



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE EPOPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITÉ KASDI MERBAH OUARGLA



Faculté des sciences appliquées

Département de Génie des procédés

Mémoire

MASTER ACADEMIQUE

**Domaine :** science et technologie

**Filière :** génie des procédés

**Spécialité :** génie des procédés de l'environnement

**Présenté Par :**

Anba Amira, Laalam Khaoula

**Thème :**

**Traitement des eaux aquacole par filtre plante macrophyte  
(Lentille d'eau et azolla)**

**Devant le jury composé de :**

Pr. Sekirifa Mohamede Lamine	Professeur (UKM Ouargla)	Président
Pr. Bebbah Ahmed Abdehafid	Professeur (UKM Ouargla)	Examineur
Dr. Mokadem Khadra	MCA (UKM Ouargla)	Encadreur
Mme Djebrit Hania	Ingénieur CNRDPA Ouargla	Co promoteur

Année Universitaire : 2022/2023

## *Dédicace*

*À qui Allah a sanctifié dans Son Livre Saint, ma mère bien-aimée, au bon cœur, chef de famille, mon cher père, je leur dédie ma graduation, que Dieu les protège et les perpétue comme un atout et la couronne de ma tête, car ils ont attendu des années pour voir leur fille unique, comme ils en rêvaient, à mes frères cadets et à mon cher mari, le compagnon du chemin, A ma chère famille et à la famille de mon mari, à tous ceux qui m'ont aidé financièrement et moralement, et m'ont fait m'accrocher à l'espoir des études et de la réussite, je vous dédie ce travail, et je demande à Allah la réussite pour vous et moi.*



*Laalam Khaoula*

## ***Dédicace***

*A celui qui m'a enseigné les principes de la vie et m'élevé dans l'honnêteté et la sincérité, à celui qui m'a donné l'espérance pour laquelle je vis, à la troisième*

*Personne que mon cœur aime après Dieu et son Messager,  
Ceux qui, si je leur avais donné ma vie, ne suffiraient pas à faire valoir leur droit Cher père et chère mère*

*Nous demandons à Allah de les protéger et de les faire entrer dans Ses vastes jardins.*

*À mon soutien dans la vie et cher à mon cœur Mes frères, le mari de ma sœur, la femme de mon frère et la raison de mon sourire sont mes neveux, owais et Lina*

*À toute la capacité de mon cœur et ma langue ne l'a pas mentionné, et mes lignes ne l'ont pas contenu Et mes phrases..*


*A vous tous, je dédie mon travail...*

***Anba amira***





# Remerciements



*Après avoir remercié Allah Tout-Puissant de nous avoir accordé le succès dans la réalisation de cette modeste recherche, j'adresse mes sincères remerciements aux chers parents qui nous ont aidés et encouragés à continuer sur le chemin de la connaissance et du succès.*

*Nous adressons nos sincères remerciements et notre plus grande appréciation et respect à notre professeur, le Dr. Mokadem Khadra, pour avoir accepté de superviser cette note, et qui nous a suivi tout au long de la préparation de cette étude, et nous a fourni des idées et des conseils, et nous remercions également l'ingénieur Djebrit Hania, Co encadreur.*

*Nous remercions également les membres du jury de discussion d'avoir accepté de discuter de la thèse.*

*Nous adressons nos remerciements à directeur de CNRDPA Bou Ismail Tipaza et Monsieur Mohamed Hamiddat, Directeur de la Station Expérimentale de l'aquaculture saharienne de Hassi Ben Abdallah Ouargla (CNRDPA), et nous n'oublions pas tous les travailleurs et responsables de la station pour les aménagements et l'assistance qu'ils nous ont apportés.*

*Nous remercions le Professeur Hasseini .M directeur du Laboratoire de Recherche Scientifique, et le Professeur Omar, Université d'Ouargla, Pôle 3, pour leur aimable traitement et acceptation de l'analyse.*

*Nous remercions également ADE, et en particulier le Dr. Zeitoun Abdel razake, Pour avoir accepté de réaliser nos analyses et à tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin à accomplir et achever ce travail.*

## RESUME :

Le but de cette étude est de démontrer la capacité d'*Azolla* et de *Lemna minor* à purifier l'eau de culture du tilapia rouge.

Dans cette étude, nous avons comparé les six étangs avec *Azolla*, étang A1 et A2, eau de pisciculture avec lentilles, étang B1 et B2, eau de pisciculture seule, bassin B1 et B2.C1 et C2, afin d'étudier la capacité de ces plantes aquatiques à filtrer l'eau de pisciculture (ammonium, phosphate, nitrite, nitrate). Les analyses ont été réalisées au laboratoire privé de la station expérimentale d'aquaculture désertique, Hassi Ben Abdullah, CNRDPA, et au laboratoire de la Société Nationale des Eaux d'Algérie ADE et Laboratoire de recherche scientifique à l'Université du Pôle 3. l'issue de l'étude qui a duré deux mois et demi , de mars à mai 2023, nous avons obtenu l'élimination des polluants dans les proportions suivantes, pour le bassin d'*Azolla*,  $PO_4^{3-}$  17,26%,  $NH_4^+$  31,17% ,62,52% nitrate 44,38% et pour le bassin de lentilles d'eau  $PO_4^{3-}$  89,5% , $NH_4^+$  51% , $NO_3^-$  27,03 %  $NO_2^-$  43,13 %.

**Les mots clés :** plante aquatique, *Lemna minor*, *Azolla*, tilapia rouge, pollution

## الملخص:

الهدف من هاته الدراسة هو اثبات قدرة نباتات المائية الازولا وعدس الماء في تنقية مياه استزراع سمك البلطي الأحمر حيث قمنا في هذه الدراسة بمقارنة بين ستة احواض، الحوض A1 و A2 مياه استزراع السمك مع عدس الماء حوض B1 و B2 مياه استزراع السمك مع الازولا والحوض C1 و C2 شاهد وذلك من اجل مقارنة قدرة النباتات المائية في تصفية مياه الاستزراع السمكي من الملوثات العضوية (الامونيوم، الفوسفات، النتريت، النترات).

وقد تمت التحاليل في المخبر الخاص بالمحطة التجريبية لتربية المائيات الصحراوية حاسي بن عبد الله CNRDPA ومخبر الشركة الوطنية الجزائرية للمياه ADE ومخبر البحث العلمي بالجامعة القطب 3 بعد الدراسة التي دامت شهرين ونصف من مارس إلى ماي 2023، تحصلنا على نتائج إزالة ملوثات بالنسب التالية: احواض الازولا: فوسفات 17.26%، الامونيوم 31.17%، نتريت 62.52%، نترات 44.38% و احواض عدس الماء فوسفات 89.5%، الامونيوم 51%، نتريت 27.03%، نيترات 43.13%.

**الكلمات المفتاحية:** عدس الماء، الازولا، البلطي الأحمر، النباتات المائية، التلوث

## Abstract:

The purpose of this study is to demonstrate the ability of *Azolla* and *Lemna minor* to purify the culture water of red tilapia.

In this study, we compared the six ponds with *Azolla*, pond A1 and A2, fish culture water with lentils, pond B1 and B2, fish culture water alone, pond B1 and B2.C1 and C2, in order to study the ability of these aquatic plants to filter fish farming water (ammonium, phosphate, nitrite, and nitrate). The analyzes were carried out at the private laboratory of the experimental station of desert aquaculture, Hassi Ben Abdullah, CNRDPA, and at the laboratory of the National Water Company of Algeria ADE and Scientific Research Laboratory at the university pole3. The end of the study, which lasted two and a half months, from March to May 2023, we obtained the elimination of pollutants in the following proportions, for the *Azolla* basin,  $PO_4^{3-}$  17, 26%,  $NH_4^+$  31.17% ,  $NO_3^-$  62.52% ,  $NO_2^-$  44.38% and for the duckweed basin  $PO_4^{3-}$  89.5% ,  $NH_4^+$  51% ,  $NO_3^-$  27.03% ,  $NO_2^-$  43.13%.

**Keywords:** aquatic plant, *Lemna minor*, *Azolla*, red tilapia, pollution.

## Liste des Tableaux

<b>Numéro</b>	<b>Titre de Tableau</b>	<b>Page</b>
<b>Tableau.I.1</b>	Teneur en pourcentage du poids sec en NPK chez Lemna minor	<b>10</b>
<b>Tableau.I.2</b>	Les conditions de vie de lentille d'eau	<b>11</b>
<b>Tableau.I.3</b>	Composition chimique de l'Azolla fraiche	<b>16</b>
<b>Tableau.I.4</b>	Les minéraux présents dans l'Azolla	<b>16</b>
<b>Tableau.II.1</b>	Grille normative pour estimer la qualité de l'eau potable en Algérie	<b>22</b>
<b>Tableau.II.2</b>	De tolérance de la qualité de l'eau pour tilapia	<b>23</b>
<b>Tableau.VI1.1</b>	Les résultats des valeurs de température mesurées pour les échantillons d'eau d'aquariums étudiés	<b>39</b>
<b>Tableau.VI1.2</b>	Les résultats des valeurs de pH mesurées des échantillons d'eau des aquariums étudié.	<b>40</b>
<b>Tableau.VI1.3</b>	Les résultats des valeurs de conductivité électrique mesurées pour les échantillons d'eau des aquariums étudiés.	<b>40</b>
<b>Tableau.VI1.4</b>	Les résultats des valeurs de salinité mesurées pour les échantillons d'eau des aquariums étudiés.	<b>41</b>
<b>Tableau.VI1.5</b>	Les résultats des valeurs de concentration d'phosphate mesurées pour les échantillons d'eau des aquariums étudiés.	<b>41</b>
<b>Tableau.VI1.6</b>	Les résultats des valeurs de concentration d'ammonium mesurées pour les échantillons d'eau des aquariums étudiés.	<b>42</b>
<b>Tableau.VI1.7</b>	Les résultats des valeurs de concentration de nitrite mesurées pour les échantillons d'eau des aquariums étudiés	<b>42</b>
<b>Tableau.VI1.8</b>	Les résultats des valeurs de concentration d'nitrate mesurées pour les échantillons d'eau des aquariums étudiés.	<b>43</b>
<b>Tableau.VI1.9</b>	Résultats des valeurs moyennes du premier et du dernier poids mesuré du poisson tilapia rouge dans les aquariums étudiés	<b>43</b>
<b>Tableau.VI1.10</b>	Les résultats des valeurs de rendement d'nitrite mesurées pour les échantillons d'eau de bassin étudiés	<b>49</b>

## Liste des Tableaux

---

<b>Tableau.VI1.11</b>	Les résultats des valeurs de rendement d'nitrate mesurées pour les échantillons d'eau des aquariums étudiés	<b>49</b>
-----------------------	---	-----------

## Liste des Figures

<b>Numéro</b>	<b>Titre de Figures</b>	<b>Page</b>
<b>Fig.I.1</b>	Schéma de principe d'une lentille d'eau.	<b>6</b>
<b>Fig.I.2</b>	wolffia arrhiza.	<b>6</b>
<b>Fig.I.3</b>	Spirodela polyrhiza.	<b>7</b>
<b>Fig.I.4</b>	Lemna minor.	<b>7</b>
<b>Fig.I.5</b>	Lemna gibba.	<b>7</b>
<b>Fig.I.6</b>	Lemna trisulca.	<b>8</b>
<b>Fig.I.7</b>	Lemna turionifera.	<b>8</b>
<b>Fig.I.8</b>	Lemna minuta.	<b>8</b>
<b>Fig.I.9</b>	Schéma général des mécanismes de reproduction des lentilles d'eau.	<b>10</b>
<b>Fig.I.10</b>	Azolla.	<b>11</b>
<b>Fig.I.11</b>	les espèces d'Azolla dans le monde : (A) A. pinnata, (B) A. micropyle, (C) A. Caroliniana rouge, (D) A. Caroliniana ver, (E) A. fuliculoides, (F) A. rubra.	<b>12</b>
<b>Fig.I.12</b>	Morphologie d'une fronde d'Azolla.	<b>13</b>
<b>Fig.I.13</b>	Coupe transversale d'une feuille d'Azolla.	<b>13</b>
<b>Fig.I.14</b>	Schéma du cycle de reproduction sexuée et asexuée de l'Azolla.	<b>15</b>
<b>Fig. II.1</b>	Géométrie de la molécule H <sub>2</sub> O.	<b>20</b>
<b>Fig. II.2</b>	Tilapia Rouge Oreochromis Sp.	<b>24</b>
<b>Fig. II.3</b>	Morphologie du tilapia (Oreochromis Sp.).	<b>25</b>
<b>Fig. II.4</b>	Schéma représentant la reproduction de Tilapia.	<b>27</b>
<b>Fig.III.1</b>	Situation géographique de station expérimentale.	<b>29</b>
<b>Fig.III.2</b>	Tilapia rouge.	<b>30</b>
<b>Fig.III.3</b>	Pesée et choisie le poids des poissons.	<b>32</b>
<b>Fig.III.4</b>	Dispositif expérimentale.	<b>32</b>
<b>Fig.III.5</b>	Méthode prise de mesures et de la forme de la boîte plastique après l'installation.	<b>33</b>
<b>Fig.III.6</b>	Poids de la quantité quotidienne de nourriture pour un aquarium.	<b>33</b>
<b>Fig.III.7</b>	Poids les plante azolla et lentille d'eau.	<b>33</b>
<b>Fig.III.8</b>	Dispositif expérimentale.	<b>34</b>
<b>Fig.III.9</b>	Glacier et les échantillons .	<b>35</b>
<b>Fig. VII.1</b>	La courbe représente les changements de valeurs de température T (°c) dans les six aquariums en termes de temps (semaines).	<b>44</b>



## Liste des Figures

---

<b>Fig. VI1.2</b>	La courbe représente les changements des valeurs de pH dans les six aquariums en termes de temps (semaines).	<b>44</b>
<b>Fig.VI1.3</b>	La courbe représente l'évolution des valeurs de conductivité électrique CE ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) dans les six aquariums en termes de temps (semaines).	<b>45</b>
<b>Fig.VI1.4</b>	La courbe représente les changements des valeurs de salinité ( $\text{‰}$ ) dans les six aquariums en termes de temps (semaines).	<b>46</b>
<b>Fig.VI1.5</b>	La courbe représente les changements des valeurs de rendement $\text{PO}_4^{3-}$ dans les six bassins en termes de temps (semaines).	<b>46</b>
<b>Fig.VI1.6</b>	De l'alimentation aux produits azotés : le cycle dans un vivier.	<b>47</b>
<b>Fig.VI1.7</b>	La courbe représente les changements des valeurs de rendement $\text{NNH}_4^+$ dans les six aquariums en termes de temps (semaines).	<b>48</b>
<b>Fig.VI1.8</b>	Le graphique montre l'évolution du poids des poissons dans les aquariums étudiés.	<b>50</b>
<b>Fig.VI1.9</b>	La courbe montre le taux de croissance du poisson tilapia rouge pendant une journée.	<b>50</b>

### Liste des Abréviations

- **pH** : potentiel hydrogène.
- **CE** : Conductivité Électrique.
- **S** : Salinité
- **NH<sub>4</sub><sup>+</sup>** : ammoniac.
- **NO<sub>2</sub><sup>-</sup>** : Nitrite.
- **NO<sub>3</sub><sup>-</sup>** : Nitrate.
- **PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>** : Ortho phosphate.
- **T** : Température.
- **CNRDPA** : Centre National de la recherche et du Développement de  
le Pêches l'aquaculture.
- **ADE** : Algérienne Des Eaux.
- **R** : rendement.

<b>Titre</b>	<b>Page</b>
Dédicace	<b>I</b>
Remerciements	<b>III</b>
Résumé	<b>IV</b>
Liste des Tableaux	<b>V</b>
Liste des Figures	<b>X</b>
Liste des abréviations	<b>X</b>
Sommaire	<b>X</b>
Introduction générale	<b>2</b>
<b>Chapitre I : Généralité sur les plantes aquatiques (Lentille D'eau et Azolla)</b>	
I.1.lentille d'eau	<b>5</b>
I .1.1. Définition	<b>5</b>
I.1.2. Carte d'identité	<b>5</b>
I.1.3. Morphologie	<b>5</b>
I.1.4. La famille	<b>6</b>
I.1.5. Différents genres	<b>6</b>
I .1.6. Historique	<b>9</b>
I .1.7. Reproduction	<b>9</b>
I.1.8. Composition	<b>10</b>
I .1.9. Conditions et les facteurs de vie de lentille d'eau	<b>10</b>
I .1.10. Utilisation et application	<b>11</b>
I .2. Azolla	<b>11</b>
I .2.1. Définition	<b>11</b>
I.2.2. La classification de l'Azolla	<b>12</b>
I.2.3. La morphologie de l'Azolla	<b>12</b>
I .2.4. Historique	<b>14</b>
I.2.5. Reproduction	<b>14</b>
I .2.6. La composition chimique de l'Azolla	<b>15</b>
I.2.7. Les Conditions de culture	<b>16</b>
I.2.8. L'utilisation de l'Azolla	<b>18</b>
<b>Chapitre II : Généralité sur la pollution de l'eau du tilapia rouge</b>	
II.1. L'eau	<b>20</b>
II.1.1. Définition l'eau et Aquaculture	<b>20</b>
II.1.2. La molécule de l'eau	<b>20</b>
II.1.3. Le poids moléculaire de l'eau	<b>20</b>
II.1.4. Les propriétés physique-chimique de l'eau pure	<b>21</b>
II.1.5. La pollution de l'eau	<b>23</b>
II.1.6. La qualité de l'eau utilisée dans les bassins d'aquaculture	<b>23</b>

# Sommaire

II.1.7.la qualité de l'eau pour tilapia	23
II.2.Tilapia rouge	23
II.2.1. Définition tilapia rouge	23
II.2.2. Taxinomie et morphologie de tilapia	24
II.2.3. Exigences écologiques	26
II.2.4. Reproduction de tilapia rouge	26
II.3. Discussion des études précédentes	28
<b>Chapitre III : Matériel et Méthode</b>	
III.1. Présentation de la station expérimentale (CNRDPA)	33
III.2. Matériels et appareils	34
III.2.1. Origine des poissons	34
III.2.2. Matériels biologiques	34
III.2.3. Matériel végétale	34
III.2.4. Matériels physiques	34
III.3. Méthode utilisée	35
III.3.1. Préparation et nettoyage des aquariums	35
III.3.2. choisie les poissons tilapia rouge	36
III.3.3. Préparation des boîtes en plastique	36
III.3.4. Nourrir le tilapia rouge	37
III.3.5. Poids des plantes	37
III.4. Méthode expérimentale	38
III.5. Méthodes d'analyse de l'eau	39
III.5.1. La méthode utilisée pour prélever des échantillons	39
III.5.2. Mesure des paramètres physicochimique	40
III.5.3. Les paramètres chimiques	40
III .6. Calcul le Taux de croissance spécifique (TCS) (poids)	41
<b>Chapitre VI : Résultats et discussion</b>	
VI.1. Résultats des analyses physico-chimiques et biologiques	43
VI1.1.1. Analyses physico-chimiques	43
VI1.1.2. Analyses biologiques (poids et taux)	47
VI1.2. Discuter des résultats	47
VI1.2.1. Physicochimiques	47
VI1.2.2. Analyses biologiques (poids et taux)	53
<b>Conclusion générale</b>	<b>57</b>
<b>Référence bibliographique</b>	<b>59</b>
<b>Annexes</b>	<b>67</b>



# **I**ntroduction générale

# Introduction Générale

---

## Introduction générale

L'aquaculture, en particulier la pisciculture, contribue grandement à la réalisation de la sécurité alimentaire en améliorant et en diversifiant l'alimentation de la population. Par conséquent, la pisciculture est une activité nouvelle et l'un des projets prometteurs en Algérie en termes d'exploitation de quelques zones et de fourniture d'eau dans un système fermé, c'est-à-dire (recyclage des eaux usées). Il s'agit d'une combinaison de pisciculture et de culture de plantes dans un espace clos pour produire des poissons et des cultures agricoles [1].

Le tilapia est un poisson d'eau douce et l'un des poissons les plus consommés au monde. Il répond bien à l'élevage intensif, en raison de sa capacité à croître et à se multiplier rapidement. Par conséquent, l'eau est la principale source de vie pour le tilapia. [2] Toute pollution chimique ou physique dans la qualité de l'eau affecte négativement sa vie, ce qui conduit à un défaut dans le système environnemental du poisson. Le poisson réduit sa capacité à remplir son rôle naturel. De plus, les déchets de poisson et le pourcentage élevé de polluants, en particulier l'augmentation de l'ammonium au-dessus de son niveau normal, peuvent entraîner une augmentation de la densité de poissons par rapport à la superficie. De plus, les aliments non raffinés et les excréments des poissons sont la principale source de matières en suspension, à l'origine de l'accumulation et de la décomposition de la matière organique, ce qui entraîne l'empoisonnement des poissons, la perte d'appétit, le stress physique et la diminution de la capacité de se déplacer et donc mourir. [3]

L'objectif de notre travail est de traiter les eaux piscicoles par la technique de phytoremédiation pour éliminer les polluants et de tester l'efficacité des plantes pour améliorer la qualité de l'eau des étangs piscicoles à la station expérimentale d'aquaculture désertique de Wilayet Ouargla du Centre National de Recherche et développement dans le domaine des pêches et de l'aquaculture.

Nous avons organisé ce travail en deux parties théoriques et pratiques, précédées d'une introduction générale et suivies d'une conclusion et de quelques recommandations :

### La partie théorique :

Chapitre I : Généralité sur les plantes aquatique (Azolla et lentille d'eau (Lemna minor)).

Chapitre II : généralité sur pollution de l'eau de poissons (tilapia rouge).

# Introduction Générale

---

La partie expérimentale :

Chapitre III : la description du matériel utilisé et à la méthodologie suivis.

Chapitre VI : présente les résultats obtenus qui sont discutés et interprétés.

Conclusion générale.

**C**hapitre I :  
**Généralité sur les plantes aquatiques  
(Lentille D'eau et Azolla)**



# Chapitre I Généralité sur les plantes aquatiques (lentille d'eau et Azolla)

---

## I.1.lentille d'eau :

### I.1.1. Définition :

Une lentille d'eau est une petite plante aquatique flottante, un monocotylédone de la sous-famille Lemnacée dans la famille des Aracées, aux minuscules feuilles trilobées ou bombées, abondante à la surface des eaux stagnantes, et souvent à répartition cosmopolite. Une lentille est une lentille d'eau naine. Cette plante aquatique a besoin d'eaux stagnantes pour se développer. Et un environnement idéal pour son développement [4].

### I.1.2. Carte d'identité :

Les lentilles d'eau sont des plantes aquatiques parasites. Ceci est une brève fiche générale pour identifier la plante et sa source [5].

- Nom commun : Lentille d'eau minuscule
- Nom scientifique : Lemna minuta
- Famille : Lemnacées
- Habitat : Eaux douces
- Origine : Amérique du Nord
- Introduction : Aquariums et bassins

### I.1.3. Morphologie :

Tel que rapporté dans le journal de botanique focus sur les lentilles d'eau [5] Les lentilles d'eau présentent une très grande simplicité d'organisation et se réduisent à une ou quelques frondes (corps modifié en forme de feuille), flottantes ou submergées, sur lesquelles sont présentes des racines (absentes dans certains genres).

La forme des frondes est variable : généralement ovales ou ovoïdes, elles peuvent cependant être parfois très allongées (genre Wolffia).



**Fig. I.1.** Schéma de principe d'une lentille d'eau [4].

## I.1.4. La famille :

Au XIXe siècle, une hypothèse a été formulée selon laquelle les lentilles d'eau ont une relation avec araceae, Avec l'avènement de la phylogénétique moléculaire, l'hypothèse a été confirmée par une partie montrant que les « Lemnaceae » formaient en réalité un clade inclus au sein de la famille des Araceae. Cette position a été ultérieurement confirmée par de nombreuses études [6].

## I.1.5. Différents genres :

Les lentilles d'eau sont des plantes bien connues du grand public, qui colonisent fréquemment les mares et fossés. Derrière cette appellation générique et une très grande homogénéité morphologique, se cache pourtant une diversité surprenante puisque 38 espèces existent dans le monde [7] Ces espèces sont divisées en 3 genres, à savoir :

### *A/ wolffia :*

La Lentille d'eau sans racines, L'origine du nom remonte au scientifique allemand Johann Friedrich Wolff (1778–1806), l'espèce de ce genre (*Wolffia angusta*, *Wolffia arrhiza*, *Wolffia australiana*, *Wolffia borealis*, *Wolffia brasiliensis*, *Wolffia columbiana*, *Wolffia cylindracea*, *Wolffia elongata*, *Wolffia globosa*, *Wolffia microscopica* et *Wolffia neglecta*), la wolffie sans racines, lames minuscules de 0,5 à 1 mm, sans racine. Elle est assez rare.



**Fig.I.2.** *wolffia arrhiza* [5].

# Chapitre I Généralité sur les plantes aquatiques (lentille d'eau et Azolla)

---

## *B/spirodela :*

La Lentille d'eau sans racines, *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleiden, se reconnaît à la présence de plusieurs racines (généralement 7-16) est la seule espèce connue en Europe et en France, mais 2 autres espèces sont signalées dans le monde. Il se distingue du reste de l'espèce par la présence d'une couleur rouge foncé sur son dos.



**Fig.I.3.** *spirodela polyrhiza* [5].

## *C/ Lemna :*

**Lemna minor** : la petite lentille d'eau, se reconnaît à ses petites frondes à une seule nervure (les autres espèces de Lemna ont 3 nervures). Cette espèce est une exotique envahissante, détectée pour la première fois en France en 1965[8].



**Fig.I.4.** *Lemna minor* [5].

- **Lemna gibba** : la Lentille d'eau bossue, La dénomination est inspirée de la forme convexe de la lentille, 2 à 5 mm fortement renflée à la face inférieure.



**Fig.I.5.** *Lemna gibba* [5].

- **Lemna trisulca** : la Lentille d'eau trilobée, est la plus facile à reconnaître à ses frondes submergées, en croix. Petite taille de 5 à 15 mm. En voie de disparition



**Fig.I.6.** *Lemna trisulca* [5].

- **Lemna turionifera** : Hydrophyte flottant librement, longue de 2 à 3 mm, Chaque lentille est composée d'une inflorescence comprenant une fleur femelle formée d'un seul pistil et De 1 à 2 fleurs mâles formées de 1 à 2 étamines libres entre elles, Lentille (feuille) ovale à aborale, longue de 2 à 3 mm, souvent asymétrique et arrondie aux extrémités, pas de tige et une seule racine.



**Fig.I.7.** *Lemna turionifera* [5].

- **Lemna minuta** :ou *Lemna minuscula* Chaque lentille est composée d'une inflorescence comprenant une fleur femelle formée d'un seul pistil et 1 à 2 fleurs mâles formées de 1 à 2 étamines libres entre elles, Lentille (feuille) elliptique à ovale – elliptique, longue de 1 à 3 mm. La lentille est quasi symétrique, légèrement obtuse aux extrémités, carénée longitudinalement suivant l'unique nervure lui conférant une forme de toit aminci sur les bords.



**Fig.I.8.** *Lemna minuta* [5].



# Chapitre I Généralité sur les plantes aquatiques (lentille d'eau et Azolla)

---

## I.1.6. Historique :

La lentille d'eau *Lemna minor* est originaire d'Amérique (Nord et Sud). Elle a été observée pour la première fois en Europe en 1965 dans le lac Marion près de Biarritz, dans les Pyrénées-Atlantiques. Puis elle a été repérée dans diverses régions d'Europe (France près de Bordeaux en 1950, en Allemagne près du Rhin en 1966, en plaine d'Alsace et en Suisse en 1975 ainsi qu'en Angleterre près de Cambridge en 1977). Actuellement l'espèce est bien présente dans les Îles britanniques, en Belgique, aux Pays-Bas, en Italie, ainsi qu'en Allemagne principalement dans la vallée du Rhin et en France [9].

## I.1.7. Reproduction :

Une des particularités des lentilles d'eau est leur mode de reproduction : les organes reproducteurs sont extrêmement simplifiés, se réduisant à deux étamines et un pistil, enveloppés dans une spathe rudimentaire. On considère actuellement que les lentilles d'eau sont monoïques : chacune des étamines est une fleur mâle, et le pistil correspond à une fleur femelle. La floraison des lentilles d'eau est cependant extrêmement rare :

Certaines espèces, telles que *Wolffia arrhiza*, ne fleurissent ainsi jamais en Europe. Ces plantes ont donc développé un second moyen de reproduction, extrêmement efficace : chacune des frondes possède à son extrémité des petits bourgeons, qui permettent le développement de nouvelles frondes. Cette reproduction végétative est très rapide : une fronde donne en quelques jours 3 ou 4 nouvelles frondes, conférant à ces espèces une capacité de colonisation extrêmement importante. Les lentilles d'eau arrivent ainsi à totalement recouvrir certains plans d'eau, en quelques semaines seulement [5].

Le genre *Lemna*, dans son ensemble, possède un mode de reproduction relativement original elles sont capables de se reproduire à la fois de façon sexuée et asexuée (par division). Il n'est donc pas nécessaire d'avoir de floraison pour obtenir de nouveaux individus. Cela permet d'avoir un développement plus régulier dans le temps [4].

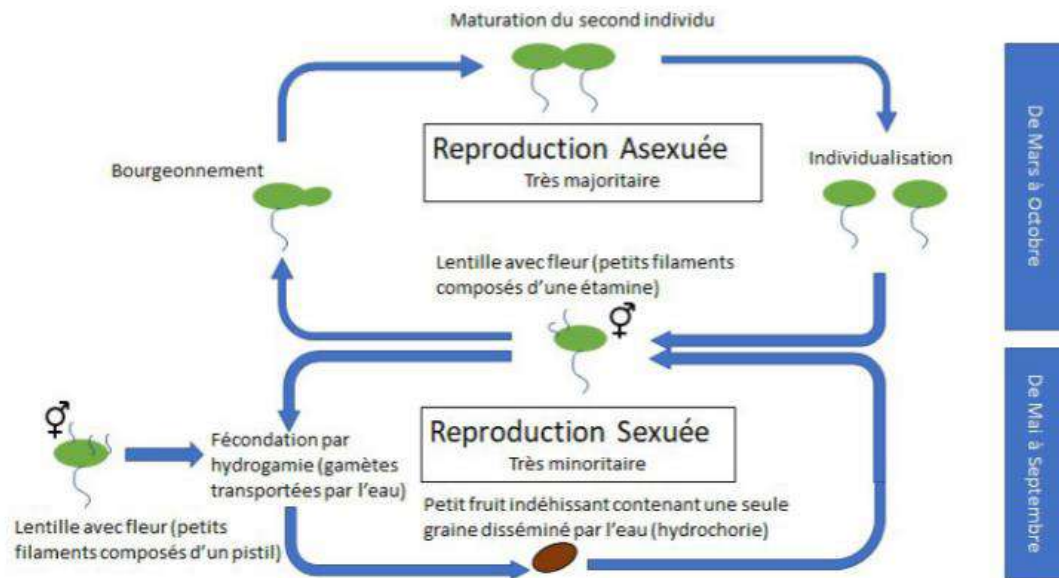


Fig. I.9. Schéma général des mécanismes de reproduction des lentilles d'eau [4].

### I.1.8. Composition :

Les lentilles d'eau sont composées à 94 % d'eau, et 6% de matière «sèche». Elles sont également très riches en hydrate de carbone (glucide), en cellulose et en hémicellulose Comme le montre le tableau suivant :

Tableau. I.1. Teneur en pourcentage du poids sec en NPK chez Lemna minor [4] :

Auteurs	Gamme Espèce	N		P		K	
		Bas	Haut	Bas	Haut	Bas	Haut
HUBAC & BEUFFE, 1984	Lemna minor	4.0	7.0	0.2	0.8	1.8	3.8
Landolt&RiklefKandeler, 1987		-	5.2	-	1.0	-	3.3
Frédéric et al., 2006		4.0	-	1.0	-	-	-
CHENG & STOMP, 2009		2.5	5.6	1.6	2.6	4.1	4.6
Fernandez Pulido, 2016		1.8	3.1	0.2	0.8	2.0	4.2

### I.1.9. Conditions et les facteurs de vie de lentille d'eau :

Dans sa croissance, la lentille d'eau a besoin de plusieurs conditions environnementales environnantes qui l'aident à le faire, dont les plus importantes sont l'exposition au soleil, la température de l'eau chaude et un milieu modérément acide et basique. Enfin, elle a besoin d'eau stagnante riche en matière organique, qui à son tour est absorbé par les lentilles aquatiques. Comme le montre le tableau suivant :

# Chapitre I Généralité sur les plantes aquatiques (lentille d'eau et Azolla)

**Tableau.I.2.** Les conditions de vie de lentille d'eau [10] :

Rusticité	Rustique, -26 °C
Exposition	Ensoleillée.
Milieux de vie	Eau stagnante riche en MO.
Acidité	Acide à basique.
Température	Eau assez chaude.

## I.1.10. Utilisation et application :

La plante entière est altérante, antiprurigineuse, antiscorbutique, astringente, dépurative, diurétique, fébrifuge et soporifique. *Lemna minor* est utilisée dans le traitement du rhume, de la rougeole, des œdèmes et des difficultés à uriner en Chine. Elle est appliquée à l'extérieur dans le traitement de maladies de peau et est utilisée comme liquide « de lavage » pour l'ophtalmie en Inde. La plante peut également être utilisée en homéopathie en Inde [10].

## I.2. Azolla :

### I.2.1. Définition :

Azolla est une petite fougère aquatique flottante à croissance rapide et fixation de d'azote et librement à la surface de l'eau calmes des régions tropicales, subtropicales, Tempérées chaudes de l'Afrique, l'Asie et des Amériques [11] Elle pousse naturellement dans les milieux lenticules Comme les étangs, les marécages, etc. Une plante d'Azolla est souvent appelée fronde. Chaque fronde est Constituée d'une tige principale [12] dont la longueur maximale excède rarement 3- 4 cm, flottant à la surface de l'eau et couverte de petites feuilles alternes Étroitement imbriquées et cachant ainsi la tige[13].



**Fig. I.10.** Azolla[12].

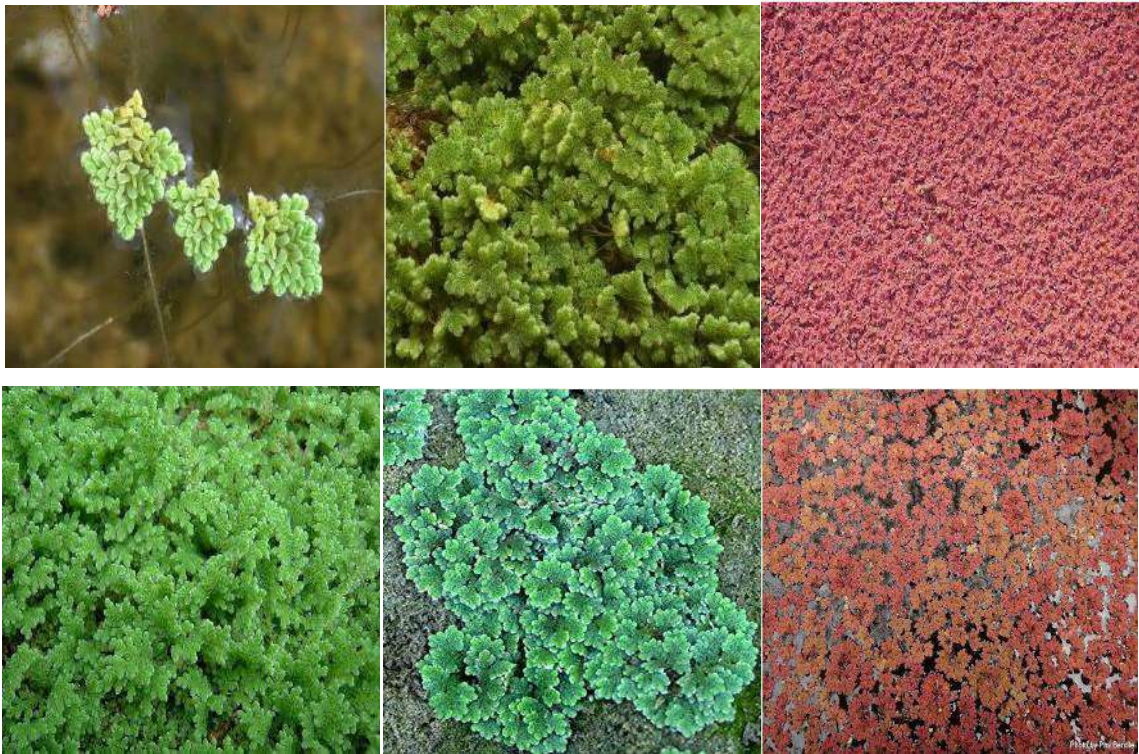
# Chapitre I Généralité sur les plantes aquatiques (lentille d'eau et Azolla)

## I.2.2. La classification de l'Azolla :

Le genre azolla est représenté par sept espèces appartient à [14]

- Règne : plante
- Sous-règne : tracheobionta
- Division : Ptériolophytes
- Classe : Filicophyta
- Ordre : Salviniales
- Famille : Azollaceae
- Espèces : Azolla fuliculoides

Il existe au moins 8 espèces d'Azolla dans le monde ; Azolla caroliniana, Azolla fuliculoides, Azolla mexicana, Azolla microphylla, Azolla nilotica, Azolla pinnata et Azolla rubra [15].



**Fig.I.11.**les espèces d'Azolla dans le monde : (A) *A. pinnata*, (B) *A. microphylla*, (C) *A. caroliniana* rouge, (D) *A. caroliniana* ver, (E) *A. fuliculoides*, (F) *A. rubra* [15]

## I.2.3. La morphologie de l'Azolla :

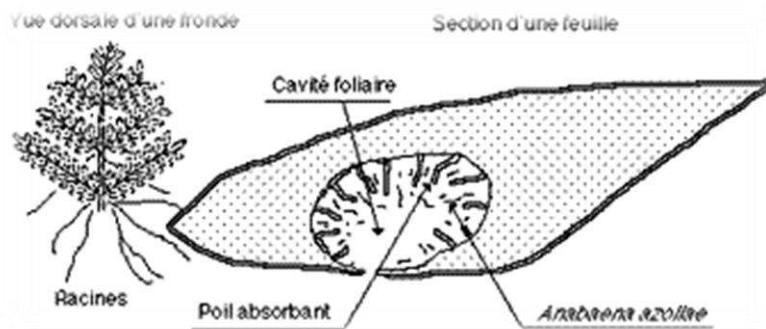
Selon [16] l'Azolla est constituée d'une tige principale de longueur Excédant rarement 3 ou 4 cm, croissant à la surface de l'eau avec des feuilles alternes. Ainsi, Des racines adventives se forment à intervalles réguliers. Ces racines mesurent 1 à 3 cm de Long. Elles sont couvertes de poils absorbants disposés en touffes [17] Les racines sont orientées vers l'eau et s'enfoncent verticalement. A l'aisselle de certaines Feuilles se développent des tiges secondaires ayant les mêmes caractéristiques que la tige Principale. Elles peuvent porter à leur tour des tiges de troisième



## Chapitre I Généralité sur les plantes aquatiques (lentille d'eau et Azolla)

ordre, cette architecture Confère à la plante une forme plus ou moins triangulaire ou circulaire selon les espèces. Chaque feuille est bilobée. Le lobe supérieur flottant contient le pigment vert (la Chlorophylle).

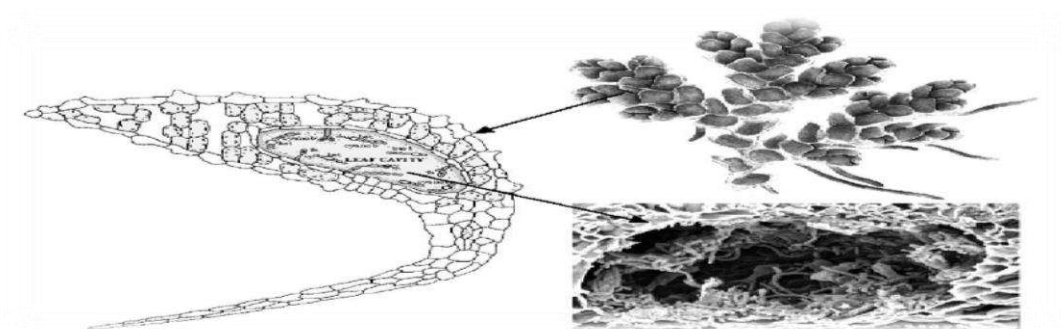
Alors que l'autre inférieur, immergé est non chlorophyllien et incolore le montre, dans certaines conditions, le lobe supérieur contient aussi de L'anthocyanine qui lui confère une couleur brun rougeâtre [18] [19]. C'est le lobe supérieur de la feuille avec la présence d'une cavité qui contient une cyanobactérie strictement symbiote. Elle est dénommée *Anabaena azollae*[18].



**Fig. I.12.**Morphologie d'une fronde d'Azolla [20].

Au niveau de la feuille de la fougère, dans l'association Azolla-Anabaena, des échanges mutuels entre les deux partenaires s'effectuent comme suit : l'Azolla fournit à l'algue des composés carbonés. Par contre l'Anabaena approvisionne son hôte en composés azotés [18]

Ces échanges entre hôte et endophyte se font grâce au poil bi- et/ou pluricellulaire provenant des cellules épidermiques qui bordent la cavité, Foliaire de l'Azolla où loge Anabaena [21] [22].



**Fig. I.13.**Coupe transversale d'une feuille d'Azolla [23].

# Chapitre I Généralité sur les plantes aquatiques (lentille d'eau et Azolla)

---

## I.2.4. Historique :

L'Azolla, pendant des siècles, a été reconnue comme une plante utile dans le sud de la Chine et le nord du Vietnam. Elle a été utilisée comme bio fertilisant et comme engrais vert pour la culture du riz, en raison de ses capacités de fixation de l'azote [24].

La production d'Azolla a été fortement encouragée au début des années 1960 en Chine et au Vietnam, cela a entraîné une expansion rapide de cette plante dans ces pays.

Elle a attiré l'attention internationale dans les années 1970 en raison de la crise pétrolière et de la hausse des prix des engrais azotés dépendant des combustibles fossiles.

L'Azolla est devenue un remplaçant potentiel car on pensait qu'elle pourrait renforcer la production de riz dans de nombreux pays tropicaux. Cependant, l'enthousiasme pour l'Azolla s'est estompé dans les années 1980. Elle a été suivie d'une période de scepticisme.

La production de cette plante en Chine et au Vietnam a diminué. Aussi, son développement dans le monde n'a pas été à la hauteur des attentes initiales, cela est dû aux contraintes sérieuses telles que la disponibilité de l'eau, les difficultés d'entretien et de manutention [24]

## I.2.5. Reproduction :

Il existe deux types de reproduction de l'Azolla :

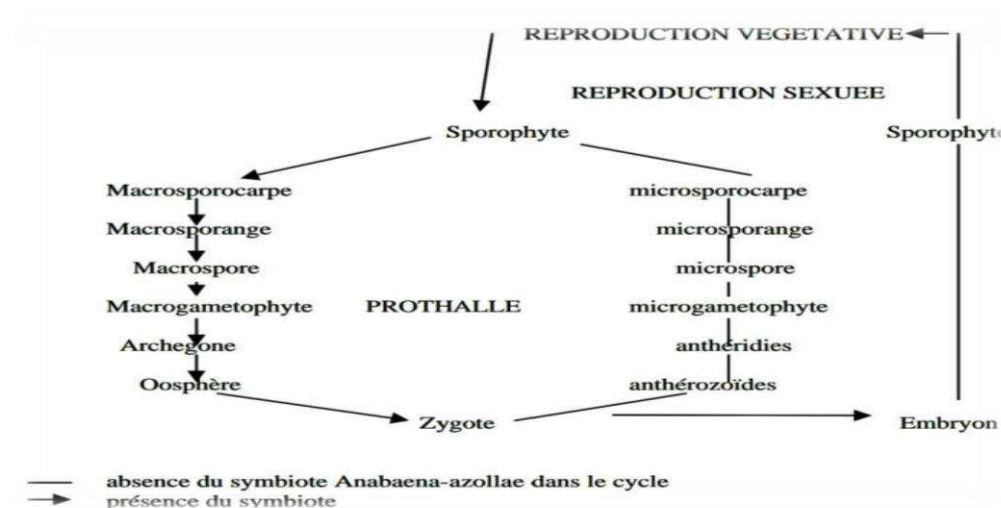
### I.2.5.1. la reproduction sexuée (génération) :

Voie en saison défavorable caractérisée par la chaleur ou le froid intense [25].

### I.2.5.2. la reproduction asexuée (multiplication végétative) :

Se fait par voie dans les conditions climatiques favorables.

La symbiose est maintenue durant le cycle sexuel. Les cellules d'*Anabaena*, notamment les akinètes (akinétospores) sont enfermées à l'intérieur des macrosporocarpes. Elles sont enfoncées dans une cavité sous le chapeau de l'indusie du macrosporange, Après Fécondation de l'oosphère, un zygote se forme et se développe en sporophyte avec son algue associée [26]



**Fig. I.14.** Schéma du cycle de reproduction sexuée et asexuée de l'Azolla [18] ; [25].

## I. 2.6. La composition chimique de l'Azolla :

Selon [27] la composition chimique des espèces d'Azolla varie selon Les écotypes, les conditions écologiques et la phase de croissance. La teneur en MS est Généralement faible, de l'ordre de 5 à 7 %. La teneur en protéines est de l'ordre de 19 à 30 % De matière sèche dans des conditions de croissance optimales. Le profil en acides aminés de L'Azolla dépend de l'espèce, mais la teneur en lysine est relativement élevée (4 à 6 % de la protéine), le taux de protéines de l'Azolla est proche de celle du soja [28] Comparativement aux autres plantes aquatiques, elle contient approximativement la même quantité de protéines (27,5 % en moyenne), mais elle est plus riche en parois végétales (47,3 % en moyenne). La fougère est relativement riche en fibres : le NDF peut être supérieur à 50 % de MS, la fibre brute est d'environ 15 % de MS et la teneur en lignine est de l'ordre de 10 à 13 % de MS. Comme la plupart des plantes aquatiques, l'Azolla est riche en matière minérale (10-20% MS) et peut être utilisée comme source de macro et micro minéraux [27].

## Chapitre I Généralité sur les plantes aquatiques (lentille d'eau et Azolla)

Tableau.I.3. Composition chimique de l'Azolla fraîche [27] :

Analyse Principal	Unité	Moyenne	Ecart type	Min	Max
Matière sèche	Telque nourri%	6,7	1,3	5,1	8,7
Protéine brute	MS%	20.6	3.5	13.9	28.1
Fibre brute	MS%	15	3.5	11.3	22.8
ACNP	MS%	43.8	5.9	35.4	52.3
ADF	MS%	31.8	6.4	24	38.9
Lignine	MS%	11.4	1.7	9.3	13.5
Extrait d'éther	MS %	3.8	1.3	1.9	5.1
Cendre	MS%	15.9	3.5	9.8	21.6
Amidon	MS%	4.1	-	2.7	5.6
Energie brut	MJ/KgMS	17	-	-	-

Tableau. I.4. Les minéraux présents dans l'Azolla [27] :

Minéraux	Unité	Moyenne	Ecart type	Min	Max
Calcium	g/Kg MS	12.5	1.6	10.8	14.3
Phosphore	g/Kg MS	6.7	5	2.1	12.9
Potassium	g/Kg MS	12.5	-	-	-
Sodium	g/Kg MS	0.0	-	-	-
Magnésium	g/Kg MS	3.5	-	-	-
Manganèse	g/Kg MS	174	-	-	-
Zinc	g/Kg MS	88	-	-	-
Le cuivre	g/Kg MS	17	-	-	-
Le fer	g/Kg MS	756	-	-	-

### I.2.7. Les Conditions de culture :

Les espèces d'Azolla présentent une croissance maximale en été, suivie du printemps. Ça peut croître rapidement avec un temps de doublement de 2 à 5 jours. Environ 40 à 55 kg d'Azolla frais peuvent être formés à partir d'inoculum de 8 kg en 15 jours [29].

#### I.2.7.1. L'eau :

L'eau est la condition de base pour la croissance et la multiplication d'Azolla [30] La croissance d'Azolla est favorisée par une couche d'eau n'excédant pas quelques centimètres : 5 à 10 cm cela favorise la nutrition minérale puisque les racines sont proches du sol [16].

# Chapitre I Généralité sur les plantes aquatiques (lentille d'eau et Azolla)

---

Azolla ne peut pas résister à un taux d'humidité inférieure à 60 %. C'est une plante forte sensible à la sécheresse qui meure quelques heures si le sol s'assèche [31] Comme étant une plante d'eau douce, l'azolla ne supporte qu'un certain degré de salinité, allant de 0,05 à 0,1 % [32]. la salinité élevée inhibe la croissance de l'azolla [29].

## ***1.2.7.2. Température :***

Certaines souches de l'azolla survivent temporairement à des températures de -5 et 45 °C. D'autres souches sont très affectées par une température inférieure à 10 °C, mais peuvent supporter des valeurs dépassant 35 °C, comme le cas de nombreux écotypes d'*Azolla pinnata* [33] Cependant, des températures supérieures à 37 °C affecteront sérieusement la multiplication d'*Azolla* [34].

## ***1.2.7.3. Lumière :***

En conditions thermiques optimales, la saturation est atteinte à environ 50 % de l'intensité maximale. La croissance reste toutefois bonne, même aux intensités lumineuses maximales [25] ; [16].

Couleur de l'*Azolla* passe au rouge brunâtre en raison de l'exposition à une forte luminosité en saison estivale (conditions défavorables), et il devient vert lors du retour de l'ombre.

La photopériode optimale pour la croissance d'*Azolla* est d'environ 20 heures [29].

## ***1.2.7.4. Le PH :***

L'*Azolla* peut croître dans une large gamme de pH : 3,5 à 10, mais l'optimum est de 4,5 à 7 [30].

## ***1.2.7.5. Besoin nutritionnel :***

Comme seuil de croissance minimum dans le milieu de culture les valeurs suivantes ont été déterminées par Yatazawa *et al.* (1980) : P (0,03 mm/litre) ; K (0,4 m M/litre) ; Mg (0,4 m M/litre) ; Ca (0,5 mM/litre) mn (20 µg/l) sur des frondes poussant 3 semaines dans la même solution, mais la caractéristique la plus remarquable dans ce domaine nutritionnel est l'indépendance totale à l'égard de la source d'azote [34].

Une déficience en phosphore freine la croissance de l'*Azolla*, une carence en le phosphore s'accompagne également d'une diminution de la teneur en azote de l'*Azolla* [33] Pour cela, Une culture réussie de l'*Azolla* nécessite des apports d'engrais phosphoré [36] Une solution nutritive suppléments sous forme de 10 kg de bouse de vache et 100 g de superphosphate triple en trois fois à 4 jours d'intervalle peut répondre à ce besoin [29]. *Azolla* n'a pas besoin d'apport azoté, car elle est une plante fixatrice d'azote [27].

# Chapitre I Généralité sur les plantes aquatiques (lentille d'eau et Azolla)

---

## **I.2.8. L'utilisation de l'Azolla :**

L'Azolla est l'une des plantes aquatiques les plus nutritives, grâce à sa teneur élevée en Protéines brutes, en caroténoïdes et en acides aminés. Elle peut être incorporée dans L'alimentation des animaux et même des humains [20].

### ***I.2.8 1. L'utilisation de l'Azolla en alimentation animale :***

L'Azolla peut être donnée au bétail sous forme fraîche ou séchée. Elle peut être administrée Directement ou mélangée avec des concentrés aux bovins, volailles, moutons, chèvres, porcs Et lapins. Il faut quelques jours pour que les animaux s'habituent au goût de l'Azolla, il est Donc préférable de le nourrir avec les concentrés dans les premiers stades. Lorsque la bouse Est utilisée comme engrais dans les étangs d'Azolla, la plante doit être soigneusement lavée à l'eau douce pour éliminer l'odeur de la bouse [37]

### ***I.2.8. 2.L'utilisation de l'Azolla chez les poissons :***

Des études réalisées en aquarium indiquent que les cichlides (Oreochromis, Tilapia et Cichlasoma) ainsi qu'un hybride carpe herbivore x carpe à grosse tête ont tendance à préférer L'Azolla caroliniana par rapport aux autres espèces d'Azolla [38] [39] [40] [41]

### ***I.2.8. 3. L'utilisation thérapeutique :***

L'azolla est une petite fougère aquatique flottante utilisée en médecine traditionnelle, les malgaches l'utilisent comme calmant et comme somnifère. Mélangé à de la citronnelle, une tisane à base d'Azolla permet de trouver rapidement le sommeil [42]

### ***I.2.8 .4. Dépollution des milieux :***

La biosorption aide à éliminer les matières toxiques des milieux aqueux. La biomasse d'azolla c'est avérée efficace pour biosorber les métaux lourds tels que Pb, Cd, Cu et Zn. Cette biomasse a été très efficace pour éliminer la demande chimique en oxygène et les polyphénols des eaux usées des huileries. Le bio filtré a pu éliminer jusqu'à 4 000 ppm de polyphénols dans les eaux usées [29].



## **C**hapitre II :

### **Généralité sur la pollution de l'eau du tilapia rouge**

## II.1. L'eau

### II.1.1. Définition l'eau et Aquaculture :

L'eau est un élément biologique important et nécessaire pour tous les organismes vivants. Elle a trois états (liquide, solide et gazeux) et provient de plusieurs sources, y compris les lacs, les rivières, les eaux souterraines, etc.

L'eau est une substance chimique composée d'une molécule d'oxygène et de deux hydrogènes. Ce composé est stable mais très réactif. C'est un excellent solvant à l'état liquide.

La pisciculture est l'une des méthodes de l'aquaculture, où les poissons sont élevés dans des endroits où l'eau est limitée, y compris les étangs, les lacs et les étangs, tout en leur fournissant la nourriture nécessaire à la croissance et à la reproduction.

Cours d'eau, plan d'eau, zones humides et marais, ces écosystèmes sont indispensables à la biodiversité pour se nourrir et se reproduire. Véritables réservoirs de biodiversité, les milieux aquatiques de surface ou souterrains participent à la continuité écologique. Les espèces peuvent y circuler librement entre leurs différents espaces de vie. Leur bonne santé est donc primordiale pour y favoriser toute vie, qu'elle soit végétale ou animale [43].

### II.1.2. La molécule de l'eau :

La molécule d'eau est constituée d'une structure électronique stable qualitativement similaire au néon, dans sa phase gazeuse l'eau est constituée de molécules H<sub>2</sub>O libres dont l'angle est de 104,5° [44].

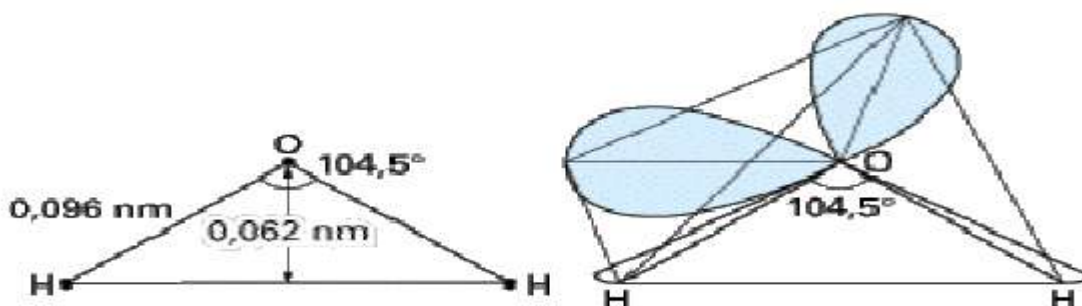


Fig. II.1. Géométrie de la molécule H<sub>2</sub>O [44].

### II.1.3. Le poids moléculaire de l'eau :

Le poids moléculaire de l'eau est de 18,03 au point d'ébullition  $T = 100$  et la densité de vapeur est de 0,9 à pression normale. La densité de vapeur de l'eau augmente avec l'augmentation de la pression atmosphérique, ce qui signifie que l'eau a plus d'un poids moléculaire qui varie selon aux conditions naturelles, mais en général on suppose que le poids est de 18[45].

### II.1.4. Les propriétés physique-chimique de l'eau pure :

Selon le suivi du cycle de l'eau de l'atmosphère aux eaux continentales et aux océans et avant toute intervention humaine, la concentration des principaux éléments dans l'eau et sa composition chimique évoluent, les précipitations atmosphériques étant faiblement concentrées. dans les principaux éléments (de microgrammes/litre à mg/litre) et se compose principalement d'ions sodium ( $\text{Na}^+$ ), chlorure ( $\text{Cl}^-$ ) et sulfate ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), tandis que les rivières et les eaux souterraines sont plus concentrées (10 à 102 mg/ L) et se composent principalement d'ions calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) et bicarbonate ( $\text{HCO}_3^-$ ) et en le modifiant et en contrôlant la composition chimique et physique de l'eau, il convient à l'usage humain, végétal et animal, en suivant les normes internationales et nationales pour cela[46]comme indiqué dans le tableau suivant :

Tableau.II.1. Grille normative pour estimer la qualité de l'eau potable en Algérie [47] :

Paramètre	Bonne	Moyenne	Mauvaise	Très mauvaise
<i>Physique-chimique</i>				
CD	-	-	-	-
pH	6.5-8.5	6.5-8.5	>6, <9	>5, <9
T°C	25	25-30	30-35	>35
Minéralisation mg/l	300-1000	1000-1200	1200-1600	>1600
Ca <sup>2+</sup> mg/l	40-100	100-200	200-300	300
Mg <sup>2+</sup> mg/l	30	30-100	100-150	>150
Na <sup>+</sup> mg/l	10-100	100-200	200-500	>500
Chlorures mg/l	10-150	150-300	300-500	>500
Sulfates mg/l	50-200	200-300	300-400	>400
<i>Organiques :</i>				
O <sub>2</sub> dissous %	>100	100-50	50-30	>30
DBO <sub>5</sub> mg/l	5	5-10	10-15	>15
DCO mg/l	20	20-40	40-50	>50
Matières organiques	5	5-10	10-15	>15
<i>Composés azotés :</i>				
Ammonium mg/l	0-0.01	0.01-0.1	0.1-3	>3
Nitrites mg/l	0-0.01	0.01-0.1	0.1-3	>3
Nitrates mg/l	0-10	10-20	20-40	>40
<i>Composés phosphorés :</i>				
Phosphates mg/l	0-0.01	0.01-0.1	0.1-3	>3
<i>Éléments toxiques et indésirables :</i>				
Fe mg/l	0-0.5	0.5-1	1-2	>2
Mn mg/l	0-0.1	0.1-0.3	0.3-1	>1
Cr mg/l	0	0-0.05	0.05-0.5	>0.5
Cu mg/l	0-0.02	0.02-0.05	0.05-1	>1
Zn mg/l	0	0-0.5	0.5-1	>1
Cd mg/l	0	0	0-0.01	>0.01
Pb mg/l	0	0	0-0.05	>0.05
F- mg/l	0	0-0.8	0.8-1.5	>1.5
CN- mg/l	0	0	0-0.02	>0.2
Phénols mg/l	0.001-0.002	0.002-0.02	0.02-1	>1

**II.1.5. La pollution de l'eau :**

La pollution de l'eau est définie comme une interférence naturelle ou humaine dans les propriétés physiques et les concentrations d'éléments chimiques de l'eau, où leur présence en abondance ou leur manque entraîne un défaut dans les normes de qualité généralement acceptées [48].

**II.1.6. La qualité de l'eau utilisée dans les bassins d'aquaculture :**

L'un des principaux avantages des systèmes de recirculation intensive est la capacité de gérer l'environnement aquatique et les paramètres critiques de la qualité de l'eau pour optimiser la santé des poissons et les taux de croissance. Bien que l'environnement aquatique soit un écosystème complexe constitué de multiples variables de qualité de l'eau, il est heureux que seuls quelques-uns de ces paramètres jouent un rôle décisif. Ces paramètres critiques sont la température, les solides en suspension et le pH et les concentrations d'oxygène dissous, d'ammoniac, de nitrite, de CO2 et d'alcalinité. Chaque paramètre individuel est important, mais c'est l'agrégat et la corrélation de tous les paramètres qui influent sur la santé et le taux de croissance des poissons [49].

**II.1.7. la qualité de l'eau pour tilapia :**

Les mers rivières et océans sont le milieu naturel de la vie des poissons sans intervention humaine et pour l'élevage de ces poissons en système ferme à l'intérieur des aquariums, il est nécessaire d'assurer et préserver la qualité de l'eau propre à la vie.

**Tableau. II.2.** De tolérance de la qualité de l'eau pour tilapia [50] :

Paramètre	Intervalle
T°C	26-29
DO (mg/l)	3-10
Ph unités	6.5-7.3
Alcalinité (mg/l)	50-250
CO <sub>2</sub> (mg/l)	0-15
Dureté (mg/l)	50-200
Chlorure (mg/l)	0-4.00
Salinité ppt	1-8

**II.2. Tilapia rouge**

**II.2.1. Définition tilapia rouge :**

Le tilapia est un poisson d'eau douce appartenant à la famille des Cichlides. Ils sont originaires d'Afrique, mais ils ont été introduits dans beaucoup de régions tropicales, subtropicales et tempérées du monde pendant la deuxième moitié du 20ème siècle [51] [52] Depuis le siècle dernier, le nombre d'espèces de tilapia a fortement augmenté avec la

découverte d'espèces nouvelles, ce qui a conduit les systématiciens à revoir régulièrement la taxonomie de ce genre. Le rapport d'analyse de la situation du marché 2017, a estimé que 180 000 tonnes de tilapia (entier et en filet) ont été commercialisées sur le marché international entre janvier et mars 2017, soit un volume d'environ 10 pour cent inférieur à celui de l'année précédente. Les principaux importateurs de tilapia étaient les États-Unis d'Amérique, le Mexique, la Côte d'Ivoire et l'Iran, et les principaux exportateurs étaient la Chine, la province chinoise de Taiwan, la Thaïlande et l'Indonésie [53].



**Fig. II.2.** Tilapia Rouge *Oreochromis* Sp [54]; [55].

### II.2.2. Taxinomie et morphologie de tilapia :

Le tilapia rouge hybride, comme toutes les autres espèces du même ordre *Oreochromis*, est l'une des plus importantes espèces élevées actuellement dans les eaux douces tropicales et subtropicales. Son élevage se fait toute l'année, en circuit ouvert ou fermé dans plusieurs régions du monde.

Sa croissance rapide et son adaptation à des écosystèmes variés de même que sa chair savoureuse font de lui un excellent candidat pour l'Aquaculture. Leur consommation moyenne mondiale passerait de 14 à 25 kg par habitant d'ici 2030 [53].

Le terme Tilapia est en général utilisé pour désigner l'important groupe élevé à des fins commerciales appartenant à la famille des Cichlides. Cette expression est d'origine africaine du mot « thiape » qui veut dire poisson [56].

Les poissons Cichlidae sont très répandus en Afrique ou ils se rencontrent en eaux douces et en eaux saumâtres. Ils sont très consommés et quelques espèces, telles que *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis macrochi*, *Oreochromis mossambicus*, *Tilapia rendalli* et *Tilapia zilli* font l'objet d'élevage dans certains pays [57].

Les Tilapias sont classés comme suit [58]:

- **Règne** :Animalia
- **Embranchement** :Chordata
- **Super-classe** :Osteichthyes

- **Classe** :Actinopterygii
- **Sous-classe** :Neopterygii
- **Ordre** : Perciformes
- **Sous-ordre** :Labroidei
- **Famille** :Cichlidae
- **Sous famille** : Tilapinés
- **Genre** : Oreochromis

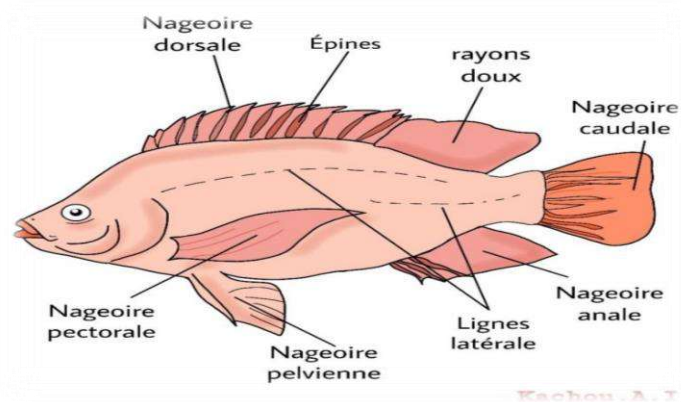
Le tilapia rouge est un poisson d'élevage obtenu après hybridation<sup>1</sup> de deux espèces (*O. Niloticus* x *O. Mossambicus*), se reconnaît à sa un corps ovale élevé et comprimé Latéralement d'une couleur Rouge et orange sur la poitrine et les flancs.

Il est marqué par une ligne latérale Interrompue avec 30à36 écailles cycloïdes, une bouche terminale et de 30 032 vertèbres. L'arc branchial porte généralement 25à34 branchiospines. La nageoire dorsale est munie de 12à15 rayons ossifiés et de 10à 15 rayons mous. L'anal comprend 3 épines et 10à11 rayons mous. La Caudale est tronquée [59] [60].

Le tilapia est un poisson à croissance relativement rapide qui se nourrit aux niveaux inférieurs de la chaîne alimentaire. Son régime alimentaire est très plastique, de la fertilisation aux aliments composés, principalement basé sur l'utilisation de produits et de sous-produits Végétaux ou d'aliments composés à faible teneur en protéines (25 %)[61] [62].

En fonction de son régime alimentaire, le tilapia peut atteindre la taille marchande de 400 g en 8 mois. Le tilapia peut être produit partout où l'eau est disponible, certaines espèces ayant

Même l'aptitude à s'adapter à des eaux saumâtres/salées. La seule contrainte majeure est D'ordre thermique : 15°C minimum – 38°C maximum (optimum : 28-32°C) [63].



**Fig.II.3.** Morphologie du tilapia (*Oreochromis* Sp)[63].



### II.2.3. Exigences écologiques :

Les études de terrain et de laboratoire [64] ont montré qu'est une espèce euryèce et eurytope adaptée à de larges variations Des facteurs écologiques du milieu aquatique et il colonise des milieux extrêmement Variés.

#### II.2.3.1. Température :

Comme pour toutes les espèces, la température est un facteur important pour sa Répartition. *O. Niloticus* est une espèce thermophile, dans le milieu naturel. Il tolère des températures de (13.5- 33)°C mais l'intervalle de tolérance thermique observé en laboratoire est plus large : se 7 à 41°C pendant plusieurs heures et un minimum de température de 20°C pour la Reproduction[65].

#### II.2.3.2. Salinité :

Le tilapia tolère un taux de salinité variable allant de 0,015 à 30 ppm bien qui soit une espèce d'eau douce. Cependant, il subit un stress osmotique, au-delà de 20 ‰ de salinité, qui augmente sa sensibilité aux maladies et qui réduit sa compétitivité par rapport à d'autres espèces. La reproduction serait inhibée en eau saumâtre à partir de 15 à 18 pour mille [66].

#### II.2.3.3. PH :

Cette espèce se rencontre dans des eaux qui présentent une grande variation avec des valeurs de pH de 5 à 11 ce qui fait que sa tolérance au pH est très grande. Selon [66] des pH 2 et 3 provoquent un stress physiologique qui se manifeste généralement par une nage rapide, des mouvements operculaires accélérés, une incapacité de contrôler la position du corps, une remontée en surface pour avaler, l'air et enfin la mort.

#### II.2.3.4. Oxygène dissous :

L'oxygène qui représente environnements 35% des gaz dissous dans l'eau se révèle indispensable à toutes formes de vie en générale Le tilapia, plus que n'importe autre poisson peut résister à de faible taux d'oxygène dissous de hauts taux d'azote.

Cette espèce tolère à la fois de nets déficits et des sursaturations mais sur de courtes périodes à des concentrations aussi faibles que 0,1 ppm d'oxygène dissous. L'optimum requis est 5 mg/l [67].

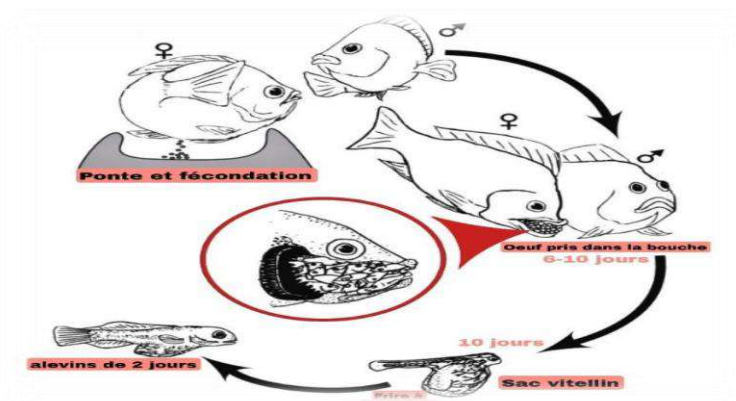
### II.2.4. Reproduction de tilapia rouge :

En général, *Oreochromis SP* à une croissance similaire à celle d'*Oreochromis niloticus*, elle est connue pour sa croissance rapide et présente un indice de croissance plus performant que les autres espèces du genre [68] sa durée de vie étant relativement courte (6 à 8 ans) [69] [70].

La vitesse de croissance de ce poisson est extrêmement variable d'un milieu à l'autre, ce qui signifie que la taille maximale est plus dépendante des conditions environnementales que d'éventuelles différences génétiques [71] [72]. Dès que les individus atteignent l'âge de maturité, les sujets mâles présentent une croissance plus rapide que les femelles et atteignent une taille nettement supérieure, dans de petites surfaces [73].

Reproduction toute l'année tant que :

- La température est supérieure à 22°C. (Optimum entre 28 et 32° C)
- La salinité est inférieure à 15 psu.
- Taille de première maturité sexuelle : entre 14 et 20 cm (selon le sexe et le milieu).
- Male délimite un petit territoire substrats sablonneux ou argileux sous forme d'assiette creuse où la femelle dépose ses ovules pour être fécondés immédiatement par le male.
- Puis la femelle reprend en bouche les œufs (incubateur buccal uni parents maternel).
- Eclosion dans la bouche de femelle 4 à 5 jours après la fécondation.



**Fig.II.4.** Schéma représentant la reproduction de Tilapia [74].

**II.3. Quelques des études précédentes :**

Pour mener à bien cette étude analytique nous avons choisi quelques échantillons parmi les références précédemment étudiées qui sont listées dans les tableaux ci-dessous pour en savoir plus sur les différents systèmes Installations et conditions applicables :

<b>Auteurs</b>	<b>Zannatul Ferdoushi, Farhana Haque, Saleha Khan, Mahfuzul Haque</b>
<b>Titre d'article</b>	The Effects of two Aquatic Floating Macrophyte (Lemna and Azolla) as Biofilters of Nitrogen and Phosphate in Fish Ponds
<b>Type de traitement</b>	Etude des effets de différentes plantes aquatiques flottantes Lemna Sp et Azolla pour les poissons comestibles sur la qualité de l'eau dans les étangs aquacoles par filtration biologique des polluants organiques
<b>[75]</b>	<p>L'expérience a été menée dans 9 étangs expérimentaux de taille similaire (chacun de 80 m<sup>2</sup>) les étangs étaient exempts de jacinthe d'eau et d'autres espèces indésirables.</p> <p>Les étangs étaient complètement bien exposés au soleil et sans entrée ni sortie. Trois traitements, chacun avec des triplicatas ont été utilisés dans l'étude. Le traitement 1 a été conçu avec Rohu (Labeorohita), Catla (Catla catla), Marial (Cirrhina mariale) Thaisharpunti (Puntius gonionotus) et le macrophyte aquatique Lemna Sp., le traitement 2 avec les mêmes espèces de poissons et le macrophyte aquatique Azolla sp et le traitement 3 a été conçu avec des espèces de poissons similaires et sans aucun macrophyte aquatique. Les densités de stockage étaient similaires dans tous les traitements et les densités étaient des trois carpes indigènes ci-dessus : Labeorohita, Cirrhina mrigala, Catla catla et une carpe exotique, Thai sharpunti (Puntius gonionotus) étaient de 2 000, 2 000, 2 000 et 5 000/ha respectivement.</p> <p>Les étangs ont été préparés par drainage et application de chaux à raison de 550 lb/ha. Cinq jours après le chaulage, les étangs ont été remplis d'eau souterraine et fertilisés avec du fumier organique, c'est-à-dire de la bouse de vache et des excréments de volaille à raison de 4 400 et 1 100 lb/ha.</p> <p>Des engrais inorganiques, c'est-à-dire de l'urée et du TSP, ont été appliqués à raison de 55 lb/ha pour chaque étang après trois jours.</p> <p>Ensuite, les poissons ont été stockés dans tous les étangs après cinq jours de fertilisation. Stock suffisant de Lemna et Azolla dans d'autres étangs séparément, adjacents aux étangs expérimentaux et fournis périodiquement à raison de 4 % du poids corporel de sharpunti thaïlandais (Puntius gonion tus) aux étangs expérimentaux et fabriqués disponible 24 heures sur 24, par jour. Les étangs ont été fertilisés chaque semaine avec de l'urée et du TSP à raison de 55 lb/ha.</p> <p>Des ingrédients couramment disponibles tels que le son de riz et le tourteau de moutarde ont également été utilisés en complément nourrir quotidiennement à raison de 4% du poids corporel du poisson total dans tous les traitements</p>
<b>Méthode</b>	

<p><b>Conclusion</b></p>	<p>Cette étude a montré la capacité de la plante azolla et des lentilles d'eau à éliminer les polluants de l'eau :</p> <p>Il a été observé que la plus faible concentration de PO4-P (0,01 mg/L) et de chlorophylle-a (26,99 µg) /L) ont été trouvés dans le traitement 1 et le traitement 2 suivis du traitement 3. Cela était probablement dû à l'utilisation des nutriments par les macrophyte aquatiques expérimentaux. La plus faible concentration de NO3-N a été trouvée dans le traitement 2 en juillet, mais les valeurs moyennes bimensuelles de NO3-N ont été principalement trouvées plus faibles dans le traitement 1 suivi du traitement 2 et du traitement 3</p> <p>Le phytoplancton était composé des Euglénophycées, des Cyanophycées, des Bacillariophycées et des Chlorophycées. Pendant toute la période expérimentale, les genres dominants étaient Euglena, Anabaena et Macrocyctis.</p> <p>Ces macrophyte sont également apparus comme un filtre nutritif pour l'absorption d'azote et de phosphore et ont éliminé la quantité excessive de nutriments du plan d'eau dans les traitements 1 et 2 et le milieu aquatique est resté dans des conditions durables.</p>

<p><b>Auteur</b></p>	<p>Nurul Umairah Mohd Nizam ,Marlia Mohd Hanafiah, Izzati Mohd Noorand Hazwani Izzati Abd Karim</p>
<p><b>Titre</b></p>	<p>E_iciency of Five Selected Aquatic Plants in Phytoremediation of Aquaculture Wastewater</p>
<p><b>Type de traitement</b><a href="#">[76]</a></p>	<p>Diverses méthodes ont été introduites, y compris le traitement de phytoremédiation Par conséquent, cette étude de phytoremédiation a examiné la capacité de cinq plantes aquatiques - Centellaasiatica, Ipomoea aquatica, Salvinia molesta, Eichhorniacrassipes et Pistais stratiotes - à éliminer trois polluants - solides en suspension totaux (TSS), azote ammoniacal (NH3-N) et le phosphate — provenant des eaux usées de l'aquaculture. À l'aide d'échantillons d'eaux usées, chacun contenant 50 g d'une des plantes, les niveaux de polluants ont été mesurés tous les deux jours pendant 14 jours</p>
	<p>Mise en place de l'Expérience Laboratoire de Phytoremédiation. Les expériences ont été réalisées dans des réservoirs rectangulaires d'un volume de 0,012 m3 (40 cm de longueur 20 cm de largeur 15 cm de profondeur). Toutes les plantes ont été lavées, séchées et laissées dans un réservoir rempli de 15 litres d'eau distillée pendant une semaine. Cette étape était nécessaire pour s'assurer que les plantes étaient neutralisées avant l'étape suivante. L'excès d'eau a été laissé s'écouler et a été séché</p>

<p><b>Méthode</b></p>	<p>avec un chiffon sec; ensuite, 50 g de chaque plante ont été pesés avant d'être placés dans l'échantillon d'eau usée de l'aquaculture. L'échantillon d'eaux usées a été mesuré pour 5 L pour chaque réservoir où 50 g de plantes par espèce ont été Utilisé pour traiter les 5 L d'eaux usées. Le premier réservoir a été rempli avec les eaux usées mesurées avec <i>C. asiatica</i>, puis un autre réservoir a été rempli avec l'échantillon d'eaux usées sans plantes, comme témoin, et ces étapes ont été répétées avec les quatre autres espèces végétales. Trois répétitions pour chaque espèce ont été préparées pour une lecture moyenne et pour évaluer le rôle des plantes dans l'élimination de matières organiques et polluantes inorganiques. Aucune nouvelle eau usée n'a été ajoutée aux réservoirs tout au long de l'expérience pour permettre un modèle constant de réduction de la pollution</p>
<p><b>Conclusion</b></p>	<p>a montré une baisse drastique de la concentration de polluants, où <i>C. asiatica</i> a pu éliminer 98% de NH<sub>3</sub>-N, 90 % de TSS et 64 % de phosphate, tandis que <i>I. aquatica</i> a montré le potentiel d'éliminer jusqu'à 73% de TSS et NH<sub>3</sub>-N, et 50% de phosphate. <i>E. crassipes</i> a radicalement éliminé 98% du phosphate, 96 % de TSS et 74 % de NH<sub>3</sub>-N, tandis que <i>P. stratiotes</i> a pu éliminer 98 % de TSS, 78 % de NH<sub>3</sub>-N, et 89% de phosphate. <i>S. molesta</i> a été efficace pour éliminer 89,3 % de TSS et 88,6 % de phosphate, mais n'a éliminé que 63,9 % du NH<sub>3</sub>-N</p>

<p><b>Auteurs</b></p>	<p>Yin Sim Ng and Derek Juinn Chieh Chan</p>
<p><b>Titre d'article</b></p>	<p>The role and effectiveness of monoculture and polyculture phytoremediation systems in fish farm wastewater</p>
<p><b>Type de Traitement</b></p>	<p>Evaluation des rôles et profils thérapeutiques de <i>Spirodela polyrhiza</i> (L) Scheid et <i>Lemna Sp</i> systèmes en termes d'ammoniac, nitrate, nitrite, phosphate, demande chimique en oxygène, turbidité et solides en suspension totaux sur les poissons eaux usées de la ferme</p>
<p><b>Méthode</b></p>	<p>. Source des eaux usées de la pisciculture: Les eaux usées de la ferme piscicole ont été collectées à partir de poisson-chat d'eau douce étangs agricoles à Tanjong Piandang, Perak, Malaisie La ferme couvre une superficie d'environ 3 ha avec 19 étangs (environ 11 450 m<sup>2</sup>). Les eaux usées provenaient de quatre différents étangs dans lesquels des bancs de poissons félins ont été observés, et l'échange d'eau n'a pas été effectué au moment de la collecte ; Au lieu de cela, les eaux usées ont été regroupées avant utilisation pour limiter la variation de la qualité de l'eau en raison de l'âge des poissons, de la quantité d'aliments non consommés restants, de la quantité d'excrétion des poissons et des récompenses. et le taux d'échange d'eau des étangs respectifs. .Établissement de matériel végétal : Les macrophyte, à savoir <i>Lemna Sp.</i> et <i>S. polyrhiza</i>, ont été collectés localement à partir de voies d'eau dans une zone rurale près du district de Kerian, Perak, Malaisie .Les cultures aseptiques ont été établies</p>

	<p>Selon le mode opératoire décrit par Ng et Chan<sup>23</sup> et maintenu dans le liquide Hoagland no. 2 milieu avec 15 g L<sup>-1</sup> de saccharose. Toutes les cultures ont ensuite été incubées à 29°C sous une lumière fluorescente (1500 lux) avec une lumière de 16 h : une photopériode d'obscurité de 8 h pendant 14 jours.</p> <p>.2 Mise en place expérimentale du système de plate-forme d'étang de raceway Cette étude a été réalisée dans un système de plate-forme d'étang de raceway à l'échelle du banc adapté de Ng et Chan<sup>24</sup> avec des dimensions de 50 cm x 25 cm x 9 cm à l'intérieur du laboratoire sous un environnement contrôlé 12 L d'eaux usées de pisciculture a été utilisé pour la configuration. Une pompe immergée a été utilisée pour faire circuler les eaux usées dans le système de forage du bassin de canalisation, a été recouverte d'une couche absorbant la lumière matérielle pour empêcher la croissance excessive des algues.</p> <p>Quatre identiques des plates-formes ont été mises en place, chacune avec des conditions de traitement différentes: un comme témoin (sans macrophyte), un pour le Spirodela système de monoculture polyrhiza, un autre pour Lemna sp. Système de monoculture, et un pour le système de polyculture</p>
<p><b>Conclusion</b></p>	<p>Cette étude a montré la capacité de la plante azolla et des lentilles d'eau à éliminer les polluants de l'eau diminution de : solides dissous %92, turbidité de 99, DCO par 97, ammoniac à 3,90 mg N/L de 81 % Phosphates de 84%</p>



# **C**hapitre III : Matériel et Méthode

Dans ce chapitre, nous aborderons la zone d'étude les méthodes et les outils pour purifier l'eau pisciculture et déterminer la concentration des éléments chimiques ( $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ) et les éléments physiques (S, CE, PH, T) qui ont été mesurée au laboratoire de la station expérimentale de l'aquaculture saharienne Hassi ben Abdallah Ouargla (CNRDPA), et au laboratoire de ADE pendant ,3 mois qui s'étalent 23 février a 07 mai sans change l'eau du bassin afin de tester l'efficacité du pante lentille d'eau et Azolla dans l'élimination de ( $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ).

### III.1. Présentation de la station expérimentale (CNRDPA) :

Il est situé dans la commune de Hassi Ben Abdallah (daïra de Sidi Khouiled), une annexe du Centre national de recherche, de développement de la pêche et de l'aquaculture a été mise en Place suite à une décision ministérielle en 17 octobre 2005 Sous la supervision de quatre ingénieurs Elle s'étend sur 9119 m<sup>2</sup>.



**Fig.III.1.** Situation géographique de station expérimentale

- Elle est composée :
- Administration : contiennent 3 bureaux, magasin et une salle.
- Une Salle d'élevage piscicole : Elle fonctionne en système fermé et contient 10 bassins rectangulaires et 8 bassins Circulaire.
- Maison en plastique.
- Incubateur : Il se compose de plusieurs bassins en verre.
- Salle de stockage : stocke aliments pour poissons et matériel (aquarium, les tuyaux ...)
- Laboratoire : divisé en Laboratoire technique et Salle de culture d'algues spiruline. Le Centre est chargé de contribuer à l'élaboration et la réalisation des programmes de recherche scientifique et le développement technologique dans le domaine de la pêche et de l'aquaculture.

L'activité du centre consiste à l'élevage de Tilapia et du poisson chat, la culture de la spiruline ainsi que d'autres activités annexes.

### III.2. Matériels et appareils :

#### III.2.1. Origine des poissons :

180 alevins de tilapia rouge (*Oreochromis Sp*) ont été utilisés dans cette Étude. Ils ont été obtenus auprès du **CNRDPA**, station d'Ouargla Après collecte, les poissons ont été relâchés dans des aquariums de stockage pour s'acclimater pendant une semaine avant le début de l'expérience .



**Fig. III.2.** tilapia rouge (**original CNRDPA, 2023**).

#### III.2.2. Matériels biologiques :

Cette expérience a été réalisée sur 180 tilapias rouges dont chaque aquarium contient 30 individus.










#### III.2.3. Matériel végétale :

Deux plantes aquatique Lemna minor (lentille d'eau) et Azolla.

#### III.2.4. Matériels physiques :

- 4 bacs (boite plastique) de dimension : Longueur : 34cm Largeur : 23 cm, hauteur 16 cm et volume 14L.
- 24 pièces rectangulaires en plastique avec dimensions (longueur 18cm, largeur 8cm).
- 6 aquariums de volume 200 L et dimension : hauteur : 50cm, largeur : 50cm, longueur : 90cm.
- Diffuseur et tuyau à l'air, Passoire
- Mètre à ruban.
- L'éponge, ciseaux, pistolet à cire
- Les bassins
- Un tuyau pour siphonage
- Une épuisette pour la pêche du tilapia

Les appareils utilisent :

<p><b>Pompé filtre</b></p>	<p><b>Spectrophotomètre</b></p>	<p><b>Balance électronique</b></p>
		
<p><b>Stylo salinité</b></p>	<p><b>Thermomètre</b></p>	<p><b>Un thermostat (6)</b></p>
		
<p><b>Conductivité mètre</b></p>	<p><b>ph mètre</b></p>	<p><b>Pompe oxygène</b></p>
		

### III.3. Méthode utilisée :

#### III.3.1. Préparation et nettoyage des aquariums :

Nous avons stérilisé les bassins en plaçant l'eau et l'eau de javel dans un récipient, puis en le vidant dans six bassines.

Les bassines sont nettoyées manuellement pour se débarrasser des déchets et résidus au fond puis on les lave avec de l'eau et du gros sel pour se débarrasser les microbes nocifs présence

Après avoir nettoyé les bassins, remplissez-les d'eau et laissez-les pendant 24 heures pour vous assurer qu'ils sont sûrs.

**III.3.2. Choisie les poissons tilapia rouge :**

Nous réglons la balance pour calculer le poids du poisson. Nous choisissons le poids entre (8g - 25g).



**Fig.III.3.** Pesée et choisie le poids des poissons.

Nous attrapons le tilapia des étangs à l'aide d'un filet de pêche nous pesons 380g poissons avec 30 poissons par aquarium, nous mettons 30 tilapias rouge dans chaque bac à l'aide d'un Filet de pêche après l'avoir pesé.



**Fig. III.4.**Dispositif expérimentale (original, 2023).

**III.3.3. Préparation des boîtes en plastique :**

Après avoir pris des mesures de la boîte, nous avons installé des barrières dans des directions opposées, afin que l'eau passe à travers les barrières à une vitesse lente





**Fig. III.5.** Méthode prise de mesures et de la forme de la boîte plastique après l'installation (Original, 2023).

#### III.3.4. Nourrir le tilapia rouge :

Les poissons sont nourris manuellement à 6 % de leur poids corporel quotidiennement pendant l'expérience avec des aliments granulés trois fois par jour de 8 h à 16 h.

Calculer le poids de la nourriture pour un aquarium :  $(380 * 6) / 100 = 22.8g$



**Fig. III.6.** Poids de la quantité quotidienne de nourriture pour un aquarium (Original, 2023).

**III.3.5. Poids des plantes :** Nous avons choisi le poids d'Azolla et Lemna minor 200g pour chaque bac.



**Fig. III.7.** Poids les plante azolla et lentille d'eau (original, 2023).



### III.4. Méthode expérimentale :

Au cours de notre expérience, nous avons utilisé six aquariums d'un volume 200 litres, avec 30 alevins dans chaque aquarium.

Nous avons utilisé Un grand aérateur pour l'aquarium, chacun équipé d'un tuyau et d'un diffuseur, et d'un thermostat règle à 26°C pour chauffer l'eau à une température de 28°C,

Afin de maintenir un certain niveau de propreté dans le cercle d'élevage et d'éviter le développement de bactéries sur les résidus alimentaires, avant de nourrir les poissons, le fond des aquariums est siphonne les bords sont nettoyés et bien rince de manier a limité le dépôt de toute matière grasse laissée par alimente avec une carte contenant d'informations, le nom de l'aquarium et le type d'échantillon : L'aquarium A : Azolla, L'aquarium B : lentilles d'eau, L'aquarium C : témoin

Les aquariums sont soumis aux mêmes conditions (température, oxygène, lumière, capacité).

Au-dessus de chaque aquarium un bac Le premiers bac contient Azolla et le deuxième avec lentille d'eau et le troisième laissé comme un témoin pour contrôler l'efficacité des filtres plante avec deux répétions (T0, T1, T2, T'1, T'2), Chaque bac à deux trous pour que l'eau entre et sorte, Le trou d'entrée d'eau est relié à un tuyau et à une pompe de filtration.



**Fig. III.8.**Dispositif expérimentale (Originale ,2023).

### III.5. Méthodes d'analyse de l'eau :

#### III.5.1. La méthode utilisée pour prélever des échantillons :

La méthode de prélèvement d'un échantillon d'eau dans aquarium est une étape importante et essentielle pour obtenir de bons résultats par conséquent, tout changement dans les propriétés chimiques de l'eau doit être évité lors de l'échantillonnage.

Les échantillons pour analyse chimique ont été recueillis dans des flacons en plastique, le volume de flacon 0.5 L.

Une carte doit y être jointe reprenant le nom du bassin, le type de plante et les analyses demandées.

Nous avons prélevé des échantillons dans des aquariums en suivant les procédures :

- Avant le prélèvement, laver les bouteilles au moins trois fois.
- Les échantillons ont été prélevés directement à l'intérieur des bassins, en remplissant bien les flacons et en veillant à bien les fermer sans laisser de bulles d'air.
- Cet échantillon est stocké dans un glacier à 4°C.
- Les échantillons sont transférés au laboratoire et les analyses sont effectuées dans un délai n'excédant pas 24 heures après le prélèvement.



Fig.III.9. Glacier et les échantillons (original, 2023).

**III.5.2. Mesure des paramètres physicochimique :****• Mesure du Température :**

Les températures sont mesurées directement et Quotidiennement pendant la durée de l'expérience à l'aide de thermomètre.

**• Mesure du pH et conductivité électrique :**

Nous avons mesuré le pH de la conductivité électrique dans le laboratoire de recherche scientifique de l'université tout en maintenant les conditions de transfert d'échantillon

Les étapes de mesure

1- Allumer le pH-mètre.

2- On lave l'électrode avec de l'eau distillée.

3- Nous trempions l'électrode de l'appareil dans l'échantillon et la laissons jusqu'à ce qu'elle se stabilise, puis nous lisons le résultat et l'enregistrons directement.

**• Mesure salinité :**

Après avoir prélevé des échantillons dans les bassins pour les besoins des analyses Physico-chimiques de l'expérience et pour la mesure de la salinité :

- Nous utilisons d'abord une pipette pour prélever quelques gouttes du premier échantillon.
- Deuxièmement, nous mettons une goutte sur la surface en verre du salinomètre.
- Troisièmement, en utilisant l'œil nu et en exposant le mesureur de salinité à la lumière, nous effectuons la lecture correcte des données.
- Nous répétons les mêmes étapes pour les autres échantillons.

**III.5.3. Les paramètres chimiques :**

Les analyses des sels nutritifs (les nitrites, l'azote ammoniacal et le phosphore) de L'eau est réalisée chaque semaine au labo ADE oued Souf par la méthode spectrale.

Le protocole des dosages est celui

**• Le dosage des nitrites (iso 5667) :**

On prend 50 ml d'échantillon de l'eau d'élevage et on ajoute 1 ml du réactif R1 (Solution de sulfamide) et on attend deux à huit minutes après, on ajoute 1ml du réactif R2 solution de morphologiques du Tilapia N-1 naphtyenediamine ( Il faut attendre au moins 10 mn et ne pas dépasser 2 heures pour obtenir une coloration Rose .

A la fin on mesure l'absorbance à 543 nm grâce au spectrophotomètre U.V visibles

- ***Le dosage de l'azote ammoniacal (iso 71506-1) :***

On mélange 100 ml de l'échantillon (eau d'élevage) avec 3 ml du réactif R1 (Solution de phénol-Nitroprussiate de sodium), on agite pour homogénéiser la solution ,Ensuite nous ajoutons sans attendre 3 ml du réactif R2 (solution d'alcaline d'hypochlorite).

La bouteille du mélange fermée doit être placée à l'abri de la lumière pendant une nuit.

On mesure l'absorbance à 630 nm.

- ***Le dosage du phosphate(iso 6878) :***

Les réactifs utilisés pour le dosage du phosphate sont :

Réactifs R1 : Solution de molybdate d'ammonium.

Réactifs R2 : 2.5 mol/L (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) d'acide sulfurique.

Réactifs R3 : Solution d'acide ascorbique.

Réactifs R4 : Solution d'oxytatrate de potassium et d'antimoine.

Réactifs R5 : mélange des réactifs 1, 2,3 et 4.

On prend 100 ml de l'échantillon et on ajoute 10ml du mélange des réactifs, on Mélange et on laisse reposer pour 5mn. La lecture au spectrophotomètre est faite à 885 nm.

### **III .6. Calcul le Taux de croissance spécifique (TCS) (poids) :**

Le TCS donne la vitesse instantanée de Croissance des poissons. Il s'exprime par la formule suivante :

$$\text{TCS en \% / j} = [\text{Ln (Pmf (g)) - Ln (Pmi (g))} \times 100 / \text{Durée d'expérimentation}].$$

### **III .7. Rendement % :**

Il s'exprime par la formule suivante :

$$\text{R} = [(\text{X1}-\text{X2})/\text{X1}] \times 100$$

# **C**hapitre VI : Résultats et discussion

Dans ce chapitre, nous verrons la présentation et aborderons l'analyse et l'interprétation des résultats obtenus après la réalisation d'analyses physico-chimiques et biologiques sur les cinq prélèvements d'eau des aquariums (aquarium Azolla, aquarium Lemna minor, et aquarium témoin) et aborderons chaque élément au travers de colonnes graphiques. Et courbes et les comparer avec le témoin afin de déterminer l'effet d'une plante Azolla et lentilles d'eau dans la purification de l'eau de pisciculture à partir d'ions ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ).

## VI.1. Résultats des analyses physico-chimiques et biologiques :

### VII.1.1. Analyses physico-chimiques :

#### VII.1.1.1. 1. Température $T$ ( $^{\circ}\text{C}$ ) :

Où les températures ont été mesurées le jour du prélèvement et sur le lieu de l'expérience pour obtenir le tableau suivant :

**Tableau.VII.1.** Les résultats des valeurs de température mesurées pour les échantillons d'eau d'aquariums étudiés :

Aquariums Semaine	Aquarium (A) Azolla	Aquarium (B) Lemna minor	Aquarium (C) témoin	Norme [50]
S1 21/03/2023	26.9	26.3	27.8	25-30 ( $^{\circ}\text{C}$ )
S2 28/03/2023	25.7	28.3	28.3	
S3 4/04/2023	29.6	29.8	31.9	
S4 11/04/2023	28.1	27.8	28.3	
S5 18/04/2023	26.9	26.6	31.3	
S6 25/04/2023	29.5	29.6	30	
S7 02/05/2023	28.4	28.3	29.2	
S8 06/05/2023	23.3	23.2	23	

#### VII.1.1.1. 2. Potentiel hydrogène pH :

Comme le pH n'est pas souvent affecté par des facteurs externes, il a été mesuré le lendemain du prélèvement et nous avons obtenu les résultats suivants :



**Tableau .VII.2.** Les résultats des valeurs de pH mesurées des échantillons d'eau des aquariums étudié :

Aquariums		Aquarium(A) Azolla	Aquarium (B) Lemna minor	Aquarium(C) témoin	Norme [50]
Semaine					
<b>S1</b>	<b>21/03/2023</b>	7.5 26.9°C	6.5 26.3°C	7.15 27.8°C	6.5-7.3
<b>S2</b>	<b>28/03/2023</b>	6.49 29°C	7.20 29°C	6.96 29.5°C	
<b>S3</b>	<b>04/04/2023</b>	7.5 29.5°C	7.12 29.9°C	6.78 29.6°C	
<b>S4</b>	<b>11/04/2023</b>	6.88 29.9	6.91 29.9°C	6.87 31°C	
<b>S5</b>	<b>18/04/2023</b>	6.80 30.7°C	6.64 31°C	7.20 31°C	
<b>S6</b>	<b>25/04/2023</b>	6.52 31.5°C	6.23 31.6°C	6.25 31.8°C	
<b>S7</b>	<b>02/05/2023</b>	6.54 31.6°C	6.19 31.3°C	7.04 31.7°C	
<b>S8</b>	<b>06/05/2023</b>	7.55 31.7°C	7.02 31.1°C	7.02 30.9°C	

**VII.1.1. 3. Conductivité électrique CE(ms/cm) :**

Comme la conductivité n'est pas souvent affectée par des facteurs externes, elle a été mesurée le lendemain du prélèvement et nous avons obtenu les résultats suivants :

**Tableau.VI1.3.** Les résultats des valeurs de conductivité électrique mesurées pour les échantillons d'eau des aquariums étudiés :

Aquariums		Aquarium (A) Azolla	Aquarium (B) Lemna minor	Aquarium (C) témoin	Norme [78]
Semaine					
<b>S1</b>	<b>21/03/2023</b>	4.42 20.4°C	5.14 20.6°C	5.44 20.7°C	2.61-4.15  ms/cm
<b>S2</b>	<b>28/03/2023</b>	3.78 28.6°C	3.15 27°C	5.52 29.3°C	
<b>S3</b>	<b>04/04/2023</b>	4.30 27.4°C	4.75 27.6°C	3.89 27.3°C	
<b>S4</b>	<b>11/04/2023</b>	6.66 28.8°C	5.99 28.8°C	4.50 29°C	
<b>S5</b>	<b>18/04/2023</b>	5.91 28.7°C	6.60 29°C	5.04 29°C	
<b>S6</b>	<b>25/04/2023</b>	6.75 32°C	6.95 29.9°C	5.25 29.8°C	
<b>S7</b>	<b>02/05/2023</b>	6.20 29.8°C	6.80 29°C	6.20 29.4°C	
<b>S8</b>	<b>06/05/2023</b>	6.17 28.6°C	5.66 29.5°C	5.87 29°C	

VII.1.1. 4.Salinité (‰) :

Où la salinité a été mesurée sur le lieu de l'expérience et le jour de son ouverture, nous avons donc obtenu le tableau suivant :

**Tableau.VII.4.** Les résultats des valeurs de salinité mesurées pour les échantillons d'eau des aquariums étudiés :

Aquariums Semaine	aquarium (A) Azolla	Aquarium (B) Lemna minor	Aquarium (C) témoin	Norme [50]
S1 21/03/2023	5	5	5	1-8 (‰)
S2 28/03/2023	5	5	5	
S3 04/04/2023	4.5	5	4	
S4 11/04/2023	5	5	5	
S5 18/04/2023	5	5	5	
S6 25/04/2023	6	6	6.5	
S7 02/05/2023	5	5	5	
S806/05/2023	5	5	5	

VII.1.1.5. Concentrations en phosphate  $PO_4^{3-}$  (mg/l) :

Le phosphate est l'un des produits les plus importants pour la vie. Il se produit naturellement à partir de l'élément phosphore, qui est l'un des trois nutriments essentiels à la photosynthèse des plantes et à la croissance des cultures.

**Tableau .VII.5.** Les résultats des valeurs de concentration d'phosphate mesurées pour les échantillons d'eau des aquariums étudiés :

Aquariums Semaine	Traitement					Norme [78]
	75%				Contrôle 0%	
	Aquarium (A) Azolla (e)	Aquarium (A) Azolla (s)	Aquarium (B) Lemna minor (e)	Aquarium (B) Lemna minor(s)	Aquarium (C) témoin	
S1 21/03/2023	2.613	-	1.128	-	2.272	0.05-1.5 (mg/l)
S2 28/03/2023	3.63	2.765	5.475	0.575	3.165	
S3 04/04/2023	5.09	4.96	6.09	4.06	4.80	
S4 11/04/2023	6.08	5.725	6.798	4.82	4.875	
S5 18/04/2023	5.075	4.555	4.415	3.19	2.075	
S6 02/05/2023	6.49	5.37	8.50	6.88	9.98	
S7 06/05/2023	10.57	6.12	6.78	4.65	3.48	

**VII.1.1.6. Concentration en ammonium  $NH_4^+$  (mg/l) :**

L'ammonium est un ion polyatomique positif (cation) de formule chimique  $NH_4^+$ . Sa masse molaire est de 18,04 g/mol, et il résulte du processus d'ajout d'un proton (protonation) à l'ammoniac. L'ammonium est alcalin.

**Tableau. VII.6.** Les résultats des valeurs de concentration d'ammonium mesurées pour les échantillons d'eau des aquariums étudiés :

Aquariums Semaine	Traitement					Norme [78]
	75%				Contrôle 0%	
	Aquarium (A) Azolla (e)	Aquarium (A) Azolla (s)	Aquarium (B) Lemna minor (e)	Aquarium (B) Lemna minor(s)	Aquarium(C) témoin	
S1 21/03/2023	0.874	-	2.19	-	3.21	0.015-2 (mg/l)
S2 28/03/2023	0.336	0.322	0.385	0.338	0.336	
S3 04/04/2023	0.687	0.544	1.347	0.660	1.536	
S4 11/04/2023	1.8	1.535	0.98	0.66	1	
S5 18/04/2023	1.046	0.72	0.713	0.604	0.381	
S6 02/05/2023	0.985	0.979	0.843	0.808	1.520	
S706/05/2023	0.519	0.480	0.486	0.666	0.996	

**VII.1.1.7. Concentrations en nitrite  $NO_2^-$  (mg/l) :**

En chimie, le nitrite est un sel de  $M^+NO_2^-$ , qui possède un M : cation monovalent

**Tableau. VII.7 :** Les résultats des valeurs de concentration de nitrite mesurées pour les échantillons d'eau des aquariums étudiés :

Aquariums Semaine	Traitement					Norme [78]
	75%				Contrôle 0%	
	Aquarium (A) Azolla(e)	Aquarium (A) Azolla(s)	Aquarium (B) Lemna minor (e)	Aquarium (B) Lemna minor(s)	Aquarium (C) témoin	
S121/03/2023	0.759	-	0.681	-	1.161	0.015-
S228/03/2023	1.644	0.666	1.644	1.353	1.695	0.6(mg/l)
S702/05/2023	1.617	0.606	0.666	0.486	0.996	

**VII.1.1. 8. Concentrations en nitrate  $NO_3^-$  (mg/l) :**

Le nitrate est un ion polyatomique de formule chimique  $NO_3^-$ , avec une charge négative unitaire et une masse moléculaire de 62,0049 g/mol.

**Tableau .VII.8.** Les résultats des valeurs de concentration d'nitrate mesurées pour les échantillons d'eau des aquariums étudiés :

Aquariums Semaine	Traitement					Norme  [78]
	75%				Contrôle 0%	
	Aquarium(A) Azolla (e)	Aquarium(A) Azolla(s)	Aquarium (B) Lemna minor (e)	Aquarium (B) Lemna minor(s)	Aquarium (C) témoin	
S121/03/2023	27.105	-	31.41	-	29.73	5-35 (mg/l)
S228/03/2023	<b>40.845</b>	26.625	<b>46.815</b>	26.625	<b>42.145</b>	

**VII.1.2. Analyses biologiques (poids(g) et taux) :**

Les analyses biologiques consistent à suivre le taux de croissance du poids du tilapia pendant la période d'expérimentation, en partant du poids initial jusqu'au poids final, les résultats étant traduits dans le tableau suivant :

**Tableau. VII.9.** Résultats des valeurs moyennes du premier et du dernier poids mesuré du poisson tilapia rouge dans les aquariums étudiés :

	poids initial	Poids final	Taux de croissance en journée
<b>Aquarium 1 Azolla</b>	380 g	870 g	16.10
<b>Aquarium 2 Azolla</b>	380 g	810 g	15.93
<b>Aquarium 1 Lemna minor</b>	380 g	830 g	15.99
<b>Aquarium 2 Lemna minor</b>	380 g	947g	16.30
<b>Aquarium 1 Témoin</b>	380 g	810g	15.93
<b>Aquarium 2 Témoin</b>	380 g	904g	16.19

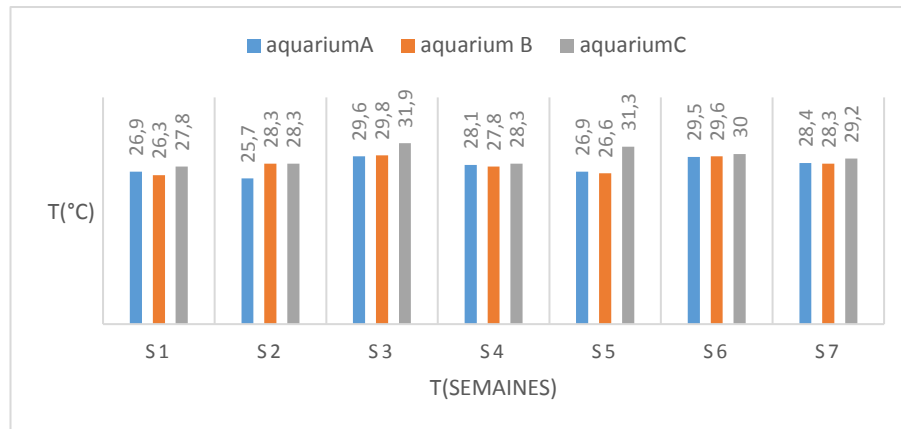
**VII.2. Discuter des résultats :**

Les résultats des tableaux précédents sont représentés par des courbes et des colonnes comme suit :

**VII.2.1. Physicochimiques :**

**VII.2.1.1. Température :**

A travers la figure ci-dessous et au cours des six premières semaines, nous remarquons un écart dans les températures entre les étangs à poissons entre (25 -35) C'est dans les normes autorisées, qui se situe dans la valeur idéale dans laquelle vit le poisson tilapia rouge, pour commencer à décliner au cours de la septième semaine et enregistrer 23 comme valeur la plus basse, en raison de plusieurs variables, dont la température élevée de l'air qui nous a conduit à réduire le degré de thermomètres dans les aquariums.



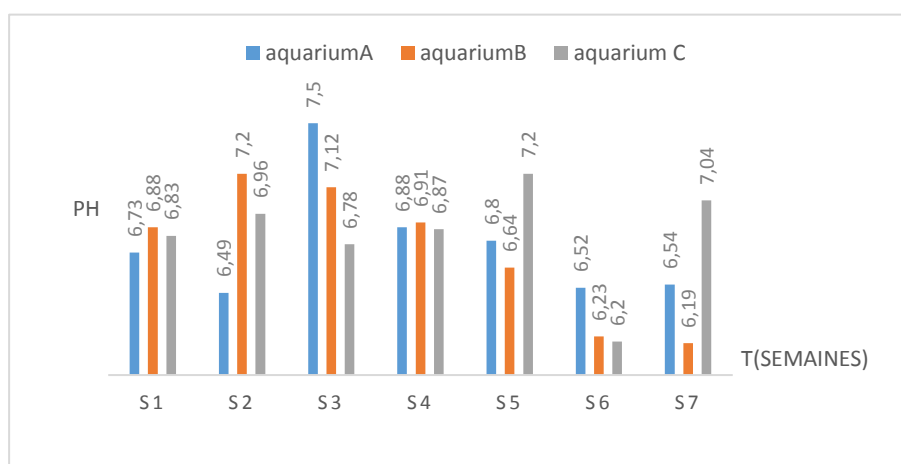
**Fig. VII.1.** La courbe représente les changements de valeurs de température T (°c) dans les six aquariums en termes de temps (semaines).

**VII.2.1.2. Potentiel hydrogène PH :**

D'après la figure ci-dessous, on remarque que le pH de l'aquarium Lemna minor augmente, contrairement à l'aquarium d'Azolla, et l'inverse se produit dès la deuxième semaine pour enregistrer la deuxième valeur la plus élevée de 7,50 durant toutes les étapes de l'expérimentation par rapport à la plus basse valeur de 6.20 enregistrée dans l'aquarium de Lemna minor. C'est dans les normes autorisées.

Nous expliquons cette diminution du PH par l'oxydation du nitrite en nitrate, néfaste pour l'acidité, en plus de l'accumulation d'hydrogène résultant du processus de nitrification.

Quant au témoin, nous avons essayé de suivre l'aquarium d'Azolla et Lemna minor et de maintenir le pH dans le champ de tilapia rouge vivant en changeant un tiers de l'eau tous les deux jours.



**Fig. VII.2.** La courbe représente les changements des valeurs de pH dans les six aquariums en termes de temps (semaines).

VII.2.1.3. Conductivité électrique (CE) :

D'après la figure ci-dessous, on constate dès la première semaine une stabilité et une diminution de la conductivité, pour commencer à remonter à partir de la deuxième semaine pour l'aquarium Lemna minor et Azolla, pour enregistrer approximativement la même valeur de l'ordre de 7.00 (ms/cm), contrairement le témoin dont la conductivité a diminué et a commencé à augmenter pour enregistrer sa valeur la plus élevée de 6.20 (ms/cm).

La conductivité électrique élevée dans le bassin d'Azolla et les lentilles d'eau est due à l'augmentation des sels dissous dans l'eau, Où il a dépassé les normes recommandées.

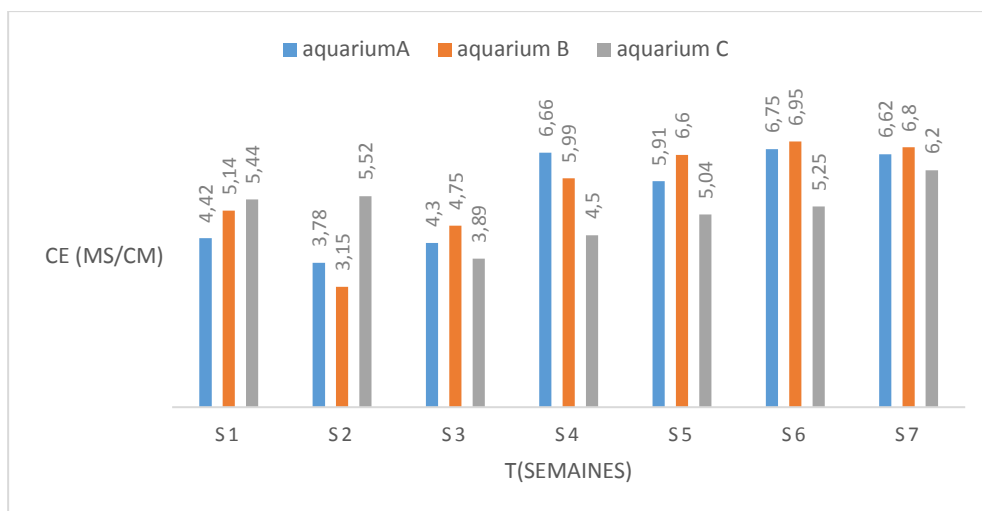
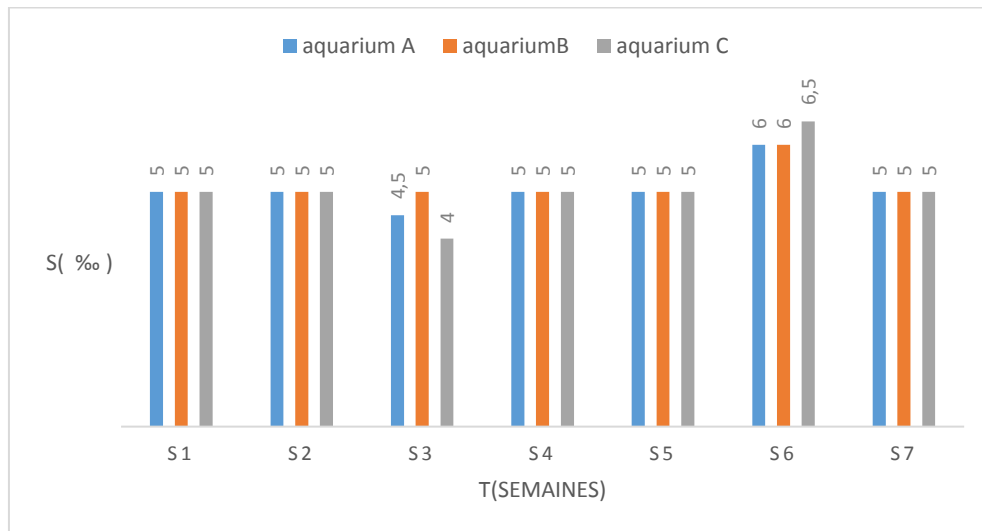


Fig.VII.3 : La courbe représente l'évolution des valeurs de conductivité électrique CE (ms/cm) dans les six aquariums en termes de temps (semaines).

VII.2.1.4. Salinité (%):

Selon la figure ci-dessous, nous remarquons que les valeurs de salinité dans les aquariums étudiés sont presque constantes dans les limites de 5%, car elle a enregistré 6,5% comme valeur la plus élevée dans l'aquarium témoin par rapport aux aquariums d'Azolla et de l'absorption des lentilles aquatiques et des plantes Azolla des sels dissous.

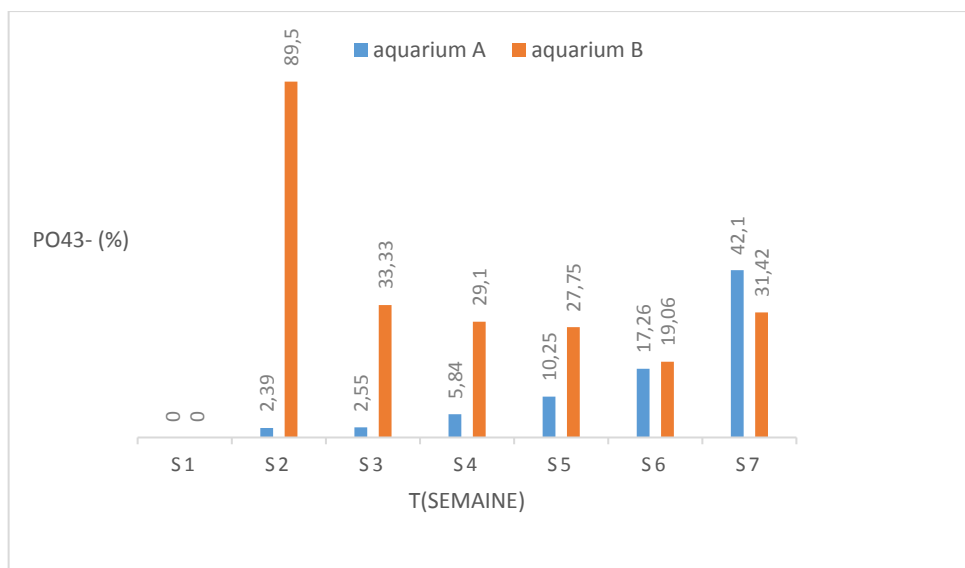
Les valeurs de salinité obtenues sont toutes dans la gamme des normes.



**Fig.VII.4.** La courbe représente les changements des valeurs de salinité (‰) dans les six aquariums en termes de temps (semaines).

**VII.2.1.5. Rendement de  $PO_4^{3-}$  :**

En regardant les valeurs théoriques et expérimentales des concentrations de phosphore, on remarque qu'il y a une différence significative entre elles, Excès important de concentrations dans tous les aquariums.



**Fig.VII.5.** La courbe représente les changements des valeurs de rendement  $PO_4^{3-}$  dans les six bassins en termes de temps (semaines).

La figure ci-dessus montre la différence de rendement des plantes Azolla et des lentilles d'eau dans la purification de l'eau des poissons à partir d'ions phosphore, Où l'on remarque dans les premières semaines une grande efficacité dans le rendement de purification des Lemna minor par 89.50% contrairement à la plante Azolla, qui a été lente à réagir dans le processus de purification, car elle a enregistré le pourcentage le plus élevé par 42.10%. Nous expliquons

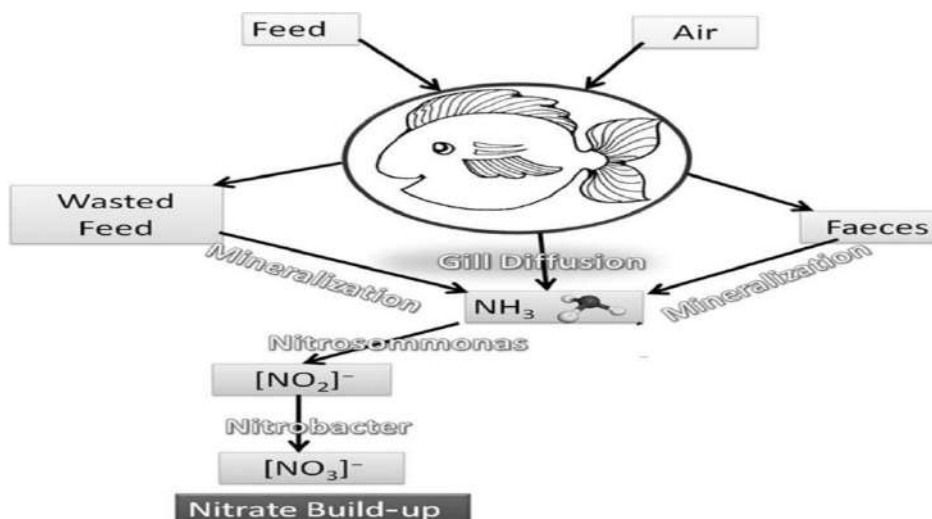


l'augmentation soudaine du rendement d'épuration au fait que la plante de Lemna minor absorbe les ions phosphoreux en peu de temps, et donc le rendement d'épuration a diminué dans les semaines suivantes avec l'augmentation de la taille du poisson et sa consommation alimentaire.

Contrairement à la plante azolla, dans laquelle le rendement de purification était plus faible, cela prouve que la plante azolla est incapable d'absorber les ions phosphoreux.

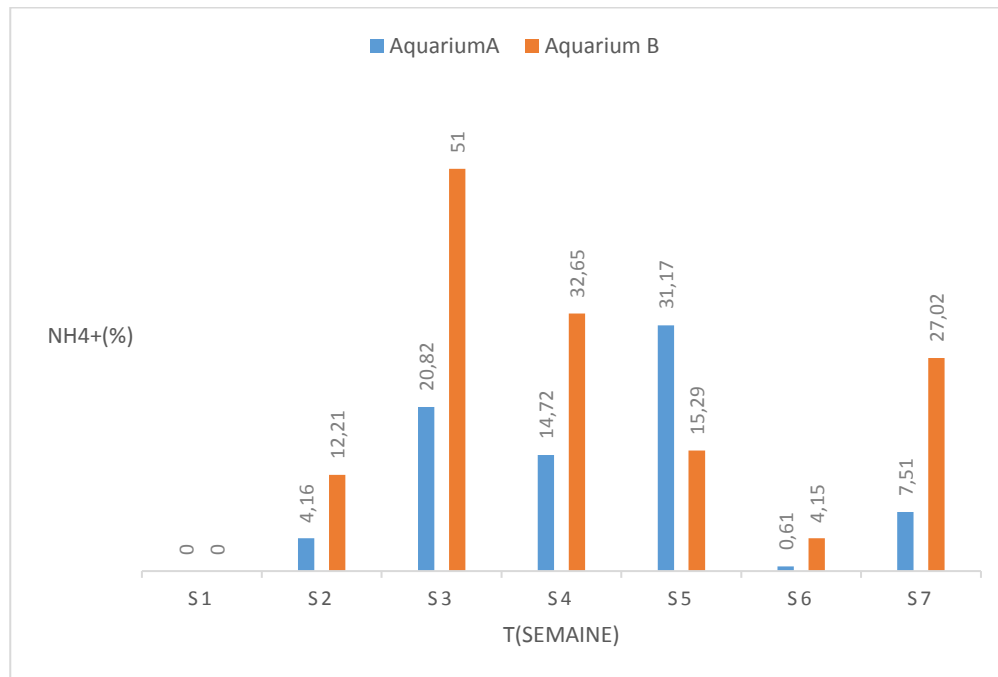
- **Composés du cycle de l'azote :**

L'azote est un composé essentiel dans les structures vivantes, selon le degré d'oxydation, sa source est aliment et les déchets du tilapia il existe sous trois formes dans l'eau : nitrites ( $\text{NH}_4^+$ ) et le processus de nitrosomonas a transfert en ( $\text{NO}_2^-$ ) et puis à ( $\text{NO}_3^-$ ) processus nitrobacter.



**Fig.VII.6.** De l'alimentation aux produits azotés : le cycle dans un vivier [79]  
**VII.2.1.6. Rendement de  $\text{NH}_4^+$  :**

Quant aux concentrations expérimentales d'ammonium, nous notons qu'elles n'ont pas dépassé les normes autorisées, ce qui témoigne de l'efficacité des lentilles d'eau et de l'Azolla pour purifier l'eau de tilapia de l'élément ammonium.



**Fig.VII.7.** La courbe représente les changements des valeurs de rendement  $\text{NNH}_4^+$  dans les six aquariums en termes de temps (semaines).

A travers la figure ci-dessus, nous remarquons que le rendement d'épuration de l'eau par rapport aux ions ammonium est très élevé dans le bassin d'eau de lentille par rapport à l'aquarium d'Azolla, où nous avons enregistré la valeur la plus élevée dans l'aquarium de Lemna minor 51% et la valeur la plus élevée pour l'Azolla est 31.17% et nous voyons un manque de rendement par rapport au témoin, et c'est la preuve du manque de purification.

Nous expliquons le rendement élevé des lentilles d'eau dans la purification des ions ammonium au fait que cette plante a besoin de cet élément comme composé de base pour assurer sa vie dans un système intégré entre l'eau des poissons et les Lemna minor, et plus la concentration d'ammonium dans les bassins est faible. Grâce à l'épuration biologique et à l'épuration manuelle en vidant un quart du bassin Le rendement diminue, Contrairement au bassin d'Azolla, dont les résultats sont mitigés, et c'est la preuve que la composition chimique de cette plante n'a pas besoin d'ions ammonium.

#### **VII.2.1.7. Rendement de $\text{NO}_2^-$ :**

En ce qui concerne les valeurs obtenues pour la concentration de  $\text{NO}_2^-$ , il y a un écart dans l'aquarium de A et B entre la première semaine à la dernière semaine, contrairement au bassin témoin où la concentration est restée supérieure aux normes admissibles.

**Le tableau .VII.10.** Les résultats des valeurs de rendement d'nitrite mesurées pour les échantillons d'eau de bassin étudiés :

	<b>Aquarium A</b>	<b>Aquarium B</b>
<b>S121/03/2023</b>	0	0
<b>S228/03/2023</b>	59.49	17.70
<b>S302/05/2023</b>	62.52	27.03

On note que du début de la première semaine de l'expérience à la dernière semaine, il y a une augmentation du taux d'épuration d'un élément  $\text{NO}_2^-$  dans l'aquarium d'Azolla et des lentilles d'eau, et c'est aussi la preuve de la transformation du nitrate en nitrite.

#### **VII.2.1.8. Rendement de $\text{NO}_3^-$ :**

Nous notons que la concentration en nitrates pour l'aquarium d'Azolla, les lentilles d'eau et le contrôle pendant les premières semaines dans le domaine des normes admissibles à augmenter d'un petit pourcentage au cours de la dernière semaine de l'expérience.

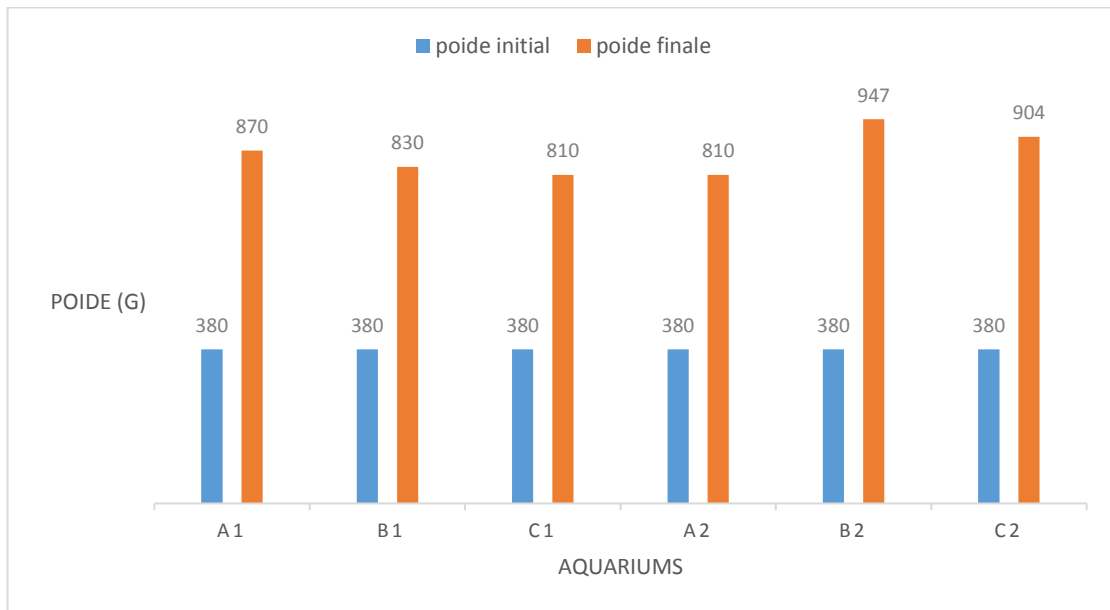
**Le tableau .VII.11.** Les résultats des valeurs de rendement d'nitrate mesurées pour les échantillons d'eau des aquariums étudiés :

	<b>Aaquarium A</b>	<b>Aaquarium B</b>
<b>S121/03/2023</b>	0	0
<b>S228/03/2023</b>	34.81	43.13
<b>S302/05/2023</b>	44.38	9.14

A travers le tableau, on remarque une augmentation du taux d'épuration  $\text{NO}_3^-$  pour l'aquarium d'Azolla de la première semaine à la dernière semaine, contrairement à l'aquarium, qui atteignait son pic dans les premières semaines, puis diminuait à un taux de 30 % de différence, et ceci est la preuve de la consommation rapide de lentilles d'eau dans le processus de purification.

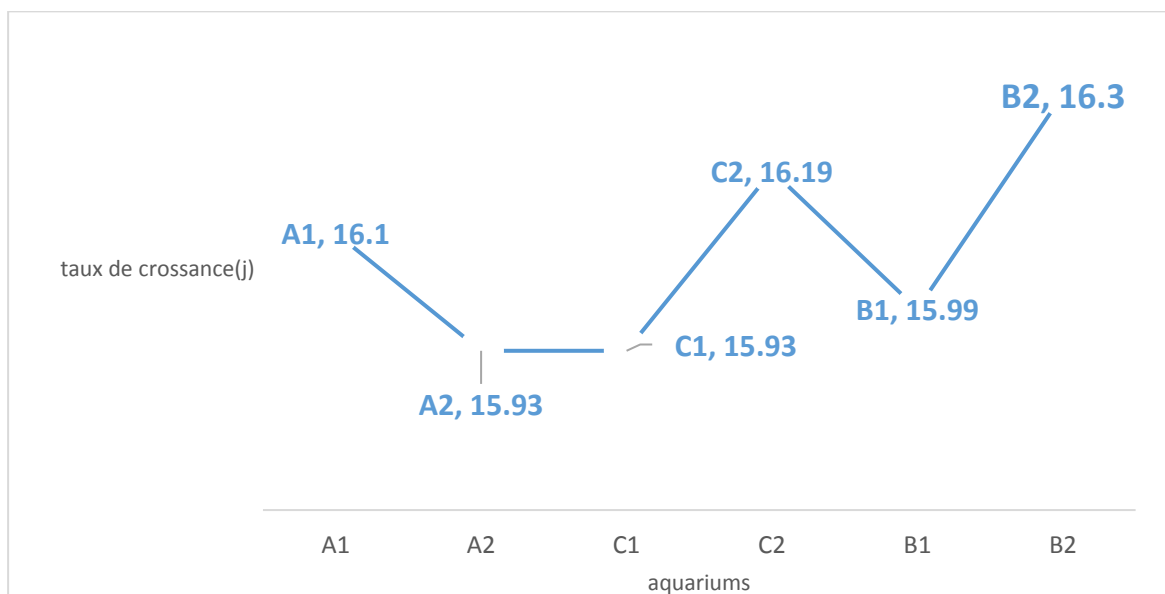
#### **VII.2.2. Analyses biologiques (poids(g) et taux) :**

Pour suivre l'évolution de la croissance des poissons, la première semaine, nous avons pris le poids initial et le poids final à la huitième semaine, et nous avons remarqué la différence dans les bacs étudiés.



**Fig.VII.8.** Le graphique montre l'évolution du poids des poissons dans les aquariums étudiés.

On remarque sur la figure ci-dessus une augmentation significative du poids des poissons dans les étangs étudiés, où le taux de croissance dans tous les étangs a été estimé entre 400 à 500 grammes, et c'est la preuve que les conditions étaient favorables en termes d'alimentation, température et concentrations d'électrolytes dans l'eau, en plus de la stabilité de l'efficacité de la filtration de l'eau avec Lemna minor et Azolla.



**Fig.VII.9.** La courbe montre le taux de croissance du poisson tilapia rouge pendant une journée.

À travers le cercle, nous remarquons que le taux de croissance des poissons dans les six aquariums est presque égal, variant entre (15-16) grammes pendant la journée, et cela prouve que le poids initial dans tous les aquariums était égal et que la quantité d'aliment pour le poisson tilapia était égal.

# Conclusion générale

## Conclusion générale

---

### Conclusion Générale

L'étude que nous avons menée pendant deux mois et demi du (27 février au 07 mai) visait à montrer la capacité des plantes aquatiques, Lemna minor et azolla, à purifier l'eau de pisciculture dans les bassins d'une **Centre national de recherche de développement de la pêche et de l'aquaculture** en réduisant la éléments polluants( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ) et suivi de certains facteurs physiques dont (température, pH, salinité, conductivité électrique) et comparaison et discussion les résultats obtenus avec le témoin et les normes internationales, et d'autre part, suivi de l'effet des plantes Azolla et Lemna minor sur le poisson tilapia rouge.

Les résultats obtenus sont Quant au rendement de purification, les résultats sont les suivants : aquarium Lemna minor  $\text{PO}_4^{3-}$  89.5%,  $\text{NH}_4^+$  51%,  $\text{NO}_3^-$  27%,  $\text{NO}_2^-$  43.13% et aquarium d'azolla  $\text{PO}_4^{3-}$  17.25%,  $\text{NH}_4^+$  31.17%,  $\text{NO}_3^-$  62.52%,  $\text{NO}_2^-$  44.38%.

Ces résultats ont montré que la plante de lentille d'eau était plus efficace pour purifier le phosphore et l'ammonium, et en revanche, l'Azolla était plus efficace pour purifier les nitrites et les nitrates, Ces plantes aquatiques ont prouvé leur efficacité pour purifier les aquariums à moindre coût par rapport aux autres techniques utilisée.

A travers cette étude et ses résultats, nous suggérons des recommandations futures pour ce travail, comme nous proposons une étude dans laquelle Lemna minor et azolla sont mélangés dans le même aquarium et suivons les concentrations et les rendements d'épuration des éléments polluants de l'eau piscicole.



# Référence Bibliographique

## Référence Bibliographique

---

### Référence en français :

- [4] **Chergui A, Duran-doiz L, Georges B, Sibille L.** La lentille d'eau comme fertilisante. Projet lentille d'eau. Master sol- eau - environnement. Université Sorbonne, France Girod Christophe.2020 ;p1-8
- [5] **Girod Christophe.** Focus sur les lentilles d'eau. In : Le Journal de botanique.2017 ; n°80, Décembre. pp. 7-10.
- [6] **Rothwell G.W., Van Atta M.R., Ballard Jr H.E. & Stockey R. A.** Molecular phylogenetic relationships among Lemnaceae and Araceae using the chloroplast trnL-trnF intergenic spacer. *Molecular Phylogenetics and Evolution.*2004; 30 (2): 378-385.
- [7] **Les D.H, Crawford D.J, Landolt E, Gabel J.D, Kimball R.T.,** Phylogeny and systematic of Lemnaceae. *The Duckweed Family Systematic Botany.*2002; 27(2): 221-240.
- [8] **Jovet P. & Jovet-Ast S.** Floraison, fructification, germination du *Lemna valdiviana* Philippi au Lac Marion (Biarritz, Basses-Pyrénées). *Bulletin du centre d'études et de recherche scientifiques de Biarritz.*1967 ; 6 (4) : 729-734.
- [9] **AEAP, NEPVEC.** Les espaces animales et végétales susceptibles les de proliférer dans les milieux aquatiques et subaquatiques, fiches espaces animales, agence de l'eau artoisipicardie.2002 :1-2
- [10] **KHERMOUS Wissam, LABRECHE Radia.** Mémoire de master Caractérisation physico chimique de l'eau du lac vert à Yakouren et identification de *Lemna minor*. Université mouloud mammeri. faculté des sciences biologiques des sciences agronomiques .Tizi-Ouzou .2021-2022.
- [11] **Costa ML, Santos MCR, Carrapico, F, Pereirac, AL.** *Azolla-Anabaena's* behaviour in urban wastewater and artificial media-Influence of combined nitrogen. *Water Resource.*2004; 43:3743- 3750.
- [12] **Van Hove C.** *Azolla* and its multiples uses with emphasis on Africa. Rome, Italy. FAO.1989 ;
- [13] **Hédji et al. J. Appla .Biosci.** Valorisation de *Azolla* spp, *Moringa oleifera*, son de riz et de co-produits de volaille et de poisson en alimentation animale.2014.
- [16] **Van Hove C., Diara H.F., Godard P.** *Azolla* en Afrique de l 'Ouest .ADRAO. 30 p  
Yatazawa M., Tomomatsv N., Hosoda N., Nunome K. 1980. Nitrogen fixation in *Azolla-Anabaena* symbiosis as affected by mineral nutrient status. *Soil, Sci. Plant. Nutr.*1983 ; 26(3): 415- 426.

## Référence Bibliographique

---

- [17] **Reynaud P., Franche C.** Azolla pinnata var. Africana "de la biologie moléculaire aux Applications Agronomiques". Dakar Sénégal. ORSTOM.1986.
- [18] **Ashton P.J. ET Walmsley R.D.** The aquatic fern Azolla and its Anabaena Symbiont, Endeavour.1976; 35, 39-43.
- [19] **Subudhi B. P. R., Singh P.K.** Effect of macronutrients and pH on the growth, Nitrogen fixation and soluble sugar content of water fern Azolla pinnata, Biol. Plant.,1979;21(1):66-70.
- [20] **Van Hove C., Lejeune A.**The Azolla: anabaena symbiosis. In: Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy.2002; 102 (1):23-26.
- [21] **Peters G.A., Calvert H.E., Kaplan D., Ito O., Toia, R.** The Azolla-Anabaena Rajesh S.2020.Production of Azolla as livestock feed supplement in India. Pas hudhanpraharee.1982.
- [22] **Calvert H. E., Pence M. K., PetersG. A.** Ultra-structural ontogeny of leaf cavity Trichomes in Azolla implies a functional role in metabolite exchange. Protoplasm.1985; 129(1), 10-27.
- [23] **Sevillano F., Subramanian P., Rogriguez-Barrueco C.,** L'association simbiotica Fijadora de nitrogenio atmosferico Azolla-Anabaena. AnCEBA.1984; Vol. II.
- [24] **Van Hove C., Lejeune A.,** Does Azolla have any future in agriculture In: Biological Nitrogen Fixation Associated with Rice Production (Rahman M, Podder AK, Van Hove C,Begum ZNT, Kluwer Academic Publishers Heulin T and Hartmann A eds.1996; 83-94.
- [25] **Becking J.H.** Environmental requirements of Azolla for use in tropical rice production, Nitrogen and rice symposium proceedings.1979;345-373.
- [26] **NtendeleBikela A.** Essai comparatif de la qualité fertilisante d'Azolla cristata et d'autres fumures (fiente, lisier et urée). Mémoire licence. Institut supérieur pédagogique de la Gombe Kinshasa.2007 ;
- [27] **Tran G., Lebas F.,** Timothy grass (Phleum pratense). Feedipedia, a programme by inrae, cirad, afz and FAO.2015;
- [28] **Liu H. W., Dong X.F., Tong J. M., Zhang Q.,** Alfalfa polysaccharides improve the Growth performance and antioxidant status of heat-stressed rabbits. Livestock Science.2010;(131):88-93.
- [29] **Sebastian A., Deepa P., Narasimha Vara P.M.** Azolla Farming for Sustainable Environmental Remediation. In: Narasimha Vara Prasad M.Handbook of Assisted and Amendment-Enhanced Sustainable Remediation Technology. First Edition. ED John Wiley Sonsed.2021; PP. 517-532.
- [30] **Rajesh S .**Production of Azolla as livestock feed supplement in India.Pashudhan praharee. Indian Dairy et Poultry industry.2020; P 43.

## Référence Bibliographique

---

- [31] **Kathirvelan., Banupriya S., Purushothaman M.R.** Azolla- an alternate and sustainable Feed for livestock.2015.
- [32] **Nandabalan K., Kannaiyan S.** Effect of salinity on Azolla pinnata. International Rice Research Newsletter. 1986 ; 11 (3) .9.
- [33] **Rasoloarivony R.** Contribution à l'étude de l'influence des conditions climatiques sur la sporulation d'azolla, en pépinière, dans la région d'Antananarivo. Thèse pour l'obtention du diplôme de doctorat de troisième cycle option : physiologie végétale.2003 ; .P.73.
- [34] **Amroun N.** Alimentation du lapin : Valorisation de l'Azolla dans alimentation des lapins étude bibliographique. Mémoire de master. Université Akli Mohand Oulhadj.2020 ;
- [35] **Raeolina B.A.** L'utilisation de l'Azolla dans l'alimentation Du poulet de chair. Mémoire de fin d'étude, université d'Antananarivo.1995.
- [36] **Lumpkin T.A., Plucknett D.L.** Azolla, un engrais vert aquatique à faible coût pour les cultures agricoles. Dans : Office of technology assessment, technologies biologiques innovantes pour les pays les moins développés : Compte rendu de l'atelier.1985 ; 107-124.
- [37] **Giridhar K. Rajendran, D.,** Cultivation and usage of azolla as supplemental feed for Dairy cattle. In: Value addition of feed and fodder for dairy cattle, NIANP, 2013, 32-34 .
- [38] **Antoine T., Carraro S., Micha J.C., Van Hove C.,** Comparative appetency For *Azolla* of *Cichlasoma* and *Oreochromis* (Tilapia). Aquaculture.1986; 53: 95-99.
- [39] **Lahser C. W.** *Tilapia mossambica* as a fish aquatic weed control. Progressive Fish Culturist.1967; (29) : 48-50.
- [40] **Fiogbé E. D., Micha, J. C., Van Hove C.** Use of a natural aquatic fern, Azolla Microphylla, as a main component in food for the omnivorous-phytoplanktonophagous Tilapia, *Oreochromis niloticus* L. J. Appl. Ichth.2004; 20 (6): 517-520.
- [41] **Micha J. C., Antoine T., Wery, P., Van Hove, C.,** Growth, ingestion capacity, Comparative appetency and biochemical composition of *Oreochromis niloticus* and *Tilapia Rendallifed* with *Azolla*. In: R.S.V. Pullin, T. Bhukaswan, K. Tonguthai & J.L. Maclean, Eds. The 2nd Int. Symp. On Tilapia in Aquaculture, Manila, ICLARM Conference Proceedings,1988; 347-355.
- [44] **Gaamoune Sofiane** Le Rôle Des Biofilms D'algues Dans Les Traitements Biologiques Des Eaux. Mémoire de magister. Université Ferhat Abbas –SETIF Faculté des Sciences Département de Biologie.2010.
- [45] **NAGMOUCH NASR SALAH.** Analyse de l'eau potable dans certaines régions OudSouf. memoire master. Université Echahid Hamma Lakhdar El-Oued. 2011.

## Référence Bibliographique

---

- [46] **J.-L. PROBST** – Géochimie et hydrologie de l'érosion continentale, Sciences Géologiques, Mém. 94, Éditions de l'Institut de Géologie, Strasbourg. Jean-Luc probst, L'eau à découvert. 1992 ; p. 206-207.
- [47] **SAINT-LAURENT VISION .VOLET SANTÉ**. L'eau potable une histoire de goût. Supplément du magazine Envirotech. 2000 .
- [48] **Nsikak Benson**. Encyclopedia of Global Warming and Climate Change. Ed. S.Philander. Vol 3. Thousand Oaks. CA: Sage Publications Inc.2008;3:813-817.
- [50] **FAO.**, La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture. Résumé. 2018.;CA0191FR/1/07.18.
- [51] **Pillay T.V.R.**, Aquaculture: Principle and Practices. Fishing Book News, London.1990; 575 pp.
- [52] **Charo-Karisa H., Komen H., Rezk M.A., Ponzoni R.W., Van Arendonk J.A.M., Bovenhuis H.** Heritability estimates and response to selection for growth of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) in low-input earthen ponds. Aquaculture.2006; 261: 479-486.
- [54] **Chowdhury D.K.** Optimal feeding rate for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). MSc thesis. Department of Animal and Aquacultural Sciences, Norwegian University of Life Sciences.2011; Pp 76.
- [55] **Daudpota A.M., Kalhoro I.B., Shah S.A., Kalhoro H., Abbas G.**, Effect of stocking densities on growth, production and survival rate of red tilapia in hapa at fish hatchery Chilya Thatta, Sindh, Pakistan. *J. Fish* .2014;2: 180-186.
- [56] **Chapman A** .culture of hybrid tilapia reference profile .IFAS extension university of Florida .edis .2003;86p.
- [57] **Falla M.,Fomenab A. , Kostoinguc B., Diebakatea C., Fayea N.et Toguebayea B.** Myxosporidies (Myxozoa, Myxosporia) parasites des poissons Cichlidae du Cameroun, du Sénégal et du Tchad avec la description de deux nouvelles espèces. .The state of food and agriculture. 2000 ; pp85-165.
- [58] **Günther A.**Catalogue of the fishes in the British Museum. Catalogue of the AcanthopterygiiPharyngognathi and Anacanthini in the collection of the British Museum.1862.
- [59] **Rainboth, W.** FAOspecies identification field guide for fishery purpose. Fish of the Cambodian Mekong,1996; Rome 265.
- [60] **Froese, R., Pauly, D., Lozán, J., Rachor, E., Sündermann, J., von Westernhagen, H.** Dynamics of overfishing. Warnsignaleaus Nordseeund Wattenmeer -eineaktuelle Umweltbilanz.GEO, Hamburg,2003; 288-295.

## Référence Bibliographique

---

- [61] **Ouattara, N.I., Iftime, A., Mester, L.** Age et croissance de deux espèces de Cichlidae (Pisces) : *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) et *Sarotherodon lanotheron* Rüppell, 1852 du lac de barrage d'Aymé (Côte d'Ivoire, Afrique de l'Ouest). Travaux du muséum national d'histoire naturelle « GrigoreAntipa52.2009 ; 313-324.
- [62] **Avit, J., Bony, K., Kouassi, N., Konan, K., Assemian, O., Allouko, J.** Ecological Conditions for the production fingerlings of *Oreochromis niloticus* (Linné, 1758) in Association with the rice WITA 12 ponds. *Journal of Applied Biosciences* 59.2012 ; 4271-4285.
- [63] **Lazard J.** Aquaculture et espèces introduites : exemple de la domestication *ex situ* des tilapias. *Cahiers agriculture*.2007; 16 (2): 123-124.
- [64] **PULLIN R. S. V., LOWE – MCCONNELL R. H.** The Biology and culture of Tilapia. ICLARM Confi. Proc., Philippines.1982; (7): 432 p.
- [65] **BALARIN J.D., HATTON J.D., 1979.** Tilapia: A guide to their biology and culture In Africa. Unit of Aqua. Pathobio. Stirling University.1979; 174 p.
- [66] **MALCOLM C., BEVERIDJE H., MCANDREW B. J.** Tilapias: biologie and Exploitation. Institute of aquaculture. University of stirling, Scotland. Kluwer Academic Publishers.2000; 185 p.
- [67] **MELARD C.** Base Biologie de l'aquaculture. Université de Liège (ULG) Belgique. Notes de cours de Master complémentaire en aquaculture.2007.
- [68] **Frimpong E, Ansah Y, Amisah S, Adjei, Boateng D, Agbo N, Egna H.** Effects Of two environmental best management practices on pond water and effluent quality and Growth of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Sustainability*.2014; 6(2): 652–675. DOI : 10.3390 /su6020652.
- [69] **PAULY D., MOREAU J. et PREIN M.** A comparison of overall growth Performance of Tilapia in open waters and aquaculture. 469-479. In: R.S.V. Pullin et al: The Second International Symposium on tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceedings.1988; 15, 623p.
- [70] **Ipungu L, Ngoy K, Banze K, Lumfwa K, Kafund M.** L'étude de la croissance d'*Oreochromis niloticus* par la fertilisation des étangs : Le cas de la ferme Naviundu Lubumbashi. *Journal of Applied Biosciences*.2015 ; 91: 8503–8510.
- [71] **Toguyeni A.** La croissance différentielle liée au sexe chez le tilapia (Pisces : Cichlidae), *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758): Contribution des facteurs génétiques, Nutritionnels, comportementaux, et recherche d'un relais endocrinien. Ph. Dthesis, Université de Renne I, Renne.1996 ; p 250.



## Référence Bibliographique

- [72] **Trintignac P, Bouin N, Kerleo V, Le Berre M.** Guide de bonnes pratiques pour la gestion piscicole des étangs. SMIDAP : La Ferrière. Van Eer A, Van Schie T, Hilbrands A. 2004. La pisciculture à petite échelle en eau douce. Fondatio Agromisa: Wageningen.2013.
- [73] **PULLIN R. S. V., LOWE - MCCONNELL R. H., 1982.** - The Biology and culture of Tilapias. ICLARM Confi. Proc., Philippines, (7): 432 p.
- [74] **Nandlal, S., & Pickering, T.** *Tilapia Hatchery Operation.* Tilapia Fish farming in Pacific Island countries.2004; vol1: p 6.
- [75] **Zannatul Ferdoushi1, Farhana Haque, Saleha Khan, Mahfuzul Haque.** The Effects of two Aquatic Floating Macrophyte (Lemna and Azolla) as Biofilters of Nitrogen and Phosphate in Fish Ponds. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences .2008 ;8: 253-258 .
- [76] **Nurul Umairah Mohd Nizam , Marlia Mohd Hanafiah , Izzati Mohd Noor , Hazwani Izzati Abd Karim .** E\_iciency of Five Selected Aquatic Plants in Phytoremediation of Aquaculture Wastewater .Appl. Sci. 2020, 10, 2712.  
[www.mdpi.com/journal/applsci](http://www.mdpi.com/journal/applsci).
- [76] **Rubim MAL1, PR Isolions Sampaio, P Parolin.** Biofilter efficiency of Eichhornia crassipes in wastewater treatment of fish farming in Amazonia .Eficiencia de Eichhornia crassipes como biofiltro en el tratamiento de aguas residuales de la piscicultura en el Amazonas. Eficiencia de *Eichhornia crassipes* como biofiltro en el tratamiento de aguas residuales de la piscicultura en el Amazonas. 2015; 84:p 244-251.
- [78] **Sirakove, K. velichkova, S. stoyanova, D. dinev and Y. stykov.** Application of natural zeolites and macrophyte for water Treatment in recirculation aquaculture systems. 2015; 1, 21: p147–153.
- [79] **Zahra Ghasemi1, Iman Sourinejad1, Hossein Kazemian and Sohrab Rohani.** Application of zeolites in aquaculture industry: a review. Reviews in Aquaculture. Indian Dairy et Poultry industry.2016; doi: 10.1111/raq.12148 :P1-21.

## Référence en arabe :

- [1] **معمرى ليندة، رابح صانع، تربية الأسماك في ولاية ورقلة بين الحلم والارادة ربورتاج مصور، ماستر أكاديمي، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 2017 .**
- [2] **سلمى عبدالرزاق الشبالوي، الاستزراع السمكي في محافظة كرباء ،جامعة كرباء، كلية العلوم الإنساني. 2016. العدد 20.**
- [3] **ف.م. مصيلحي، الجغرافيا الصحية والطبية، دار الماجد للنشر والتوزيع، القاهرة، 2008 .**
- [49] **ش.عباسي وخ.سويلم. تنقية مياه سمك البلطي النيلي باستعمال الكربون النشط والزيوليت بمحطة حاسي بن عبد الله ولاية ورقلة. مذكرة ماستر .جامعة قاصدي مرباح ورقلة. كلية الرياضيات وعلوم المادة. قسم الكيمياء. 2020-2021.**

## Référence Bibliographique

---

### Sites internet :

[14] <http://www.especes-exotiques-envahissantes.fr/wp-content/uploads/2016/04/Plan-de-Gestion-Azolla-100915> 2023.2.20

[15] <https://www.ajol.info/index.php/jab/article/view/109562023.3.9>.

[42] MadaFlora 2008. <https://www.madaflora.com/vertu-des-plantes.php> 2023.3.15.

[43] <HTTP://ASMKMASR.COM/> 2023/04/12 .9,583 KB | 2009-10-09 | FILE

[54] <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2021/RA/D1RA00160D>.  
<https://www.feedipedia.org/node/168862023.4.3>.

[77] <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2021/RA/D1RA00160D2023.5.6>.

**A** NNEXES



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة الصيد البحري والموارد الصيدية



المركز الوطني للبحث والتنمية في الصيد البحري وتربية المائيات

## بطاقة تقنية للمحطة التجريبية لتربية المائيات الصحراوية

### حاسي بن عبد الله

### ولاية ورقلة

الهيئة الوصية : المركز الوطني للبحث والتنمية في الصيد البحري وتربية المائيات  
تاريخ الإنشاء : 10 أكتوبر 2005

### مهام المحطة



- الارشاد في مجال تربية المائيات المدمجة في النشاط الزراعي
- تطوير تربية الأسماك وهذا إنتاج بلاصيط ALEVINS
- سمك البلطي Oreochromis Niloticus وسمك القند Charles Garlepinus
- تنظيم دورات تطبيقية لفائدة الطلبة و المهنيين
- الدعم التقني للمستثمرين في قطاع تربية المائيات
- التحكم في تقنيات زراعة الطعالب الدقيقة بشكل عام والسيبرولينا على وجه الخصوص
- تطوير مواضيع البحث في ميدان الصيد البحري وتربية المائيات

### وصف المحطة

**منشآت المحطة**

المترخنة ، تحتوي على 2 حوض مستطيل الشكل 2.8 م  
بالإضافة إلى حوضين دائريين شكل دائري  
مخبر للبحث  
بيت بلاستيكي ، فيه حوض لتربية طحلب السيبرولينا  
حوض تزاوي ، 19.2 م





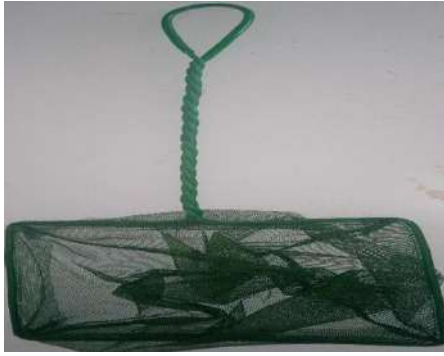
### المنشآت الأخرى

مبنى للإدارة  
قاعة المحاضرات  
حوض التزويد بالمياه  
مخزن




Carte technique de la gare

# Annexes



Filet de pêche



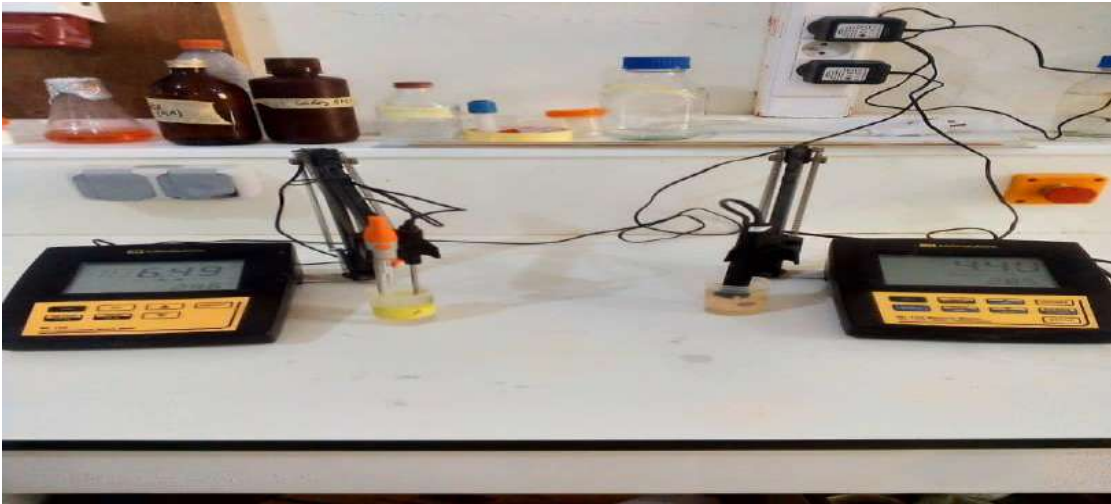
Glacier



Aliments de poissons



Tuyau siphonage





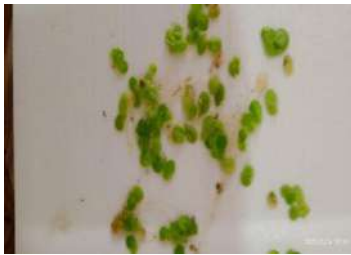
# Annexes



Bassin de Lemna minor



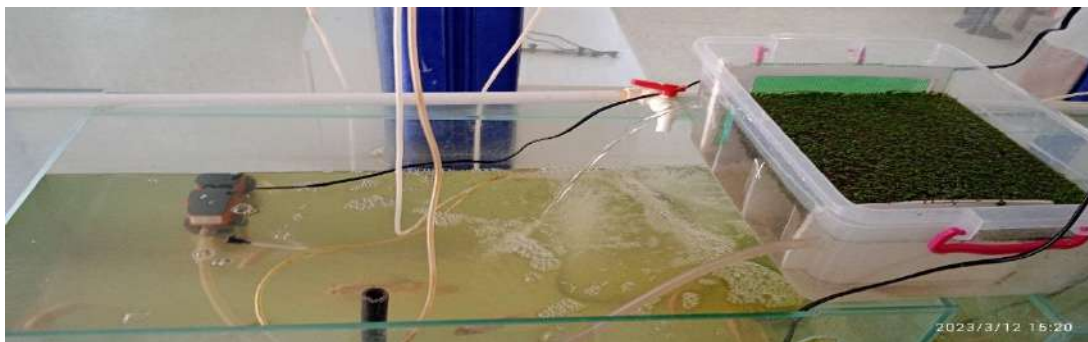
Bassin d'Azolla



Lemna minor



Azolla



Méthode l'entrée et sortie de l'eau dans bac d'azolla



Méthode l'entrée et sortie de l'eau dans bac lentille d'eau