

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة البليدة 1

Université Blida 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie

Mémoire

*Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master 2 en :  
écosystèmes aquatiques*

Thème

**Caractérisation physico-chimique et bactériologique des eaux  
des bassins d'aquaculture en vue de leur valorisation en  
agriculture.**

*Soutenu par:*

*Ferrah Meriem*

*Et*

*Tidjini Abdelkrim*

*Devant le Jury :*

*MM. OURZEDDINE*

*MCB*

*U.S.D. Blida1*

*Présidente*

*MM. OURIACHE*

*MCB*

*U.S.D. Blida1*

*Examinatrice*

*MM. BELMESKINE H.*

*MCA*

*U.S.D. Blida1*

*Promotrice*

*Le 11/ 09/2022*

## Remerciements

On remercie Dieu, le tout puissant pour la volonté, la patience et le courage qu'il nous a accordés pour mener à terme ce travail.

Nous remercions vnt principalement à notre promotrice **Dr. Hayet BELMESKINE** pour la qualité de son enseignement, ses conseils et son intérêt incontestable qu'elle porte à tous les étudiants. Qu'elle trouve ici nos sincères gratitudee et nos profondes reconnaissances pour tous les efforts qu'elle a déployés dans ce projet, ainsi que de sa compréhension et de sa patience.

Merci à tous les membres du jury qui ont accepté d'évaluer ce travail :

**Dr. OUZERDINE W.** ; d'avoir accepté de présider lu jury

**Dr . OURIACH H.** ; d'avoir accepté d'examiner notre travail

Nous adressons également nos sincères remerciements, à tous nos enseignants du département de **Biologie** pour leurs efforts dans notre formation tout au long du cursus universitaire.

On remercie nos très chers parents et tous les professeurs, intervenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé nos réflexions et ont accepté de nous rencontrer et de répondre à nos questions durant nos recherches.

A tous ces intervenants, on présente nos remerciements, notre respect et gratitude.

On tient à témoigner nos sincères remerciements à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin au bon déroulement de notre stage de fin d'études et à l'élaboration de ce modeste travail.

# Dédicaces

**J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail:**

**A ma très chère mère**

Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.

**A mon très cher père**

Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager. Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.

**A ma sœur Fatiha** qui m'a soutenue tout au long de ce projet.

A mes **chers frères** et leurs enfants, et toute ma famille, et toutes les personnes que j'aime.

**A mon meilleur ami Mohamed Amine**, et tous mes amis, et mes camarades de la promotion 2022.

**A Mr Sofiane, Mme walida, Mme Amina**, qu'ils m'ont aidé à terminer ce travail.

En fin je remercie mon binôme, **Meriem** qui a contribué à la réalisation de ce modeste travail.

**AbdelkrimTidjini**

# Dédicaces

## **En premier lieu, je dédie ce travail:**

À mes parents, école de mon enfance et la source de ma vie. Rien au monde ne peut compenser leurs sacrifices et enduré pour que je puisse arriver à suivre le bon chemin. Ce travail est le fruit de leurs efforts. Que Dieu les protègent.

Aussi, je dédie mon travail à madame Amina ougade et madame oualida qui font partie du personnel de jardin d'essai d'El hamma.

Pour leurs soutien permanent et aide précieux qui m'ont été très utiles pour finaliser mes travaux

Et, particulièrement à mon amie Bandoui Roufaïda, qu'elle a contribué activement de près ou de loin à la réussite de ce projet.

Ce travail est dédié également,

A tous mes camarades et proches qui m'estiment

Aux enseignants et personnels de la faculté SNV

**Ferrah Meriem**

## Résumé

Dans le cadre de la réalisation d'un projet d'intégration de la pisciculture à l'agriculture, nous avons réalisé une expérimentation afin d'évaluer la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau des bassins aquacoles du jardin d'essai d'El Hamma (Alger), et étudier l'effet de cette eau sur une culture de tomate (*Lycopersicon esculentum*).

Concernant les analyses physico-chimiques et bactériologiques des eaux aquacoles, les résultats ont montré qu'elles sont riches en éléments nutritifs dont la culture a besoin pour sa croissance, et qu'il y a une conformité aux normes national et international (JORADP et OMS)

En effet, les résultats obtenus de cette étude montrent que les eaux piscicoles influencent positivement sur les paramètres de croissance et morphologiques (taux de germination, nombre de feuille, nombre de fleurs, la longueur de la tige, la largeur de la tige, le poids, la longueur et largeur des racines) par rapport à l'eau conventionnelle.

**Mots clés :** eau aquacole, valorisation, analyses physico-chimique, analyses bactériologiques, agriculture.

## **Abstract**

As part of the implementation of a project to integrate fish farming into agriculture, we carried out an experimentation to assess the physico-chemical and bacteriological quality of the water in an aquaculture pond in the garden of El Hamma test (Algiers), and study the effect of this water on tomato cultivation (*Lycopersicon esculentum*).

Regarding the physico-chemical and bacteriological analyzes of aquaculture water, the results showed that they are rich in nutrients that the culture needs for its growth, and that there is compliance with national and international standards (JORADP and WHO).

In fact, the results obtained from this study showed that fish farming have a positive influence on growth and morphological parameters (germination rate, number of leaves, number of flowers, stem length, stem width, and weight, root length and width) compared to conventional water.

**keywords:** aquaculture water, valorization, physico-chemical analyzes, bacteriological analyzes, agriculture .

## المخلص

كجزء من تنفيذ مشروع دمج التربية المائية في الزراعة، قمنا بإجراء تجربة لتقييم الجودة الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية للمياه في بركة التربية الأحياء المائية في حديقة التجارب الحامة، ودراسة تأثير هذه المياه على زراعة الطماطم (*Lycopersicone sculentum*)

فيما يتعلق بالتحليل الفيزيائية-الكيميائية والبكتريولوجية لمياه تربية الأسماك، أظهرت النتائج أنها غنية بالمغذيات التي تحتاجها المزروعات لنموها، وأن هنالك امتثالا للمعايير الوطنية والدولية (OMS / JORADP) .

أظهرت النتائج المتحصل عليها من هذه الدراسة أن مياه تربية الأسماك لها تأثير إيجابي على النمو والمعايير الشكلية (معدل الإنبات، عدد الأوراق، عدد الأزهار، طول الساق، عرض الساق، الوزن، طول وعرض الجذور) مقارنة بالمياه المعدنية.

الكلمات المفتاحية: مياه تربية الأحياء المائية، استرجاع، تحليلات فيزيائية كيميائية، تحليلات بكتريولوجية، زراعة.

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b> : Avantages et inconvénients de l'aquaculture en Algérie (CNRDPA, 2004).....	04
<b>Tableau 2</b> : Résultats d'analyses physico-chimiques des eaux aquacoles.....	27
<b>Tableau 3</b> : Résultats d'analyses bactériologiques des eaux aquacoles .....	28

## Liste des figures

<b>Figure 1</b> : Localisation géographique des bassins aquacoles d'El Hamma (Source Google Earth, 2022).....	08
<b>Figure 2</b> : Quelques bassins du jardin.....	09
<b>Figure 3</b> : Types de croissance selon Atherton et Harris (1986) .....	13
<b>Figure 4</b> : L'espèce de tomate sélectionnée pour l'étude .....	15
<b>Figure 5</b> : Prélèvement des eaux aquacoles pour analyse .....	16
<b>Figure 6</b> : Semis des graines de tomate .....	17
<b>Figure 7</b> : semis des graines de tomate.....	24
<b>Figure 8</b> : L'arrosage des graines .....	24
<b>Figure 9</b> : La transplantation des cultures dans des gobelets .....	25
<b>Figure 10</b> : Tamisage du sol .....	25
<b>Figure 11</b> : La transplantation des cultures (après 1mois) dans des pots .....	26
<b>Figure 12</b> : Comptage de feuilles .....	26
<b>Figure 13</b> : Mesure de la hauteur .....	26
<b>Figure 14</b> : Comptage de fleurs.....	26
<b>Figure 15</b> : Évaluation de nombre de graines germées .....	29
<b>Figure 16</b> : Détermination du taux de germination des graines pour différents traitements .....	30
<b>Figure 17</b> : Détermination de la hauteur de la plante .....	31
<b>Figure 18</b> : Détermination du nombre de feuilles.....	32
<b>Figure 19</b> : Détermination de la largeur de la tige.....	33
<b>Figure 20</b> : Détermination du nombre de fleurs .....	34
<b>Figure 21</b> : Détermination de la Longueur, largeur (ramifications) et poids des racines..	35

## Liste des abréviations

**pH** : Potentiel d'hydrogène.

**DBO** : Demande Biologique en Oxygène.

**DCO** : Demande Chimique en Oxygène.

**UV** : Ultraviolet

**H<sup>+</sup>** : Hydrogène.

**TAC** : Titre alcalimétrique complet.

**COD** : Carbone Organique Dissous.

**°C** : Degré Celsius.

**KCL** : Chlorure de potassium.

**TH** : Dureté.

**MI** : Un millième de litre.

**EDTA** : Acide éthylène diamine tétra-acétique.

**TA** : Titre alcalimétrique simple.

**TAC** : Titre alcalimétrique complet.

**V** : volume.

**IR** : Infra-rouge.

**(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** : Sulfate d'ammonium, fréquemment appelé sulfate d'ammoniaque.

**H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** : Acide sulfurique.

**NaCl** : Chlorure de SODIUM.

**SFB**: Selenite F Broth.

**TTC**: Triphenyl Tetrazolium Chloride.

# Table des Matières

**Remerciements**

**Dédicaces**

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

**Liste des abréviations**

**Introduction.....1**

## **Chapitre 1 : Revue bibliographique**

**1.1. Définition de l'aquaculture. .... 3**

**1.2. Objectifs de l'aquaculture.....3**

**1.3. Avantages et inconvénients de l'aquaculture. .... 4**

**1.4. Impact environnemental ..... 4**

**1.5. Définition de la pisciculture. .... 5**

**1.6. Gestion des déchets ..... 5**

1.6.1 Déchets des bassins d'aquaculture.....5

1.6.1.1 Déchets métaboliques ..... 6

1.6.1.2 Elimination des solides ..... 6

1.6.1.3 Déchets dissous .....6

1.6.1.4 Déchets pathogènes..... 7

**1.7 Quelques travaux de recherches sur la valorisation des eaux de bassin d'aquaculture dans le monde.....7**

1.7.1 Contribution à la valorisation des eaux aquacoles dans l'amélioration de la production de l'oignon et de la laitue (cas Kef es soltane Ouargla)

1.7.2 Impact de l'irrigation par les eaux piscicoles sur les peuplements du sol et le rendement de deux légumineuses.....	7
---	---

## **1.8 Présentation du site d'expérimentation. .... 8**

1.8.1 Les caractéristiques des principaux poissons introduites dans les bassins de jardin d'essai .....	9
---	---

1.8.1.1 Le Tilapia. ....	9
--------------------------	---

1.8.1.2 La Carpe Koï.....	9
---------------------------	---

1.8.1.3 Le poisson rouge. ....	9
--------------------------------	---

### **1.8.2 Contrôle de l'eau des bassins ..... 10**

1.8.2.1 Les paramètres physico-chimique. ....	10
---	----

- Potentiel d'hydrogène.....	10
------------------------------	----

- Conductivité.....	10
---------------------	----

- Oxygène dissous .....	10
-------------------------	----

- Chlorures.....	10
------------------	----

- Nitrates.....	10
-----------------	----

- Calcium.....	10
----------------	----

- Titre alcalimétrique complet.....	11
-------------------------------------	----

- Le carbone organique dissous.....	11
-------------------------------------	----

1.8.2.2 Les paramètres bactériologique. ....	11
--	----

1.8.2.2.1 Les coliformes.....	11
-------------------------------	----

- Coliformes totaux .....	11
---------------------------	----

- Coliformes fécaux.....	11
--------------------------	----

1.8.2.2.2 Streptocoques fécaux .....	12
--------------------------------------	----

## **1.9 Généralités sur la tomate..... 12**

1.9.1 Origine de la tomate.....	12
---------------------------------	----

1.9.2 Classification de la tomate.....	12
--	----

1.9.3 Classification variétale selon le mode de croissance. ....	12
1.9.3.1 Variété à croissance indéterminé. ....	12
1.9.3.2 Variété à croissance déterminer. ....	13
1.9.4 Cycle biologique de la tomate.....	13
1.9.4.1 Germination .....	14
1.9.4.2 Croissance. ....	14
1.9.4.3 Floraison.....	14
1.9.4.4 Pollinisation .....	14
1.9.4.5 Fructification et nouaison des fleurs .....	14
1.9.4.6 Maturation de fruit. ....	14

## **Chapitre 2: Matériel et Méthode**

<b>2.1 Matériel.....</b>	<b>15</b>
2.1.1 Matériel biologique. ....	15
- Eau aquacole. ....	15
- La tomate. ....	15
2.1.2 Matériel non biologique. ....	15
- Pour les prélèvements d'eau .....	15
- Pour l'analyse d'eau .....	16
- pour la plantation des graines de tomate.....	16
<b>2.1 Méthodes .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1.1 Méthode de prélèvement. ....</b>	<b>16</b>
<b>2.2.2 Méthodes d'analyses physico-chimiques .....</b>	<b>17</b>
2.2.2.1 Le PH .....	17
2.2.2.2 Conductivité.....	17
2.2.2.3 La dureté. ....	17
2.2.2.4 TAC.....	18

2.2.2.5	Chlorures.....	19
2.2.2.6	Nitrates.....	19
2.2.2.7	Sulfates.....	19
2.2.2.8	Phosphore.....	20
2.2.2.9	Oxygène dissous .....	20
2.2.2.10	Carbone organique dissous .....	21
2.2.2.11	Azote.....	21
2.2.2.12	Potassium .....	22
<b>2.2.3</b>	<b>Analyses bactériologiques .....</b>	<b>23</b>
2.2.3.1	Recherche de salmonelle.....	23
2.2.3.2	Recherche Escherichia coli .....	23
2.2.3.3	Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux.....	23
2.2.3.4	Recherche et dénombrement des streptocoque fécaux .....	23
<b>2.2.4</b>	<b>Culture de la tomate. ....</b>	<b>24</b>
2.2.4.1	Germination .....	24
-	Système d’arrosage.....	24
-	Méthode de mesure.....	25
2.2.4.2	La transplantation.....	25

### **Chapitre 3: Résultats et Discussion**

<b>3.1</b>	<b>Résultats d’analyses physico-chimiques des eaux aquacoles et conventionnelles .....</b>	<b>27</b>
<b>3.2</b>	<b>Résultats d’analyses bactériologiques .....</b>	<b>28</b>
<b>3.3</b>	<b>Impacts de l’irrigation par les eaux aquacoles sur la croissance de la tomate.....</b>	<b>28</b>
3.3.1	La Germination .....	28
3.3.2	Suivi des paramètres de croissance.....	30

3.3.2.1 Hauteur de la plante. ....	30
3.3.2.2 Nombre de feuilles .....	31
3.3.2.3 Largeur de la tige. ....	33
3.3.2.4 Nombre de fleurs.....	34
3.3.2.5 Paramètres racinaires .....	35
<b>Discussion.....</b>	<b>36</b>

**Conclusion**

**Annexes**

# Introduction

# INTRODUCTION

---

L'aquaculture est une source de nourriture à haute valeur nutritionnelle pour les familles et lorsque les petits exploitants conjuguent l'agriculture et l'aquaculture, ils améliorent leur production. Les poissons ne consomment pratiquement pas d'eau, mais ils améliorent la qualité de l'eau en se nourrissant du plancton et en désherbant le milieu aquatique (FIDA, 1999).

Le développement de l'aquaculture a connu un véritable essor dans notre pays. Les efforts déployés par le secteur ces dernières années, font que l'aquaculture commence à se hisser au rang des activités économiques et progresse de la phase expérimentale vers l'étape de production et de participation au développement socio-économique du pays.

Une agriculture durable ne peut s'envisager sans le souci du maintien de l'équilibre des sols du point de vue des nutriments qu'il contient, sous forme minérale ou organique. L'intensification de la production végétale consiste à augmenter le rendement de la biomasse, prélevée pour la consommation animale et humaine par des apports supplémentaires en éléments fertilisants, particulièrement en azote, phosphore et potassium.

Dans ce contexte l'étude de la valorisation agricole des eaux aquacoles à pour but d'améliorer la qualité fertilisante du sol. Pour se faire, notre travail a pour objectifs de :

- Déterminer la qualité physico-chimique d'une eau aquacole (pH, conductivité, azote, calcium, dureté etc....) prélevée au niveau des bassins d'aquaculture du jardin d'essais d'El Hamma (Alger),
- Déterminer également la qualité bactériologique de cette eau (*enterocoques*, *salmonella*, *E. coli*)
- Application en agriculture : Utilisation de l'eau aquacole avec différentes dilutions pour l'irrigation de cultures de tomates et comparaison avec une eau conventionnelle.

Le présent travail comporte trois chapitres organisés comme suit :

- Le premier chapitre est consacré à la revue bibliographique
- Le deuxième chapitre est réservé à la présentation du matériel et méthodes
- Le troisième synthétise les résultats et la discussion de ces derniers.

REVUE  
BIBLIOGRAPHIQUE

## I.1. Définition de l'aquaculture

L'aquaculture est définie comme l'art de multiplier et d'élever les animaux et les plantes aquatique (**Barnabe, 1991**). C'est une activité de production de poissons, mollusques, crustacés et algues, en systèmes intensifs ou extensifs. Par aquaculture, on entend différents systèmes de culture de plantes et d'élevage d'animaux dans des eaux continentales, côtières et maritimes, qui permettent d'utiliser et de produire des espèces animales et végétales diverses et variées (**Benidiri, 2017**).

Cette filière s'intéresse à plusieurs catégories de productions dont les principales sont comme suit (**Benidiri, 2017**):

- La conchyliculture concerne l'élevage des mollusques.
- La pisciculture qui est l'élevage des poissons.
- L'astaciculture définissant l'élevage de l'écrevisse genre astacia.
- L'algoculture définissant la culture des algues.
- L'échiniculture concerne l'élevage des oursins.
- La carcinoculture concerne l'élevage des crustacés.

## I.2. Objectifs de l'aquaculture

Le but fondamentale des activités aquacoles est de produire de la matière vivante à partir de l'élément aquatique, c'est à dire la production pour la consommation humaine d'aliments riches en protéines. Elle consiste en fait à manipuler les milieux aquatiques, naturels ou artificiels pour réaliser la production d'espèces utiles à l'être humain.

Les objectifs de l'aquaculture sont cependant relativement variés selon le contexte économique dans lequel ils s'inscrivent ;

- Dans les pays industrialisés, c'est l'obtention de produits aquatiques très appréciés et de haute valeur commerciale que la pêche ne peut pas fournir en quantité suffisante,
- En Europe occidentale et au Japon c'est le saumon, la truite, le loup, la daurade, les algues, crevettes, perles, etc. En outre, dans ces pays il y a une forte demande sur les produits ayant des caractéristiques diététiques (faible teneur en matière grasse, richesse en vitamines et oligoéléments),
- Dans les pays en voie de développement, l'objectif est de produire des protéines animales que les élevages traditionnels ne peuvent fournir en quantité suffisante du fait

## Chapitre I : Revue bibliographique

de la surpopulation ou de la désertification des sols. L'Inde, par exemple, connaît une production d'espèces tropicales très appréciées (**Benidiri, 2017**).

### I.3. Avantages et inconvénients de l'aquaculture

Les principaux avantages et inconvénients de l'aquaculture sont représentés dans le tableau 1, ci-dessous.

**Tableau1 : Avantages et inconvénients de l'aquaculture en Algérie (CNRDPA, 2004)**

Avantages	Inconvénients
Une alternative à la surpêche pratiquée dans les mers, notamment à l'heure où la demande alimentaire ne cesse d'augmenter	Développement accru de pathologies
Contrôle de la reproduction	Pollution (Concentration des excréments, des pathogènes, des produits sanitaires)
Amélioration du rendement	Evasion d'individus (espèces invasives, pollution génétique)

### I.4. Impact environnemental

Les élevages des espèces aquacoles ont connu une croissance rapide durant ces dernières décennies, les trois quarts de la production sont réalisées en Asie, le quart restant en Amérique latine. D'immenses surfaces ont été défrichées pour installer des élevages ce qui entraînant une forte érosion des sols et un affaiblissement de la protection contre les crues.

Les activités aquacoles affectent l'environnement notamment la qualité de l'eau, de différentes façons ;

- L'augmentation des composés liés au métabolisme des espèces aquacoles tel que les déchets organiques, les composés azotés et le phosphore.
- Le changement de la température et le pH de l'eau.
- L'augmentation des solides en suspension, des solides liés aux aliments non ingérés.

La composition, la digestibilité et le taux de conversion des aliments conditionnent en grande partie le niveau des rejets dus à l'activité piscicole, et donc la libération dans le milieu naturel de matière organique et de nutriments. Ceux-ci peuvent amener des changements dans les écosystèmes, particulièrement les milieux aquatiques (hausse de la charge en éléments).

Les opérations de production en aquaculture nécessitent l'utilisation de produits chimiques (désinfectants, fongicides, antibiotiques...) dont l'impact négatif sur la qualité de l'eau et les organismes aquatiques des milieux récepteurs (**ANDI, 2013**).

## I.5. Définition de la pisciculture

La pisciculture est une branche de l'aquaculture qui désigne l'élevage des poissons dans des espaces entièrement ou partiellement clos (étang, bassins en béton ou en plastique, nasses ou cages, etc.), afin de pouvoir protéger les animaux contre les différents prédateurs ainsi pour les contrôler (alimentation, traitement, capture...) (**Benidiri, 2017**). L'élevage des poissons s'effectue en eaux douces, saumâtres ou salées (**F.A.O. 2008 In Belayachi, 2013**).

Il existe deux familles principales de pisciculture, soient :

- La production en étang, avec un bassin en terre, dans lequel les poissons se nourrissent complètement ou partiellement à partir de la production biologique du milieu.
- La production intensive en bassin artificiel ou cages, dans lesquels les poissons sont exclusivement nourris avec de l'aliment apporté par le pisciculteur.

La majorité du poisson consommé dans le monde provient de l'élevage, et 90% du poisson d'élevage est produit en Asie. Les espèces les plus élevées sont les carpes, suivies du tilapia, des salmonidés et des siluriformes (**F.A.O, 2008 In Belayachi, 2013**).

## I.6. Gestion des déchets d'un bassin

Un déchet est défini comme tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit, ou plus généralement, tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destiné à l'abandon (**d'après la loi de 15 juillet 1975**).

### I.6.1. Déchets des bassins d'aquaculture

Pour les piscicultures, les déchets sont généralement définis comme les déchets métaboliques ou les restes de nourriture provenant d'une exploitation normale. Les types de déchets qu'une exploitation pourrait générer sont les suivants :

- Les déchets biologiques : les poissons, les œufs morts, les déchets de frai, etc...
- Les déchets dangereux : les produits pétroliers, les produits de nettoyage et les autres produits utilisés dans l'exploitation.

- Les déchets solides provenant des réservoirs de boues, des bassins ou étangs de décantation, etc...

### **I.6.1.1. Déchets métaboliques**

Les déchets métaboliques existent sous deux formes : Dissoute et en particules.

Afin de déterminer la quantité de déchets qu'une exploitation générera, la quantité et la digestibilité des aliments utilisés dans l'exploitation sont les facteurs les plus importants. Les taux d'alimentation ont tendance à augmenter avec la température, de sorte que la quantité de déchets est souvent plus grande pendant les mois d'été lorsque les taux d'alimentation sont les plus élevés. En plus de choisir des aliments extrudés à haute énergie avec une haute digestibilité pour assurer une meilleure assimilation, on rendra les efforts de gestion des déchets plus efficaces s'ils sont axés sur l'élimination rapide des solides (**Vallod et Sarrazin, 2010**).

### **I.6.1.2. Élimination des solides**

Les déchets solides doivent être éliminés aussi rapidement que possible afin de réduire la quantité des déchets que provoque un lessivage accru des nutriments dans l'eau. Le débit de l'eau est important pour la gestion des déchets car il participe à l'élimination des excréments de poissons et permet le tassement rapide des concentrations des matières décanales (**Vallod et Sarrazin, 2010**).

### **I.6.1.3. Déchets dissous**

Les déchets dissous constituent une autre composante des déchets métaboliques ; ils sont souvent mesurés par la demande biologique en oxygène (DBO) et la demande chimique en oxygène (DCO). La DBO est censée être une mesure à long terme de la consommation d'oxygène, car elle ne peut se produire que longtemps après que l'eau s'est écoulée de la ferme piscicole. En revanche, la DCO est une mesure à court terme en raison de la perte d'oxygène qui se produit, en grande partie, à l'intérieur de la ferme. Les déchets dissous se produisent sous de nombreuses formes : l'ammoniac, le nitrite, le nitrate, le phosphore et la matière organique. L'ammoniac, qui est excrété par les branchies, est la forme la plus toxique de l'azote lorsque la forme n'est pas ionisée. Les bactéries qui existent dans la nature transforment l'ammoniac en formes moins toxiques dont se nourrissent les plantes et les algues. Le phosphore que contiennent l'alimentation et les matières fécales des poissons se décompose en phosphate (une forme plus utilisable). C'est durant le nettoyage des réservoirs ou étangs que des niveaux élevés de déchets peuvent être libérés. L'élimination fréquente des déchets solides permettra de réduire les déchets dissous dans les eaux de rejet (**Vallod et Sarrazin, 2010**).

### **I.6.1.4. Déchets pathogènes**

Il existe trois méthodes les plus courantes pour traiter les déchets pathogènes dans l'eau : L'ozonation, la chloration et le rayonnement UV.

La chloration et l'ozonation sont des méthodes efficaces mais utilisent des oxydants puissants ; le chlore et l'ozone, respectivement, qu'il faut surveiller car l'excès de leur concentration dans l'effluent conduit à une asphyxie des poissons et leur mort, ainsi que la dégradation du milieu aquatique (**Vallod et Sarrazin, 2010**).

## **I.7. Quelques travaux de recherches sur la valorisation des eaux de bassins d'aquaculture dans le monde**

### **1. Contribution à la valorisation des eaux aquacoles dans l'amélioration de la production de l'oignon et de la laitue (cas de Kef es Soltane Ouargla) (Bahri Asma , 2009):**

Le développement de l'aquaculture en milieu rural saharien constitue un atout pour le renforcement de l'autosuffisance alimentaire locale et régionale. Ce travail a pour but d'étudier l'effet de l'eau aquacole sur 02 cultures, l'oignon (*Allium cepa*) et la laitue (*Lactuca sativa*) en plein champ dans la station de Kef esSoltane (Ouargla). Les résultats obtenus sur terrain montrent que l'eau aquacole utilisée dans l'irrigation des cultures a un effet positif sur le rendement des deux cultures par rapport à l'eau de forage. Ainsi les paramètres morphologiques (nombre de feuilles, longueur des feuilles, calibre des bulbes et poids) ont été améliorés d'une façon très significative avec les eaux aquacoles.

- **Impact de l'irrigation par les eaux piscicoles sur lespeuplements faunistiques du sol et les rendements de deux légumineuses (Mohamedi et Hemri, 2017) :**

Cette étude est une contribution à la réalisation du projet et de développement et d'intégration de l'aquaculture à l'agriculture. Elle consiste à l'évaluation de l'effet de l'irrigation par les eaux piscicoles sur les densités des populations faunistiques du sol et sur le rendement de deux légumineuses Le travail a fait ressortir que l'intégration de pisciculture à l'agriculture en irrigant par l'eau du bassin d'élevage a un effet positif sur les rendements de la

fève et du pois puisque des différences significatives ont été enregistrées pour les différents paramètres de rendement étudiés pour les deux cultures.

### I.8. Présentation du site d'expérimentation

Le jardin d'essai (El Hamma) est situé au fond de la baie d'Alger dans la partie nord-est dans le quartier du Hamma à Alger, au pied du musée national des beaux-arts d'Alger, de la rue Mohammed Belouizdad à la rue Hassiba Ben Bouali.

Sur une superficie de 32ha, il est localisé à la latitude 36° 43° Nord et à longitude 03° 05° Est et une altitude qui varie de 10 à 100 m.

Ce jardin est parmi les 1800 jardins botaniques existant dans le monde qui joue un rôle majeur dans les domaines scientifiques, éducatifs et horticoles.

Il dispose de deux principaux types de jardin ornementaux, Français et Anglais. Ces bassins font l'objectif d'élevage de poisson, Carpe Koi, Tilapia et poisson rouge.

Ces espèces s'alimentent naturellement des matières et des débris qui se trouvent dans le milieu, et aussi la rate des chevaux cuite et hachée et rarement des croquettes industrielles.



**Figure 1: Quelques bassins du jardin**

#### I.8.1. Les caractéristiques des principaux poissons introduites dans les bassins de jardin d'essai

##### *1.8.1.1. Le tilapia*

Les tilapias sont, après la carpe, le deuxième groupe le plus important de poissons d'élevage au monde. Ils sont le pilier de nombreuses piscicultures pauvres en ressources

(Eknath et al, 1993). Elles s'adaptent à des environnements variés et peuvent vivre à des températures comprises entre 9°C et 40°C (Allanson et Noble, 1984; Denzer, 1968).

Le mode alimentaire est caractéristique du genre. Ainsi, les poissons du genre Tilapia sont d'abord zoo-planctophages puis deviennent omnivores (Bard et al, 1974).

### *1.8.1.2. La carpe koi*

Les poissons koi sont omnivores. Ils vivent sous une température entre 15 et 25 ° C ; leur système immunitaire est affaibli bien au-dessous de 10 ° C.

### *1.8.1.3. Le poisson rouge*

Les poissons rouge sont ovipares prolifique, ils vivent dans les étangs, les bassins, les marais. Ils se nourrissent de plancton, d'œufs de poisson, d'insectes, de petits invertébrés, de végétaux.

## **1.8.2. Contrôle de l'eau des bassins**

### **1.8.2.1. Les paramètres physico-chimiques de l'eau**

#### ➤ **Potentiel d'hydrogène (pH)**

Le pH ou le potentiel d'hydrogène est le logarithme décimal de l'inverse de sa concentration en ions d'hydrogène (H<sup>+</sup>), il est inférieur ou supérieur à 7 suivant que l'eau est acide ou basique. Il n'a pas de la signification hygiénique mais il représente une notion importante de la détermination de l'agressivité de l'eau et la précipitation des éléments dissous (Paul.R.,1971).

#### ➤ **Conductivité**

La détermination de la conductivité de l'eau est très importante car elle renseigne sur la minéralisation de l'eau, la conductivité électrique de l'eau est en fonction de la concentration totale de l'eau en ions, de leur valence, leur mobilité, leur concentration relative et de la température. Elle est comprise entre deux électrodes métalliques (Ben Akram et al., 2019). La conductivité électrique mesure la capacité de l'eau à conduire le courant électrique, dans la mesure où la plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement (E. Derwich et al, 2010) ; elle s'exprime en  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , où 2  $\mu\text{s}/\text{cm}$  correspondent à 1 mg de sels dissous par litre d'eau (Rodier, 1996), et varie proportionnellement avec les fluctuations de la température. Sa variation, qui renseigne sur les zones de mélange ou d'infiltration, permet de suivre l'évolution d'une pollution chimique.

#### ➤ **Oxygène dissous**

L'oxygène est l'un des paramètres particulièrement utile pour l'eau et constitue un excellent

indicateur de sa qualité. C'est un des paramètres les plus sensibles à la pollution. Sa valeur nous renseigne sur le degré de pollution et par conséquent sur le degré de l'autoépuration d'un cours d'eau.

### ➤ **Chlorures**

Les teneurs en chlorures des eaux extrêmement variées sont liées principalement à la nature des terrains traversés. Le gros inconvénient des chlorures est la saveur désagréable qu'ils confèrent à l'eau à partir de 250 mg/l surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium (**Rodier et al., 2005**).

### ➤ **Nitrates**

Les nitrates représentent la forme azotée souvent la plus présente dans les eaux naturelles. Les nitrates constituent la composante principale de l'azote inorganique ou minéral (**Rodier et al., 2009**).

### ➤ **Calcium**

Le calcium est un métal alcalinoterreux. Leur teneur dans l'eau est directement liée à la nature géologique des terrains traversés. Il est l'élément principal de la dureté de l'eau (**Potelon et Zysman, 1998**).

### ➤ **Titre alcalimétrique complet**

Le titre alcalimétrique complet mesure la teneur de l'eau en alcalin libre et en carbonate caustique. Le titre alcalimétrique complet ou TAC permet de connaître la teneur totale en ions hydroxydes, carbonates et hydrogencarbonates. Cette détermination est basée sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué en présence d'un indicateur coloré.

### ➤ **Le carbone organique dissous**

Le carbone organique dissous (COD) est un élément majeur des eaux naturelles en raison de son implication dans de nombreux processus contrôlant le fonctionnement et la qualité des écosystèmes aquatiques. Le COD correspond à une définition opérationnelle qui réfère à la fraction organique retenue dans une eau après filtration de celle-ci à un seuil de coupure variant de 0,22 à 0,45  $\mu\text{m}$  suivant les études. De façon générale, le COD des eaux naturelles inclut une faible proportion (~20%) de composés facilement identifiables de faible poids moléculaire comme les carbohydrates ou les acides aminés, et une forte proportion (~80%) de composés de haut poids moléculaire difficilement identifiables présentant une structure complexe, regroupés sous le terme de substances humiques (Thurman, 1985; Leenheer and Croué, 2003).

### ➤ **La dureté**

En termes chimiques, la dureté est définie comme la concentration totale de calcium ( $\text{Ca}^{2+}$  et magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ), de fer et de manganèse en termes de mg/L équivalent carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ). En termes pratiques, la dureté est mesurée par titrage chimique. La dureté totale des eaux naturelles varie de moins de 5 à plus de 10 000 mg/L de  $\text{CaCO}_3$ . Les eaux ont traditionnellement été classées comme molles (0 – 75 mg/l), modérément dures (75 – 150 mg/l), dures (150 – 300 mg/l) ou très dures (> 300 mg/l).

Si les taux sont faibles, l'eau doit être «durcie» en ajoutant du calcium dissous pour améliorer et soutenir les œufs de poissons d'eau douce nouvellement fertilisés et la calcification des structures squelettiques larvaires. Le calcium et le magnésium diminuent également la toxicité des métaux dissous. Les recommandations pour la dureté totale varient de 60 à 300 mg/L.

**Badiane A)**

### **I.8.2.2. Les paramètres bactériologiques**

#### **I.8.2.2. 1. Les coliformes**

Les coliformes regroupent un grand nombre d'espèces bactériennes appartenant à la famille des Entéro-bactériacea (**Guiraud, 1998**).

#### ➤ **Coliformes totaux**

Les coliformes sont des bâtonnets anaérobies facultatifs, Gram négatif, non sporulant. Ils sont capable de fermenter le lactose en produisant de l'acide et de gaz en 48 heures à des températures de 35 à 37° C (**Rodier et al., 1996**).

#### ➤ **Coliformes fécaux**

Ce sont des bâtonnets aéro-anaérobies facultatifs, non sporulant, capables de fermenter le lactose avec production de l'acide et de gaz à 36 et 44° C en moins de 24 heures (**Rodier et al 1996**).

#### **I.8.2.2. 2. Streptocoques fécaux**

Ce sont des cocci-sphériques, Gram positifs, catalase négatif. Ils se déposent le plus souvent en diplocoques ou en chaînettes, se développent le mieux à 37° C, et ils produisent l'acide lactique sans gaz (**Bourgeois et Mescle, 1996**).

### I.9. Généralités sur la tomate

#### 1. 9.1. Origine de la tomate

La tomate est une plante cultivée dans le monde entier pour son fruit. Elle est originaire des régions Andines côtières nord-ouest de l'Amérique du sud, dans une zone allant du Sud de la Colombie au Nord du Chili et de la côte Pacifique, aux Contreforts des Andes (Equateur, Pérou) (**Chaux et Foury, 1994**).

#### 1.9.2. Classification de la tomate

Selon (**Gallais et al. 1992**), la systématique de la tomate est la suivante :

Règne : végétal.

Sous-Règne : Cormophytes.

Embranchement : Spermaphytes.

Sous-Embranchement : Angiospermes.

Classe : Gamopétales.

Sous-classe : Polemoniales.

Famille : Solanaceae.

Genre : *Lycopersicum*.

Espèce : *Lycopersicon esculentum*.

#### 1.9.3. Classification variétale selon le mode de croissance

Il existe de très nombreuses variétés cultivées de tomates. La sélection faite par les hommes a privilégié les plantes à gros fruits. On distingue cependant, plusieurs catégories de tomates qui sont classées selon leurs caractères botaniques, morphologiques et selon le mode de croissance de la plante (la formation des feuilles, inflorescences et bourgeons), qui déterminent l'aspect et le port que revêt le plant. Ainsi, la plupart des variétés ont un port dit indéterminé, à l'opposé des autres dites à port déterminé et des variétés buissonnantes (**Naika et al., 2005**).

##### 1.9.3.1. Variété à croissance indéterminée

Ces variétés sont plus nombreuses. Elles continuent de pousser et de produire des bouquets floraux, tant que les conditions sont favorables. Comme leur développement est exubérant, leur tige doit être attachée à un tuteur, sous peine de s'affaisser au sol. Il est également nécessaire de les tailler et de les ébourgeonner régulièrement. Elles ont une

production plus échelonnée et plus étalée. Elles sont plus productives en général que les tomates à port déterminée (POLESE, 2007).

### 1.9.3.2. Variété à croissance déterminée

Dans ce groupe et selon la variété, la tige émet 2 à 6 bouquets floraux, puis la croissance s'arrête naturellement (figure 01). Elle est caractérisée par l'absence de la dominance apicale. Ce type est destiné à l'industrie agro-alimentaire sous le nom de variété industrielle (Laumonier, 1979).

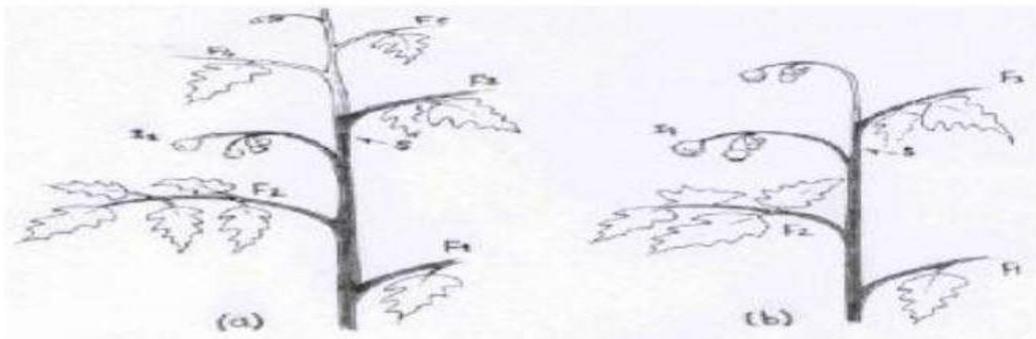


Figure 2: types de croissance selon Atherton et Harris (1986)

### 1.9.4. Cycle biologique de la tomate

Selon Gallais et Bannerot (1992), le cycle végétatif complet de la graine à la graine de tomate varie selon les variétés, l'époque et les conditions de culture ; mais il s'étend généralement en moyenne de 3,5 à 4 mois du semis, jusqu'à la dernière récolte (7 à 8 semaines de la graine à la fleur et 7 à 9 semaines de la fleur au fruit). Le cycle comprend six phases qui sont les suivantes :

#### 1.9.4.1. Germination

La germination est le stade de lever qui mène la graine jusqu'à la jeune plante capable de croître normalement (Corbineau et Core, 2006).

#### 1.9.4.2. Croissance

La croissance est l'augmentation de dimension d'un végétal (Laumonier, 1979).

#### 1.9.4.3. Floraison

A un certain moment de la croissance de la plante qui dure environ 1 mois, la tomate entre en parallèle avec la mise à fleur. Ces fleurs étaient auparavant des boutons floraux.

### **I.9.4.4. Pollinisation**

La pollinisation nécessite l'intervention des agents extérieurs, le vent ou certains insectes comme le bourdon qui est capable de faire vibrer les anthères et de libérer le pollen (**Chaux et Foury, 1994**). La libération et la fixation du pollen reste sous la dépendance des facteurs Climatiques.

### **I.9.4.5. Fructification et nouaison des fleurs**

La nouaison est l'ensemble de gamétogenèse, pollinisation, croissance du tube pollinique, la fécondation des ovules et le développement des fruits « fructification » (**Chaux et Foury, 1994**).

### **I.9.4.6. Maturation du fruit**

La maturation du fruit se caractérise par grossissement du fruit, changement de couleur, du vert au rouge (**Rey et Costes, 1965**).

Matériel  
et  
Méthodes

## Chapitre II: Matériel et Méthodes

Le présent chapitre décrit le matériel et méthodes d'analyses utilisés pour l'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux aquacoles en vue de leur valorisation agricole pour l'irrigation des cultures maraîchères. En effet, en parallèle à nos expérimentations dans le jardin d'El Hamma (Alger), nous avons réalisé une culture de tomates au niveau de la serre expérimentale de la faculté des Sciences de la Nature et de la vie (SNV) de l'université de Blida 1.

### II.1. Matériel

#### II.1. 1. Matériel biologique

- **Eaux aquacoles** : Six échantillons ont été prélevés de trois bassins d'aquaculture différents où trois types de poissons sont élevés à leurs niveaux : Le tilapia, *Carpe koï*, Poisson rouge.
- **La tomate** : La variété de la tomate utilisée est TRES CANTOS (*Lycopersicon esculentum*). C'est une variété à croissance indéterminée, produit des fruits de forme semi plane, à surface un peu côtelée, collet vert, ferme de taille moyenne à grosse.



Figure 3 : l'espèce de tomate sélectionnée pour l'étude

#### II.1. 2. Matériel non biologique

- **Pour les prélèvements d'eau**

Le matériel non biologique utilisé lors de prélèvement des échantillons d'eaux :

- On a utilisé des flacons en verre stérile de 500ml, 1500ml.
- Une glacière pour la conservation des échantillons.

## Chapitre II: Matériel et Méthodes

---

- **Pour l'analyse des eaux**

Le matériel utilisé lors de déroulement du travail (analyses physico-chimiques et bactériologiques) est présenté en **Annexe 1**

- **Pour la plantation des graines de tomate**

Le matériel utilisé pour la plantation est présenté en **Annexe 2**

### II.2. Méthodes

#### II.2. 1. Méthode de prélèvement

Pour les analyses physico-chimiques, les échantillons sont prélevés dans des flacons en polyéthylène de 1,5 litre ou dans des flacons en plastique de 1500ml.

Au moment des prélèvements, les flacons sont rincés trois fois avec de l'eau à analyser puis remplis jusqu'au bord. Le bouchon est placé de telle manière à ce qu'il n'y ait aucune bulle d'air et qu'il ne soit pas éjecté au cours du transport.

Pour les analyses bactériologiques, nous avons utilisé des flacons en verre de 500 ml qui ont été stérilisés dans l'autoclave à 120°C puis bouchés, pour une protection totale contre toute contamination. Ces flacons sont immergés en position verticale en le tenant par le fond. Les échantillons sont transportés dans des glacières pour une température comprise entre 4°et 6°C.



**Figure 4** : Prélèvement des eaux aquacoles pour analyse

## Chapitre II: Matériel et Méthodes

### II.2. 2. Méthodes d'analyses physico-chimiques

L'analyse physico-chimique permet le dosage des paramètres suivants :

#### II.2. 2. 1. Le pH

- Etalonner le pH mètre par la solution tampon, puis rincer l'électrode avec l'eau distillé.
- Plonger l'électrode dans l'échantillon et laisser l'appareille se stabiliser puis noter la valeur.

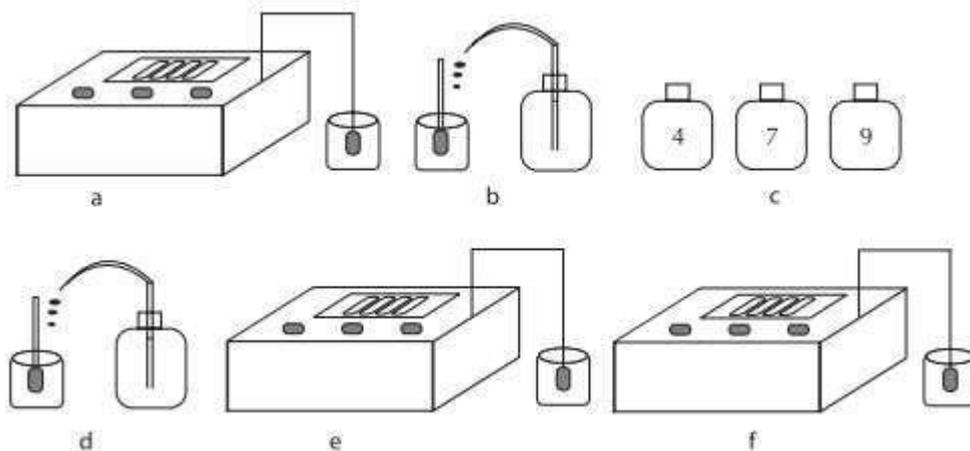


Figure 5 : mesure du pH

#### II.2. 2. 2. Conductivité

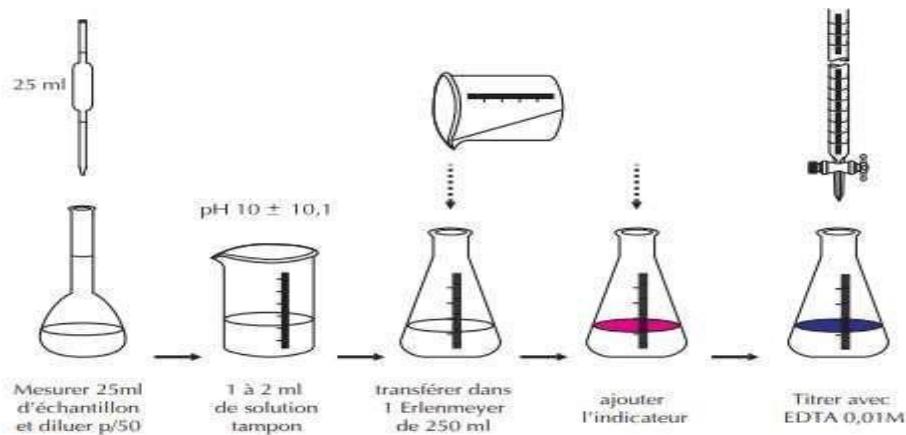
- on étalonne d'abord le conductimètre avec solution de KCl 0.1N.
- on introduit directement l'électrode dans le flacon de l'échantillon.
- on note la conductivité et la température.
- l'électrode doit être rincée abondamment avec l'eau distillée après chaque mesure.

#### II.2. 2. 3. La dureté (TH)

- Prélever une prise d'essai de 50 ml de l'échantillon
- Ajouter 4ml de la solution tampon et une pincée d'indicateur net (le noir ériochrome).
- Bien mélanger, la solution doit se colorer en rose.

## Chapitre II: Matériel et Méthodes

-Titrer immédiatement avec la solution d'EDTA, en versant lentement jusqu'au virage au bleu.

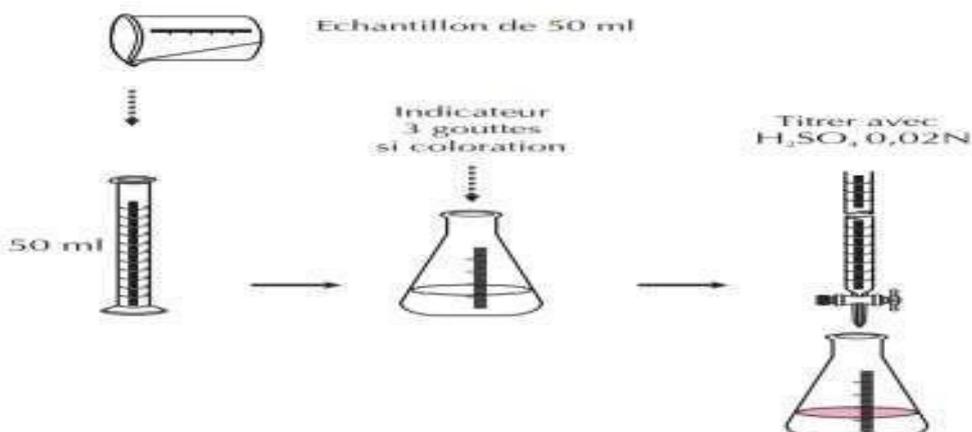


### II.2. 2. 4. Titre alcalimétrique simple et le Titre alcalimétrique complet (TA-TAC)

Comme pour toute méthode instrumentale, la méthode d'essai est très étroitement liée aux matériels dont on dispose ; se reporter à la notice de l'appareil.

-Amener 100 ml d'eau à analyser au pH 4.3 ; Soit V2 le volume total d'acide employé.

-Si le pH est supérieur à 8.3 verser lentement l'acide chlorhydrique pour obtenir cette valeur. Noter le volume V1. Suivre les instructions de l'utilisation du pH-mètre

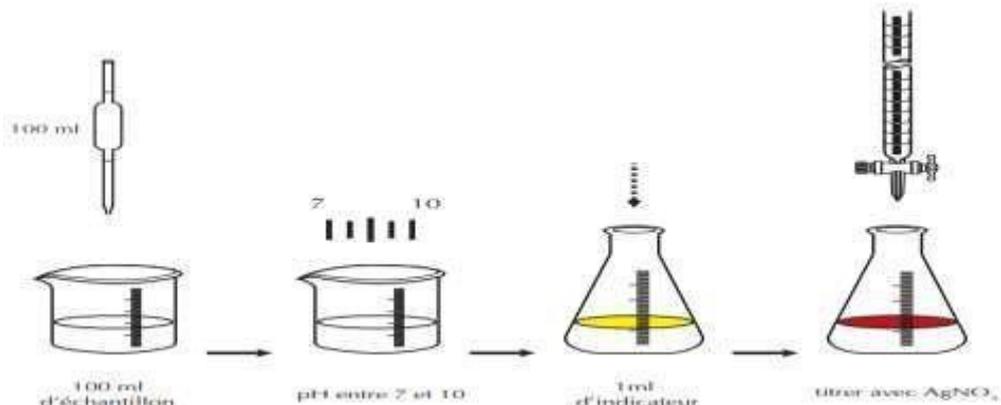


## Chapitre II: Matériel et Méthodes

### II.2. 2. 5. Chlorures

-Introduire 100 ml de l'échantillon dans une capsule en porcelaine blanche ou dans une fiole ou dans un bêcher conique, placé sur un fond blanc.

-Ajouter 1 ml d'indicateur de chromate de potassium (b) et titrer la solution par addition goutte à goutte de solution de nitrate d'Argent jusqu'à ce que la solution prenne une couleur rougeâtre.



### II.2. 2. 6. Nitrates

- Introduire 10 ml d'eau à analyser
- Ajouter 3 gouttes de la solution d'hydroxyde de sodium à 30% (b)
- Ajouter 1ml de solution de salicylate de sodium à 0.5% (a)
- Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75-88°C ;
- Prendre le résidu avec 2 ml d'acide sulfurique concentré (d)
- Laisser reposer 10 minutes
- Ajouter 15 ml d'eau distillée -Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium
- Faire la lecture au spectromètre UV-visible à la longueur d'onde de 415 nm.

### II.2. 2. 7. Sulfates

-Transférer 100 ml de la prise d'essai dans un bêcher de 250.

-Ajouter 5 ml de la solution stabilisante et agiter énergiquement pendant 1 min.

- Ajouter 2 ml de la solution de bichlorure de baryum et couvrir le bêcher.

-Après agitation pendant 1 minute, on fait la lecture à une longueur d'onde égale à 420 nm.

## **Chapitre II: Matériel et Méthodes**

---

### **II.2. 2. 8. Phosphore**

-Introduire 40 ml d'échantillon, ajouter 1 ml d'acide ascorbique et 2mL de réactif mélange dans une fiole jaugée de 50 ml.

-Laisser 30 minutes.

-Effectuer parallèlement au dosage, un essai à blanc en suivant le même mode opératoire en utilisant les mêmes quantités de réactif mais en employant le même volume approprié d'eau distillée à la place de la prise d'essai.

### **II.2. 2. 9. L'oxygène dissous**

Une fois l'électrode est soigneusement stabilisée et calibrée, la mesure doit être effectuée comme suit :

-Placer l'électrode dans l'échantillon, la sonde de la température doit être émergée.

-Agiter correctement l'échantillon ou remuer l'électrode dans l'échantillon afin de retirer toute bulle d'air de la membrane

-Le résultat de mesure s'affiche lorsque la valeur de mesure est stabilisée.

## Chapitre II: Matériel et Méthodes

---

### II.2. 2. 10. Carbone organique dissous

-Un échantillon d'eau est introduit dans le réacteur soit au moyen d'une seringue soit au moyen d'une boucle d'injection calibrée à volume programmable.

-L'addition d'acide transforme les ions carbonates et bicarbonates (CI) en dioxyde de carbone.

-Un courant d'azote purge le dioxyde de carbone qui est envoyé vers un tube à perméation qui assèche le gaz (car l'eau absorbe également à la même longueur d'onde) puis vers le détecteur infra-rouge (IR). La réponse du détecteur est visualisée sous la forme d'un pic dont la surface intégrée est proportionnelle à la concentration de CI dans l'échantillon.

-Tandis que le CI est analysé, une quantité mesurée de persulfate de sodium (ou de potassium) est ajoutée à l'échantillon qui est alors chauffé à 95°C. Le flux de gaz provenant de la chambre de réaction est stoppé. Le persulfate réagit avec le carbone organique dissous dans l'échantillon pour produire du dioxyde de carbone qui s'accumule dans la chambre de réaction.

-Un courant d'azote purge le dioxyde de carbone, et l'amène vers le tube à perméation puis vers le détecteur IR. De la même façon que pour le carbone inorganique, la surface intégrée sous pic est proportionnelle à la concentration en COD de l'échantillon.

-Pendant que le dioxyde de carbone provenant de l'oxydation du COD est détecté, le flux de gaz dans le réacteur est inversé et l'échantillon ainsi pressé est évacué hors du réacteur.

-Finalement, le réacteur est rincé par échantillonnage successif d'eau ultra-pure. Le système est alors prêt à recevoir un nouvel échantillon.

### II.2. 2. 11. Azote

-Acidifier l'échantillon à  $\text{pH} < 2$  en ajoutant de l'acide sulfurique.

-Conserver l'échantillon en réfrigérant entre 0 °C et 6 °C. Le délai de conservation entre le prélèvement et l'analyse ne doit pas excéder 28 jours.

-Peser précisément environ 4,717 g de  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  (cf. 6.6) préalablement séché à 105 °C et dissoudre dans environ 800 ml d'eau.

-Ajouter 5 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  9N (cf. 6.23) et compléter à 1 000 ml avec de l'eau.

## Chapitre II: Matériel et Méthodes

---

- Le dosage de l'azote total est fait en utilisant un analyseur colorimétrique automatisé.
- La couleur produite lors de la réaction entre l'azote ammoniacal, le salicylate, le nitro-ferricyanure et l'hypochlorite est mesurée à 660 nm.
- L'étalonnage de l'instrument est fait quotidiennement.

### II.2. 2. 12. Potassium

Le potassium peut être déterminé par la "chloroplatinite method", par émission atomique et par titration par le sodium tétraphényl boron.

Méthode de Chloroplatinate (Chloroplatinate method)

Par cette méthode; le potassium est précipité par l'acide chloroplatinique dans une solution de chlorures d'alcalins.

La quantité de NaCl peut alors être déterminée par la soustraction du chlore équivalent du précipité de chloroplatinate du poids total des ions de chlore. La différence en chlore est alors transformée en NaCl.

Procédure:

- Préparer des solutions standards de 0 à 100 mg/l.
- mettre l'appareil en marche;
- calibrer l'appareil pour obtenir la sensibilité maximale;
- fournir de l'air ou oxygène et du gaz.
- ajuster la pression;
- introduire l'échantillon. (Si les concentrations ne sont pas de l'ordre des standards, effectuer des dilutions). La longueur d'onde spécifique du sodium est de 589 nm. La longueur d'onde spécifique du potassium est de 768nm.
- déterminer l'intensité de chaque standard;
- tracer le graphique linéaire de intensité versus Concentration;
- déterminer la concentration de l'échantillon d'après la courbe de standards.

## Chapitre II: Matériel et Méthodes

---

### II.2. 3. Analyses bactériologiques

#### II.2. 3. 1. Recherche de salmonelle

La **recherche** et l'identification de salmonelle en milieu liquide à partir de l'eau à analyser, selon la norme 6348.

- **Premier enrichissement** : À partir de l'eau à analyser, prendre 100ml dans un flacon SFB qui sera incubé à 37°C pendant 18 à 24h.
- **Deuxième enrichissement et isolement** : A partir des tubes positifs, faire un deuxième enrichissement sur le milieu SFB et un isolement sur milieu Hecktoen, ensuite les incuber à 37°C pendant 24h.

#### 3.2 Recherche Escherichia coli :

- Une bactérie du genre Escherichia est un bacille à coloration de Gram négatif, aérobie-anaérobie facultatif (AAF), possédant une nitrate réductase et une catalase, dépourvue d'oxydase et non halophile, immobile ou mobile.
- E.coli possède une structure flagellaire péritriche et non-sporulé. Sa température optimale de croissance est de 37 °C (Charlotte,2016)

#### II.2. 3. 3. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux

##### Mode opératoire :

- Filtrer sur deux membranes différentes un volume d'eau approprié au type d'eau examinée : v= 100ml
- Placer chaque membrane filtration sur la surface d'une plaque de gélose TTC Tergitol préalablement préparée.
- Réaliser cette opération deux fois et incuber à 37°C pendant 18 à 24 heures pour la recherche et dénombrement des coliformes totaux, et l'autre à 44°C pendant 16 à 24 heures pour la recherche et le dénombrement des coliformes fécaux.
- Après incubation, dénombre les colonies typiques qui se présentent sous forme de petites colonies lisses, légèrement bombées à contours réguliers et pigmentés en jaune orangé ou en jaune (lactose positives)

#### II.2. 3. 4. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux

##### Mode opératoire

- Filtrer un volume d'eau approprié au type d'eau examinée : 100 ml
- Placer la membrane filtrante sur le milieu de Slanetz et Bartley

## Chapitre II: Matériel et Méthodes

- Faire incuber les boîtes à 37°C pendant 48h.
- Après incubation, considérer comme typiques toutes les colonies bombées montrant une couleur rouge, marron ou rose, soit au l'ensemble de la colonie.
- S'il y a des colonies typiques, transférer la membrane et les colonies, au moyen de pince stérile, sans retournement, sur une boîte de gélose bile -esculine -azoture qui a été préchauffée à 44 °C
- Laisser a 44°C pendant 2h.
- Considérer toutes les colonies typiques montrant une couleur brune à noire dans le milieu environnant comme donnant une réaction positive.

### II.2. 4. Culture de la tomate

#### II.2. 4.1. Germination

- On prend un bac alvéolé bien propre
- On met une couche au fond de terreau puis on égalise correctement
- On ajoute les graines (environ 10 graines par alvéole)
- Puis en recouvre avec du terreau (fine couche)



Figure 6 : semis des graines de tomate

#### Système d'arrosage :

- 4 alvéoles arrosées par l'eau conventionnelle
- 12 alvéoles arrosées par l'eau aquacole (100%)
- 12 alvéoles arrosées par l'eau aquacole (dilué 50%)

## Chapitre II: Matériel et Méthodes

- L'arrosage se fait selon le besoin de la plante



**Figure 7 :** L'arrosage des graines

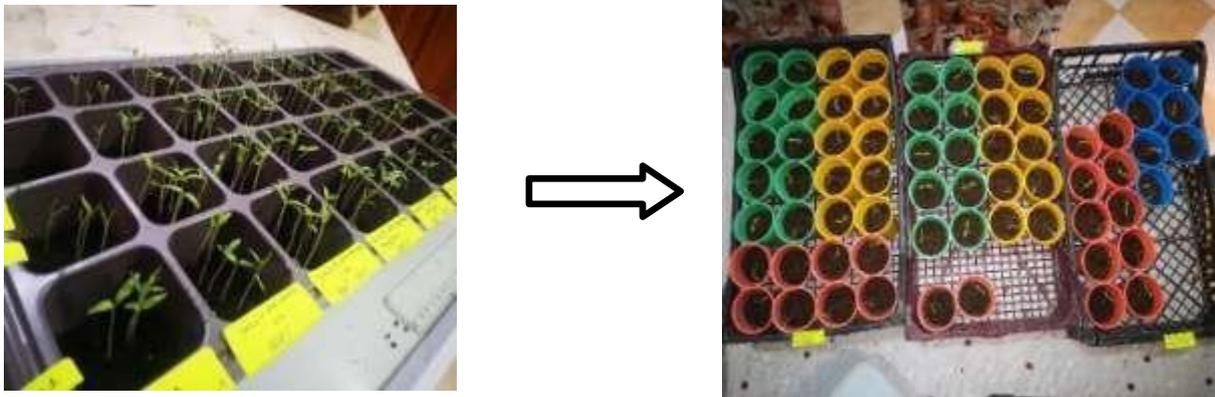
### Méthode des mesures :

- Après la germination des graines on doit prendre les mesures de plante La longueur et le nombre des graines germées :
- On prend la longueur de la tige à l'aide d'un mètre ruban
- On compte les graines germées

### II.2. 4.2. La transplantation

Après 10 jours de germination on transplante les cultures dans des gobelets.

- Chaque plante dans un gobelet remplie d'un mélange du sol, la tourbe. Et on commence à mesurer le nombre de feuille, longueur de la tige



**Figure 8 :** La transplantation des cultures dans des gobelets

- Après 1 mois on fait la transplantation dans des pots.
- On prend une plante est on la transplante dans un pot

Les 28 pots ont été remplis d'abord par une couche de gravier, puis d'un mélange composé de sol, la tourbe.

## Chapitre II: Matériel et Méthodes



**Figure 9 :** Tamisage du sol

12 pots arrosés par l'eau aquacole (100%)

12 pots arrosés par l'eau aquacole (dilué 50%)

4 pots arrosés par l'eau conventionnelle



**Figure 10 :** La transplantation des cultures (après 1mois) dans des pots

- On prend toujours les mesures et à chaque on ajoute un nouveau paramètre
- La longueur de la tige, le largeur de la tige, le nombre de feuille et le nombre de fleur.
-

## Chapitre II: Matériel et Méthodes

---



**Figure 11** : comptage de feuilles



**Figure 12** : mesure de la hauteur



**Figure13** : comptage de fleurs

# Résultats et discussion

## Chapitre 3 : Résultats et discussion

### III.1. Résultats d'analyses physico-chimiques des eaux aquacoles et conventionnelles

Les résultats d'analyses physico-chimiques des eaux aquacoles sont présentés dans le **tableau 2**.

**Tableau 2** : Résultats d'analyses physico-chimiques des eaux aquacoles et conventionnelles utilisées dans les tests

Paramètre recherché	Eaux aquacoles	Eau conventionnelle	Norme pour irrigation (JORADP ou OMS.)
pH	7.65	7.45	6.5 à 8.4
Conductivité	1236 $\mu\text{s}/\text{cm}$	1500 $\mu\text{s}/\text{cm}$	3000
bicarbonate ( $\text{HCO}_3^-$ )	146.84 mg/l	162.02 mg/l	610 mg/l
Nitrate	48 UFC/25ml	50 UFC/25ml (0.2 mg/l)	10 mg/l
TAC	25 °F	24 °F	
Oxygène dissous	9.5 mg/l	6.5 mg/l	
Carbone organique dissous	4.9 mg/l	1.5mg/l	
Potassium	215.67 mg/l	0.72 mg/l	2 mg/l
Chlorure	170.40 mg/l	160mg/l	1065 mg/l
NH <sub>4</sub>	78.02 mg/l	0 mg/l	5 mg/l
Résidu sec	1.37 g/l	0.42 g/l	
Calcium	156.31 mg/l	142 mg/l	400mg/l
Magnésium	16.48 mg/l	32mg/l	60.75

Les valeurs indiquent que les eaux aquacoles sont riches en potassium et ammonium, pH alcalin et faible salinité qui peut avoir un aspect positif pour les cultures.

## Chapitre 3 : Résultats et discussion

L'eau conventionnelle contient des teneurs en éléments nutritifs faibles par rapport aux eaux aquacoles. En effet, l'absence de  $\text{NH}_4$  et de potassium en eau conventionnelle alors que ces deux éléments sont indispensables pour la croissance.

D'après les normes d'irrigation indiquées par l'OMS on peut conclure que les teneurs en  $\text{NH}_4$  et en potassium (K) de notre eau ont dépassé la norme d'irrigation.

Par ailleurs, il ressort que le pH, la conductivité, bicarbonates, nitrates, calcium, chlorures et magnésium, n'ont pas dépassées les normes d'irrigation.

### III.2. Résultats d'analyses bactériologiques

Les résultats d'analyses bactériologiques des eaux aquacoles sont présentés dans le **tableau 3**.

Les résultats des analyses bactériologiques montrent que dans les eaux aquacoles il y a une présence d'*Escherichia coli*, mais 40 UFC/100 est un résultat qui ne dépasse pas la norme d'irrigation et une absence de salmonella et des coliformes. En effet, par rapport aux normes pour l'irrigation d'après l'OMS, il est rapporté qu'il faut une absence de salmonella dans 5 litre et ne pas dépasser la norme de 100 bac/100ml pour E.COLI, et pour les coliformes est de 1000/100ml, car ce sont des pathogènes qui peuvent causer des contaminations pour l'homme.

**Tableau 3** : Résultats d'analyses bactériologiques des eaux aquacoles

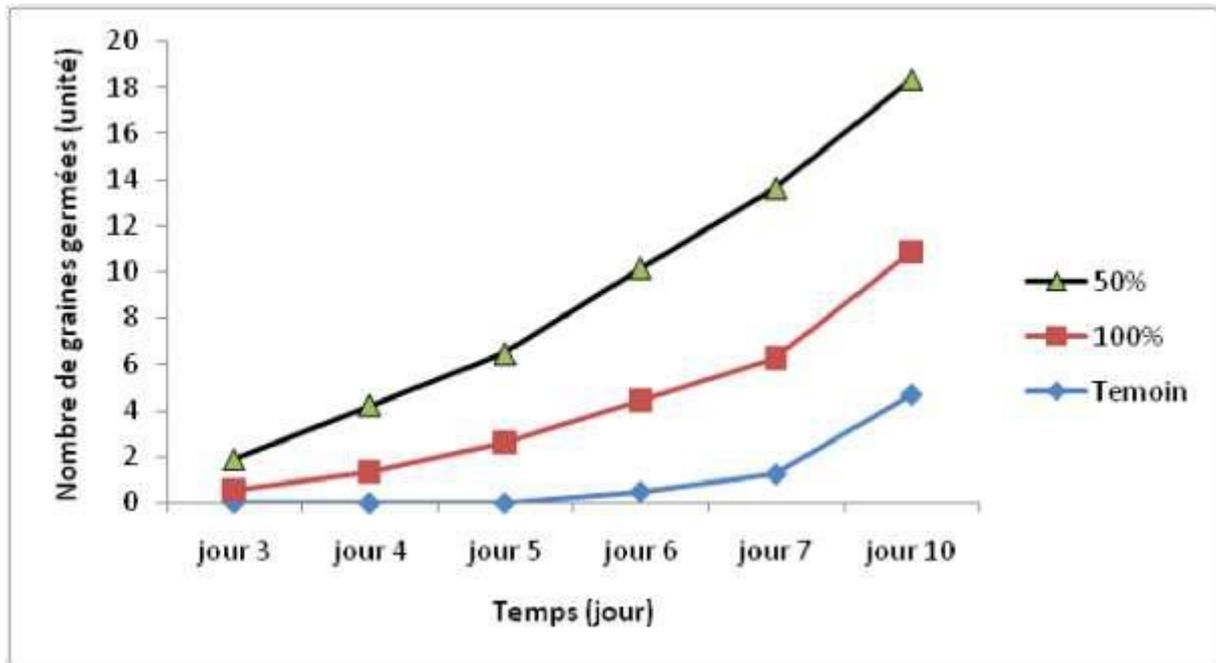
Germes recherchés	Eaux aquacoles	Norme pour irrigation (JORADP ou OMS.)
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)	40	moins de 100 bactéries /100ml
Salmonella	abs	abs dans 5 litre
Coliformes (UFC/100ml)	abs	1000/100ml

### II.3. Impact de l'irrigation par les eaux aquacoles sur la croissance de la tomate (*Lycopersicon esculentum*)

#### II.3.1. La germination

Nous avons suivi le stade de germination de la tomate, pendant les 10 premiers jours afin de déterminer le taux de germination. En effet les résultats sont illustrés par les figures 15 et 16.

## Chapitre 3 : Résultats et discussion



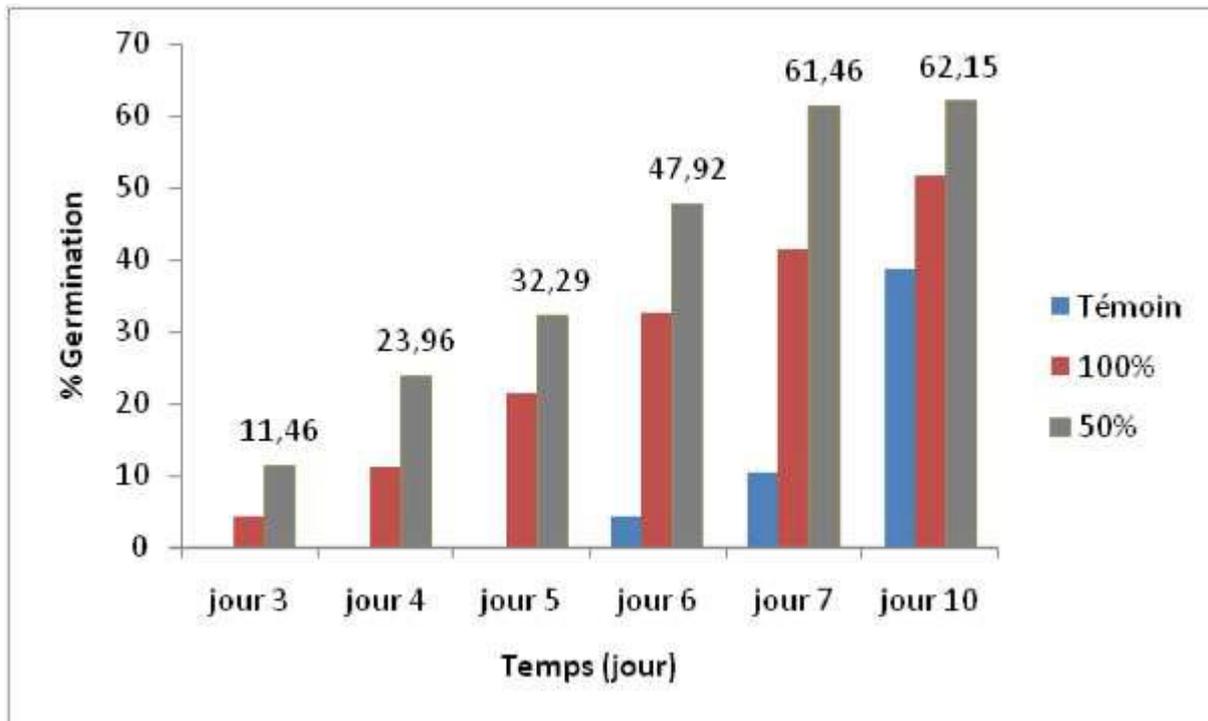
**Figure 14** : Évaluation du nombre de graines germées

A l'issue de la figure 15, nous constatons que le nombre de graines germées irriguées par l'eau aquacole est plus élevé que celui de l'eau conventionnelle.

Selon les résultats, le nombre de graines germées augmente au cours du cycle, il a atteint une moyenne de 19 graines en unité pour l'eau aquacole diluée à 50% et elle commence à germer dès le 3<sup>ème</sup> jour. Cependant, une moyenne de 11 graines est enregistrée pour l'eau aquacole à concentration de 100%, et 5 graines environ pour l'eau témoin (conventionnelle) et ont commencé à germer dès le 6<sup>ème</sup> jour.

La comparaison des trois résultats de culture montre que l'eau aquacole présente un effet positif sur le nombre de graines germées par rapport à l'eau conventionnelle, et que l'eau aquacole diluée à 50% a un effet plus remarquable que l'eau concentré à 100%.

## Chapitre 3 : Résultats et discussion



**Figure 15** : Détermination du taux de germination des graines pour différents traitements

Le taux de germination des graines pour les trois traitements, on constate que pour l'eau aquacole dès le 3<sup>ème</sup> jour après le semis, les graines commencent à germer,

Pour l'eau aquacole diluée à 50%, le pourcentage était plus élevé le 3<sup>ème</sup> jour il avait un taux de 11.46% et il a atteint 62.15% le 10<sup>ème</sup> jour, tandis que celui de 100%, le taux de germination était plus faible.

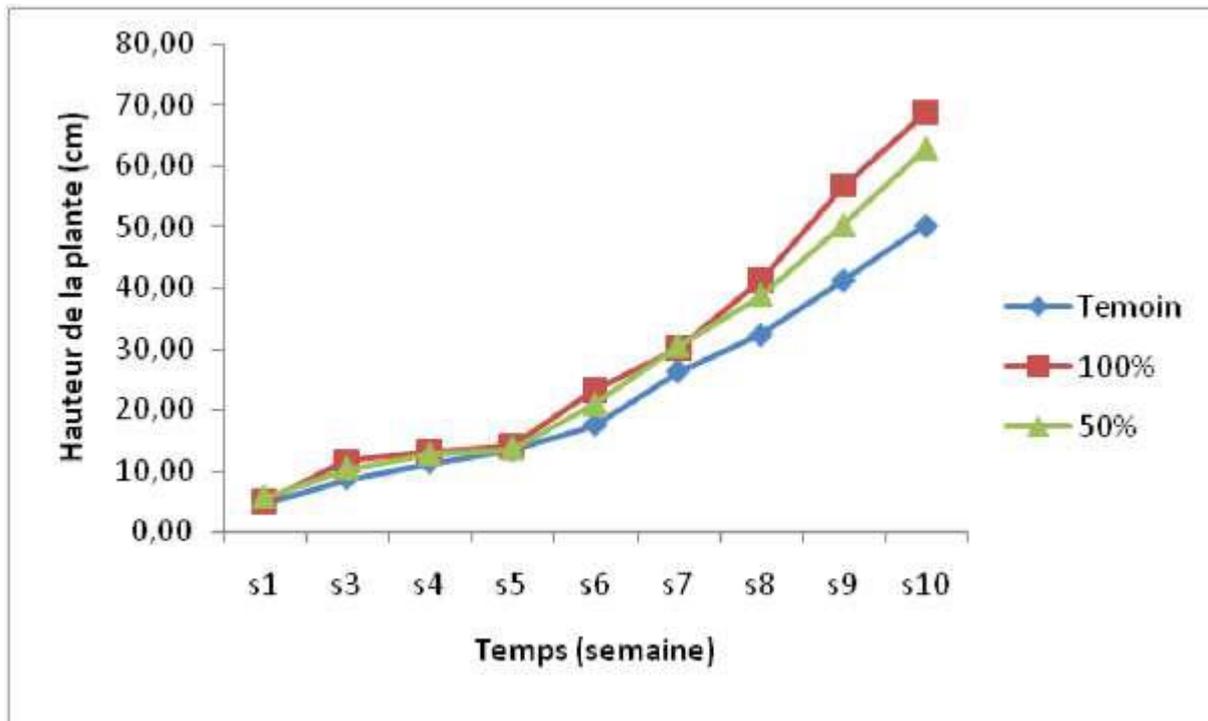
En effet, les deux eaux aquacoles (50% et 100%) avaient un résultat positif par rapport au témoin, où les graines ont commencé à germer dès le 6<sup>ème</sup> jour avec un taux moins élevé que l'eau aquacole.

### II.3.2. Suivi des paramètres de croissance

#### II.3.2.1. Hauteur de la plante

Le suivi de la hauteur de la plante pendant 10 semaines a révélé les résultats présentés dans la **figure 17**.

## Chapitre 3 : Résultats et discussion



**Figure 16:** Détermination de la hauteur de la plante

A l'issue de la figure 17, il apparaît qu'à partir de la 1<sup>ère</sup> semaine jusqu'à la 5<sup>ème</sup>, les plantes avaient presque la même hauteur pour les trois traitements (entre 5cm et 15cm)

Par ailleurs, à partir de la 5<sup>ème</sup> semaine, nous avons constaté une différence remarquable de la hauteur entre les trois traitements, et que les plantes irriguées par l'eau aquacole atteignent jusqu'à 70cm de hauteur (eau concentration 100%) à la 10<sup>ème</sup> semaine, et pour l'eau diluée (50%) la hauteur moyenne a atteint les 65 cm (10<sup>ème</sup> semaine), une différence considérée comme faible entre les deux.

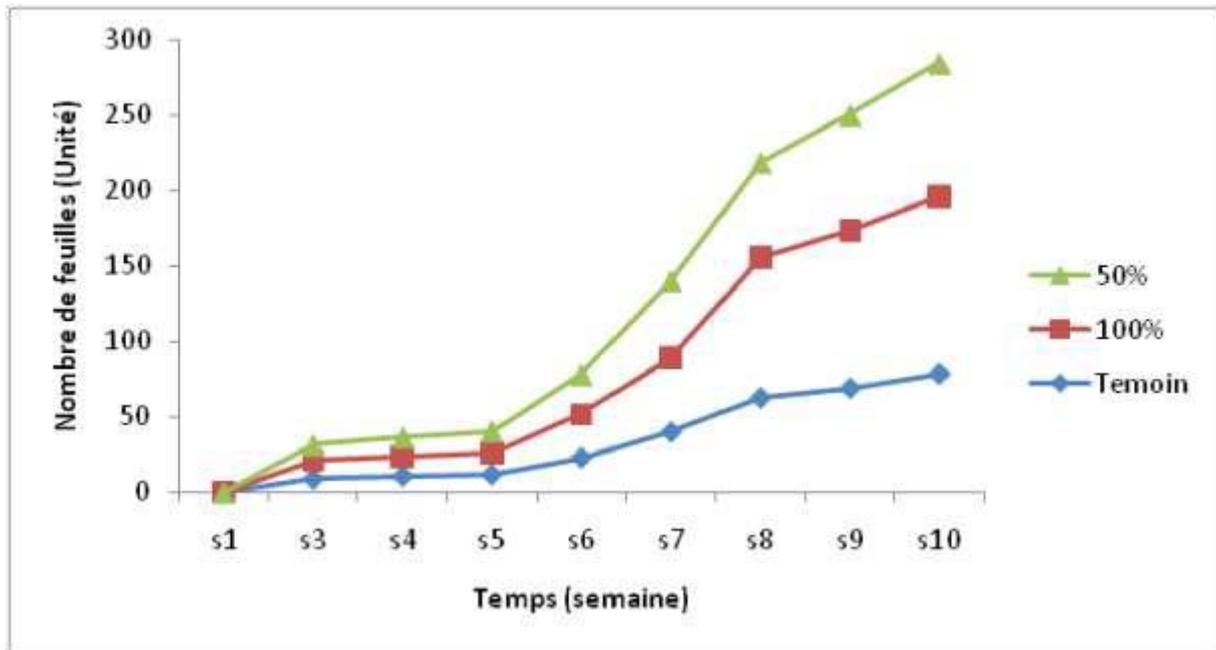
Par contre les plantes irriguées par l'eau conventionnelle atteignent les 50 cm (10<sup>ème</sup> semaine).

### II.3.2.2. Nombre de feuilles

Le compte du nombre de feuilles de la plante est réalisé à partir de la fin de la 1<sup>ère</sup> semaine jusqu'à la dixième semaine.

La figure ci-dessous (Fig.18) illustre le nombre de feuilles de la plante irriguée par trois types d'eau en fonction de temps (par semaine), on constate clairement que le nombre de feuilles augmente rapidement à partir de la cinquième semaine.

## Chapitre 3 : Résultats et discussion



**Figure 17** : Détermination du nombre de feuilles

Le nombre de feuilles dans les plantes irriguées par l'eau aquacole d'une dilution de 50% est plus élevé que celle d'une concentration de 100% et les deux sont plus élevées que le témoin.

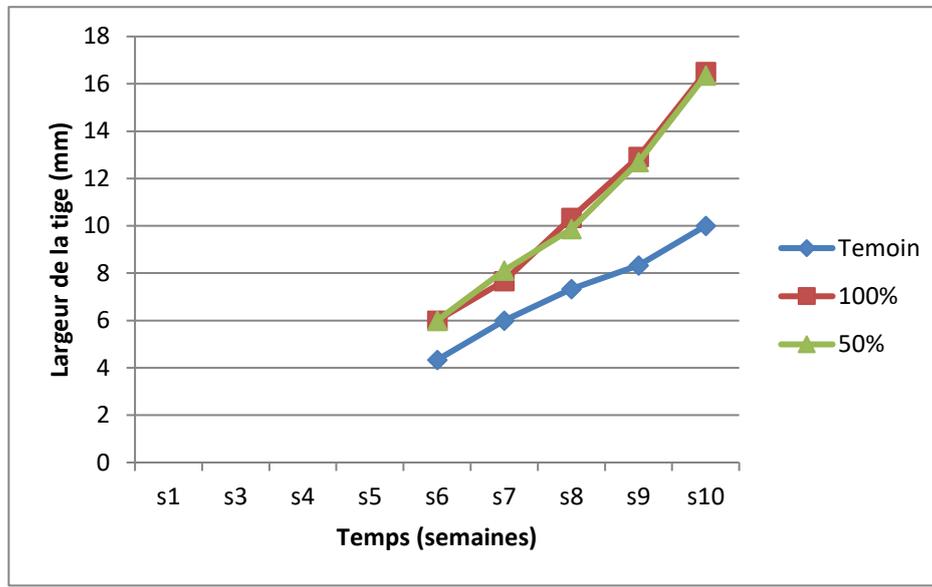
Pour les trois traitements (figure 18) le nombre moyen de feuilles de la culture de la tomate augmente au cours du cycle végétatif. Pour la culture irriguée par l'eau aquacole d'une dilution de 50%, le nombre de feuille augmente jusqu'à 280 feuilles dans la dixième semaine et 200 feuilles pour l'eau aquacole d'une concentration de 100%, et 70 feuilles pour le témoin. La différence entre l'eau aquacole et le témoin est remarquable.

Sur le terrain, une différence significative de croissance a été constatée entre les trois traitements.

## Chapitre 3 : Résultats et discussion

### II.3.2.3. Largeur de la tige

Un autre paramètre de croissance de la plante de tomate est ajouté soit ; la largeur de la tige qui est mesurée tout le long de la période de culture. En effet, les résultats sont illustrés dans la figure 19.



**Figure18** : Détermination de la largeur de la tige

La comparaison entre les trois traitements montre que la largeur de la tige de la plante est influencée par l'eau aquacole. Celle-ci passe de 15 mm (6<sup>ème</sup> semaine) à 45mm pour la dixième semaine, obtenue avec l'eau aquacole diluée à 50%, donc une élévation de 30 mm.

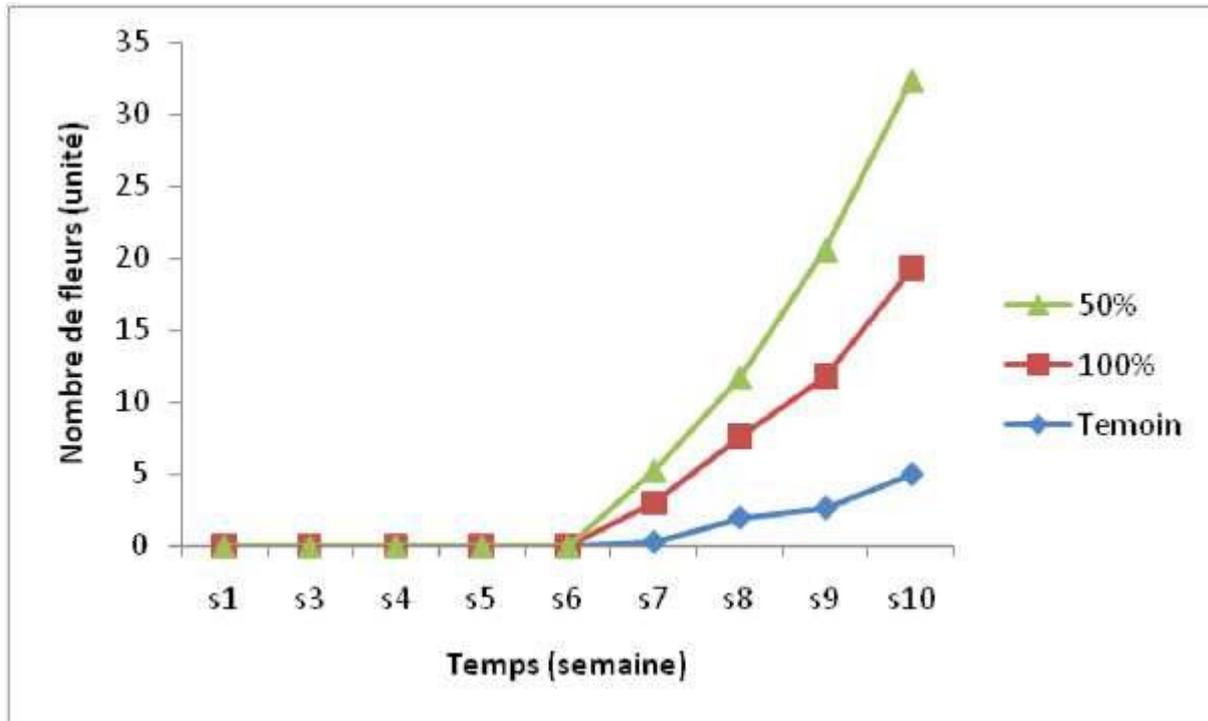
Pour l'eau aquacole d'une concentration de 100%, la largeur de la tige passe de 10mm à la 6<sup>ème</sup> semaine jusqu'à 27mm à la 10<sup>ème</sup> semaine (augmentation de 17 mm), contrairement à la plante irriguée par le témoin, on n'a pas remarqué une grande évolution, elle est passée de 3 mm en 6<sup>ème</sup> semaine à 10mm à la dixième semaine (une augmentation de 7 mm).

Les eaux aquacoles ont tendance à permettre une croissance plus rapide de la largeur de la tige et beaucoup plus pour l'eau diluée à 50% après celle de la forte concentration 100% par rapport au témoin.

## Chapitre 3 : Résultats et discussion

### II.3.2.4. Nombre de fleurs

Les résultats de nombre de fleurs selon les traitements sont présentés dans la figure ci-dessous (Fig. 20).



**Figure 19:** Détermination du nombre de fleurs

La figure présente le nombre de fleurs de plantes de tomate. Le nombre est plus élevé pour les cultures irriguées par l'eau aquacole que celles irriguées à l'eau conventionnelle.

Les fleurs ont commencé à apparaître dès la 7<sup>ème</sup> semaine pour l'eau aquacole 50% avec un nombre de 3 fleurs et atteint les 34 fleurs à la 10<sup>ème</sup> semaine

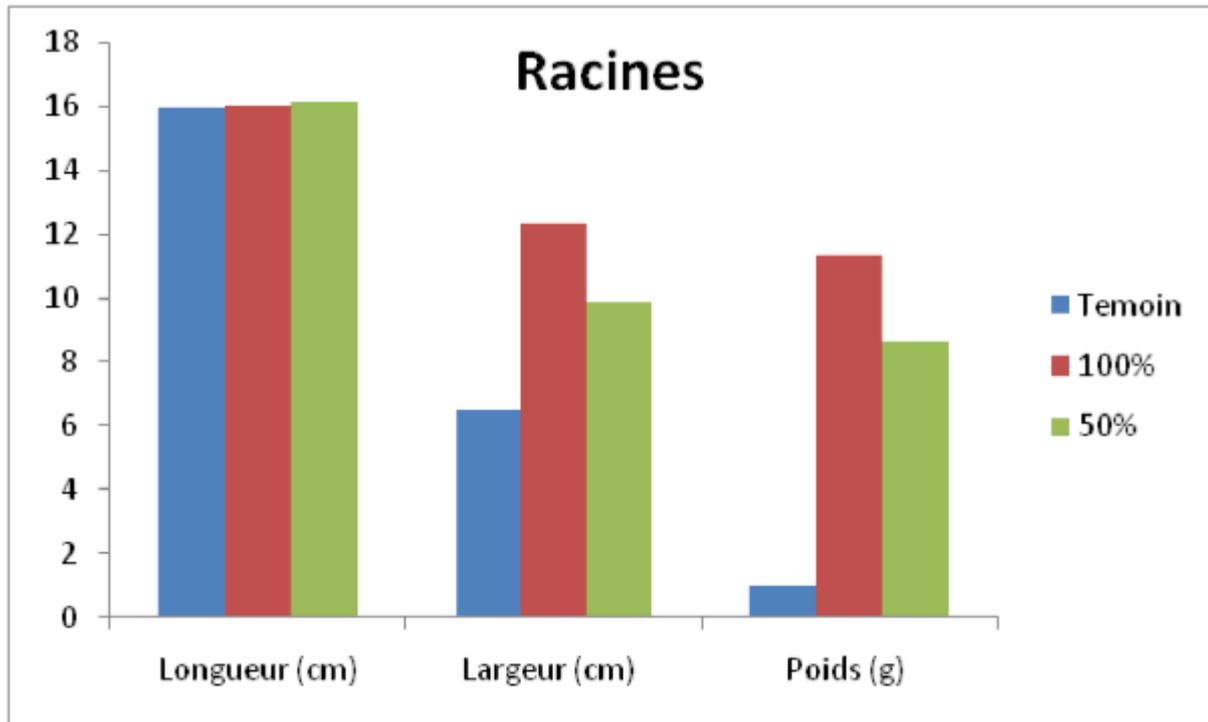
Pour l'eau aquacole 100%, un nombre moyen de 2 fleurs est apparu à la 7<sup>ème</sup> semaine et atteint les 20 fleurs à la 10<sup>ème</sup> semaine.

On a remarqué une grande différence entre les deux eaux aquacoles et l'eau témoin dont la culture a atteint seulement 5 fleurs à la 10<sup>ème</sup> semaine.

## Chapitre 3 : Résultats et discussion

### II.3.2.5. Paramètres racinaires

Les paramètres racinaires considérés dans notre étude concernent la Longueur, la largeur (ramifications) et poids des racines. L'évaluation de ces paramètres est présentée dans la figure 21.



**Figure 20** : Détermination de la Longueur, largeur (ramifications) et poids des racines

Pour la longueur des racines des plantes ayant subi les trois traitements, il ressort presque la même longueur, mais il y'avait une grande différence par rapport au poids et la largeur.

Les plantes irriguées par l'eau aquacole (100%), la largeur de la racine a atteint une moyenne de 13 cm et 11g de poids et une moyenne de 10cm de largeur, et 9 g pour le poids (eau aquacole 50%).

Pour l'eau témoin, nous avons noté une différence remarquable de la largeur qui a atteint une moyenne de 6 cm et un poids de 1g seulement.

## Chapitre 3 : Résultats et discussion

---

### Discussion:

La différence concernant les paramètres de croissance entre les trois traitements montre que les cultures ont besoin des éléments nutritifs apportés par les eaux aquacoles. Les résultats montrent qu'elles sont riches en azote, potassium.

L'analyse statistique montre que le traitement par l'eau aquacole donne de meilleurs résultats chez tous les paramètres étudiés, et le témoin donne des résultats plus faibles.

Selon nos observations visuelles, les plantes irriguées des eaux aquacoles montrent un fort développement végétatif et un aspect très vert des feuilles, un nombre de fleurs élevées et des racines puissantes, ce qui nous laisse penser que ces nutriments d'eau ont été importants.

Le taux de germination était élevé pour l'eau aquacole dilué que concentré ce qui montre que la plante avait juste besoin d'une dose précise d'éléments nutritifs.

L'azote est à la base de la formation des parties vertes de la plante, feuilles et jeunes pousses **(Bretaude et Faure, 1992)**

La richesse des eaux aquacoles en potassium permet aussi un bon développement de la plante.

**Delas (2000)**, signale que tous les sels de calcium présents (chlorures, nitrates, sulfates...) peuvent contribuer à la nutrition des plantes en calcium. En absence du calcium, les cellules ont tendance à se dissocier et il peut se cristalliser dans les vacuoles de certaines cellules en formant des sels de calcium avec acides organiques, donc il a un rôle antitoxique **(Lafon et al., 1996)**, **(Heller et al., 1998)** et **(F.A.O., 2003)**.

Le magnésium est l'élément clé de la conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique, et c'est le seul élément minéral présent dans la chlorophylle, et de lui dépend la formation des sucres, des protéines, des graisses et des vitamines **(Soltner, 1999)**.

# Conclusion

## CONCLUSION

---

---

Dans cette étude nous avons essayé d'étudier le comportement et les paramètres de croissance de la tomate, cultivés dans des pots au niveau de la serre de la faculté en réponse à l'irrigation par les eaux aquacoles.

L'objectif de cette étude a été axé sur la détermination de pouvoir fertilisant des eaux aquacoles sur la tomate et de le comparer à l'eau conventionnelle et ainsi de savoir la maîtrise de certaines analyses physico-chimiques et bactériologiques de l'eau.

Les analyses physico-chimiques ont montré que l'eau aquacole est riche en éléments nutritifs qui donnent la meilleure croissance pour la culture de tomates.

Du point de vue bactériologique, les analyses ont montré qu'il existe une moyenne concentration de germes (*streptocoques*, *E.coli...*) mais ne dépassant pas le seuil réglementaire et une absence totale de salmonelle a été notée.

On peut conclure que la contamination du bassin est moins importante car elle existe naturellement dans le milieu.

Les analyses statistiques de la culture de la tomate au moment de la germination ont montré une différence significative entre les deux traitements. En effet, pour les cultures irriguées par l'eau aquacole il y'avait plus de graines germées par rapport à l'eau conventionnelle et était plus rapide.

D'autres part, des résultats positifs ont été obtenus pour les paramètres de croissance (feuille, longueur de la plante, la tige, racines et fleurs).

D'après ces résultats, on peut constater que les eaux aquacoles sont riches d'éléments fertilisants et de ce fait on peut les utiliser comme fertilisants en agriculture. D'où l'intégration de l'aquaculture en agriculture est une approche qu'on peut adopter pour assurer une agriculture durable.

L'utilisation de cet eau aquacole nous permet de :

- Economisez l'eau
- Diminuer l'utilisation des engrais chimiques
- Améliorer la production végétale
- Avoir un développement durable (pour l'aspect environnemental, social et économique)

## Références bibliographiques :

- 1 - Allanson, Noble 1984., Denzer., 1968.** La qualité nutritionnelle de tilapia rouge nourri par deux aliments expérimentaux. mémoire de master. Université Abdelhamid ben badis de Mostaganem.
- 2- BarnabeG., 1991.** Base biologique et écologique de l'aquaculture 1991
- 3- Benidiri, 2017.** Création d'un projet piscicole. Mémoire de master. Université Abou Baker Blelkaid. Tlemcen.
- 4- Benidiri, 2017.** Aperçu sur l'aquaculture dans le monde et évaluation de la consommation de la chair de poisson au sein de l'UMMTO. Mémoire de master. UNIVERSITE MOULOU MAMMEREI DE TIZI-OUZOU
- 5- Benidiri, 2017.** État des lieux de l'aquaculture intégrée à l'agriculture dans la région d'Oued Righ. Mémoire de master. UNIVERSITÉ EL CHAHID HAMMA LAKHDER EL-OUED
- 6- Bourgeois M., Mescle. F, 1996.** Microbiologie alimentaire: aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. Edition Lavoisier. P 5- 6.
- 7- Bahri Asma, 2009.** Contribution à la valorisation des eaux aquacoles dans l'amélioration de la production de l'oignon et de la laitue (cas de Kef es Soltane Ouargla). Mémoire master. Université kasdi-merbah-ouargla .
- 8- Benidiri., 2017.** Effet du type d'aliment sur quelques paramètres de production de tilapia rouge dans la région de Biskra. Mémoire Master. Université Mohammed Khider Biskra.
- 9- Bard J., de KIMPE p., LENASSON j., Lessent P., 1974.** Manuel de pisciculture tropicale centre technique forestier tropicale 209 p.
- 10- Ben Aakam Bennani F., Nouari N., Walid M., Barakate N., Azizi R., El hamri., 2019.** Guide des analyses physico-chimiques des eaux destinées à la consommation humaine. P28-31.
- 11- Benamrouz L., 2016.** Aperçu sur l'aquaculture dans le monde et évaluation de la chair de poisson au sein de l'UMMTO. mémoire de master université mouloud mammeri de tizi ouzou.
- 12- Badiane A.** GESTION DE LA QUALITE DES EAUX EN AQUACULTURE (Un Programme financé par l'Union européenne)
- 13- Chaux C. et Foury L., 1994.** Cultures légumières et maraîchères. Tome III : légumineuses
- 14- Corbineau.et Foury, 199.** Etude microbiologique et dosage des contaminants : pesticides par RRA et métaux lourds par SAA dans une culture maraichère tomate Lycopersicon esculentum alimentée par des eaux usées et épurées de la Step de Baraki. Université saad dahleb blida 1.
- 15- Derwich E., Benaabidate L., Zian A., Sadki O., Belghity D. (2010).** Caractérisation physico-chimique des eaux de la nappe alluviale du haut Sebou en aval de sa confluence avec oued Fès. Larhyss/Journal n° 08, Juin 2010
- 16- F.A.O. 2008.** La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture, 2008

- 17- F.A.O, 2009.** The state of world fisheries and aquaculture, 2009. Departement (Ed) Rome.
- 18- FIDA, 1999.** Rapport pour le projet sous régional d'intégration de l'aquaculture dans les systèmes d'agriculture paysanne irriguée en Afrique australe. Rome, 15p.
- 19- Gallais A. et Bannerot H., 1992.** Amélioration des espèces végétales cultivées objectif et
- 20- Leenheer and J-P. Croué.** Characterizing dissolved aquatic organic matter. *Envir. Sci. Technol.*, 37 :18A–26A, 2003.
- 21- Aumonier R., 1979.** Cultures légumières et maraichère. Tome III. Ed. Bailliere, Paris.
- 22- Mohamedi et Hemri, 2017.** Impact de l'irrigation par les eaux piscicoles sur les peuplements faunistiques du sol et les rendements de deux légumineuses. Mémoire master. Université Djilali Bounaama Khemis meliana.
- 23- Paul.R De-icing** salts as a source of water pollution. Ministère de l'Environnement de l'Ontario, Toronto 1971
- 24- Polese J. M., 2007.** La culture de la tomate. Ed Artémis .95p.  
potagères, légumes fruit .Tec et Doc Lavoisier, Paris.563 p.  
critères de sélection. INRA, Paris.765p.
- 25- PAUL. R De-icing.** Salts as a source of water pollution. Ministère de l'environnement de l'Ontario, Toronto 1971.
- 26- Rodier J., Bazin C., Broutin J., Champon P., Champsaur H., 2005.** L'analyse de l'eau. 8ème Edition. P 135, 138,140.
- 27- Rodier J., Legube, B., Merlet, N, Coll.H, 2009.** L'analyse de l'eau : eau naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 9 ème édition. Édition Dunod. Paris. 288 p.
- 28- Rodier, J., Bazin, C., Broutin, J.P., Chambon, P., Champsaur, H., Rodier, L.(1996).** L'analyse de l'Eau. 8è édition. Dunod : Paris. 1384 pp. 1996.
- 29- Rey. Et costes., 1995.** Etude microbiologique et dosage des contaminants : pesticides par RRA et métaux lourds par SAA dans une culture maraichère tomate *Lycopersicon esculentum* alimentée par des eaux usées et épurées de la Step de Baraki. Mémoire master. Université de saad dahleb blida 1.
- 30- Rodier J., Bazin.C, Broutin.J, Chambon.P, Chompson.H, Rodi.L, 1996.** L'analyse de l'eau : eaux résiduaires, eaux de mers. 5ème Edition. P 668.
- 31- Thurman.** Organic geochemistry of natural waters. Dordrecht (The Netherlands) : Nijhoff/Dr W Junk, 1985.
- 32- Vallod et Sarrazin., 2010.** Programme de gestion environnementale pour l'industrie de la pisciculture terrestre au Nouveau-Brunswick. P16-17.

## Référence électroniques:

- [Aquaculture - Impact des activités aquacoles sur l'environnement \(gouv.qc.ca\)](http://www.gouv.qc.ca)  
**Référence électronique 1**
- <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000000856651> **Référence électronique n°2**
- Source Google Earth,2022
- [https://www.environnement.gouv.qc.ca/milieu\\_agri/aquacole/index.htm](https://www.environnement.gouv.qc.ca/milieu_agri/aquacole/index.htm) **Référence électronique n°3.**
- <https://www.fishipedia.fr/fr/poissons/carassius-auratus> **Référence électronique n°4**

## Annexe 1



**Localisation géographique des bassins aquacoles d'El Hamma (Source Google Earth, 2022)**

**Matériel utilisé pour les prélèvements et l'analyse physico-chimique et bactériologique:**



- **Flacons en verre pour prélèvement pour analyse bactériologique**
- **Glacière pour la conservation des échantillons**

## Annexe 2



- 
- **Bouteille en plastique pour prélèvement d'analyse physico-chimiques**

## Annexe 3

Matériel utilisé pour la culture :



Le sol tamisé et Graines de tomate





**Alvéoles et Mètre-ruban**



**La tourbe**



**La serre**



**Pot et gravier +Tamis**



## Résultats des feuilles :



Feuille d'une plante irriguée par l'eau aquacole (tomate)



Feuille d'une plante (tomate) irriguée par l'eau conventionnelle

## Résultat des racines :



Racine d'une plante irriguée par l'eau aquacole



**Racine d'une plante irriguée par l'eau conventionnelle**