Python peut fonctionner sur la plupart des plates-formes informatiques, des supercalculateurs aux ordinateurs centraux, de Windows à Unix en passant par Linux et Mac OS, avec Java ou encore .NET. Il est conçu pour optimiser la productivité des programmeurs en offrant des outils de haut niveau et une syntaxe simple à utiliser. Il est également apprécié par les pédagogues qui y trouvent un langage où la syntaxe, clairement séparée des mécanismes de bas niveau, permet une initiation plus aisée aux concepts de base de la programmation [23].

Python est un langage :

- Conçu pour produire du code de qualité, portable et facile à intégrer : grâce à sa syntaxe claire, cohérente et concise, Python permet aux développeurs de produire du code de qualité, lisible et maintenable.
- De haut niveau, orienté objet et totalement libre : même si elle n'est pas imposée.

- Python permet la programmation orientée objet. Tous les mécanismes objet essentiels sont implémentés et toutes les données manipulées sont des instances de classes, comme pour les langages Small Talk ou Ruby.
- Dynamique : dans la plupart des implémentations, le code source n'est pas compilé contrairement à des langages comme C ou Pascal, mais exécuté à la volée. On parle alors de langage interprété. Ce mode de fonctionnement rend la programmation beaucoup plus souple puisqu'il est possible de changer un programme en cours d'exécution.

2.3. SQLite

SQLite est un système de base de données qui a la particularité de fonctionner sans serveur, on dit aussi "standalone" ou "base de données embarquée". On peut l'utiliser avec beaucoup de langages : PHP, Python, C# (.NET), Java, C/C++, Delphi, Ruby...

L'intérêt c'est que c'est très léger et rapide à mettre en place, on peut s'en servir aussi bien pour stocker des données dans une vraie base de données sur une application pour smartphone (iPhone ou Android), pour une application Windows, ou sur un serveur web.

Une base de données SQLite est bien plus performante et facile à utiliser que de stocker les données dans des fichiers XML ou binaires, d'ailleurs ces performances sont même comparables aux autres SGBD fonctionnant avec un serveur comme MySQL, Microsoft SQL Server ou PostgreSQL[2].

3. Menu de l'application

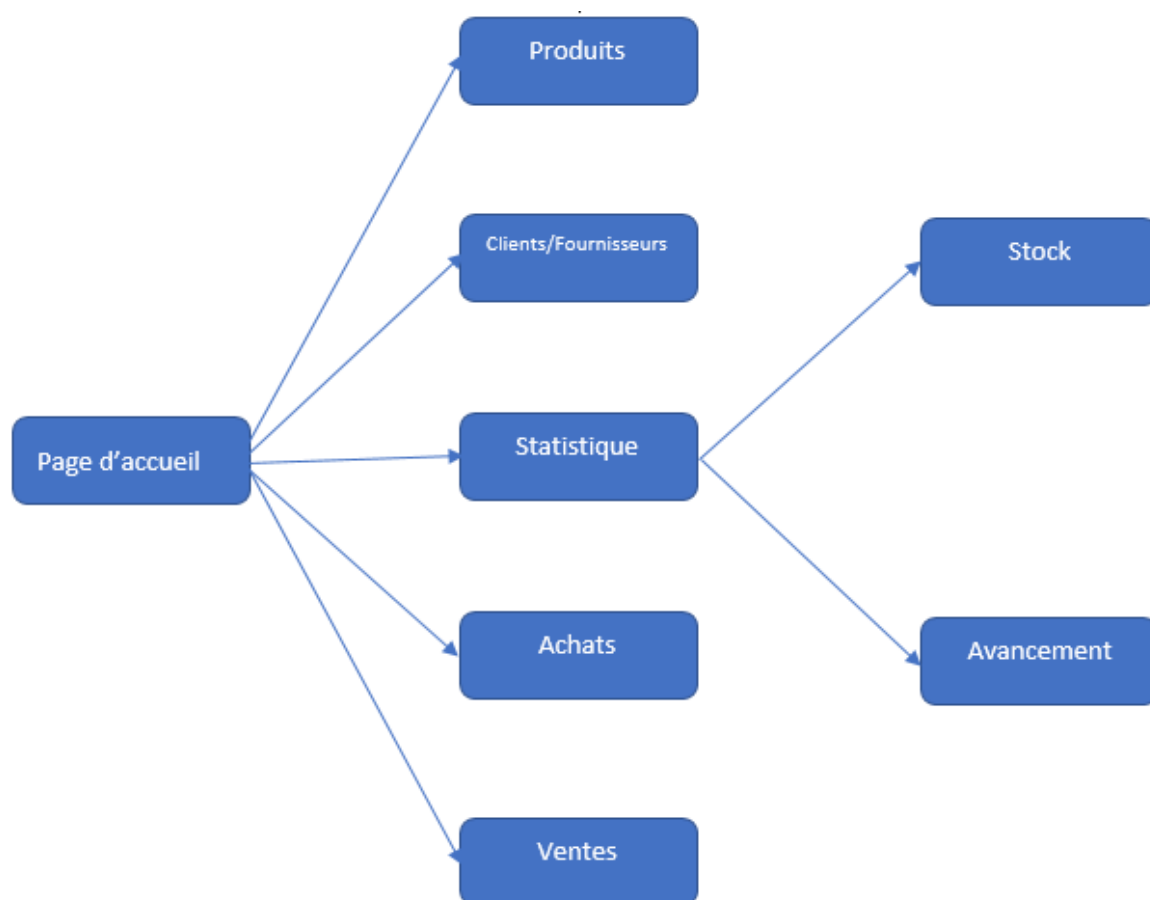


Figure 3.2 : L'organigramme de l'application

4. Mise en œuvre du logiciel

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



Figure 3.3 : La fenêtre du menu principale de l'application.

4.1.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 contienne le type, code, désignation et prix d'achat.

ID	Type	Code	Designation	Prix achat (DZA)
2	Poisson	Tilapia_01	hanibal	250.0
3	Plant	salade_02	bon qualité	20.0
4	Materiale	bac IBC	réservoir	8000.0
7	Materiale	Pompe_1500l/h		1300.0
8	Poisson	CatFish_01	abeljabar	280.0

Figure 3.4: La fenêtre du menu <Produits>

4.2.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 contienne le nom, téléphone, l'adresse et le choix soit client ou fournisseur.

liste des fournisseurs

ID	Nom	Tel	Adress
3	Bouhenni issam	560949660	zone 6 n 47 hay anaser chlef
7	Abdeljaber	7795412535	Tlemcen
8	Hakim Moukhtari	69878541254	Ain el dafla

liste des clients

ID	Nom	Tel	Adress
3	Chabani rabah	792486524	ziama mansouria zone 8 n 564
4	benouali walid	668688518	zone d3 n 153 chettia chlef
5	Salemme Abdelkader	3540240	Adrar

Figure 3.5 : La fenêtre du menu <client/fournisseur>

4.3.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 a côté de <Code> et le même chose pour un fournisseur, la quantité choisie est multiplié 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.

ID	Fournisseur	Nombre des achats	Total	Date
3	Abdeljaber	2	15260.0	jj/mm/aaaa
7	Abdeljaber	1	13100.0	jj/mm/aaaa
2	Bouhenni issam	2	798500.0	22/03/2018
5	Bouhenni issam	1	80160.0	jj/mm/aaaa
4	Hakim Moukhtari	1	10100.0	jj/mm/aaaa
6	Hakim Moukhtari	2	24400.0	24/mm/aaaa

Figure 3.6 : La fenêtre du menu <Achat>

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

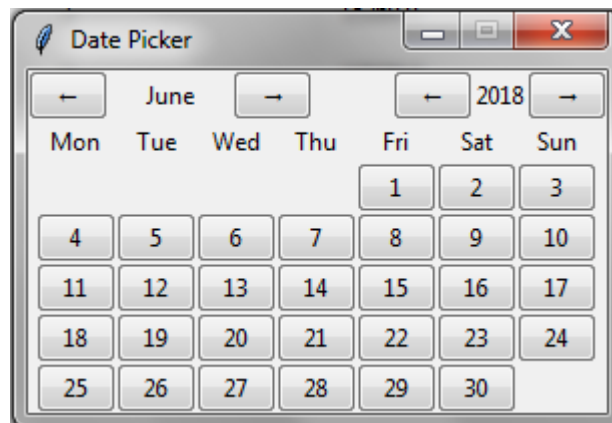


Figure 3.7 : La fenêtre du <calendrier>

4.4.Vente

Si vous voulez vendez 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.

ID	Client	Nombre des ventes	Total	Date
1	Chabani rabah	2	80250.0	24/mm/aaaa

Figure 3.8 : La fenêtre du menu <Vente>

4.5.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 contienne 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.



Figure 3.9 : La fenêtre du menu <Statistique>

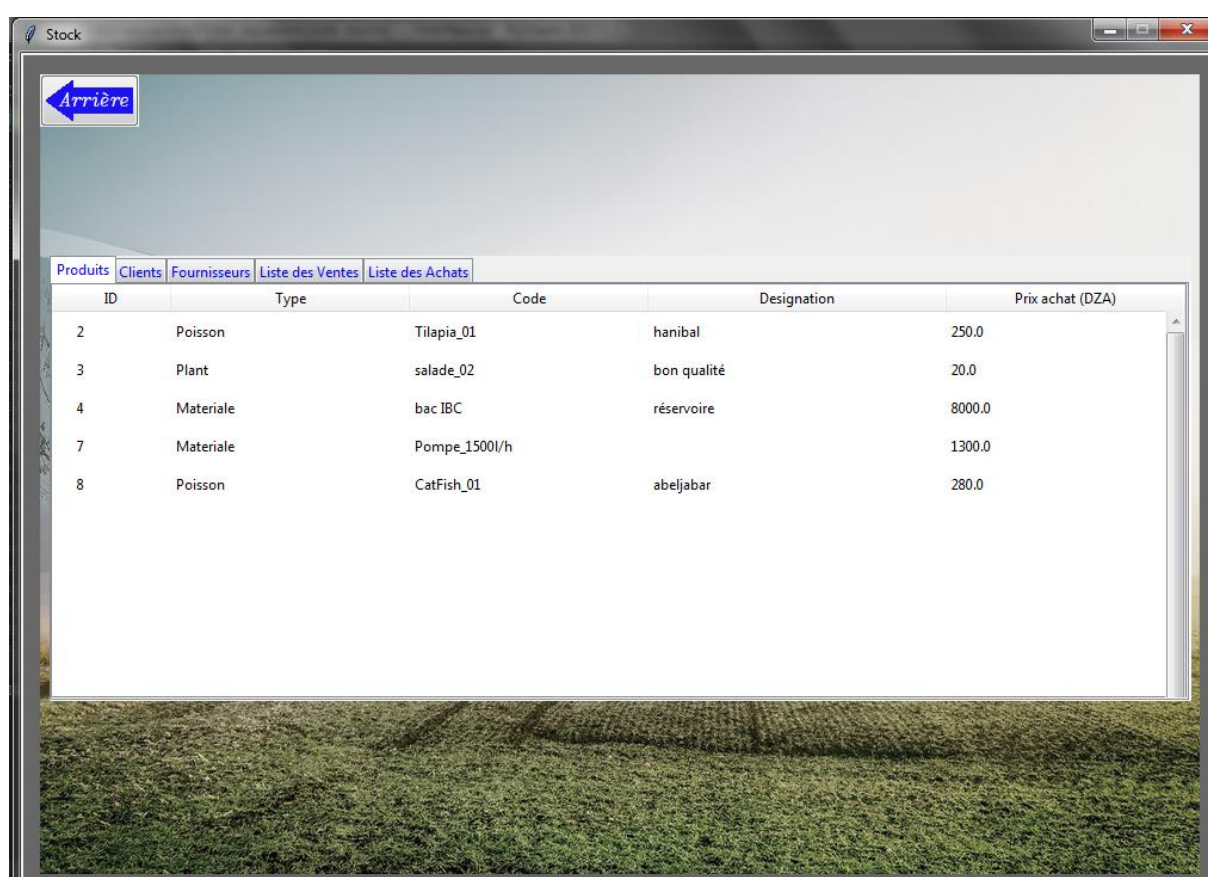


Figure 3.10 : La fenêtre du menu <Statistique (Stock)>

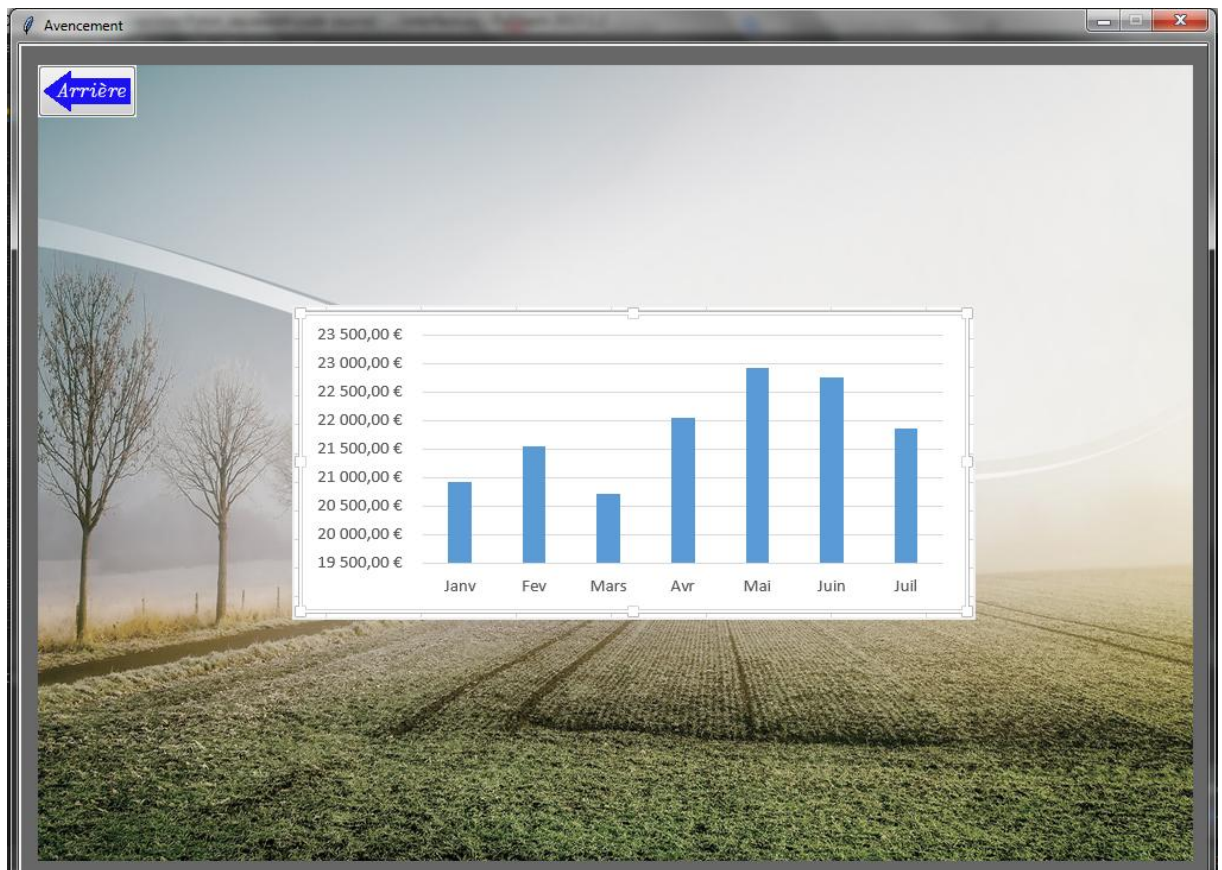


Figure 3.11: La fenêtre du menu <Statistique (Avancement)>

Remarque : presque dans toutes les fenêtres on a le bouton <Arrière> qu'a un rôle de revenir à la fenêtre précédente.

5. 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 fabriquer un système aquaponique et de lui associer une petite application de gestion pour servir les gens qui voudront investir dans cette idée.

Nous avons structuré notre mémoire en trois parties. Dans une première partie nous avons essayé de donner une vision générale des systèmes aquaponiques en parlant de leurs types, composants et applications. Nous avons aussi profité de cette partie pour parler du taux d'adoption de cette idée nouvelle et très écologique dans le monde entier. Nous n'avons pas manqué de dire que cette idée n'est pas très adoptée en Algérie, et c'est justement le but principale de notre projet ; nous cherchons à promouvoir cette idée 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 nous avons présenté les étapes et les outils de fabrication de notre système. Nous avons terminé cette partie par le suivi de notre système pour s'assurer du bon fonctionnement et que notre système a bien fonctionné.

En ce qui concerne notre application « GI-Aquaponique », la troisième partie a été consacrée à sa conception et son développement. Nous avons essayé de fournir cet outil pour encourager et aider les gens qui souhaitent adopter l'idée d'aquaponie comme étant un projet commercial, même à échelle personnelle (un projet maison). L'idée de cette application pourra servir comme un point de départ pour développer une application professionnelle pour les projets de grande taille (investissement industriel en aquaponie).

Nous souhaitons enfin que notre projet soit suivi par d'autres projets et initiatives qui auront le même objectif et que tous ces travaux participent à la diffusion de l'information concernant l'importance de l'aquaponie. Cette nouvelle technique a été adoptée comme étant une politique d'agriculture dans certains pays, et nous espérons qu'elle prenne place dans notre pays et qu'elle puisse améliorer la productivité de notre agriculture et l'état écologique de notre environnement.

Références

- [1] : <http://lib.ulg.ac.be>
- [2]: Auteur : Stalport, Benoît Faculté : Gembloux Agro-Bio Tech (GxABT) Année académique : 2016-2017 URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/3009>.
- [3]: <https://www.wikipedia.org/>
- [4]: FAO, 2014; Scott, 2002
- [5]: fédération France d'aquaponie / <http://www.aquaponiefrance.com> / Publié le septembre 21, 2015 par AquaponieFrance
- [6]: Aquaponie Pratique, 21 décembre 2013 <http://aquaponie-pratique.com>
- [7]: Backyard Aquaponics Magazine. 2006 and 2007 / magazine@backyardaquaponics.com
- [8]: Nelson and Pade, Inc.
- [9]: aquaponique.fr aquaponie
- [10] : Pierre HARLAUT www.aquaponie.biz
- [11] : FAO, 2014 ; Zhen, et al., 2015
- [12]: Treftz & Omaye, 2015
- [13]: Graber & Junge, 2009
- [14] : <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] : <https://projetapiva.wordpress.com> APIVA : Aquaponie, Innovation Végétale et Aquaculture
- [20] : 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] : [dictionnaire.sensagent.leparisien.fr/Python_\(langage\)/fr-fr/](http://dictionnaire.sensagent.leparisien.fr/Python_(langage)/fr-fr/)

Annexe 1

Annexe 1.1 : L'espacement des plantes pour la plantation de légumes-feuilles et de légumes fruits dans un système aquaponique (espace entre deux plante en cm).

	Légumes-feuilles	Légumes-fruits
L'espacement des plants	20 - 25 cm	30 - 35 cm

Annexe 1.2 : Densités moyennes préconisées pour la plantation de légumes-feuilles et de légumes fruits dans un système aquaponique (nombre de plants par m² de surface cultivée, plantes/m²).

Légumes-feuilles	Légumes-fruits
20–25 plantes/m ²	4 plantes/m ²

Annexe 1.3 : Coefficient alimentaire moyen pour les légumes-feuilles et légumes fruits (en g d'aliment pour poisson à donner par jour et par m² de surface cultivée, g/jour/m²).

Légumes-feuilles	Légumes-fruits
40–50 g/jour/m ²	50–80 g/jour/m ²

Annexe 1.4 : Tableau des valeurs de références pour la conception d'unités aquaponiques de petite échelle.

Volume du bac d'élevage (Litre)	Densité maximale ¹ (biomasse de poisson maximale) (Kg)	Taux d'alimentation ² (g/jour)	Débit de la pompe à eau (Litre/heure)	Volume des filtres ³ (mécanique et biologique) (Litre)	Volume minimum de substrat pour bactéries ⁴ (Litre)		Surface cultivée ⁵ (m ²)
					Graviers volcaniques	Bio-balles	
200	5	50	800	20	50	25	1
500	10	100	1 200	20–50	100	50	2
1 000	20	200	2 000	100–200	200	100	4
1 500	30	300	2 500	200–300	300	150	6
2 000	40	400	3 200	300–400	400	200	8
3 000	60	600	4 500	400–500	600	300	12

Résumé

L'aquaponie est un système d'agriculture fermé qui unit la culture de plante et l'élevage de poissons. Ce système est considéré comme étant très écologique car il met les plantes et les poissons l'un en service de l'autre. Ainsi, il ne produit pas de déchet et il ne consomme que la nourriture des poissons. Grâce à ses multiples avantages, le système aquaponique a été adopté comme étant une politique d'agriculture dans plusieurs pays, mais son application reste encore restreinte en Algérie. De ce fait, L'objectif de notre projet est de promouvoir l'idée d'aquaponie en Algérie et de montrer la possibilité de l'appliquer avec un minimum de moyens et d'outils.

Notre travail consiste à concevoir et fabriquer un petit système aquaponique où nous élevons des salades. Le suivi de notre système a permis d'observer une bonne croissance de nos plantes ce qui prouve le bon fonctionnement de notre système. Nous avons ainsi développé, dans le cadre de ce projet, une petite application de gestion qui va servir les gens voulant investir dans l'idée d'aquaponie comme étant un projet commercial. Notre application « GI-Aquaponique » fournit des fonctionnalités telles que la gestion des achats, des ventes, des clients, des fournisseurs, etc.

Abstract

Aquaponics is a closed farming system that unites plant cultivation and fish farming. This system is considered to be very environmentally friendly because it puts plants and fish in one service of the other. Thus, it does not produce waste and it consumes only fish food. Thanks to its many advantages, the aquaponic system has been adopted as an agricultural policy in several countries, but its application is still limited in Algeria. Therefore, the goal of our project is to promote the idea of aquaponics in Algeria and to show the possibility of applying it with a minimum of means and tools.

Our job is to design and build a small aquaponic system where we raise salads. Monitoring our system has allowed us to observe a good growth of our plants which proves the good functioning of our system. As part of this project, we have developed a small management application that will serve people who want to invest in the idea of aquaponics as a commercial project. Our "GI-Aquaponics" application provides features such as purchasing management, sales, customers, suppliers, etc.

ملخص

نظام الإستزراع المائي هو نظام زراعي مغلق يجمع بين زراعة النباتات وتربية الأسماك. يعتبر هذا النظام اقتصاديا للغاية نظرًا لأنه يضع من النباتات والأسماك واحدة في خدمة الطرف الآخر. وبالتالي ، فإنه لا ينتج النفايات ويستهلك فقط غذاء الأسماك. بفضل ميزاته العديدة ، تم تبني هذا النظام كسياسة زراعية في العديد من البلدان ، ولكن تطبيقه لا يزال محدودًا في الجزائر. ولذلك ، فإن هدف مشروعنا هو الترويج لفكرة نظام الإستزراع المائي في الجزائر وإظهار إمكانية تطبيقها بأقل قدر من الوسائل والأدوات.

مهمتنا هي تصميم وبناء نظام استزراع مائي صغير حيث قمنا بزراعة السلطة. وبفضل متابعتنا لنظامنا راقبنا النمو الجيد لنباتنا التي تبين العمل الجيد لنظامنا. و كجزء من هذا المشروع ، قمنا بتطوير تطبيق إداري صغير من شأنه أن يخدم الناس الذين يرغبون في الاستثمار في هذه الفكرة كمشروع تجاري. يوفر هذا التطبيق ميزات مثل إدارة المشتريات والمبيعات والعلاء والموردين وما إلى ذلك.