REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA

FACULTE DES SCIENCES

Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de **Master** en Ecologie & environnement

Spécialité : **Ecologie.**

Rédigé et Présenté par:

Melle ZEKKOUR Rima

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX PISCICOLES PROVENANT D'UN BASSIN D'ELEVAGE DE « TILAPIA Du NIL » *(Oreochromis niloticus)* AU NIVEAU DE LA FERME « *TITTERI AQUACOLE* » -MEDEA-

Soutenu le : 13/07/2021 devant le jury :

Président	Mr MASMOUDI. M	M.C.B	UYF-MEDEA
Promoteur	Mr BELHADJ.H	M.C.B	UYF-MEDEA
Co-promoteur	Mr. BOUDJEBBOUR. A	M.C.B	UYF-MEDEA
Examinatrice	Mme. ATTAL .M	M.C.B	UYF-MEDEA

***Année universitaire*:** 2020/2021.

Dédicaces

Je dédie ce mémoire

À mes très chers parents,

Aucune dédicace aussi parfaite et douce soit-elle, ne saurait exprimée mon affection, ma reconnaissance, ma gratitude, mon respect le plus profond et tout l'amour que je vous porte

Je ne saurais jamais vous remercier assez. Seul Dieu peut vous gratifier de tout ce que vous avez fait pour nous. Que Dieu le tout puissant vous accorde longue vie, bonne santé et bonheur à nos cotes.

À mes très chers frères : KARIM & AYMEN

À mes chères sœurs : NABILA & NESRINE

Pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral.

Je vous souhaite tous le bonheur, et que Dieu vous garde.

A tous ceux que j'aime, A tous ceux qui m'aiment
Je dédie ce mémoire.

Rima.

REMERCIEMMENTS

Mes sincères remerciements a ***Mr. BELHADJ HICHEM*** *d'avoir accepté de m'encadrer sur ce thème, de m'avoir conseillé judicieusement, orienté, encouragé et de m'apporter son attention tout au long de ce travail, je vous prie de croire en mon éternel respect et ma sincère gratitude.*

Je remercie les membres de jury :
Le co –promoteur ***Ms Boudjebbour Abdelmadjid,*** *pour sa contribution pour la réalisation de ce travail.*

Le président de membre du jury ***Mr Masmoudi .M .***

Mme ATTAL .M *d'accepter de faire partie de ce jury en qualité d'examinatrice.*

Je tiens de remercie ***Mr Benkortbi Amine,*** *le directeur le la ferme* « TITTERI AQUACOLE » *qui nous a ouvert les portes de sa ferme pour réaliser ce travail.*

Je remercie chaleureusement mon amie ***Hadjer****, merci pour son aide précieuse, sa présence a chaque fois que j'en avais besoin et dans toutes les situations.*

Je remercie ***Mme Mihoubi Nadia*** *et* ***Mme Belghit*** *les ingénieurs de laboratoire de la steppe pour tous les efforts, connaissances, idées, confiance et encouragements, ainsi que pour les nombreuses aides et conseils qu'ils m'ont apportés.*

Merci a tout mes enseignants que soit du primaire, du moyen, du secondaire

Sont oublier mes enseignants de l'université et surtout : ***Mme Khoudir, Mme Tchaker, Mr Ait Hammouda, Mr Meddah.***

En fin, mes remerciements sont adressés à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Rima.

ملخص

الهدف من هذا العمل هو تقييم وتوصيف مياه تربية أسماك "البلطي النيلي" بمزرعة تربية المائيات "تيطري اكواكول" الكائنة في بن شيكاو- ولاية المدية من خلال اجراء بعض التحاليل الفيزيوكيميائية على المياه المستعملة : معدل الحموضة، درجة حرارة الماء، الناقلية النوعية، الملوحة، معدل الاملاح المذابة، الاكسجين الذائب في الماء، المواد العالقة، النترات، الامونيوم والأرتوفوسفات مدة شهرين افريل-ماي 2021.

أظهرت النتائج أن المعايير الفيزيائية والكيميائية مثل درجة الحرارة، ودرجة الحموضة، والملوحة، والأكسجين المذاب مواتية لتكاثر هذا النوع. فيما يتعلق بالمواد العالقة ، والتي تمثل تلوثًا جسيميًا ، فإن القيم أقل من المعايير ، وفيما يتعلق بالتلوث المذاب المتمثل في عناصر النيتروجين والأرتوفوسفات، تظل تركيزات الأخيرة مرتفعة قليلاً مقارنة بالمواصفة المغربية الخاصة بمياه الأسماك الفاترة.

الكلمات المفتاحية:

المعايير الفيزيائية والكيميائية، البلطي النيلي *Oreochromis niloticus* ،فضلات الأسماك، معايير الجودة، مزرعة مزرعة تربية المائيات "تيطري المائية"، المدية

Résumé

Ce travail avait pour objectif d'évaluer la qualité des eaux d'élevage de poisson étudié Tilapia du nil au niveau de la ferme « *TITTERI AQUACOLE* » sise à Benchicao (Wilaya de Médéa) entre le mois d'avril et Mai 2021. Par la réalisation de certaines analyses physico-chimiques (température, pH, conductivité électrique, salinité, TDS, MES, DBO5, DCO, les nitrates, l'ammonium et les orthophosphates).Ces analyses ont été effectuées au niveau du laboratoire de la station d'épuration (oued Lahrach), et le laboratoire du hall technologique (Université de Médéa).

Les résultats ont montré que les paramètres physico-chimiques tels la température, pH, salinité, oxygène dissous sont favorables pour l'élevage cette espèce. En ce qui concerne les MES, qui représente la pollution particulaire les valeurs sont en dessous de normes, En ce qui concerne la pollution dissoute, représenté par les éléments azotés et phosphatés, les concentrations de ces derniers restent légèrement élevées par apport à la norme marocaine des eaux piscicoles tièdes.

***Mots clés*:** Paramètres physicochimiques, *Oreochromis niloticus*, rejets piscicoles, normes de qualité, ferme « Titteri aquacole » - Médéa.

Abstract

The objective of this work was to assess the quality of the water from the rearing of Nile Tilapia fish studied at the level of the "TITTERI AQUACOLE" farm located in Benchicao (Wilaya de Médéa) between April and May 2021. By the carrying out of certain physicochemical analyzes (temperature, pH, electrical conductivity, salinity, TDS, MES, BOD5, COD, nitrates, ammonium and orthophosphates). These analyzes were carried out at the level of the laboratory of the station of purification (wadi Lahrache), and the technological hall laboratory (University of Médéa).

The results showed that physicochemical parameters such as temperature, pH, salinity, dissolved oxygen are favorable for breeding this species. With regard to suspended solids, which represents particulate pollution, the values are below standards, With regard to dissolved pollution, represented by nitrogenous and phosphate elements, the concentrations of the latter remain slightly high compared to the Moroccan standard. lukewarm fish water.

***Key words*:** Physicochemical parameters, *Oreochromis niloticus*, fish waste, quality standards, "Titteri aquacole" farm - Médéa.

Liste des abréviations et des symboles

µS/cm	Microsiemens
A.C	Avant Jésus-Christ
AAT	Azote ammoniacal total
ADE	Algérienne des eaux
ANOVA1	Analyses de variance à un facteur
B	Branchiale
C	Carbone
C.e	Conductivité électrique
C.E.A.E.Q	Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec
CNEXO	Centre National pour l'Exploitation des Océans.
CO_2	Dioxyde de carbone
D.E	Direction de l'environnement de la wilaya de Médéa
DBO_5	Demande biologique en oxygène pendant 5 jours
DCO	Demande chimique en oxygène
F	Fécal
F.A.O	Food and Agricultural Organization
Ifremer	Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer
INRA	Institut national de la recherche agronomique
ISTPM	Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes
J.C	Jésus-Christ**.**
K	Potassium
M.E.S	Matière en suspension
M^3	Mètre cube
Mm	Millimètre
Mt	Millions de tonnes
N	Azote
Na	Sodium
NH_4^+	Ammonium
Nm	Nanomètres
NO_2^-	Nitrites
NO_3	Nitrates
Noah	Hydroxyde de sodium
O.N.D.P.A	L'office national de développement et de production aquacole
OD	Oxygène dissous
ONA	Office national d'assainissement
ONM	Office nationale de météorologie
ONU	Organisation des états unies
P	Phosphore
Pd	Phosphore dissous
pH	Potentiel Hydrogène
PNUD	Programme des nations unies pour le développement
PO_4^-	Orthophosphates
Pr	Précipitations

Pt	Phosphore total
Q2	Le quotient pluviométrique
Rp	Rétention protéique
S	Salinité
S.A.U	Surface agricole utilisée
SW	Sud ouest
T	Tonne
T°C	Température en degré Celsius
TDS	Taux des sels dissous
U	Urée
UV	Ultra violet
Λ	Longueur d'onde

Liste des tableaux

Tableau I.1 : les avantages et les inconvénients de l'aquaculture dans l'Algérie……11

Tableau I.2 : les types de la pollution…….23

Tableau I.3 : Grille de qualité des eaux piscicoles marocaines……38

Tableau II.1: température mensuelle maximale et minimale et moyenne de la commune de Benchicao (1990-1995)……..51

Tableau II.2:les précipitations mensuelles de la zone d'étude de la période (1990-1995).52

Tableau III.1 : les types des espèces élevées, la phase d'élevage marchande de chaque espèces au niveau de la ferme, et la taille de chaque espèce……56

Tableau III.2 : les caractéristiques des bassins d'élevage dans la ferme**…….56**

Tableau III.3 : qualité des eaux requise pour l'élevage de Tilapia du nil…….64

Tableau IV.1 : diagramme pour le DBO5……..104

Tableau IV.2 : Résultats des analyses physicochimiques effectué au niveau du bassin de tilapia……78

Liste des figures

Figure I.1 : Distribution de la part de l'aquaculture par grandes régions géographiques….06

Figure I.2 : *Distrarchus labrax* (le bar)……14

Figure I.3 : *Sparus aurata* (la dorade royale)……..14

Figure I.4 :*Acipenseridae* (Esturgeon)……..15

Figure I.5 :*Salmo salar* (le sumon)……15

Figure I.6 : *Cyprinus caprio* (la carpe commune)……16

Figure I.7 : *Ctenophorygoda idella* (la carpe herbivore)…….16

Figure I.8 : *Hypophtholmichthys molitrix* (la carpe argentée)……17

Figure I.9 : *Cyprinus caprio* (la carpe a grande bouche)…….17

Figure I.10 : *Mugil cephalus* (le moulet)…….18

Figure I.11 :*Mecropterus salmoides* (le black base)…….18

Figure I.12 : *Sander lucioperca* (le sander)…….19

Figure I.13 : *Oreochromis niloticus* (le tilapia du Nil)……19

Figure I.14 : *Silure africain* (clarias gariepinus)……..19

Figure I.15 : Cycle de l'azote dans le milieu aquatique……...29

Figure I.16 : cycle de phosphore dans les milieux aquatiques …….30

Figure I.17 : les formes biogéochimiques du phosphore……..31

Figure I.18 : les rejets directs des poissons sous forme particulaires et dissoutes……34

Figure I.19 : schéma explécatif de l'influence des déférents paramètres sur le milieu d'élevage …….33

Figure II.1 : la situation géographique de la wilaya de Médéa……..39

Figure II.2 : Carte d'occupation du sol dans la wilaya de Médéa**……..43**

Figure II.3 : Carte des bassins versants de la wilaya de Médéa **……46**

Figure II.4 : Diagramme représente la T maximale et la T minimale de la commune de Benchica (1990-2015)…….51

Figure II.5 : diagramme représente les précipitations dans la wilaya de Médéa……...52

Figure II.6 : Diagramme ombrothermique de la commune de Benchicao (1990-1995)……52

Figure II.7 : Position de la wilaya de médéa sur le climagramme d'emberger (1995) pour la période (1990-1995)……..54

Figure II.8 : la ferme piscicole « TITTERI AQUACOLE »…….…….55

Figure II.9 : répartition géographique d'*O. niloticus*……..*58*

Figure II.10 : caractéristiques morphologiques de Tilapia du nil……..60

Figure II.11 : le cycle de Tilapia incubateurs buccales……..62

Figure II.12 : femelle en phase d'incubation buccale……62

Figure II.13 :l'aliment de Tilapia **…….65**

Figure II .14 : Schéma générale des mécanismes de reproduction de la lentille d'eau…….67

Figure II.15 : La lentille *(lenma minor)* d'eau dans le bassin de Tilapia du nil……68

Figure III.1 : le bassin d'élevage de Tilapia **…….69**

Figure III.12 : flacons de prélèvement ……70

Figure III.3 : valise d'analyseteur multi paramètres…….71

Figure III.4 : détermination des nitrates…….75

Figure III.5 : détermination d'ammonium……74

Figure III.6 : détermination des orthophosphates……..76

Figure IV.1 : évolution de la température de l'eau……81

Figure IV.2 : évolution de pH……81

Figure IV.3 : évolution de la température de la conductivité électrique……..81

Figure IV.4 : évolution de la température de la salinité……83

Figure IV.5 : évolution de taux des sels dissous……..83

Figure IV.6 : évolution de l'oxygène dissous……...83

Figure IV.7 : évolution de la matière es suspension (MES)…….85

Figure IV.8 : évolution de la demande biochimique de l'oxygène (DB05)…….85

Figure IV.9 : évolution de la demande chimique de l'oxygène (DCO)……..85

Figure IV.10 : évolution des nitrates (NO_3^-)…….87

Figure IV.11 : évolution d'ammonium (NH_4^+)……87

Figure IV.12 : évolution des orthophosphates (PO_4^{-3})…….87

Sommaire

***Sommaire*……**

***Introduction*……** *1*

***Chapitre I : synthèse bibliographique*…….....** *3*

***I .Généralité* ……..** *3*

1. Définition de l'aquaculture…… *3*

2. Définition de la pisciculture…….. *3*

2.1 Objectifs de la pisciculture…… *3*

3. Historique de la pisciculture…… *4*

3.1. La pisciculture continentale…….. *4*

3.2. La pisciculture marine…… *5*

4. Bref aperçu sur l'aquaculture…… *5*

4.1. Dans le monde…….. *5*

4.2. Dans l'Algérie ……. *5*

4.3. Développement du secteur de la pêche et de l'aquaculture au cours des dernières années (en collaboration avec la FAO BILAN 2008-…… *6*

5. Les types de la pisciculture …….. *9*

6. Les espèces plus utilisées en pisciculture…….. *11*

7. Impact socio-économique de la pisciculture …… ……. *14*

7.1. Impact de l'aquaculture sur l'environnement…… *21*

***II. La pollution* ……** *21*

1.Définition de la pollution…… *23*

2. Définition de l'eau …… *23*

3. Les eaux d'approvisionnement…… *23*

4. Type de pollution…… *23*

5.Les paramètres d'évaluation de la qualité des eaux…… *24*

5.1. Les paramètres organoleptiques…… *25*

5.2. Les paramètres physico-chimiques…… *25*

5.3. Les substances toxiques et indésirables …… *25*

III.la pollution due a la pisciculture …… *28*

Sommaire

1.L'origine…….. *31*

2. Les polluants dans un système d'élevage…… *31*

3. Les types des rejets piscicoles… …….. …… *31*

3.1. Les rejets liés aux poissons …… *31*

3.3.Les rejets liés au système d'élevage …… *31*

4. Définition d'une norme …… *35*

5. La qualité des eaux piscicoles (grille marocaine)…… *36*

CHAPITRE II : La Présentation De La Zone D'étude…… *37*

I. Présentation de la wilaya de Médéa…….. *37*

1.Situation géographique …….... *39*

2. Le relief …… *39*

3. e climat …… *40*

4.La géologie …… *40*

5. L'occupation de sol …… *41*

6. L'hydrographie …… *42*

7. Les secteurs d'investissements de la wilaya de Médéa…… *44*

II. La présentation de la commune de Benchicao …….. *49*

1.Situation géographique …… *50*

2. Caractéristique climatiques…… *50*

III. ***Description de la ferme « TITTERI AQUACOLE » (zone d'étude) ……*** *51*

1. L'objectif du projet…….. *55*

2. Les contraintes naturelles …… *56*

3. Description d'investissement …… *56*

4. Fiche technique de Tilapia du nil…… *57*

4.1. La Systématique …… *57*

4.2. La répartition géographique…….. *57*

4.3. Le régime alimentaire…….. *58*

4.5. La biologie de la reproduction…….. *61*

4.6. Les exigences écologiques …… *62*

4.7. Le régime alimentaire au niveau de la ferme …….. *64*

5. La lentille d'eau (Lemna minor)…… *65*

5.1 La classification…… *66*

5.2 Description…… *66*

5.3. Le cycle de la lentille d'eau …… *66*

5.4. La reproduction…… *67*

5.5. La lentille d'eau et la nourriture des poissons…… *67*

5.6. Avantages de leur présence…… *68*

chapitre III: matériel et méthodes**…….** *68*

1.L'Objectif ……

2. Bassin de prélèvement…… *69*

3. Choix des paramètres analysés…… *69*

4. Méthode de prélèvement …… *69*

5. Les paramètres mesurés in situ …… *69*

6. Détermination des paramètres in situ…… *70*

7. Détermination de la matière en suspension(MES)…… *70*

8. Détermination de la demande biochimique en oxygène(DBO5)…… *71*

9. Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO) *72*

10. Détermination des nitrates (NO_3^-) …… *73*

11. Détermination d'ammonium (NH_4^+)…… *74*

12. Détermination des orthophosphates (PO_4^{-3}) …… *75*

CHAPITRE IV : RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS**……** *76*

I .Résultats des paramètres physico-chimiques au niveau du bassin de tilapia**…….** *78*

1. La température de l'eau …… *78*

2. Le PH …… *80*

3. La conductivité électrique…… *80*

4. La salinité …… *80*

5. Le taux des sels dissous…… *82*

6. L'oxygène dissous …… *82*

7. La matière en suspension …… *82*

8. La demande biochimique en oxygène(DBO5)…… *84*

9. La demande chimique en oxygène (DCO)…….. *84*

10. Les nitrates ……. *84*

11. L'ammonium…….. *86*

12. Les Orthophosphates …… *86*

II. Les résultats d'analyse statistique ……... *88*

CHAPITRE V : DISCUSSION…….. *89*

La discussion…… *89*

Conclusion …… *92*

Références bibliographiques ……... *94*

Annexe…… *102*

Introduction

La pisciculture assurera près des deux tiers de la production mondiale de poisson destinée à l'alimentation d'ici 2030, compte tenu de la stabilisation des prises de poissons sauvages et de la demande croissante d'une classe moyenne émergente à l'échelle mondiale, et plus particulièrement en Chine. **(FAO, 2019).** Le développement considérable de la pisciculture ces dernières années en Méditerranée, a transformé cette activité en une véritable source de pollution**.**

Depuis longtemps l'homme exploite les ressources hydriques pour satisfaire ses besoins principalement pour l'alimentation, la production d'électricité, ainsi que pour la pêche et l'aquaculture. Les premiers essais aquacoles ont commencé avant 4000 ans en Egypte par la production du fameux poisson: le Tilapia **(FAO, 2017).** Actuellement, chez la famille des Cichlidés, deux espèces sont majoritairement cultivés: le Tilapia du Mozambique (*Oreochromis mosambicus*) et le Tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*).

L'*O.niloticus* est aujourd'hui très populaire pour la pisciculture, l'aquariophilie et l'aquaponie. C'est ainsi le deuxième poisson d'élevage dans le monde après la carpe, à tel point qu'il est parfois surnommé « poulet asiatique ». Sa production a ainsi doublé entre 2005 et 2016 pour atteindre 5,37 millions de tonnes **(Deluzarche, 2021).** Le tilapia est l'un des poissons ayant fait l'objet du plus grand nombre d'introductions et de transferts à travers le monde (centaine de pays) à des fins d'élevage (**Lazard, 2007**).

La pisciculture est comme la majorité des activités humaines a des avantages et des inconvénients, qui se traduisent par ses effluents (rejets piscicoles), et leurs impacts sur l'environnement et ses composantes. La pisciculture utilise des produits chimiques, des engrais des antibiotiques qui sont nocifs alors que les contrôles sont très limités.

Selon les experts de l'ONU, l'aquaculture intensive produit 110 kg d'azote par tonne de poissons produits, 12 kg de phosphore, et 450 kg de carbone.

Dans ce contexte plusieurs études ont été effectuées pour montrer l'impact négatif de la pisciculture et surtout sur l'environnement dans le monde citons par exemple: **Vénantie (1990), Garidou (1994), Ouedraogo (2000), Alhassane (2004)**, **Orbcastel (2008), Albert (2018),**

En Algérie plusieurs travaux scientifiques ont contribués sur le même thème comme ceux de **Al dilaimi (2009), Alliouche (2010), Benabdellah (2011), Chemlal-**

Kherraz (2013), Dergal (2015), Thabet (2017), Boukhris (2018), **Boumaraf (2019), Zid et Gasmi, (2019), Baouia et Guemmouli (2019), Touati et Khoouja-Ali (2020).**

Le principal objectif de ce travail porte sur l'évaluation et la caractérisation des eaux de l'élevage de Tilapia *Oreochromis niloticus* au niveau de la ferme « TITTERI AQUACOLE »**.** De ce travail, nous répondrons à deux questions, la première est que les conditions d'élevage de Tilapia au niveau de la ferme sont favorables, la seconde est: les rejets provenant d'élevage de ces poissons constituent-ils une menace pour notre environnement ou non?

Ce mémoire est scindé en 05 chapitres :

CHAPITRE 01 : celui intitulé synthèse bibliographique comprend des généralités sur la pisciculture, des notions sur l'élevage de Tilapia, sa biologie, et les impacts des rejets piscicoles sur l'environnement.

CHAPITRE 02 : Ce chapitre concerne une présentation générale de la zone d'étude.

CHAPITRE 03 : Ce chapitre intitulé « matériel et méthodes » traite la méthodologie d'échantillonnage, le suivi et l'évaluation des eaux d'élevage du Tilapia au niveau de la ferme *TITTERI AQUACOLE.*

CHAPITRE 04 : aborde les résultats obtenus et leurs interprétations au cours de cette étude à savoir les paramètres physico-chimiques de l'eau.

Notre étude contient une discussion de nos résultats et se termine par une conclusion qui donne un aperçu rapide sur les résultats obtenus, avec des perspectives d'amélioration de ce sujet de recherche.

CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I. Généralités

1. Définition de l'aquaculture

L'Aquaculture comme étant « *l'art de multiplier et d'élever les animaux et les plantes aquatiques* » est une activité de production de poissons, mollusques, crustacés et algues, en systèmes intensifs ou extensifs.

Par aquaculture, on entend également les différents systèmes de culture de plantes et d'élevage d'animaux dans des eaux continentales, côtières et maritimes, qui permettent d'utiliser et de produire des espèces animales et végétales diverses et variées.

En 2014, la contribution de l'aquaculture hors plantes aquatiques s'élevait à 74 millions de tonnes sur un total pêche avec aquaculture de 167 millions de tonnes **(FAO, 2016).** L'aquaculture est pratiquée à travers une vaste étendue géographique et climatique. Si les activités aquacoles actuelles, basées sur les quatre principaux groupes d'espèces (poissons, mollusques, crevettes et plantes aquatiques), sont développées à toutes les latitudes, l'essentiel de la production est concentré en Asie et dans les pays tropicaux **(Lazard, 2017).**

L'aquaculture s'intéresse à plusieurs catégories de productions dont les principales sont:

- **La conchyliculture** concerne l'élevage des mollusques.
- **La pisciculture** qui est l'élevage des poissons.
- **L'astaciculture** définissant l'élevage de l'écrevisse (genre *Astacia*.)
- **L'algoculture** définissant la culture des algues.
- **L'échiniculture** concerne l'élevage des oursins.
- **La carcinoculture** concerne l'élevage des crustacés **(Belayachi, 2013).**

2. Définition de la pisciculture

La pisciculture est une des branches de l'aquaculture qui désigne l'élevage des poissons dans des espaces entièrement ou partiellement clos (étangs, bassins en béton ou en plastique, nasses ou cages, etc.) afin de pouvoir protéger les animaux contre les différents prédateurs ainsi pour les contrôler (alimentation, traitement, capture…) **(Benidiri, 2017).**

2.1. L'objectif de la pisciculture

L'objectif de la pisciculture n'est pas de remplacer la pêche mais de compléter ses apports en maintenant le niveau de consommation actuel, compte tenu de l'augmentation de la

population mondiale. Toutefois, cet objectif doit être poursuivi dans le respect des contraintes environnementales, de la santé du consommateur et de la bioéthique. La pisciculture offre de nombreux avantages:

- ✓ Le poisson fournit des protéines animales de très bonne qualité pour la consommation humaine.
- ✓ La pisciculture fournit un revenu supplémentaire à l'exploitation agricole.
- ✓ La croissance des poissons peut être contrôlée: on élève uniquement les poissons que l'on choisit.
- ✓ Les poissons produits en pisciculture appartiennent au propriétaire; ils sont protégés et peuvent être récoltés à volonté.
- ✓ L'utilisation des terres est plus efficace. Une terre marginale, par exemple trop pauvre ou trop coûteuse à drainer pour l'agriculture, pourra être consacrée avec profit à la pisciculture, à condition d'être convenablement préparée **(Ghaouaci, 2016).**

3. Historique de la pisciculture

3.1. Pisciculture continentale

Souvent perçue comme une activité moderne, la pisciculture ou élevage des poissons, est en fait une activité multimillénaire. Des écrits nous ont appris que les Chinois, les Égyptiens et les Romains maîtrisaient l'élevage des poissons d'étang. On considère souvent qu'elle est apparue en Chine il y a 4 à 5000 ans, même si certains auteurs la verraient plutôt émerger en Mésopotamie, en Égypte voire en Australie. Des poissons et des mollusques et crustacés ont été cultivés entre 1700 - 2000 ans. Le «Fan Li sur la pisciculture» est le premier travail existant en Chine sur la pisciculture. C'est également le premier travail écrit dans le monde sur la pisciculture et résume la riche expérience d'élevage de la carpe dans les étangs au 5ème siècle A.C. Ce qui est certain, qu'on retrouve des traces de la pisciculture dans l'Antiquité.

3.2. Pisciculture marine

La pisciculture marine est une activité récente. Dans les années 50, devant les prévisions d'augmentation de la population mondiale, et les faibles possibilités de pousser l'intensification des productions de protéines d'origine terrestre (animales et végétales), les pays développés se sont tournés vers les ressources tirées du milieu aqueux. Les ressources naturelles, en 1955, représentaient 55 millions de tonnes, ce qui paraissait à l'époque comme proche du maximum possible. Comment augmenter cette production ? En contrôlant

l'élevage en milieu aqueux de certaines espèces. C'est ce qu'on appelle aquaculture (après avoir envisagé le terme d'aquiculture). Des équipes ont été créées, au Japon, aux Etats-Unis, et en France avec, à la fin des années 60, la création du CNEXO qui deviendra plus tard l'Ifremer, en fusionnant avec l'ISTPM.

Dès les années 1970, l'espoir mis dans le développement de ces ressources en protéines, permettait d'entendre. Au début des années 1980, grâce à l'appui d'organismes de recherche tels que l'IFREMER, l'INRA et le CEMAGREF, les écloseries françaises ont été pionnières dans la maîtrise de la reproduction et de l'élevage larvaire. En raison de la préférence des consommateurs, la production s'est plutôt orientée vers des espèces carnassières: bar, dorade royale, turbot, maigre, saumon.

Au début des années 90, des élevages d'esturgeon ont vu le jour en Aquitaine. Bien qu'étant un poisson d'eau douce, l'esturgeon a très vite été intégré à l'aquaculture marine et nouvelle du fait de sa technique de production similaire.

4. Bref aperçu sur l'aquaculture

4.1. Dans le monde

L'idée de cultiver les eaux continentales et les mers remonte à la préhistoire, le premier traité de pisciculture attribué à Fan-Li (Chine) remonte à 475 ans avant J.C **(Milne, 1972).**

La demande alimentaire, et plus particulièrement la demande de poisson, continue d'augmenter et on prévoit qu'en raison de l'expansion démographique et de l'évolution des habitudes alimentaires, les impératifs de production alimentaire vont doubler dans les trente ans à venir. L'aquaculture contribue à réduire la pauvreté en donnant du travail à des millions de personnes, aussi bien dans le secteur de l'aquaculture lui-même que dans les services de soutien. Elle est également une source de revenu et, alors que les prix de la plupart des denrées alimentaires chutent, le prix du poisson devrait augmenter, reflétant en cela le déséquilibre entre la demande et l'offre (**FAO, 2002).**

Au niveau régional, l'aquaculture représentait 17 à 18% de la production totale de poisson en Afrique, aux Amériques et en Europe, et 12,8% en Océanie. En Asie (hors Chine), la part de l'aquaculture dans la production de poisson est passée de 19,3 % en 2000 à 40,6 % en 2016. En 2016, 37 pays élevaient davantage de poisson qu'ils n'en capturaient à l'état sauvage. Ils se situaient dans toutes les régions, à l'exception de l'Océanie, et comptaient à eux

tous près de la moitié de la population mondiale. L'aquaculture représentait entre 30 et 50% de la production nationale de poisson dans 22 autres pays en 2016 **(FAO, 2018).**

❖ ***Distribution comparée de la production aquacole par grandes régions géographiques***

Selon la **FAO (2016);** en 2014, la production aquacole mondiale est fortement représentée par la Chine, qui à elle seule rafle plus de 61% de la production totale avec une dominance des élevages en eaux douce, suivie par l'Asie et le reste des régions du monde avec respectivement 27,29% et 11% **(figure I.1).**

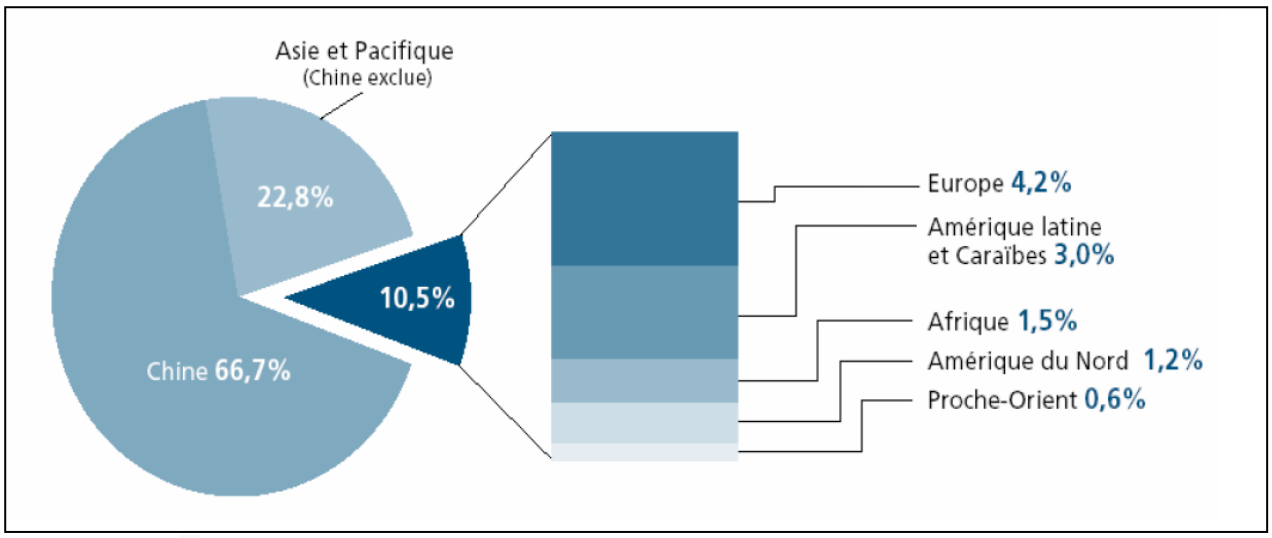


Figure I.1 : Distribution de la part de l'aquaculture par grandes régions géographiques **(FAO., 2016)**

4.2. En Algérie

Historiquement, le développement de l'aquaculture peut se résumer comme suit:

- **En 1921** : création de la station de Bou-Ismail (Est d'Alger) avec pour objectifs en matière d'aquaculture:
  - Détermination des meilleures méthodes et lieux pour la pratique de l'ostréiculture (*Crassostrea gigas*) et de la mytiliculture (*Mytilus galloprovincialis*).
  - Développement de l'élevage de poissons d'eau douce.

- **En 1937** : création d'une station d'alevinage de poissons d'eau douce (*Oncorhynchus mykiss* et *Micropterus salmoides*), pour l'empoissonnent de retenues et d'oueds. Cette station a été fermée depuis.

- **En 1940** : début de l'exploitation des lacs de l'Est du pays (Mellah, Oubeira et Tonga) avec installation de bordigues, pêche et exploitation de mollusques (*Mytilus galloprovincialis, Crassostrea gigas, Ruditapes decussatus*).
- **En 1947** : création de la station de Mazafran (Est d'Alger) avec pour objectifs la recherche hydrobiologique, l'alevinage et l'empoissonnement de retenues.
- **En 1973** : début de la mise en valeur du lac el Mellah par l'exécution, avec l'appui de la FAO, d'un programme comportant deux axes principaux:

    - Amélioration des techniques de pêche.
    - Essais de mytiliculture et d'ostréiculture

- **En 1974** : l'étude de mise en valeur du lac Oubeira conduit à un projet d'installation d'une unité de fumage de l'anguille. Ce projet a été abandonné par la suite.
- **En 1978** : mise en place d'un programme de coopération avec la Chine, centré sur deux axes:

    - Initiation aux techniques de reproduction et d'alevinage des carpes pour le repeuplement. Construction d'étangs et repeuplement de quelques retenues.
    - Tentatives de production de larves de *Penaeus kerathurus* .

- **De 1982 à 1990** : exploitation de l'anguille aux lacs Tonga, Oubeira et Mellah par un privé; production annuelle d'environ 80 tonnes exportée vers l'Italie.
- **Entre 1983 et 1984** : premiers travaux en vue de la réalisation d'une écloserie de bar européen (*Dicentrarchus labrax*) au lac el Mellah.
- **Entre 1985 et 1986** : une quinzaine de retenues sont empoissonnées avec des carpes et des sandres (*Stizostedion lucioperca*) importés de Hongrie.
- **En 1991** : dans le cadre de la valorisation de l'infrastructure hydrique par la pisciculture, une opération de repeuplement est initiée par l'office national de développement de la pêche et de l'aquaculture;. Les empoissonnements ont été effectués avec des alevins de carpes (*Cyprinus carpio, Ctenopharyngodon idellus, Hypophthalmichthys molitrix, Aristichthys nobilis*).

Cependant toutes ces actions n'ont pas donné les résultats escomptés pour la mise en place d'activités pouvant fournir une production aquacole susceptible de contribuer au développement d'une véritable industrie aquacole.

D'autres opérations d'importation ont suivie celle de 1991, dont celles de 2001 (importation de carpes argentée et herbivore de Hongrie), 2002 (importation de Tilapia d'Egypte) et 2006 (importation de carpes argentées et grandes bouches de Hongrie) à l'indicatif du Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques qui ont permis l'augmentation du stock de poissons dans les barrages et retenues collinaires et également les répercussions engendrées par l'augmentation du nombre d'exploitants aux niveau des plans d'eau et d'où l'augmentation de la production aquacole.

Aussi, les activités du secteur de la pêche et de l'aquaculture inscrite dans le programme du Gouvernement 2012-2014 avaient un impact direct sur le développement du secteur et sur l'amélioration des conditions socio-économique des professionnels.

Partant de cette politique de développement qui est menée jusqu'à présent, il s'avère que ce diagnostic a révélé la nécessité de définir de nouvelles priorités, et de les adapter selon une démarche prospective réaliste à horizon 2030. Dans cette vision le secteur de la pêche compte poursuivre l'action déjà menée en faveur de la réorganisation et du développement durable des activités de la pêche et de l'aquaculture, et ce afin de contribuer au renforcement de la sécurité alimentaire, à la préservation et à la création d'emplois, ainsi qu'au développement de l'économie productive nationale.

Grâce à la volonté affichée par le gouvernement pour la promotion et le développement du secteur, le Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques a élaboré le nouveau programme de développement de l'aquaculture marine et d'eau douce à horizon 2020, qui vise une production de plus de 100 000 tonnes de poissons et crustacés et la création de plus de 10 000 postes d'emploi directs. Les aides que le secteur compte attribuer se sont des aides indirects d'accompagnement, et ce par la prise en charge des taux d'intérêts des crédits contractés au niveau des banques et aussi contribuer au financement d'une partie de l'assurance pour les entreprises aquacoles.

4.3. Développement du secteur de la pêche et de l'aquaculture au cours des dernières années (en collaboration avec la FAO - Bilan 2008-2016

- ***Projet sur l'aquaculture désertique (2008-2009)***

Le projet de «Support à l'aquaculture saharienne et valorisation des étangs salés» qui s'est déroulé de novembre 2008 à août 2009 avait pour objectif de développer la pisciculture intégrée (Tilapias) à l'agriculture dans des bassins d'irrigation de 2 palmeraies de la Wilaya de Ouargla, d'effectuer des essais de production d'aliments à partir des matières premières locales et d'effectuer une étude sur les souches locales d'artémia éventuellement utilisables

pour les phases larvaires des espèces d'intérêt commercial pour l'aquaculture marine telles que le bar européen et la dorade royale. En effet, la wilaya d'Ouargla, dispose d'importantes quantités d'eau douce et saumâtre provenant des forages utilisés pour l'irrigation des palmeraies et des cultures sous-jacentes. La disponibilité en eau, les nombreux bassins et canaux d'irrigation ont permis de planifier le développement d'un pôle d'aquaculture saharienne intégrée à l'agriculture, basée sur l'élevage extensif des poissons d'eau douce (principalement de tilapia du Nil et ses hybrides tels que le tilapia rouge) en synergie avec les activités agricoles. Le projet s'est concentré sur deux sites pilotes de la commune de Hassi Ben Abdallah. Vingt cinq paysans-bénéficiaires ont été impliqués pour un total de 6155 m^2 de bassins et un volume correspondant de 5390 m^3. Les résultats de ce projet pourraient s'appliquer aux autres palmeraies de la Wilaya de Ouargla et à d'autres Wilayas du Sud (El-oued, Ghardaia, Biskra, Laghouat et Ilizi), soit à 13 702 paysans, disposant de 6 605 bassins et de 29 859 hectares de terrains agricoles. L'enjeu était donc important. Le projet prévoyait l'ensemencement des bassins de 25 paysans-bénéficiaires et la production d'alevins en hapas. Dès le début du projet, un «Comité de pilotage national» a été constitué afin de coordonner les actions planifiées et d'en assurer le suivi et la continuité. Plusieurs missions sur le terrain ont impliqué un certain nombre d'experts nationaux et internationaux spécialisés sur les différents thèmes (aquaculture désertique, alimentation des poissons, artémia et aspects socio-économiques). De façon plus générale, l'objectif de ce projet était de contribuer, à travers le développement de la pisciculture saharienne des Tilapias, à son intégration avec les activités agricoles, au renforcement des capacités techniques des bénéficiaires, au développement économique, à l'amélioration et à la diversification de l'alimentation des populations locales, grâce à l'augmentation de la ration alimentaire en protéines animales des habitants, ainsi qu'à la création d'emplois dans le but de réduire l'exode rural vers les grandes villes.

- ***Projet sur l'aquaculture désertique et l'aquaculture marine (2013-2014)***

Le projet «Appui technique pour l'élaboration d'un programme national de développement de l'aquaculture dans les zones arides et sahariennes du pays», qui s'est déroulé d'octobre 2013 à janvier 2014, avait pour objectif de faire un état des lieux et une évaluation du potentiel de développement de l'aquaculture saharienne et de l'aquaculture continentale dans les wilayas du Sud de l'Algérie (Ouargla, Ghardaïa, Laghouat, El Oued et Biskra) sur la base des résultats encourageants obtenus au cours du projet précédant. Ces objectifs ont ensuite été étendus au secteur de l'aquaculture marine (Tipaza, Boumerdes, Ain Temouchent, Tlemcen et Chlef).

De façon plus générale, l'objectif de ce projet, à travers plusieurs missions effectuées sur le terrain par des experts en aquaculture saharienne et en aquaculture marine, était de fournir les grandes orientations pour le développement du secteur aquacole dans le cadre de la définition d'une stratégie nationale pour le développement de l'aquaculture sur laquelle le gouvernement était en train de travailler (Plan de développement de l'aquaculture Horizon 2020 – PDAH).

- ***Projet PNUD-FAO***

Le projet PNUD-FAO «Appui à la formulation de la stratégie nationale de développement de la pêche et de l'aquaculture avec une attention particulière à la pêche artisanale 2015-2020», conclu en 2014, concernait principalement le secteur de la pêche. Le rapport sur le secteur de l'aquaculture reprenait les résultats des deux projets précédents. La matrice d'analyse «Forces, Faiblesses, Opportunités, Menaces» (FFOM) préparée pour le secteur de l'aquaculture.

- ***Projet sur l'aquaculture marine (2014-2015)***

Le projet «Appui technique à l'exécution du Programme de développement de l'aquaculture 2014-2015 et Perspectives, filière aquaculture marine», qui a eu lieu de juin 2015 à juin 2016, poursuivait le projet précédent et avait pour but de fournir un appui technique au développement de l'aquaculture marine en Algérie. Le projet concernait toutes les Wilayas de la côte méditerranéenne et avait pour principal objectif de favoriser un développement durable de la pisciculture marine en cages flottantes et de la conchyliculture en mer ouverte. En particulier, le projet a permis d'évaluer les critères utilisés pour la sélection des sites alloués à l'aquaculture, la révision et le démarrage d'un certain nombre de projets aquacoles, l'analyse des besoins en formation. Étant donné l'impossibilité d'approfondir techniquement chaque projet aquacole (ferme marine du CNRDPA, fermes et sites visités, etc.), les aspects liés à la gouvernance du secteur ont fait l'objet de plus d'attention que les aspects techniques.

Tableau I.1 : Les avantages et les inconvénients de l'aquaculture en Algérie **(CNDPA, 2004).**

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

5. Les types de pisciculture

D'après **Fermon (2013),** les types de piscicultures dépendent principalement de l'investissement, de la quantité de poisson produit par unité de surface et de la destination des produits. Ils sont généralement caractérisés par leur degré d'intensification, lui-même défini selon les pratiques d'alimentation; l'aliment exogène représente en effet en général plus de 50% du coût total de production dans les systèmes intensifs. Cependant, l'intensification concerne de nombreux autres facteurs de production, comme l'eau, le foncier, le capital et le travail. Il existe plusieurs types de production piscicole et une première classification peut être établie de la manière suivante:

5.1. Les systèmes de production piscicole extensifs

Ces systèmes sont basés sur la productivité naturelle de l'environnement ou de la structure d'élevage des poissons, sans ou avec très peu d'apports d'intrants. La nourriture est tout simplement fournie par la productivité naturelle du plan d'eau, que l'on favorise très peu ou légèrement. Les apports extérieurs sont limités, les coûts restent faibles, le capital investi est réduit, les quantités de poisson produites par unité de surface sont modestes.

Bref, le contrôle des facteurs de production reste à un bas niveau. Les systèmes d'intégration de rizi-pisciculture appartiennent à cette catégorie extensive, puisque le poisson bénéficie des intrants apportés pour la culture du riz **(Anonyme ,2021).**

5.2. Les systèmes de production piscicole semi-intensifs

Ils reposent sur l'utilisation d'une fertilisation ou sur l'emploi d'une alimentation complémentaire, sachant qu'une part importante de l'alimentation du poisson est fournie in situ par l'aliment naturel. Les élevages associés du type volaille-poisson ou porc-poisson appartiennent typiquement à ce type de pisciculture.

5.3. Les systèmes intensifs et super intensifs

Dans ce système, tous les besoins nutritionnels des poissons sont satisfaits par l'apport exogène d'aliments complets, avec pas ou très peu d'apports nutritionnels issus de la productivité naturelle du bassin ou du plan d'eau dans lequel le poisson est élevé (lac, rivière). L'aliment utilisé dans ces systèmes d'élevage est généralement riche en protéines (25 à 40%); il est par conséquent coûteux.

La pisciculture intensive signifie que les quantités de poissons produites par unité de surface sont élevées. Pour intensifier l'élevage et pour améliorer les conditions, les facteurs de production (aliments, qualité de l'eau, qualité des alevins) doivent être contrôlés. Le cycle de production exige un suivi permanent. Les principales infrastructures d'élevage de ce type de pisciculture sont les enclos ou les cages, avec des taux de renouvellement de l'eau très élevés.

L'évolution d'un système extensif vers un système intensif est liée à l'investissement évolutif global de faible à important. Une autre typologie de production piscicole peut être proposée entre autres:

- ***La pisciculture en étang***

  La pisciculture en étang permet le contrôle de l'eau et facilite la maitrise de la population des poissons. Elle a l'avantage d'assurer l'exploitation rationnelle de tous les niveaux trophiques, car il est en effet possible d'optimiser l'utilisation des ressources naturelles des zones humides par l'intégration de la composante de l'élevage à d'autres sous-systèmes tels que: la riziculture, les cultures maraichères et fruitières. Les produits issus des uns peuvent partiellement servir d'intrant aux autres et contribuer ainsi à une augmentation significative de la production totale de l'écosystème agro-piscicole et donc du revenu des exploitations. De ce fait, le type de pisciculture doit être adapté au pisciculteur, à ses aptitudes et ses moyens. Ainsi, on en distingue deux dont la pisciculture rurale et la pisciculture commerciale.

- ***Pisciculture rurale***

La pisciculture rurale est une pisciculture qui peut couvrir les besoins en protéines animales d'une famille normale, même si l'exploitant ne nourrit absolument pas les poissons **(Nyon Gombe, 2003).** C'est la pisciculture de Papa. Ces étangs seront munis d'un système de vidange. Le type de digue percée plus ou moins perfectionnée est à conseiller.

Au milieu de la digue percée, on peut également utiliser un tuyau en terre cuite ou en bambou servant des déversoirs. La profondeur des étangs sera d'environ 1m près du système de vidange.

- ***Pisciculture commerciale***

Cette forme de pisciculture est conçue en vue de la vente régulière de poissons. Elle se fait dans les étangs dont la superficie individuelle donnera environ la quantité des poissons qui peut être liquidée en une seule fois. D'après **Micha (2006),** les normes pour une pisciculture commerciale sont les suivantes :

- Objectif optimum : pisciculture de 10 ha dont 15 à 30% de la surface selon le niveau d'intensification constituent les étangs de service (reproduction, alevinage).
- Reproduction (6% de surface totale en eau).
- Superficie des étangs 2 à 4 ares ;
- Densité des géniteurs 1 à 5 individu/m² selon l'alimentation et le niveau de supplémentation.
- Poids moyen des géniteurs (♂inférieur 200 g, ♀ supérieur à 200 g).
- Récolte des larves à l'épuisette, ou sennage bihebdomadaire, ou vidange bimensuelle (d'un étang à l'autre si possible).

6. Les espèces les plus utilisées en pisciculture

6.1. Dans les eaux de la mer

6.1.1. Bar (le Loup de mer) :



Figure I.2: *Dicentrarchus labrax* Le Bar
(Anonyme, 2021).

Noble par excellence, ce poisson à chair blanche et ferme est surnommé loup en Méditerranée.

• Poids : de 300 à 450 g et jusqu'à 1 kg et plus.

• Durée d'élevage : entre 20 mois (300/450 g) et 30 mois (1 kg et plus).

• Type d'élevage : bassins à terre en mer du Nord et côte Atlantique, cages en mer Méditerranée **(Anonyme, 2021).**

6.1.2. Dorade royale :



Figure I.3 : *Sparus aurata* (le Dorade royal)
(Anonyme, 2021).

Très prisée par les gourmets, elle est reconnaissable à la tâche sombre à l'origine de sa ligne latérale, à la ligne noire le long de sa dorsale et à sa couronne dorée.

• Poids : de 300 à 450 g et jusqu'à 1 kg et plus.

• Durée d'élevage : entre 20 mois (300/450 g) et 30 mois (1 kg et plus).

• Type d'élevage : bassins à terre en mer du Nord et côte Atlantique, cages en mer Méditerranée **(Anonyme, 2021).**

6.1.3. Esturgeon :



Figure I.4 : *Acipenseridae* (Esturgeon)

(Anonyme, 2021).

L'Esturgeon sibérien est élevé en eau douce (en Aquitaine depuis 1990) mais assimilé à l'aquaculture marine du fait de sa technique d'élevage similaire. Il est reconnu pour sa chair ferme, fine et fondante, blanche et… sans arêtes.

• La production de caviar est passée de 1 tonne en 1997 à 21 tonnes en moyenne, avec une qualité mondialement reconnue.

• Poids : de 700 g à 2 kg pour un poisson entier à fileter / caviar : présenté en boîte de 20 g à 200 g.

• Durée d'élevage : de 14 mois pour le poisson commercialisé à 7 ans pour une femelle apte à donner du caviar **(Anonyme, 2021).**

6.1.4. Saumon :

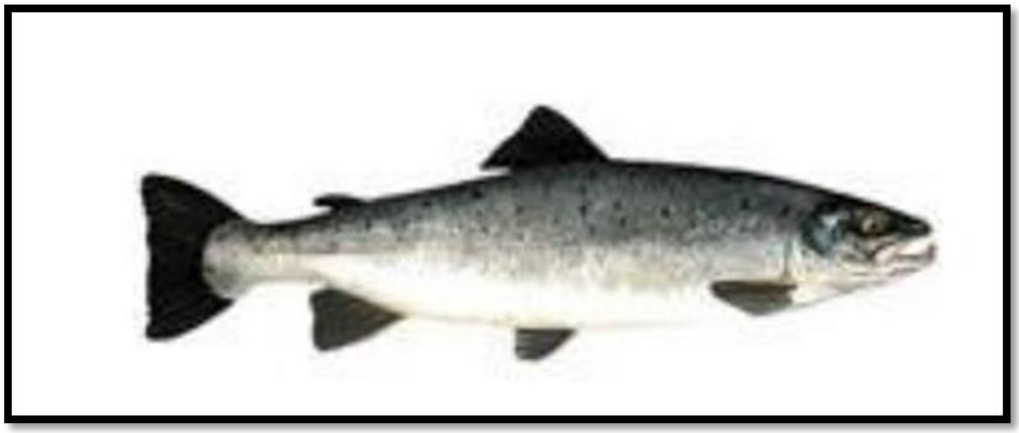


Figure I.5 :*Salmo salar* (le saumon)

(Anonyme, 2021).

De petites quantités de Saumon sont élevées sur le littoral de la Normandie. Né en eau douce, élevé en mer, le Saumon est un majestueux poisson migrateur.

• Poids : 2 à 5 kg.

• Durée d'élevage : 24 mois.

• Type d'élevage : cages flottantes **(Anonyme, 2021).**

6.2. Dans les eaux douces

6.2.1. Carpe commune



Figure I.6 : *cyprinus caprio* (Carpe commune)

• Poids max. : 28 kg

• Taille max. : 50 à 60 cm

• Durée de vie : 40 ans

• Période de frai : Mars-Juin

• Eurytherme

• Omnivore **(MPRH, 2018).**

6.2.2. Carpe Herbivore



Figure I.7: *Ctenopharyngodn idella* (la carpe herbivore)

•Poids max. : 35 kg

• Taille max. : 1,20 m

• Période de frai : Mai-Juin

• Eurytherme

• Herbivore **(MPRH, 2018).**

6.2.3. Carpe argentée :



Figure I.8: *Hypophthalmichthys molitrix* (la Carpe argentée)

• Poids max. : 40 kg
• Taille max. : 1m
• Durée de vie : 40 ans
• Période de frai : Mai-Juin
• Eurytherme
• Omnivore **(MPRH, 2018).**

6.2.4. Carpe à grande bouche :



Figure I.9 : *Cyprinus caprio* (la carpe a grande bouche)

• Poids max. : 40 kg
• Taille max. : 1,20 m
• Durée de vie : 40 ans
• Période de frai : Mai-Juin
• Eurytherme
• Omnivore **(MPRH, 2018).**

6.2.5. Mulet :

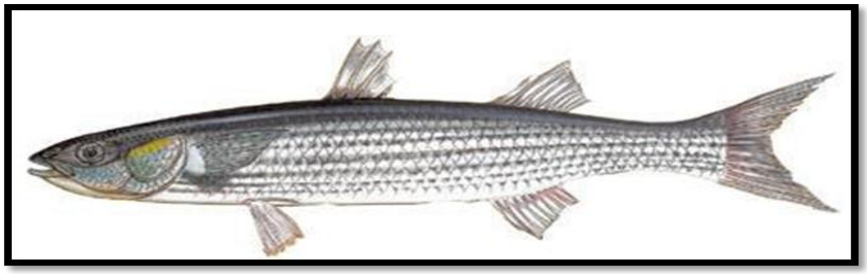


Figure I.10 : *Mugil cephalus(le mulet)*

• Poids moyen : 1 à 1,5 kg (record : 3 kg)

• Taille moyenne. : 20 à40 cm (max : 62 cm) **(Laurent, 2017)**

• Période de frai : mai -septembre

• Sténotherme

• Omnivore **(MPRH, 2018).**

6.2.6. Black Bass :

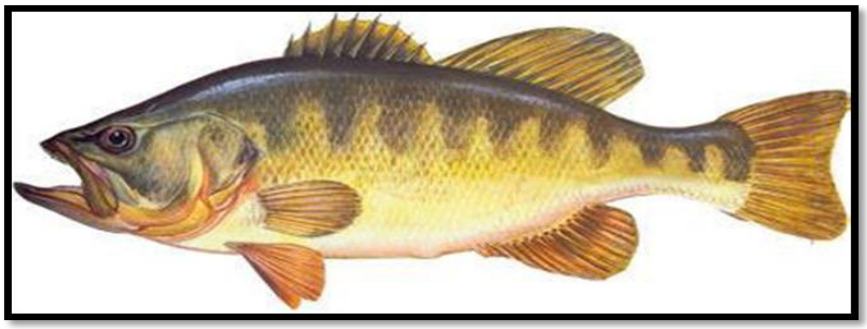


Figure I.11: *Micropterus salmoides* **(**le black Bass)

• Poids max. : 10 kg

• Taille max. : 90 cm

• Durée de vie : 15 ans

• Période de frai : Avril - Juin

• Sténotherme.

• Carnivore **(MPRH, 2018).**

6.2.7. Sandre :

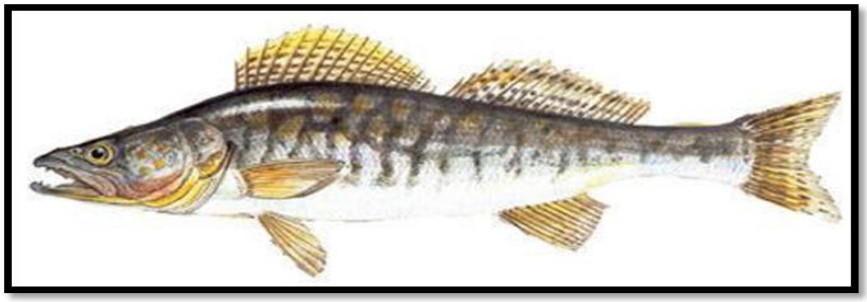


Figure I.12: *Sander lucioperca* (Sandre)

• Poids max. : 40 kg

• Taille max. : 1,20 m

• Période de frai : Mai - Juin

• Eurytherme

• Carnivore **(MPRH, 2009).**

6.2.8. Tilapia :

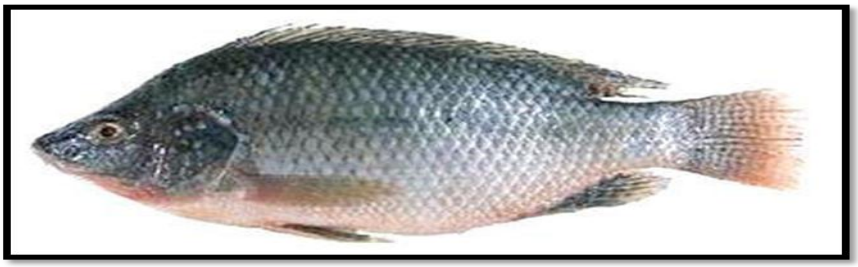


Figure I.13 : *Oreochromis niloticus* (le tilapia)

• Poids max. : 6 kg

• Taille max. : 60 cm

• Durée de vie : 40 ans

• Période de frai : Mai –Juin1

• Sténotherme

• Omnivore **(MPRH, 2009).**

6.2.9. Silure africain :



Figure I.14: *Clarias gariepinus* (Silure africain).

• Poids max. : 60 Kg
• Taille max. : 170 cm
• Durée de vie : 08 ans
• Période de frai : Avril - Juin
• Sténotherme.
• Omnivore **(MPRH, 2009).**

7. Impact socio-économique de la pisciculture

Le développement de la pisciculture permettra de réduire l'impact des activités sur les ressources halieutiques des cours d'eau qui sont difficile de capture tout en générant des revenus aux producteurs **(Mbaye, 2012).** De façon laconique, nous retiendrons, pour l'impact sociologique positif, les paramètres qui suivent :

- Lutte contre la pauvreté.
- Contribution à la sécurité alimentaire surtout pour la population rurale où le déficit en protéines animales est inquiétant.
- Valorisation des potentialités halieutiques.
- La pisciculture peut à côté des poissons pêchés de nos rivières améliorer la consommation des poissons qui, à l'heure actuelle, varie de 3 à 6 kg/personne/an.

Pour l'impact sociologique négatif, nous retiendrons ce qui suit **(Mbangassi, 1978):**

- ✓ Développement d'insectes et autres vecteurs de maladies liées à l'eau (paludisme, bilharziose)
- ✓ Accroissement de la compétition sur l'utilisation des ressources
- ✓ Risques de conflits sociaux avec les populations riveraines
- ✓ Problème de l'utilisation de l'eau en aval
- ✓ Destruction de végétation.
- ✓ Pollution des eaux

7.1. L'impact de l'aquaculture sur l'environnement

En raison de l'expansion rapide et de la pression continue sur les ressources naturelles en eau, l'énergie et les aliments pour animaux, l'aquaculture peut avoir des impacts différents

sur l'environnement. L'aquaculture peut avoir un impact à la fois positif et négatif sur l'environnement. Habituellement, la qualité et la quantité des déchets de l'aquaculture, ainsi que les impacts environnementaux de l'aquaculture, varient selon les espèces d'élevage, les pratiques de gestion utilisées et l'emplacement du système de production, mais aussi sur la qualité et la gestion des aliments.

Les élevages ne sont pas sans conséquence sur l'environnement proche des installations aquacoles. L'impact de celles-ci sur le milieu environnant concernera aussi bien les masses d'eau avoisinantes que les sédiments sous-jacents **(Morin, 2012).**

- ***Les principaux impacts environnementaux***

Les impacts environnementaux négatifs de l'aquaculture sont nombreux, mais les principaux sont:

1**. L'eutrophisation des cours d'eau récepteurs d'effluents piscicoles**, c'est à dire, production excessive de phytoplancton grâce aux nutriments (phosphore, azote, etc.) et aux matières organiques en suspension (MES) apportés par les effluents. Il s'y crée ainsi une compétition pour l'oxygène entre le phytoplancton et les autres organismes aquatiques; compétition souvent défavorable à ces derniers **(Barroin, 1990; Barroin, 2000; Bruinlnett, 2003; Marrsily et Neybeck, 2003).**

2. La pollution biologique (génétique) ou contamination des stocks naturels par des espèces exogènes échappées des exploitations aquacoles. Ces animaux échappés des élevages seraient plus vulnérables dans le milieu naturel. Par ailleurs, les produits de leurs croisements avec les espèces endogènes seraient peu viables (moins de 16% de taux de survie chez le saumon de l'Atlantique) et souvent stériles **(Lutz, 1999; Whoriskey, 2004).**

3. La dépression des stocks sauvages à cause des prélèvements de grandes quantités d'espèces sauvages (krill et autres petits poissons pélagiques) pour l'alimentation des espèces d'élevage, notamment les carnivores. Outre la dépression de la population de ces petites espèces, il y aurait celle des plus grandes espèces à cause de la perturbation des chaînes trophiques dans les écosystèmes aquatiques **(Naylor et al., 2000 ; Whoriskey, 2004).**

4. La contamination microbiologique: transmission de maladies infectieuses par les poissons échappés des élevages aux stocks naturels.

5. La dégradation de l'environnement physique, comme par exemple, les importantes destructions des mangroves par l'industrie crevetticole en Asie **(Treece et Hamper, 2000 ; New, 2003),** la sédimentation et la souillure des fonds des cours d'eau sous les cages d'élevage **(Beveridge, 1987; Brummett, 2003).**

II. La pollution

1. Définition de la pollution

La pollution peut-être définie de plusieurs façons. La pollution de l'eau survient lorsque des matières sont déversées dans l'eau qui en dégrade la qualité. La pollution dans l'eau inclut toutes matières superflues qui ne peuvent être détruites par l'eau naturellement. Autrement dit, n'importe quelles matières ajoutées à l'eau qui est au-delà de sa capacité à le détruire sont considérées comme de la pollution. La pollution peut dans certains circonstances, être causée par la nature elle-même comme lorsque l'eau coule par des sols qui ont un taux élevé d'acidité. Par contre, la plupart du temps ce sont les actions humaines qui polluent l'eau **(FEPS, 2011).**

2. Définition de l'eau

L'eau (H_2O) est un des composés chimiques les plus notables, elle possède des propriétés physico-chimiques inhabituelles. Sur la terre, l'eau existe dans les trois états :liquide, solide et gazeux. Sous sa forme liquide, l'eau constitue les océans, les cours d'eau, les eaux côtières et les nappes phréatiques. Sous sa forme solide, elle constitue, par exemple, la glace des couches polaires. Sous sa forme gazeuse est, en pourcentages variables, l'eau est un des constituants de l'atmosphère **(Bliefert et Perraud, 2001).** L'eau, source et milieu de vie, solvant de lavage et de transport de minéraux, régulateur thermique, l'eau possède des propriétés remarquables et essentielles à tous les êtres vivants et au maintien des propriétés environnementales de la planète terre **(El afri, 2008).**

3. Les eaux d'approvisionnement

Les réserves disponibles des eaux naturelles sont constituées des eaux souterraines (infiltration, nappes), des eaux de surface stagnantes (lacs, retenues de barrages) ou en écoulement (rivières) **(Degremont, 2005).**

a. Eaux de surface

Les eaux de surface sont des eaux qui circulent ou qui sont stockées à la surface des continents. Elles ont pour origine, soit des nappes souterraines dont l'émergence constitue une source, soit les eaux de ruissellement **(Degremont, 2005).** Les eaux de surface sont moins stables, et contiennent des matières minérales et organiques en suspension qui peuvent engendrer désagréments olfactifs et gustatifs. Elles nécessitent un traitement physico-chimique parfois complexe dans des infrastructures importantes.

b. Eaux souterraines

Ce sont les eaux des nappes phréatiques qui correspondent à 22% des réserves d'eaux douces, soit environ 1000 milliard de m^3. Leur origine est représentée par l'accumulation des infiltrations dans le sol qui varient en fonction de la porosité et de la structure géologique du sol **(Aissaoui, 2013).** Contrairement à l'eau de surface, l'eau souterraine n'est pas canalisée comme un ruisseau ou une rivière, mais elle circule en profondeur dans les formations géologiques qui constituent l'espace souterrain. L'eau souterraine est une composante importante du cycle hydrologique; l'eau provenant des précipitations s'infiltre dans le sol, circule verticalement jusqu'à la zone de saturation (nappe phréatique) et se déplace vers la zone naturelle de résurgence (les cours d'eau) située en aval **(Myrand, 2007).**

4. de pollution

Les pollutions engendrées sont très diverses, une classification basée sur leur nature physico-chimique prédominante et les usages de l'eau qui sont à l'origine des pollutions a été établie. Il existe deux principaux critères utilisés pour classer les polluants en milieu marin **(Bendjeddou, 2013). Tableau I.2:** les types de pollution **(Annexe1)**

Type de pollution		*Origine et caractéristiques*
Pollution Physique	***Pollution thermique***	La pollution thermique est une modification de la température du milieu, le plus souvent à la hausse. En général, ce type de pollution est causé par les mécanismes de roidissement des industries et centrales énergétiques qui se traduisent par des rejets d'eau chaude dans l'environnement.
	Pollution Solide	Elle provient des particules solides apportées par les eaux industrielles ainsi que les eaux de ruissellement et issue des décharges de déchets à Ciel ouvert.
	Pollution radioactive	Liée aux rejets des éléments radioactifs par les installations et les centrales nucléaires ainsi que les usines

		de traitement de déchets radioactifs
Pollution chimique	/	Le risque chimique est lié à la présence de constituants géologiques ou de contaminants issus des activités humaines (aménagement, industrie, agriculture). L'utilisation excessive d'engrais pour l'agriculture et l'élevage apporte une présence d'azote et de phosphore en quantité excessive dans les cours d'eau.
Pollution microbiologique	/	La pollution microbiologique a souvent pour source des eaux usées improprement traitées ou des eaux de ruissellement provenant d'installations d'élevage et se déversant dans les cours d'eau. Des épidémies peuvent émerger et limiter les usages que l'on peut faire de l'eau. Par exemple, à Milwaukee, en 1993 (Etats Unie), plus de 400 000 personnes ont souffert de symptômes gastro-intestinaux après avoir été en contact avec de l'eau potable contaminée par le protozoaire *Cryptospridium* **(Haddou, 2010).**
Pollution organique	/	Cette forme de pollution constitue la fraction la plus importante. En effet, elle résulte de l'introduction dans le milieu de substances organiques provenant de diverses activités : industrielles (hydrocarbures), agricoles (engrais azotés et phosphatés) et domestiques (phosphates, matières fermentescibles). La pollution organique de l'eau provenant des eaux domestiques et des industries agroalimentaires provoque une surconsommation de l'oxygène nécessaire à la dégradation de la matière organique et peut entrainer par conséquent la mort de la vie aquatique **(Melghit, 2013).**

La pollution des milieux aquatiques

Suite aux actions humaines, les milieux aquatiques sont modifiés et parfois dégradés. L'altération d'un des paramètres du milieu peut provoquer une perturbation générale de tout l'équilibre naturel. La pollution de l'eau est un des principaux facteurs de dégradation.

Quels que soient les rejets, plus que leur nature, c'est l'état du milieu du moment qui influencera la qualité de l'eau (un rejet polluant, même de faible quantité dans une rivière à faible débit, aura plus de conséquences que ce même rejet dans une rivière en période de hautes eaux).

5. Paramètres d'évaluation de la qualité des eaux

5.1 Les Paramètres organoleptiques

Ces différents paramètres doivent être appréciés au moment des prélèvements et essentiellement par les sens (la vue, le goût et l'odorat). Leur détermination est subjective car elle fait appel aux sens qui sont différents d'un individu à un autre.

- ***La couleur***

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est .dite apparente quand la substance en suspension y ajoute leur propre coloration. Les couleurs réelles et apparentes sont approximativement identiques dans l'eau claire et des eaux de faible turbidité. La coloration d'une eau peut être soit d'origine naturelle (éléments métalliques, matières humiques, microorganismes liés à un épisode d'eutrophisation …. etc.), soit associée à la pollution (composés organiques colorés). Elle est donc très souvent synonyme de la présence des composés dissous **(Thomas, 1995).**

- ***L'odeur et la saveur***

Ces deux paramètres sont regroupés et font appel au même type de traitement. L'odeur et la saveur sont dues à des molécules organiques contenues en très faibles quantités dans les eaux. Ces molécules peuvent être soit d'origine naturelle (métabolites d'algues, etc.), soit d'origine de pollutions domestiques ou industrielles **(Mebarki et Smahi, 2006).** L'eau doit être inodore. Généralement les odeurs désagréables de l'eau résultent de la présence excessive de substances volatiles d'origine biologiques comme H_2S ou industrielles comme le chlore libre actif. La saveur et le goût peuvent être définis comme des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique comme perçu lorsque l'aliment ou la boisson est dans la bouche. Selon les physiologistes, il n'existe que quatre saveurs fondamentales: salée, sucré, aigre et amère **(Gamrasni, 1986).**

5.1 Les Paramètres physico-chimique

Il s'agit des paramètres facilement mesurables et qu'il est généralement utile de connaître. Ces paramètres peuvent être mesurés en continu par des sondes installées dans des stations d'observation de la qualité des eaux **(Gaujous, 1995).**

- ***La Température***

La température est un facteur important dans la réparation de la vie végétale dans les eaux courantes. Ses variations ont une grande influence sur la vie aquatique, en particulier sur les phénomènes respiratoires (les eaux froides étant plus riches en oxygène que les eaux chaudes). Ses variations peuvent tuer certaines espèces, mais également, elles en favorisent le développement d'autres **(Arrigon, 1991).** Une élévation de température peut perturber fortement le milieu (pollution thermique). Elle peut aussi être un facteur d'accroissement de la productivité biologique, qui peut être mis en valeur par l'aquaculture **(Gaujous, 1995).**

- ***Le Potentiel d'hydrogène (pH)***

Le pH est une échelle logarithmique qui varie de 0 à 14. Il traduit l'acidité, alcalinité ou la neutralité d'une eau et mesure l'activité des ions H^+ contenus dans cette eau. Le pH a une influence majeure sur les formes physico-chimiques du métal et des composants métalliques dans l'environnement aquatique, du fait qu'il contrôle la solubilité et la concentration des métaux **(Gendronneau, 2006).**

- ***La conductivité électrique***

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes, elle permet d'apprécier la qualité des sels dissous dans l'eau et nous renseigne également sur les degrés de minéralisation de l'eau **(Guentri et Rahmania, 2015)**. Elle est exprimée en (µS/cm) **(AFNOR, 2001).** Elle dépend des charges de matière organique endogène et exogène, génératrice de sels après décomposition et minéralisation et également avec le phénomène d'évaporation qui concentre ces sels dans l'eau, elle varie aussi suivant le substrat géologique traversé **(Belghiti et al., 2013).**

- ***La salinité***

Elle est définie comme la somme des matières solides en solution contenues dans une eau, après conversion des carbonates en oxyde, après oxydation de toutes les matières organiques et après remplacement des iodures et bromures par une quantité équivalente de chlorure **(Bentekhici et Zebbar, 2008).**

- ***Le taux des solides dissous (TDS)***

Le TDS signifie le total des solides dissous et représente la concentration totale des substances dissoutes dans l'eau. Il est composé de sels inorganique tels que (calcium,

magnésium, potassium et sodium) et des carbonates (nitrates, bicarbonates, chlorures et sulfates) ainsi que quelques matières organiques. Des sources d'eau minérales contiennent de l'eau avec un taux élevé de solides dissous parce qu'elles ont coulé au travers des régions où les roches contiennent beaucoup de sel **(Bouchebbah et Ayache, 2011).**

- ***L'oxygène dissous (O_2 dissous)***

C'est un constituant vital de tous les tissus vivants, végétaux et animaux. Ils ont besoin, pour vivre de dioxygène à l'état libre ou combiné. La présence de matière organique réduit la teneur en oxygène dissous dans l'eau par oxydation à travers un procédé microbiologique **(AFNOR, 2000).** C'est l'un des paramètres les plus sensibles à l'apport de pollution organique dans un cours d'eau **(Bontoux, 1983).** Le dosage de l'oxygène dissous est d'une importance capitale dans les études portant sur la qualité des eaux, et ce, parce qu'il régit les réactions d'oxydoréduction **(Belhadj, 2006).**

La concentration en oxygène est directement influencée par la température et la salinité: une eau moins salée est plus froide dissout relativement plus d'oxygène **(Sacchi et Testard, 1971).**

- ***La Turbidité***

La turbidité est un paramètre organoleptique **(Ghazali et Ziad, 2013),** cette dernière est due à la présence de particules en suspension, notamment colloïdales; argiles, limons, grains de silice, matière organique, etc., qui donnent un aspect trouble à l'eau **(Rodier et *al.*, 2009; Graindorge, 2015).** L'appréciation de l'abondance de ces particules mesure son degré de turbidité **(Rodier et *al.*,**

- ***Les matières en suspension***

Les matières en suspension (MES) constituent l'ensemble des particules minérales et/ou organiques présentes dans une eau naturelle ou polluée. Elles peuvent être composées de particules de sable, de terre et de sédiment arrachées par l'érosion, de divers débris apportés par les eaux usées ou les eaux pluviales très riches en MES, d'êtres vivants planctoniques (notamment les algues). Elles correspondent à la concentration en éléments non dissous d'un échantillon. L'abondance des matières en suspension dans l'eau favorise la réduction de la luminosité et abaisse la production biologique du fait, en particulier, d'une chute de l'oxygène dissous consécutive à une réduction des phénomènes de photosynthèse **(Bouanani, 2005).**

- ***La demande biochimique en oxygène (DBO_5)***

La demande biochimique en oxygène est la concentration, en masse d'oxygène dissous, consommée pour l'oxydation par voie biochimique des matières organiques contenues dans l'échantillon, dans les conditions de l'essai **(Rodier et al., 2009).**

- ***La demande chimique en oxygène (DCO)***

La demande chimique en oxygène est la mesure de la quantité d'oxygène requise pour oxyder la matière organique et inorganique oxydable contenue dans un échantillon **(C.E.A.E.Q, 2016).**

5.3. Substances toxiques et indésirables

- ***Les Nitrites (NO_2^-)***

Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, soit d'une réduction des nitrates **(Rejseck, 2002).** C'est une forme moins oxygénée et moins stable, représentent la forme de passage entre les nitrates et l'ammoniac. C'est une forme toxique **(Belhadj, 2006).** Une eau renfermant une quantité élevée de nitrites supérieure à 1 mg/l est considérée comme chimiquement impure « indice de pollution » **(Baziz, 2008).**

$$2NH_4^+ + 3O_2 \xrightarrow{Nitrosomonas} 2NO_2^- + 4H^+ + 2H_2O$$

- ***Les Nitrates (NO_3^-)***

Les nitrates représentent la forme azotée souvent la plus présente dans les eaux naturelles. Les nitrates constituent la composante principale de l'azote inorganique (N inorganique) ou minéral, lui-même inclus majoritairement dans l'azote globale (NGL) ou azote total (NT) avec une autre composante, l'azote organique (N organique). L'ion nitrate est un composé important entrant dans le cycle de l'azote comme un support principal de la croissance du phytoplancton **(Rodier et al., 2009).**

$$2NO_2^- + O_2 \xrightarrow{Nitrobacter} 2NO_3^-$$

- ***L'ammonium (NH_4^+)***

L'ammonium n'a pas d'effet appréciable sur la santé des consommateurs mais sa présence dans les eaux de surface est un indicateur de pollution. Il doit être éliminé dans les eaux de consommation. **(Belagoun et Daya, 2015).** L'ammonium provient également de l'excrétion des organismes vivants et de la réduction et la biodégradation des déchets, sans négliger les apports d'origine domestique, industrielle et agricole. Les ions ammonium proviennent de la dégradation des protéines animales, des effluents domestiques (urée), etc. **(Abdoulaye et al., 2013)**.

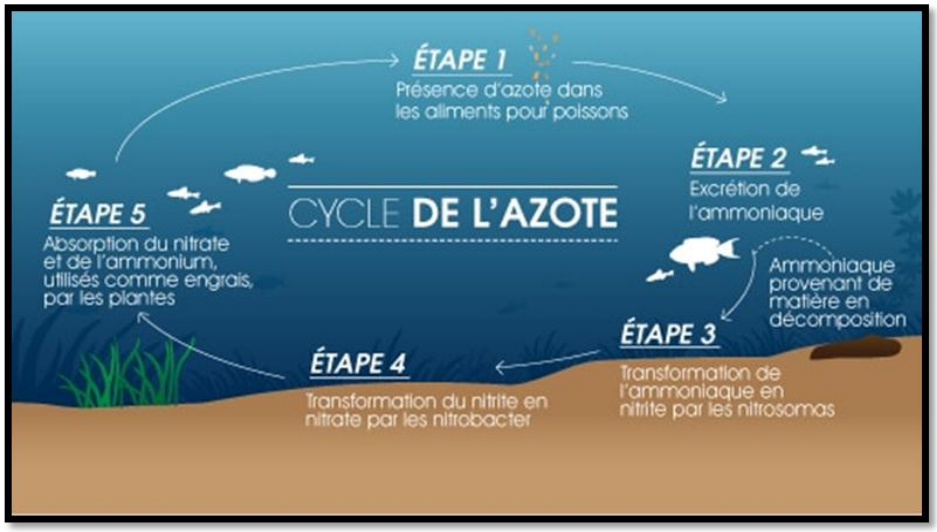


Figure I.15: cycle d'azote dans le milieu aquatique

(Anonyme, 2021).

- ***Phosphates (PO_3^-)***

Les phosphates font partie des anions facilement fixés par le sol. Leur présence dans les eaux naturelles est liée à la nature des terrains traversés et à la décomposition de la matière organique. Il n'y a pas de norme limitant la teneur des phosphates dans l'eau **(Rodier, 2005).**

- ***Les orthophosphates***

Les orthophosphates regroupent les formes oxydées du phosphore ($H_2PO_4^-$, HPO_4^{2}, PO_4^{3}); leur répartition dépend du pH du milieu. Ils représentent la forme du phosphore la plus disponible pour une utilisation par les organismes vivants. Au pH de l'eau douce qui se situe dans une gamme comprise entre 6 et 7, l'ion $H_2PO_4^-$ est l'espèce prédominante **(Calvet, 2003)**.

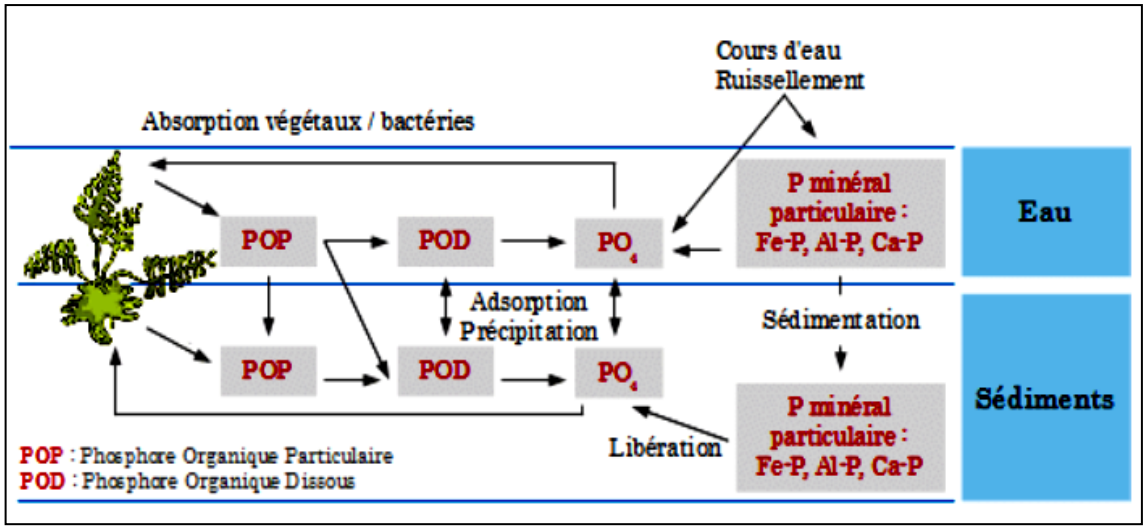


Figure I.16: le cycle de phosphore dans les milieux aquatique (**Fardeau, 2000).**

Les formes organiques et inorganiques du phosphore sont présentes dans le milieu aquatique et subissent diverses transformations de natures biologique et chimique. Les organismes vivants comme le phytoplancton, le zooplancton et les bactéries utilisent le phosphore sous ces deux formes pour assurer leurs fonctions vitales et peuvent excréter du phosphore organique. Leur activité est plus importante en été, lorsque les conditions sont favorables à leur croissance. Le phosphore organique peut, à son tour, être minéralisé ou adsorbé sur les sédiments en suspension. Des échanges se produisent également entre la colonne d'eau et les sédiments du fond. Ces échanges sont régis par les saisons, le climat, l'hydrologie et les spécificités du milieu aquatique **(Sigg et al., 2001)**. En conditions d'aérobiose, les phosphates se complexent aux ions ferriques, et sont stockés dans le sédiment; ce qui contribue à rendre le phosphore limitant. A l'inverse, la baisse importante des teneurs en oxygène dissous peut induire des conditions réductrices du milieu qui favorisent le relargage du phosphore par les sédiments. La spéciation la plus utilisée dans les milieux aquatiques est la distinction du phosphore sous ses formes particulaires et dissoutes, l'ensemble constituant le phosphore total **(Blanchard, 2000)**

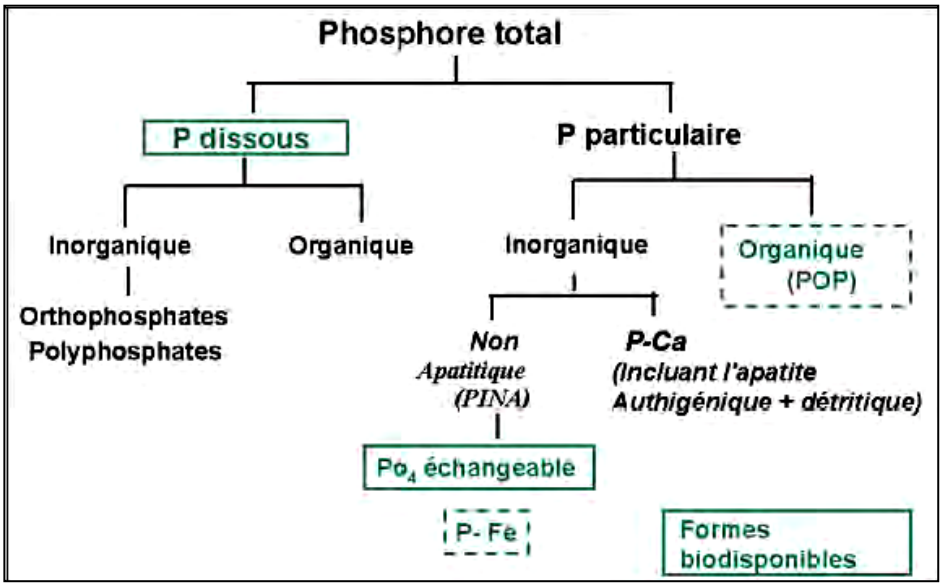


Figure I.17 : Formes biogéochimiques du phosphore

(Calvet, 2003).

III. La pollution due a la pisciculture (est ce qu'il n'y a pas une répétition de cette partie)

1. *L'origine*

L'impact des pisciculture sur le milieu aquatique est essentiellement d'origine nutritionnelle. Il résulte de l'alimentation des poissons qui entraîne la production de déchets solides et dissous. Ainsi, les rejets, qui sont pour l'essentiel constitués de fèces (part non digestible de l'aliment et pertes endogènes) et des produits d'excrétion (produits finaux de l'utilisation métabolique de la part digestible des nutriments ingérés) participent à l'enrichissement du milieu aquatique. Les flux de polluants sont donc directement liés aux quantités d'aliments distribuées et consommées (on peut considérer comme négligeable la part d'aliment non consommé) **(Allsop, 2008).**

2. *Les polluants dans un système d'élevage piscicole*

La taille des particules produites est le critère le plus important vis-à-vis de leur effet polluant dans le milieu d'élevage lui-même et dans l'environnement ensuite. Les grosses particules, de taille supérieure à 80-100 µm, peuvent être facilement retirées du milieu d'élevage et de l'effluent par filtration mécanique peu coûteuse ou par décantation (qui peut intervenir dans le bassin d'élevage lui-même en cas de faibles renouvellements d'eau comme dans le cas des élevages semi intensifs).

Un système de production aquacole est caractérisé par un impact en retour fort et rapide des rejets émis dans le milieu aquatique sur les ressources biotiques et abiotiques nécessaires au bon fonctionnement de l'élevage. Si on les compare à des rejets urbains, les rejets aquacoles sont caractérisés par une extrême dilution des polluants dissous et particulaires mais aussi par une concentration en oxygène dissous généralement proche de la saturation **(Pagand, 1999).**

La pollution chimique des eaux résulte de la libération de certaines substances minérales toxiques dans les cours d'eaux, par exemple: les nitrates, les phosphates, l'ammoniac et autre sels, ainsi que des ions métalliques. Ces substances exercent un effet toxique sur les matières organiques et les rendent plus dangereuses **(Boudjelal et Djoudi, 2003).** Des pertes d'azote sous forme d'azote gazeux peuvent intervenir dans des systèmes moins contrôlés ou qui comportent des zones anaérobies **(Lefebvre, 2000).**

Les très fortes concentrations en NH_4^+ des eaux peuvent se révéler toxiques sur le long terme pour la faune piscicole d'eau douce. N'est pas seulement la forme ammoniaque ionisé NH_4^+qui est la plus dangereuse, mais c'est surtout la forme ammoniaque non ionisée NH_3 qui constitue le plus grand danger dont la proportion dépend du pH et la température **(Rodier, 2005).**

Les sous-produits dissous sont le résultat de l'excrétion, principalement par les branchies et le rein. Les principaux métabolites dissous sont le CO_2 pour le carbone, l'ammoniaque et l'urée (NH_3 et $CO(NH_2)_2$) pour l'azote et les ortho-phosphates PO_4^- pour le phosphore. Le CO_2 rejeté représente environ 50% du carbone ingéré. L'ammoniaque est la principale forme d'excrétion de l'azote (80 à 90%) et chez la majorité des poissons, l'azote excrété représente 50 à 70% de l'azote ingéré. L'excrétion du phosphore ne représente en moyenne qu'environ 20% du phosphore ingéré. L'azote, excrété passivement à travers les branchies, et le phosphore, excrété par le rein (comme la plupart des ions divalents), sont rejetés à des taux qui varient essentiellement en fonction de la qualité de l'aliment, du stade d'élevage et de l'espèce de poisson **(Dosdat, 1992; Company et *al.*, 1999).**

Le schéma ci-dessous **(figure I.18)** explique l'influence des différents paramètres sur le milieu d'élevage.

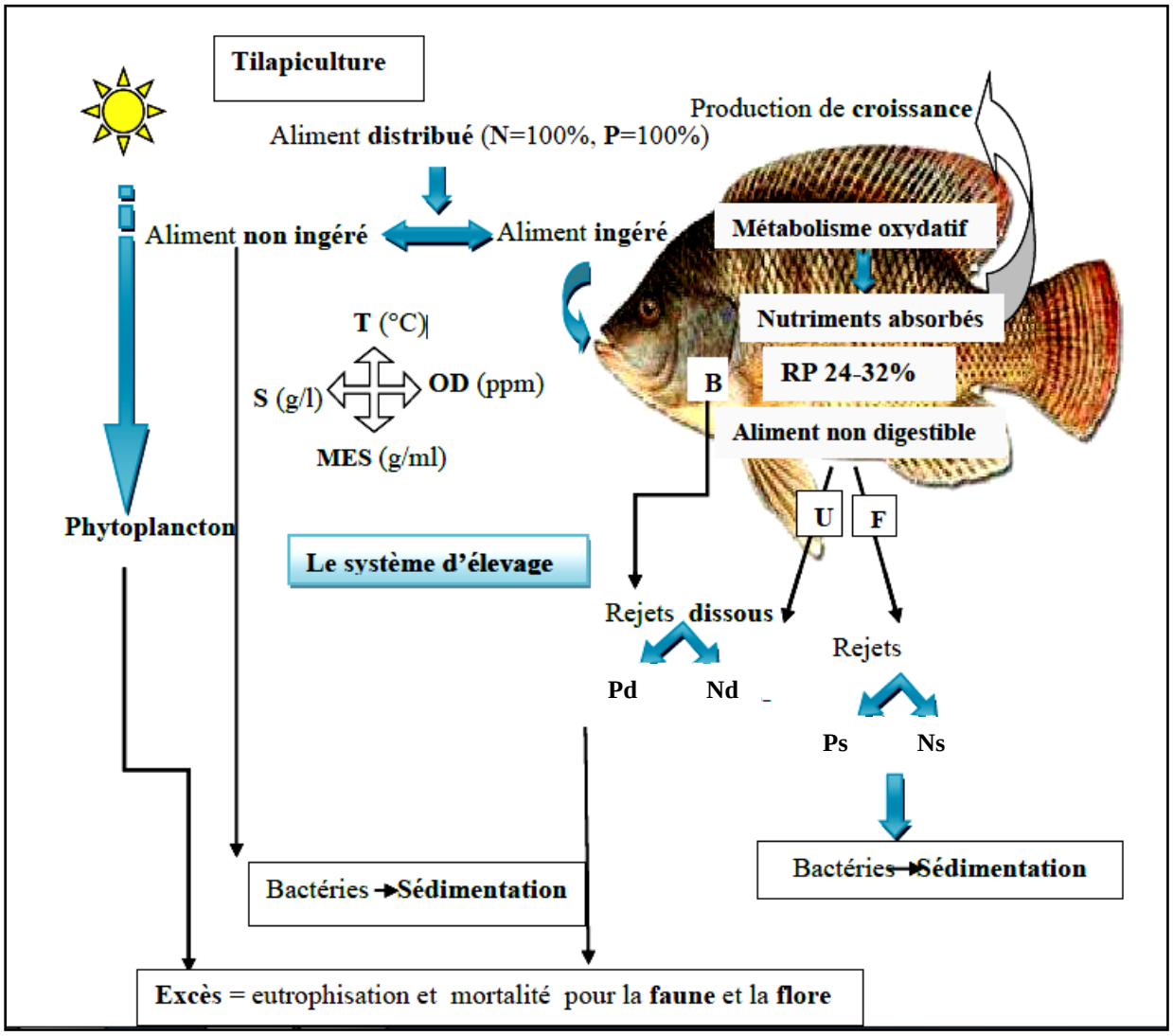


Figure I.18: Schéma explicatif de l'influence des différents paramètres sur le milieu D'élevage **(Baouia et Guemmouli, 2019).**

3. Les types des rejets piscicoles

3.1. Les rejets liés aux poissons

Sont composés de trois parties :

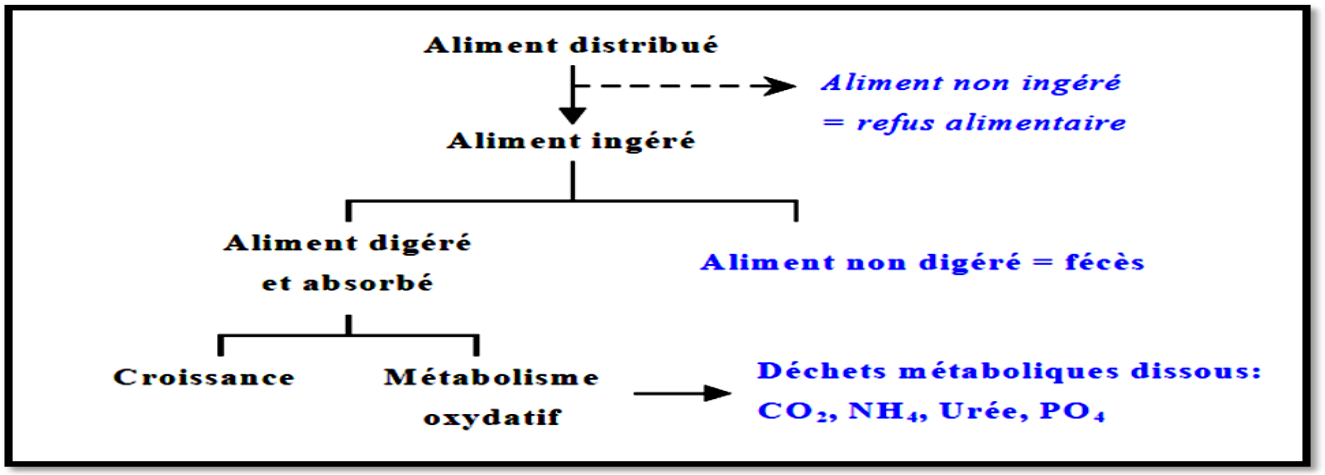


Figure I.19 : Rejets directs des poissons sous forme particulaire et dissoute **(Roque d'Orbecastel, 2008).**

- ***Refus alimentaire***

Le mode, la fréquence et l'heure de distribution de l'aliment, la durée de chaque repas et la quantité d'aliment délivrée (ration alimentaire) conditionnent la quantité d'aliments non ingéré par les poissons. Ces paramètres sont à contrôler afin d'éviter le gaspillage **(Boujard, 2002; Breton, 2005)** et de protéger l'environnement naturel récepteur des effluents piscicoles. La réduction des pertes alimentaires (aliment non ingéré) est un point essentiel de la gestion de la pisciculture tant au niveau environnemental (réduction des rejets) qu'au niveau économique dont l'aliment représente environ 60 % du coût total de production piscicole **(MacMillan et al., 2003).**

- ***Digestibilités et rejets solides***

Les rejets solides des poissons se résument généralement aux fèces, aux bactéries qui les colonisent **(Piedrahita et al., 1996)** et aux fractions d'aliments non ingérées. Les fèces représentent la fraction d'aliments ingérée mais non ou pas digérée. Leurs compositions chimiques (en carbone C, en azote N et phosphore P), leurs caractéristiques physiques (taille, densité, teneur en eau …) et leurs quantités émises dépendent de l'aliment (composition) et du

poisson (espèce, stade de développement, fonctionnement physiologique) **(Emmanuelle, 2008).**

- ***Métabolisme et rejets dissous***

Suite au processus de métabolisme oxydatif des aliments en molécules complexes, les poissons tirent leurs énergies afin d'assurer leurs fonctions physiologiques (croissance, reproduction, etc.) **(Breton, 2005).** Le rendement des réactions de transfert d'aliments en énergie étant inférieur à 100 %, des sous-produits du métabolisme sont rejetés par l'animal sous forme dissoute. Les éléments de ces sous-produits, principalement l'azote, le phosphore, le carbone, les oligo-éléments et métaux traces, peuvent, selon leur flux et le milieu d'accueil, contribuer au pollution du milieu naturel **(Guillaume et al., 1999).**

3.2. Rejets liés au système d'élevage

Les caractéristiques des rejets piscicoles dépendent du type de système d'élevage mis en jeu.Ainsi, pour une quantité de poissons produits, les concentrations en matières solides et dissoutes de l'effluent rejeté, de même que les débits à traiter sont très variables selon le type de système d'élevage utilisé **(Lavenant et al., 1995).** Au niveau des systèmes d'élevage en circuit ouvert traditionnels, ces concentrations sont faibles et les débits de rejet sont importants **(Lavenant et al., 1995).**

Dans les systèmes d'élevage en circuit recirculé, la concentration en substances dissoutes est fonction d'un ratio R, qui représente le degré d'ouverture du système d'élevage et qui est exprimé en m^3 d'eau neuve introduite par kg d'aliment. Plus le ratio R est faible, plus la concentration en matières dissoutes est élevée. Les débits de rejet sont faibles et les débits à traiter sont importants **(Summerfelt et al., 1997).**

L'impact des rejets piscicoles sur l'environnement

Les activités piscicoles affectent l'environnement, nomment la qualité de l'eau, de différentes façons. Les principaux changements observés après l'utilisation de l'eau à des fins piscicoles sont :

- L'augmentation des composés liés au métabolisme du poisson, tels que les déchets organiques, les composés azotés et le phosphore.
- Le changement de la température de l'eau.
- Le changement du pH selon le métabolisme du poisson et la capacité tampon de l'eau.

- L'augmentation des solides en suspension, des solides sédimentables et du phosphore lié aux aliments non ingérés.

La composition, la digestibilité et le taux de conversion des aliments conditionnent en grande partie le niveau des rejets dus à l'activité piscicole, et donc la libération dans le milieu naturel de matières organiques et de nutriments. Ceux-ci peuvent amener des changements dans les écosystèmes, particulièrement l'eutrophisation des milieux aquatiques en raison de la hausse de la charge en éléments, surtout en phosphore. De plus, les opérations de production en pisciculture nécessitent l'utilisation de produits chimiques (désinfectants, fongicides, anesthésiants, antibiotiques, etc.) dont l'impact sur la qualité de l'eau et les organismes aquatiques **(Touati et Khoudja ali , 2020).**

4. Définition d'une norme

Une norme est un critère de référence établi conformément à une réglementation ou une référence minimale, moyenne ou supérieure. Elle permet de comparer une situation par rapport à une valeur seuil et de définir des conditions acceptables par rapport à celle qui ne le serait pas **(Hoffamn et al., 2014).**

Cependant il existe plusieurs types de normes. Pour la qualité des eaux piscicoles et faute d'absence de normes algériennes on a pris comme exemple les normes marocaines des eaux piscicoles –eaux tièdes-

La qualité des eaux piscicoles (Grille marocaine)

Arrêté du ministre chargé de l'aménagement du territoire, de l'eau et de l'environnement n°2028-03 du 10 Ramadan 1424 (5 novembre 2003) fixant les normes de qualité des eaux piscicoles.

Bulletin Officiel n° 5196 du Jeudi 18 Mars 2004

Le Ministre chargé de l'aménagement du territoire, de l'eau et de l'environnement, Vu le décret n° 2-97-787 du 7 Chaoual 1418 (4 février 1998) relatif aux normes de qualité des eaux et à l'inventaire du degré de pollution des eaux, notamment ses articles 1 et 2 ;Après avis des autorités gouvernementales chargées des eaux et forêts et de la santé.

Arrête :

- **Article 1 :** En application des articles 1 et 2 du décret susvisé n° 2-97-787, les normes de qualité des eaux piscicoles sont fixées au tableau annexé au présent arrêté.

- **Article 2 :** Au sens du présent arrêté, on entend par :

Eaux piscicoles : toutes les eaux courantes ou stagnantes dans lesquelles vivent ou pourraient vivre les poissons et mollusques et classées en eaux froides et en eaux tièdes.

Eaux froides **:** les eaux piscicoles dans lesquelles vivent ou pourraient vivre les poissons d'eaux froides tels que les espèces de la famille des salmonidés : les truites, les saumons, les ombres, les corégones …

Eaux tièdes : les eaux piscicoles dans lesquelles vivent ou pourraient vivre les poissons autres que les salmonidés : carpes, brochet, perche, sandre, black-bass, anguille, alose ...

Echantillon composite **:** tout mélange de façon intermittente ou continue en proportions adéquates d'au moins trois (3) échantillons ou parties d'échantillons par jour et dont peut être obtenue la valeur moyenne du paramètre désiré.

- **Article 3 :** Une eau est dite de qualité piscicole si des échantillons de cette eau prélevée à un intervalle régulier et à un même lieu de prélèvement présentent des valeurs de paramètres conformes aux normes de qualité des eaux piscicoles pour au moins :

- 95% des mesures de tous les paramètres ;

- 90% des mesures pour un paramètre donné ;

- si les valeurs des paramètres non conformes aux normes de qualité des eaux piscicoles ne dépassent pas la limite de 50%, exception faite pour la T°, le pH, l'oxygène dissous et les * paramètres bactériologiques.

- **Article 4 :** Le nombre minimal d'échantillons sur la base duquel une eau est dite piscicole est de 12 par an à raison d'un échantillon par mois.

- **Article 5 :** Tout échantillon sur la base duquel l'eau est dite piscicole doit être un échantillon composite de 24 heures.

- **Article 6 :** Les échantillons prélevés lors des inondations, des pollutions accidentelles, ou de catastrophes naturelles ne sont pas considérés pour l'appréciation globale de la qualité des eaux piscicoles.

- **Article 7 :** En cas de nécessité, l'agence de bassin hydraulique concernée peut proposer la fixation pour les eaux piscicoles de valeurs plus sévères que celles prévues par le présent arrêté.

- **Article 8 :** Les paramètres indicateurs de la qualité de l'eau piscicole sont mesurés selon les méthodes normalisées.

- **Article 9 :** L'agence du bassin est chargée de l'application du présent arrêté.

- **Article 10 :** Le présent arrêté est publié au Bulletin officiel.

Tableau II.4 : Grille De Qualite Des Eaux Piscicoles
(Mohamed El yazghi, 2003).

	Paramètres	**Valeurs limités**
		Eaux tièdes
1	**Température(C°)**	**5 <T<30**
2	**pH**	**5 a 9**
3	**Oxygène dissous (mg/l)**	**>3**
4	**Matière en suspension(mg/l)**	**<50**
5	**DCO (mg/l)**	**<30**
6	**DBO5 (mg/l)**	**<6**
7	**Conductivité (µS/cm)**	**<3000**
8	**Ammonium (mg/l)**	**<1**
9	**nitrite (mg/l)**	**<0.5**

CHAPITRE II : Présentation de la zone d'étude

I. Présentation de la wilaya de Médéa

1. Situation géographique

La wilaya de Médéa est située au nord de l'Algérie, Le Chef-lieu de la wilaya est située à 88 km à l'Ouest de la capitale, Alger. Elle s'étend sur une superficie de 8.775,65 Km². Située au cœur de l'Atlas Tellien, la wilaya de Médéa est caractérisée par une altitude élevée et un relief mouvementé enserrant quelques plaines assez fertiles mais de faible extension pour s'estomper ensuite aux confins des hautes plaines steppiques, en une série de collines mollement ondulées.

Une telle position stratégique a fait de Médéa une zone de transit principale et un trait d'union entre le Tel et le Sahara, d'une part, et entre les hauts Plateaux de l'Est et ceux de I'Ouest, d'autre part.

La wilaya de Médéa est limitée par les wilayas suivantes :

- ✓ La Wilaya de Blida au Nord.
- ✓ La wilaya de Djelfa au Sud.
- ✓ Les wilayas d'Ain Defla et Tissemsilt à l'Ouest.
- ✓ Les Wilaya de M'sila et Bouira à l'Est. **(D.E-Médéa,2021).**



Figure II.1: la situation géographique de la wilaya de Médéa **(D.E-Médéa, 2021).**

2. Le relief

La Wilaya de Médéa peut être découpée en quatre (04) zones naturelles :

2.1. Le tell montagneux

Il forme une bande quasi –continue ceinturant la wilaya à l'Ouest et au Nord, depuis l'Ouarsenis jusqu'au massif de Tablat. C'est une région au relief marqué, au climat rude, peu peuplée. Région forestière, l'arboriculture, la céréaliculture et l'élevage ne sont pratiqués qu'à la faveur de dépressions alluviales ou de replats colluviaux.

2.2. Le tell collinéen

Située au cœur de la wilaya, c'est une région de peuplement qui de tout temps a eu une vocation agricole, la polyculture y est de mise; vigne et arboriculture sur les terres légères, céréales et fourrages sur les terrasses alluviales des principaux oueds.

2.3. Les plaines du tell

Traditionnellement vouées à la céréaliculture, les plaines de Beni Slimane et Merachda sont enchâssées à l'intérieur du tell collinien. La mise en valeur de ces plaines a permis d'implanter la polyculture associant cultures à sec et en irrigué ainsi que le développement et l'élevage.

2.4. *Le piémont méridional du tell*

Caractérisé par une pluviométrie irrégulière située entre 300 et 400 mm, le piémont s'affirme comme une zone de transition vers les hautes plaines steppiques où la céréaliculture est la plus répandue.

3. Le climat

Le climat de Médéa se distingue par des caractéristiques dues à de nombreux facteurs qui sont entre autres :

- ✓ Son altitude qui atteint 1240 m au-dessus du niveau de la mer (sommet de Benchicao).
- ✓ Sa position sur les monts de I 'Atlas tellien.
- ✓ Son exposition aux vents et aux vagues de courants venant de I 'Ouest.

Médéa dispose, aux égards de ces facteurs, d'un climat méditerranéen semicontinental, froid et humide en hiver, tempéré au printemps et chaud et sec en été. Elle reçoit une quantité considérable de pluie atteignant 500mm par an, avec une moyenne de pluviométrie élevée, particulièrement en décembre, janvier et février. La neige quant à elle, recouvre régulièrement la hauteur de Benchicao, située à une altitude de 1240 m.

4. La géologie

Sur le plan géologique, la région de Médéa s'inscrit dans le cadre de formation de la chaine tellienne. Elle se compose d'unités structurales différentes, de part leur faciès, le contexte sédimentaire et leur évolution. Parmi les formations géologiques les plus importantes que l'on retrouve dans la wilaya on a : **(D.E-Médéa, 2021).**

4.1. Le trias

Constitué de gypse et mêle le plus souvent à des dolomies et des cargneules. Les instructions les plus importantes sont :

- ✓ Le Djebel Zerga, près de Boughezoul.
- ✓ Le bled Harmela à Tletat Douair.
- ✓ Le Mallegrassoum d'Ain Boucif.
- ✓ Le Gisement d'El-Aziza.

4.2. Le crétacé inferieur

Cette unité constitue la partie nord de la wilaya, c'est-à-dire l'Atlas Blidéen et le prolongement de la chaine Bibans. Elle se présente principalement, sous trois faciès lithologique, qui sont les marnes, les argiles et localement dans des proportions moindres des calcaires, des schistes et des quartzites, les zones les plus vulnérables sont :

- ✓ Les Djebels Hadda d'après de Souaghi.
- ✓ Le Djbel M'chelfak au sud de Guelb el Kebir.

4.3. L'unité Epi-tellienne

Cette unité fait suite à l'unité précédente, elle va du crétacé jusqu'à l'éocène, elle présente un faciès essentiellement marneux et rarement des calcaires à silex. De cette prédominance de roches tendres et facilement évocable, il en est issu un relief collinaire avec des sommets arrondis. Font partie de cette unité les collines de Berrouaghia et de Seghouane, ainsi que les monts d'Ouled Hellal.

4.4. Les unités gréseuses

Les formations gréseuses affleurent sur de grandes surfaces dans la wilaya de Médéa. Elles constituent l'ossature des chaines de montagne orientales et méridionales, ainsi que le plateau de Médéa. Ces unités gréseuses présentent plusieurs faciès:

- ✓ Les grés numidiens,

- ✓ Les grés du miocène de Médéa.

4.5. La formation quaternaire

Formations récentes, détritiques composées essentiellement d'éléments fins remaniés, (Argiles, limons, sables et graviers), elles constituent la couverture superficielle des plaines, des glacis et des terrasses.

5. L'occupation du sol

La superficie totale des terres agricoles est de l'ordre de 338.630 hectares, soit 38,6% de la surface totale de la wilaya, ces terres agricoles se répartissent comme suit :

5.1. Les plantations pérennes

Elles représentent 27.409 hectares, elles sont localisées particulièrement au niveau deszones de montagne (Médéa – Benchicao) et les plaines. En plus du vignoble et de l'olivier, onretrouve pratiquement toutes les espèces, que ce soit les arbres à pépins (pommier, poirier, figuier), ou à noyaux (abricotier et amandier) **(D.E-Médéa, 2021).**

5.2. Les cultures annuelles

Qui s'étendent sur environ 310.430 hectares, elles représentent les grandes cultures (Céréales, et fourrages), qui occupent 141.052 hectares et la jachère qui est cultivée enrotation ou utilisée comme pacage, occupant 169.378 hectares **(D.E-Médéa, 2021).**

5.3. Les forêts et les maquis

Ils occupent la partie nord et la partie centrale de la wilaya, qui correspondent aux zones montagneuses. Représentées par une partie de l'Atlas Blidéen où l'on retrouve les forêts de Médéa, Tamezguida, El Hamdania, Tablat, l'extrémité orientale de l'Ouarsenis, avec les forêts des Ouled Hellal et Ouled Antar, ainsi que les forêts et maquis de Berrouaghia, de Benchicao, de Ouzera …, et enfin l'amorce de la chaîne des Bibans, qui englobe les alentours de Sidi Ziane, Sidi Zahar, Djouab et plus au sud à Ain Boucif, Kef Lakhdar, et Tafraout. Les formations végétales que l'on rencontre dans ces massifs sont le pin d'Alep, et un degré moindre le chêne vert et le chêne liège. L'oléastre, le genévrier, le lentisque, et d'autres formations végétales basses forment les sous-bois. L'ensemble de ces formations végétales qui forme les forêts et les maquis, s'étend sur une superficie de 149.500 hectares **(D.E-Médéa, 2021).**

5.4. Les parcours

Ils occupent 292.378 hectares, soit plus du tiers (1/3) de la surface totale de la wilaya. Les principaux faciès mis en évidence sont : **(D.E-Médéa, 2021).**

- ✓ Le faciès à *Stipa tenacissima* (Alfa), avec une superficie de 85.203 hectares.
- ✓ Le faciès à association *Noaea mucronata*et *Atractylis serratuloides, Peganum harmala*, (Harmal) et Psammophyles**,** avec une superficie de 6.788 HA.
- ✓ La steppe de dégradation**,** avec une superficie de 120.565 hectares,
- ✓ La steppe à Halophyte, avec une superficie de 14.605 hectares,
- ✓ Les défrichements, sur une superficie de 29.200 hectares,
- ✓ Les sols érodés, sur une superficie de 32.400 hectares.

Les parcours steppiques sont dans leurs ensembles très pauvres en couvert végétal, la cause première étant la sécheresse, et le phénomène est accentué par le surpâturage et les labours.

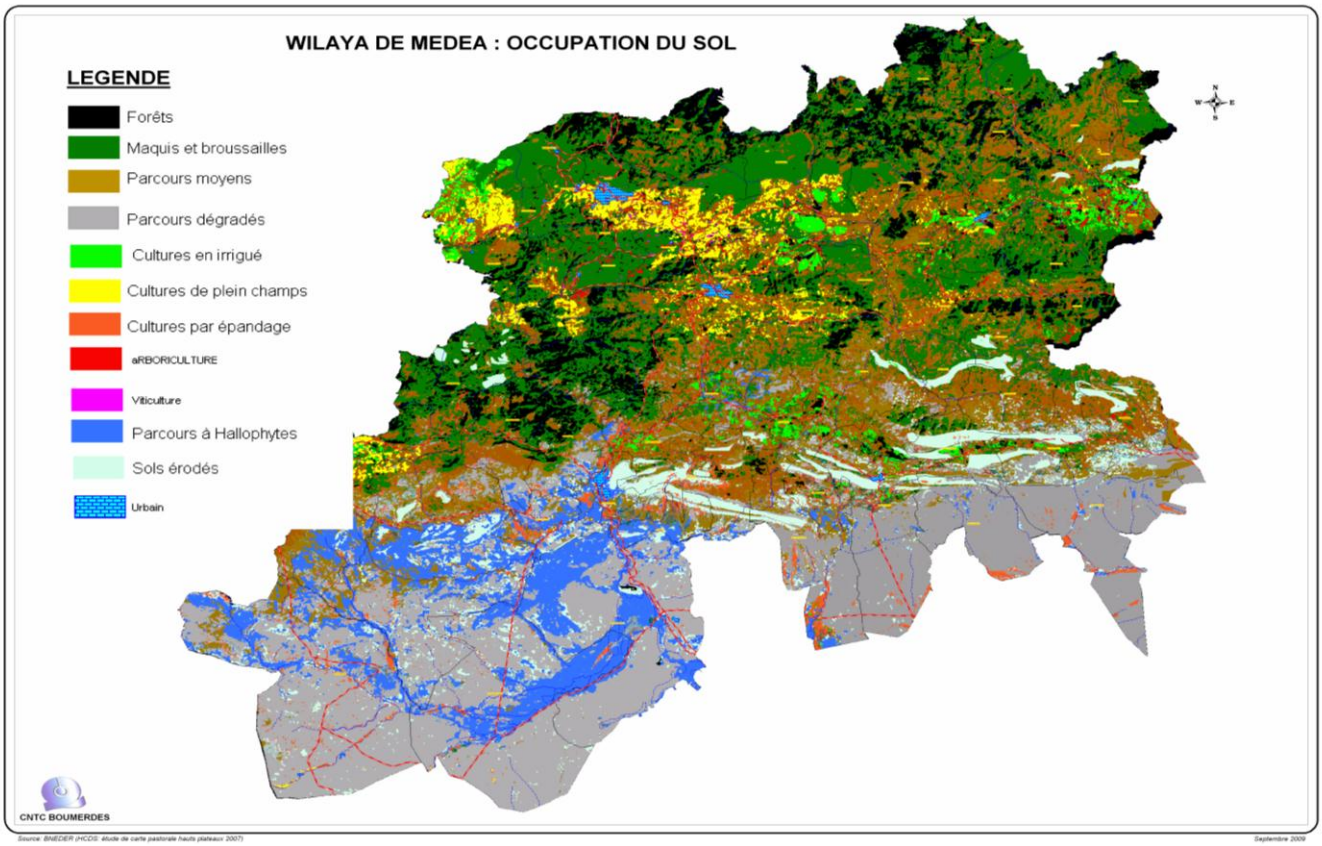


Figure II.2: carte d'occupation de sol
(D. E-Médéa, 2021).

6. Hydrographie

Du point de vue hydrologique, la wilaya de Médéa chevauche sur quatre grands bassins versants à savoir :

6.1. Le bassin versant de l'Oued Chellif

Le bassin versant de l'oued Chellif qui traverse la wilaya de Médéa dans sa partie occidentale, de direction générale Nord-Sud, Il s'écoule du Sud de Chahbounia, où il est dénommé Nahr el Ouassel, jusqu'au barrage de Boughezoul. En aval de ce barrage, Nahr Ouassel prend le nom d'oued Chellif, et se dirige vers le nord, pour matérialiser un peu plus au nord la limite ouest de wilaya avec celle Ain Defla. Juste en quittant le territoire de la wilaya de Médéa, il bute sur la digue du barrage Ghrib dont une partie du lac de ce barrage se trouve dans la wilaya de Médéa. Plus de la moitié, soit 451200 hectares de la wilaya de Médéa, se situe dans ce grand bassin versant. On retrouve six sous bassins versant, qui touchent à des degrés différents la wilaya de Médéa. Ce sont :

- ✓ Sous bassin versant de Daïa el Firania,
- ✓ Sous bassin versant de Daïa Boughzoul,
- ✓ Sous bassin versant d'oued Cheliff Djelil,
- ✓ Sous bassin versant d'oued Cheliff Ghrib,
- ✓ Sous bassin versant d'oued Cheliff Harbil,
- ✓ Sous bassin versant d'oued Derdeur,

6.2. Le bassin versant de l'Oued Isser

Le bassin versant de l'Oued Issir qui couvre une superficie d'environ 266880 hectares de la wilaya de Médéa. Le cours amont et moyen de l'Issir porte le nom d'oued El Malah, c'est-à-dire dans toute sa partie située dans le territoire de la wilaya de Médéa. C'est un oued à écoulement pérenne, et qui prend naissance sur le versant nord des monts situé dans le sud-est de la wilaya, au nord d'Ain Boucif, à Kef Lakhdar, pour se diriger vers le nord, puis vers le nord-est. Il draine la vaste plaine de Beni Slimane. Dans ce bassin on trouve quatre sous bassins :

- ✓ Sous bassin versant d'oued el Melah Kerza.
- ✓ Sous bassin versant d'oued el Melah Yagour.
- ✓ Sous bassin versant d'oued Zeroua.
- ✓ Sous bassin versant d'Isser Moyen.

6.3. Le bassin versant des Côtiers Algérois

Le bassin versant des Côtiers Algérois rassemble plusieurs sous bassins. La partie de ce bassin, située dans la wilaya de Médéa, couvre une superficie de 60.400 hectares et est constituée d'Ouest en Est, des parties amonts des sous bassins de : l'oued Djer Bouroumi, l'oued el Harrach, amont ; l'oued Chiffa, l'oued el Harrach maritime et le côtier Cap Matifou. Dans cette partie de la wilaya, l'oued Chiffa est le plus important cours d'eau, il traverse l'Atlas Blidéen par les gorges qui portent le même nom. C'est un affluent du Mazafran, qui se déverse en méditerranée. La lame d'eau écoulée dans cette zone de la wilaya varie de 150 à 200 mm par an.

6.4. Le bassin versant de Chott el Hodna

Dans ce bassin, la wilaya de Médéa, est concernée par deux sous bassins : Le sous bassin de l'oued El Ham, et le sous bassin de l'oued Sbisseb. Ces deux sous bassins couvrent environ 99 115 hectares du territoire de la wilaya de Médéa. La lame d'eau écoulée moyenne du bassin, à Chellalat El Adhaoura est de 20 mm par an. Le réseau hydrographique formant ces bassins est relativement dense. Les plus importants Oueds sont des cours d'eaux exoréiques, qui se jettent donc en mer méditerrané, tels que : le Chélif, la Chiffa, le Mazafran et l'Isser.

Les oueds du Sud de la Wilaya sont de moindre importance, sont endoréiques et se jette dans le chott el Hodna, situé plus au sud. Le plus important est l'oued Sbisseb, affluent de l'oued Laham. Le régime d'écoulement des oueds de la wilaya de Médéa est caractérisé par une forte irrégularité tant à l'échelle interannuelle qu'interannuelle. Au cours de l'année, les oueds ruissellent lors de la saison pluvieuse et enregistrent des crues catastrophiques dans plusieurs régions de la Wilaya, alors que durant la saison sèche, ils se réduisent à de minces filets d'eau **(D.E-Médéa, 2021).**

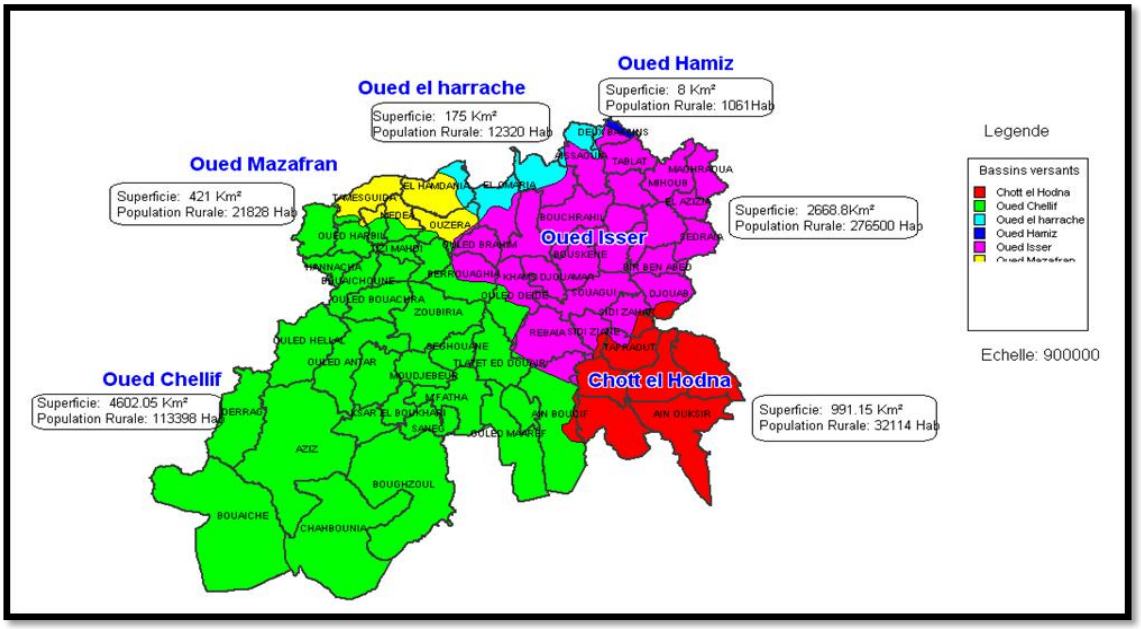


Figure.3 : Carte des bassins versants de la wilaya de Médéa
(Services Hydrauliques – Médéa, 2021).

6.5. Les ressource en eaux superficielles

Les potentialités en eaux de surface de la wilaya de Médéa sont estimées, pour une année de pluviosité moyenne, à 394 millions de m^3. La ressource en eau superficielle mobilisée à la wilaya de Médéa est de 27 millions de m^3, dont environ 07 millions de m^3 provient des transferts d'autres Wilayas. Les ouvrages de mobilisation contribuant à l'approvisionnement en eau, de la wilaya, pour différents usages sont de quatre types :

- ✓ Les barrages destinés à l'alimentation en eau potable et industrielle, ainsi qu'à l'irrigation.
- ✓ Les retenues collinaires destinées uniquement à l'irrigation et servant dans certaines régions du Sud de la Wilaya à l'abreuvement du cheptel et à la lutte contre les incendies.
- ✓ Les prises au fil d'eau, destinées uniquement, à l'irrigation.
- ✓ Les sources qui sont, utilisées dans la wilaya de Médéa pour l'irrigation (petite et moyenne hydraulique). **(D.E-Médéa, 2021).**

6.5.1. Barrages et Prises

❖ ***Barrage de Ladrat***

Ce barrage est situé à l'Est de Médéa, à environ 5 Km au Sud-Ouest d'El Omaria, sa capacité actuelle est de 8.47 hm^3.

❖ ***Barrage de Boughezoul***

C'est un barrage en terre ancien (mis en service en 1934), sur Oued Nahr Ouassel. Sa capacité actuelle est de 20,27 hm^3.

❖ ***Barrage de Ghrib***

Ce barrage est situé dans la wilaya de Ain Defla, sur l'oued Chlef, c'est un barrage en enrochement avec une capacité initiale de 280 hm^3, mais du fait du fort envasement qu'il a subi, sa capacité actuelle n'est que de 116 hm^3. Il est destiné actuellement, à l'alimentation en eau potable et industrielle des communes de la wilaya de Médéa (couloirs de Médéa et de Berrouaghia) et à l'irrigation du périmètre du haut Chellif, il est connecté au barrage de Bouharoun.

❖ ***Prises de la Chiffa et de Harbil***

Ouvrages de dérivation vers le barrage de Bouroumi ayant des capacités respectives de 10 et 1,8 m3/s. Dans la Wilaya de Médéa, les prises au fil de l'eau permettent d'irriguer une surface de petite et moyenne hydraulique de 1253 Hectares.

❖ **Petits barrages et retenues collinaires**

La Wilaya de Médéa compte 20 petits barrages totalisant une capacité actuelle de 18 hm3 et 50 retenues collinaires totalisant une capacité de: 3,8 hm3 **(D.E-Médéa, 2020).**

6.5.2. Les ressource en eaux souterraines

❖ **Les systèmes aquifères de la Wilaya de Médéa**

Les potentialités en eaux souterraines potentielles de la wilaya de Médéa sont estimées à environ 30 hm^3, les principaux aquifères de la wilaya sont :

a) Conglomérats miocènes de Médéa

Situé à environ 15 Km à l'Est de la ville de Médéa, cet aquifère est limité au Nord par l'Atlas Blidéen et au Sud par les monts de Berrouaghia et s'étend sur environ 280 Km^2, de la localité de Mahdjoub au Sud Ouest jusqu'à la localité d'El Omaria au Nord Est. L'aquifère

fait partie du bassin néogène d'El Omaria qui fait suite au bassin de Médéa, l'aquifère donne lieu à plusieurs émergences.

b) Calcaires de Berrouaghia

Situés au Nord de la ville de Berrouaghia, ils s'étendent d'Oued El Mellah à l'Ouest, jusqu'à l'extrémité Ouest de la chaine des Bibans à l'Est sur une superficie d'environ 15 Km². Les ressources en eaux de cet aquifère sont assez modestes, elles sont estimées à environ 3,2 Hm^3/an.

c) Plaine de l'Oued Mellah (Plaine d'El Khemis)

Située dans le bassin versant de l'Oued Isser à l'Ouest de la plaine de Beni Slimane. Elle est distante de quelques 10 Km de la ville de Berrouaghia (Cote Est) et s'étend sur une superficie d'environ 95 Km². La nappe présente une perméabilité très faible sur presque la totalité de son étendue, des zones de meilleure transmissivité pourraient être retrouvées dans les terrasses alluviales contemporaines de la plaine. La recharge de la nappe par les précipitations dans l'ensemble de la région est de l'ordre de 50 mm /an correspondant à une recharge d'environ 4 Hm^3//an.

d) Plateau de Médéa

Localisé au Nord de la ville de Médéa, à quelques 90 Kilomètres au Sud Est d'Alger, il s'étend sur une superficie d'environ 15 Km². La nappe est contenue dans des grés très poreux à la base et encore plus perméables vers le sommet, elle est exclusivement alimentée par la pluviométrie et a pour exutoire principale les sources situées sur la bordure SW du plateau et de nombreux puits. La recharge directe de l'aquifère est très importante compte tenu de la forte porosité des grés et du niveau de fissuration important au sommet, la ressource potentielle de cet aquifère est de 1 Hm^3/an. **(ADE, 2020).**

7. Les secteurs d'investissements dans la wilaya

7.1. Le secteur de l'agriculture

La surface agricole totale de l'ordre de 773.541 Ha et une S.A.U de 337.750 Ha et un relief correctement arrosé constituent des potentialités en vue de nouvelles pratiques de l'agriculture intensive et d'échelle. A cela, s'ajoute l'activité pastorale pratiquée sur une superficie de parcours de plus de 200.000 Ha située dans la zone sud de la wilaya.

Les opportunités d'investissement dans le secteur peuvent sommairement s'envisager à travers les axes suivants :

- ✓ Production tri et distribution des semences sélectionnées.
- ✓ Réalisation d'un complexe bovin laitier.
- ✓ Récupération et transformation des sous-produits des abattages.
- ✓ Conditionnement, tri séchage, stockage, de produits agricoles. Etc…

7.2. Le secteur du tourisme

Avec des sites touristiques naturels, pittoresques et enchanteurs, la wilaya offre des opportunités d'investissement indéniables. Forte d'un potentiel touristique et d'un patrimoine culturel diversifié mais qui demeure sous-exploitée en dépit de son apport à l'économie locale, la wilaya de Médéa compte mettre à profit ces atouts pour relancer le secteur touristique dans la région et au-delà, fructifier les richesses qu'elle recèle.

Un diagnostic exhaustif des potentialités locales en matière de tourisme a permis d'identifier certains types d'activités susceptibles d'être développées, notamment le tourisme de détente et de loisirs qui suscite, depuis quelque temps un intérêt particulier de la part d'investisseurs potentiels.

Avec des sites touristiques naturels pittoresques et enchanteurs, qui parsèment les régions de Tamesguida, Tibhirine, El Haoudine (Deux-Bassins), El Fernen, Benchicao, Kef Lakhdar, Ouled Antar et tant d'autres sites, restés à l'état «sauvage», la wilaya de Médéa offre de ce point de vue des opportunités d'investissement indéniables.

Outre la création de zones d'extension touristiques pour inciter les investisseurs à venir s'installer sur place, les actions préconisées dans le sillage de cette perspective de relance du secteur, accordent une priorité à l'infrastructure d'accueil qui, eu égard à l'offre actuelle, mérite, selon les responsables concernés, un plus grand effort afin de réunir les conditions requises sur le plan des prestations de service et de l'accueil **(D.E-Médéa ,2021).**

7.3. Le secteur de l'industrie

C'est dans les centres urbains à fort réseau de communication qu'est développé le tissu industriel, deux variables intimement liées. C'est sur l'axe routier RN1 que la presque totalité des unités industrielles d'envergures nationales et régionales sont implantées.

- Industrie pharmaceutique à Médéa
- Industrie mécanique à Berrouaghia
- Industrie céréalière à Ksar El Boukhari

La wilaya recèle aussi d'énormes gisements offrant des opportunités d'investissement indéniable. Il s'agit principalement des :

- Gisement de gypse à Médéa, Tablat, Ouzera, Seghouane et Guelb El Kebir
- Gisement d'argile à Médéa, Boughezoul, Zoubiria, Tablat, Oumaria, Kef_Lakhdar Et Ain_Boucif.
- Gisement de sable à Boughezoul et Chahbounia.
- Carrière de pierre taille à Derrag.

Dans ce domaine industriel, plusieurs opportunités sont offertes:

- Production de brique, tuiles et carreaux
- Production d'agrégats, de gypse, de sable etc.…

II. Présentation de la commune de « BENCHICAO»

1. Situation géographique

La commune de Benchicao est située dans l'Atlas tellien dans l'Atlas Blidéen caractérisée par une altitude élevée et un relief mouvementé enserrant quelques plaines assez fertiles mais de faible extension pour s'estomper ensuite aux confins des hautes plaines steppiques, en une série de collines mollement ondulées. Elle est à environ à 12 km au sud de chef-lieu de la Wilaya de Médéa et à 100 km au sud-ouest d'Alger. Elle est limitée au Nord par la commune d'Ouzra, à l'Est par la commune d'Oued Brahim, au Sud par la commune Berrouaghia et à l'Ouest par les communes de Si Mahdjoub et Tizi Mahd

2. Caractéristiques climatiques générales

La région de Benchicao est caractérisée par un relief accidenté et des pentes plus ou moins importantes, avec une altitude qui varient entre 1000 m et 1200m (zone montagneuse de l'atlas tellien).

- ✓ Le climat de la région de Benchicao est caractérisé par :
- ✓ Un automne assez doux et pluvieux.
- ✓ Un hiver très froid, pluvieux, neigeux avec des gelées noires.
- ✓ Un printemps assez pluvieux avec quelques gelées tardives (gelées blanches).
- ✓ Un été sec et chaud.

La température

Les températures de la zone étude collectées durant la période 1990-2015 sont récapitulées dans le Tableau, elles éprouvent d'énormes balancements au cours des mois de l'année. Les températures sont exprimées par les températures des minimas du mois le plus froid (m) et les températures des maximas du mois le plus chaud (M) ainsi que les températures moyennes. Les températures moyennes mensuelles ont un minimum (1.005°C) en janvier et un maximum (M) en juillet (35.23°C).

Tableau II.1 : Température mensuelles maximale (Max), Minimale (Min) et moyennes (moy) de la commune de Benchicao 1990-2015 **(ONM. Médéa.2020).**

	Jan	**Fév**	**Mars**	**Avril**	**Mai**	**Juin**	**Juillet**	**Aout**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dec**	**Annuel**
T max	8.71	9.71	14.2	15.5	22.26	30.37	35.23	33.26	2.99	21.9	11.37	8.09	19.57
T moy	1.005	2.37	3.96	6.34	9.62	15.32	17.03	17.74	11.75	4.14	3.76	2.79	7.98
T min	4.58	6.04	9.80	10.92	15.94	22.8	26.1	25.5	18.37	12.66	7.56	5.44	13.75

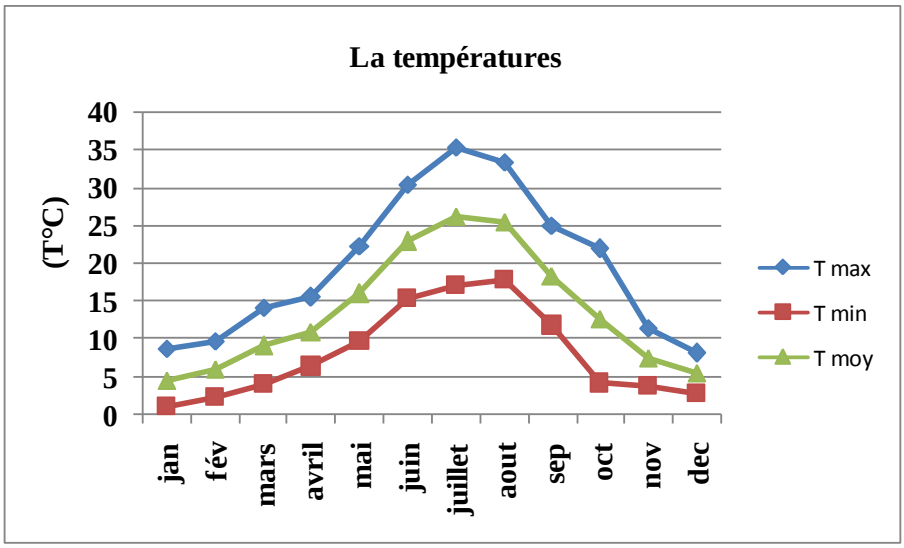


Figure II.4 : Diagramme représentant les températures maximales, minimales et moyennes de la commune de Benchicao (1990-2015) **(ONM. Médéa.2020).**

Les précipitations

La moyenne annuelle de pluie calculée pour ce laps de temps (1990-2015) est égale à 541.44mm//an.

Tableau II-2 : les précipitations mensuelles de la zone d'étude durant la période 1990-2015 **(ONM, Médéa 2020).**

Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sep	Oct	Nov	Dcm	Annuel
Pr(mm)	75.54	55.52	33.11	68.86	37.51	5.97	13.38	4.05	29.690	56.58	88..86	72.37	541.44

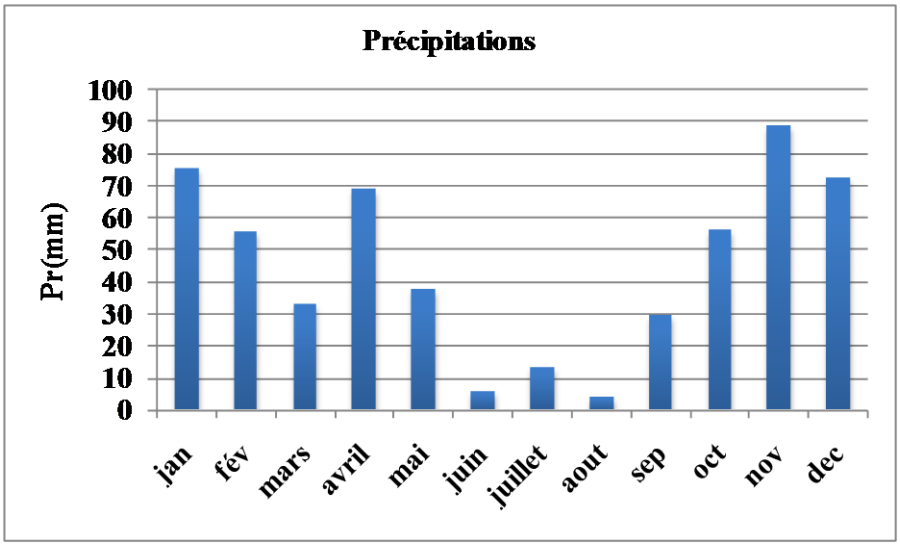


Figure II.5: Diagramme représentant les précipitations de la wilaya de Médéa pour la période 1990-2015 **(ONM. Médéa.2020).**

D'après le diagramme, la moyenne annuelle des précipitations calculée au cours de la période 1990-2015 est égale à 541.44mm/an. La période pluvieuse s'étale du mois d'octobre jusqu'au mois d'avril avec un maximum pluviométrique qui atteint le 88.86 mm au mois de novembre, les mois de juin, juillet et août sont les mois les plus secs avec un minimum enregistré en mois d'Aout atteignant 4.05 mm.

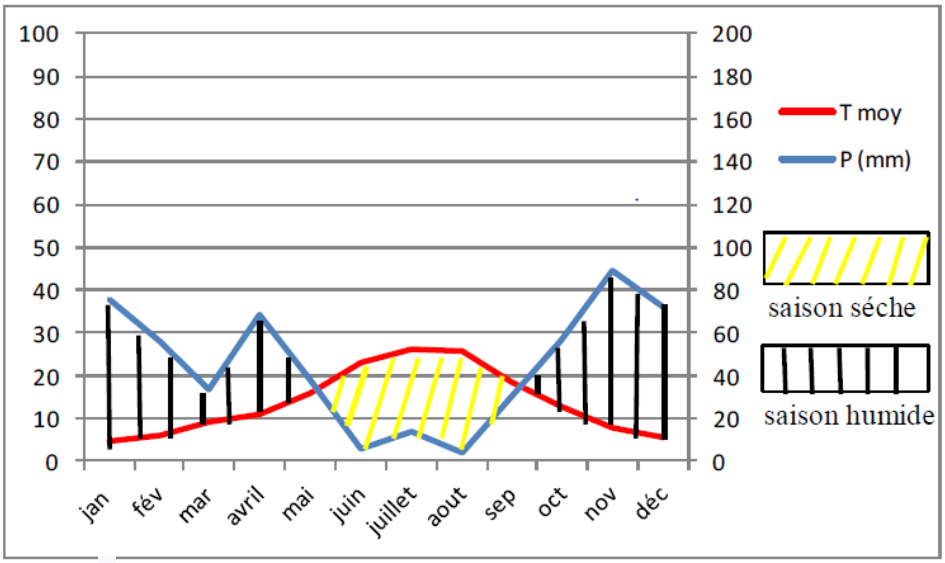


Figure II.6: Diagramme ombrothermique de la zone d'étude (1990-2015).

Le diagramme ombrothermique, fait ressortir deux périodes :

- Une période de sècheresse estivale s'étend de la fin du mois de mai jusqu'à le mi-septembre d'une durée de 5 mois.
- Une période humide s'étale du début de mois d'octobre jusqu'à la mi-mai avec une durée de 7 mois.

Quotient pluviométriques et climagramme

Les climats sont classés en fonction de deux critères: l'indice pluviométrique Q_2 et la moyenne des minimas du mois le plus froid m **(Lehouerou, 1975).** A partir du Q_2, Emberger a classé la région méditerranéenne en cinq étages bioclimatiques (sahariens, arides, sub – humides et humides). Le Q_2 a été formulé de la façon suivant :

$$Q2=2000P/ (M^2-m^2)$$

P = pluviosité moyenne annuelle en millimètre (mm) =541.44

M = moyenne des maximas des mois le plus chaud en dégrées Kelvin (Celsius+273)

=35.23+273

m= moyenne des minimas des mois le plus froid en dégrées Kelvin (Celsius+273)

=1.005+273

Q2= 2000*541.44/(35.23+273)²-(1.005+273)² = **Q2= 58.78**

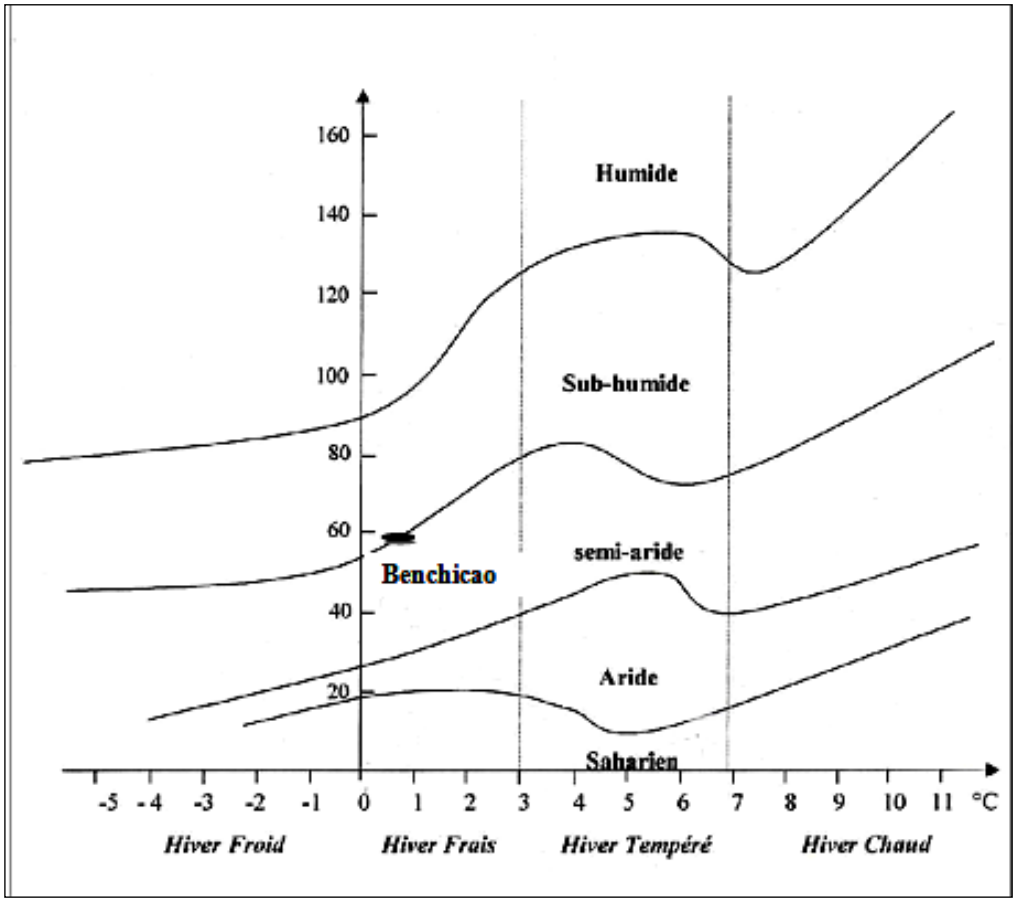


Figure II.7 : Position de Médéa sur Climagramme d'Emberger (1955)
Pour la période 1990-2015.

La commune de Benchicao est située dans l'étage bioclimatique **Subhumide à hiver frais**.

III .Description de la ferme « TITTERI AQUACOLE »

La présente étude est effectuée au niveau de la ferme aquacole qui se situe à Benchicao. L'étude du projet montre que cette ferme piscicole est conçue pour une capacité de production de 100 tonnes/an en première phase de Tilapia, Clarias et poissons d'ornement en élevage intensif dans des bassins. Ce projet rentre dans le cadre du développement des activités d'élevage aquacole.

Ce projet permet de créer de l'emploi de façon permanente et par conséquent va avoir des retombées économiques et sociales bénéfiques au niveau de la région car la ferme «***TITTERI AQUACOLE*** » a bénéficié d'une formation pour 22 stagiaires de la région (agents piscicoles) au centre de formation professionnel de Berrouaghuia en collaboration avec le DPRH de Médéa et Ain Defla.



Figure II.8 : la ferme piscicole « *TITTERI AQUACOLE* »
(Touati et Khoudja Ali, 2020).

1. Objectifs du projet

Ce projet prévoit la mise en place d'une ferme aquacole d'une capacité de 100 tonnes par an en première phase. Cette exploitation est installée dans un site composé de 4 hangars équipés par des bassins de plusieurs tailles. Les installations existantes:

- ✓ 4 Hangars
- ✓ 1 local technique
- ✓ 1 local pour l'aquariophilie

Espèces produites : Tilapia, Clarias et poissons d'ornement.

Production annuelle : 100 tonnes

Surface totale de la concession : 6400 m^2

Site : Benchicao Centre

Situation : wilaya de Médéa sur la route nationale n°1 entre Médéa et Berrouaghuia qui relie Alger à Djelfa.

2. Contraintes naturelles

Le site est situé à une altitude de 900 m qui nécessite une installation d'un système de chauffage d'eau pour l'élevage de certains types d'espèces prévues. A cet effet, la technologie envisagée pour l'élevage du Tilapia, Clarias et poissons d'ornement est une installation en circuit fermé chauffé par des chaudières à gaz (Annexe 2).

3. Description de l'investissement

1. Infrastructures primaire :

Dimensionnement des structures de production

Les structures d'élevage sont dimensionnées sur la base des bassins existants par mètre cube, présentées dans les tableaux suivants:

Tableau II.1 : les types d'espèces élevées, la phase d'élevage et la taille marchande pour chaque espèce au niveau de la ferme.

Type d'espèces	Charge/m3 par bassins ou aquariums	Le nombre de cycles par an	Total production par an
Clarias	14 kg	2	9024
Tilapia	80 kg	1	4320
Poissons d'ornements	0.1 kg	4	40

Tableau II.2 : Les caractéristiques des bassins d'élevage dans la ferme :

caractéristique / *Bassin*	*Longueur(m)*	*Largeur(m)*	*Hauteur(m)*	*Nombre de poissons*	*Phase d'élevage*
Clarias	3.90	0.95	0.85	18	grossissement
Tilapia	3	1.8	3	12	grossissement
Poisson d'ornement	0.8	0.4	0.4	50	grossissement

4. La fiche technique de Tilapia du nil *(Oreochromis Niloticus)*

4.1. Systématique

Le genre *Oreochromis* est le seul ayant jusqu'à présent démontré un potentiel aquacole et dont trois espèces font aujourd'hui l'objet d'élevage à une échelle significative: *Oreochromis niloticus, Oreochromis aureus, Oreochromis mossambicus* ainsi que leurs hybrides. On a maintenant coutume de désigner ces genres et espèces sous le nom générique et commun de tilapia **(Jérôme, 2009).**

La position systématique de Tilapia du Nil *Oreochromis niloticus* adoptée ici est inspirée de **(Bailly, 2009)** :

Règne :	Animalia
Embranchement :	Chordata
Sous-embranchement :	Vertebrata
Super-classe :	Gnathostomata
Classe :	Actinopterygii
Ordre :	Perciformes
Sous-ordre :	Labroidei
Famille :	Cichlideae
Sous-famille :	Pseudocrenilabrinae
Genre :	Oreochromis
Espèce :	*Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)

2. La répartition géographique

Cette espèce est également cultivée, hors de sa zone originelle puisqu'elle a été introduite de par le monde et est couramment cultivée à travers les tropiques et les sous-tropiques. On la trouve dans les lacs, les fleuves et les pisciculturesaussi bien d'Amérique Centrale (Guatemala, Mexique, Nicaragua, Honduras, Costa Rica, Panama), d'Amérique du Sud (Brésil), d'Amérique du Nord (Etats Unis, etc...) et d'Asie (Sri Lanka, Thaïlande, Bengladesh, Vietnam, Chine, Hong Kong, Indonésie, Japon, Philippines), ce qui lui vaut une distribution actuelle pan-tropicale (**Welcomme, 1988**). Elle est également cultivée dans les eaux chaudes industrielles en régions tempérées. C'est le cas en Europe, en Allemagne (1977) et en Belgique **(**1980) (**Al Dilaimi, 2009**).

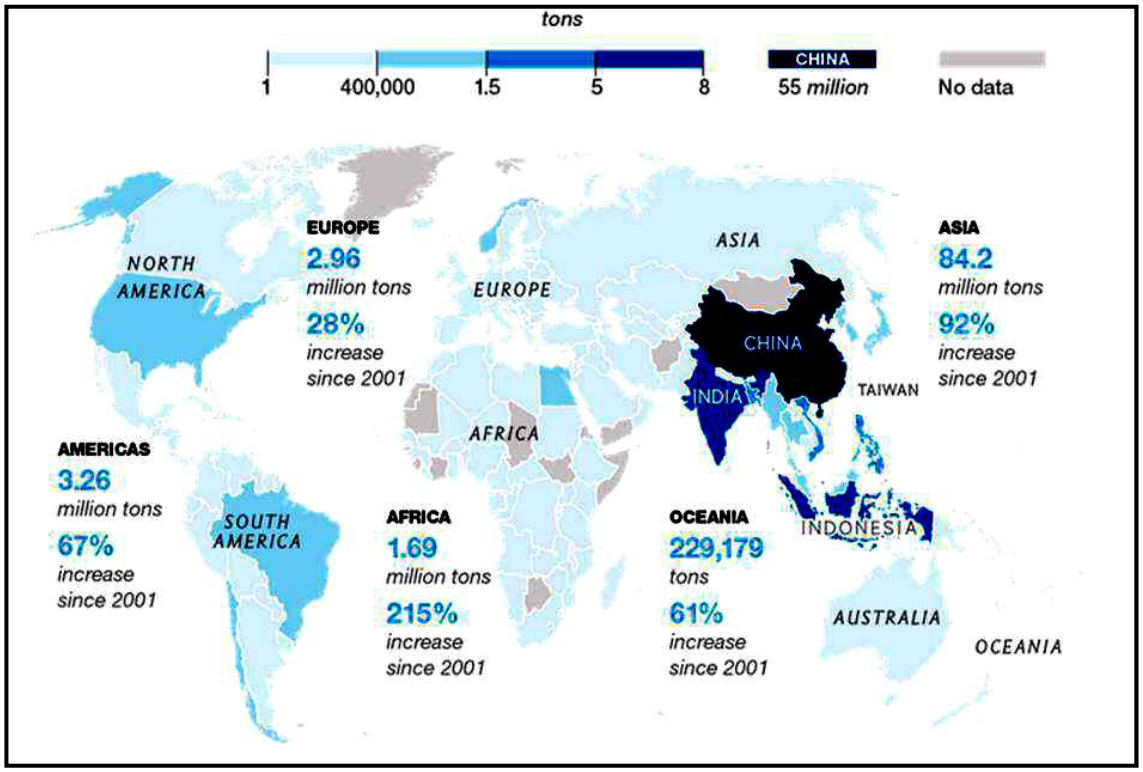


Figure II.9 : Répartition géographique d'*Oreochromis niloticus* (**Paugy et al., 2004).**

Cette espèce a été largement répandue en Afrique hors de sa zone d'origine pour compléter le peuplement des lacs naturels ou de barrages déficients ou pauvres en espèces planctonophages ainsi que pour développer la pisciculture. Ainsi **Welcomme (1988)** signale son introduction au Burundi et au Rwanda en 1951, à Madagascar en 1956, en République centrafricaine et en Côte d'Ivoire en 1957, au Cameroun en 1958, en Tunisie en 1966, en Afrique du sud en 1976 et à des dates inconnues au Zaïre et en Tanzanie. En 2002 l'Oreochromis nilotique est introduite en Algérie.

3. *Caractéristiques du Tilapia*

Grâce à ses caractéristiques intéressantes en aquaculture et en tenant compte de sa bonne adaptation aux milieux extrêmes et variés, de sa facilité de reproduction en captivité et de sa large valence écologique, ce poisson a fait l'objet de divers essais d'élevage et connait actuellement une vaste distribution dans tous les continents depuis les années 60 **(Azaza, 2009, Dhraief et al., 2010).**

Le Tilapia *Oreochromis Niloticus* est largement connu pour son adaptabilité constatée à tous les systèmes d'élevage, lié à cela sa période de ponte étalée sur toute l'année. De même cette espèce est connue par sa résistance vis á vis des pathogènes, et sa capacité à supporter les situations de stress et les différentes manipulations associées à l'aquaculture **(Mary, 2006).**

Outre les avantages précités, *Oreochromis Niloticus* possède un taux de croissance très intéressant, voire même unique par rapport aux autres espèces de la famille des cichlides, en plus d'un bon taux de conversion alimentaire associé à une excellente aptitude à accepter l'aliment artificiel (**Azaza et al, 2005 ; Azaza et al, 2009).**

4. *Les caractéristiques morphologiques de Tilapia*

Le Tilapia du Nil est un Cichlidae appartenant au groupe des poissons incubateurs buccaux uni-parentaux maternels. Il est caractérisé par une coloration grisâtre avec poitrine et flancs rosâtres et une alternance de bandes verticales claires et noires nettement visibles notamment sur la nageoire caudale et la partie postérieure de la nageoire dorsale, un nombre élevé de branchiospines longues et fines (18-28 sur la partie inférieure du premier arc branchial, et 4-7 sur la partie supérieure), une nageoire dorsale longue à partie antérieure épineuse (17-18 épines) et à partie postérieure molle (12-14 rayons), et un liséré noir en bordure de la nageoire dorsale et caudale chez les mâles (**Trewavas, 1983**). Sur chaque côté du corps, il existe deux lignes latérales. La 1ère ligne latérale va de l'opercule jusqu'au ¾ de la longueur totale du corps, la 2ème ligne située en –dessous commence à la queue et va jusqu'au ¾ du corps (**Ndiaye, 2017**).

La nageoire anale est formée de 3 rayons épineux précédés de 09-10 rayons mous, les nageoires pelviennes portent un rayon dur suivi de 05 rayons mous, trois à quatre séries de dents sur chaque mâchoire et six chez les individus dépassant les 20 cm **(Figure. II.10),** les taches blanches entre les rayons des nageoires impaires (**Arrigon, 2000**).

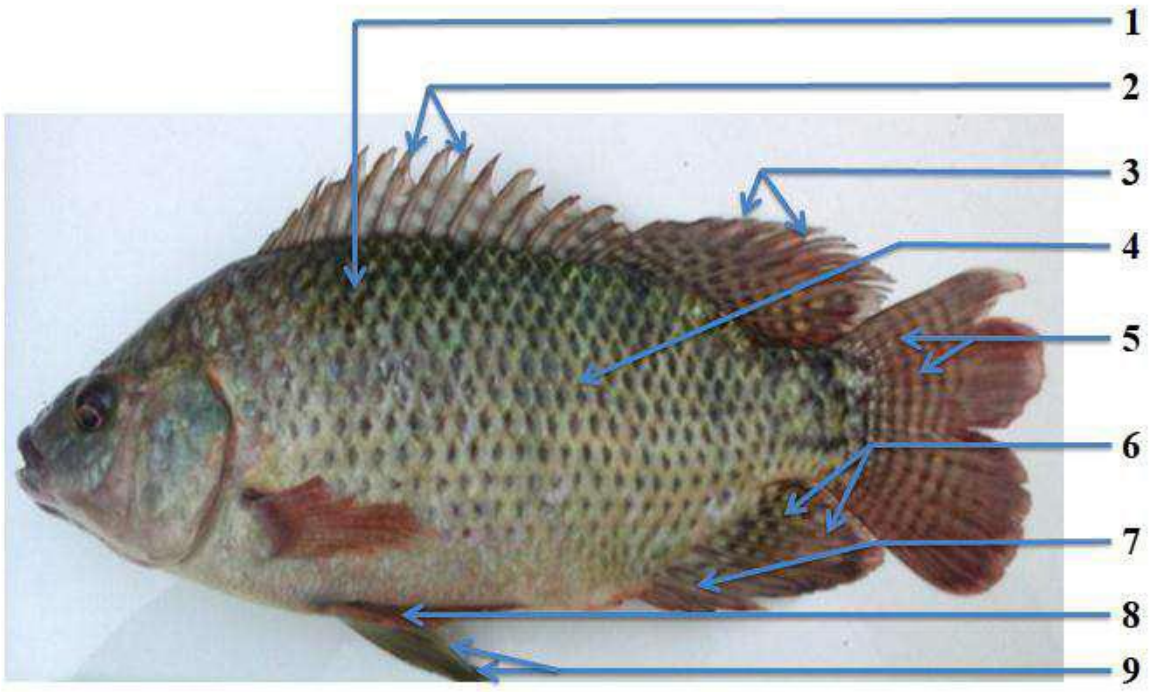


Figure II.10: Caractéristiques morphologiques spécifiques d'*O. niloticus* **(Boukhris, 2018).**

1: 1 ère ligne latérale ; **2:** Rayons épineux de la nageoire dorsale ; **3:** Rayons moues de la nageoire dorsale ; **4: 2**ème ligne latérale ; **5:** Bandes verticales claires et noires sur la nageoire caudale; **6:** Rayons moues de la nageoire anale ; **7:** Rayons épineux de la nageoire anale ; **8:** Rayon dur de la nageoire pelvienne ; **9:**Rayons moues de la nageoire pelvienne.

Les papilles génitales diffèrent chez le mâle et la femelle. Leur examen permet de faire le sexage, c'est-à-dire séparer les mâles des femelles **(Adou et al., 2008).** La papille génitale chez le mâle est protubérante en forme de cône et porte un pore urogénital à l'extrémité, alors que chez la femelle, elle est arrondie avec une fente transversale au milieu (pore génital) et un pore urinaire à l'extrémité **(N'Diaye, 2016).** Pour rendre l'observation plus aisée, on peut mettre son doigt sur un encreur de tampon et le passer doucement sur la papille urogénitale.

5. *Régime alimentaire*

Plusieurs travaux relatifs aux contenus stomacaux du Tilapia du Nil révèlent qu'en milieu naturel l'espèce est essentiellement phytoplanctonophage, mais peut aussi ingérer des algues bleues, du zooplancton ainsi que des sédiments riches en bactéries et diatomées **(Moriarty, 1973).**

En milieu artificiel (système de pisciculture), cette espèce est pratiquement omnivore valorisant divers déchets agricoles (tourteaux d'oléagineux, drèches de brasserie, etc.), tirant parti des excréments de porcs ou de volailles, de déchets ménagers, acceptant facilement des aliments composés sous forme de granulés ou pulvérulent **(Iga-lga, 2008).**

Il convient de relever que l'acidité gastrique particulièrement forte chez *Oreochromis niloticus* lui permet d'être parmi les rares espèces à pouvoir digérer les cyanophycées (abondante source de protéines) sans concurrence notable avec d'autres espèces piscicoles dans l'écosystème aquatique **(Lauzanne, 1988).** Cette capacité phénoménale d'adaptation à divers aliments et déchets est à la base de sa haute potentialité pour la pisciculture. Le spectre alimentaire de ce tilapia est donc très large : c'est une espèce opportuniste, qui est capable de se nourrir à partir des aliments les moins digestibles. Le degré d'opportunisme de l'espèce est très grand et son régime alimentaire est souvent plus proche de celui des poissons omnivores ou détritivores que des herbivores stricts **(Bowen, 1982).**

6. *Biologie de la reproduction*

a. Comportement reproductif

En milieu naturel, lorsque les conditions abiotiques sont bien réunies, les adultes migrent vers une zone peu profonde à substrat meuble (gravier, sable, argile). Après avoir choisi le site d'aménagement de son propre nid, chaque mâle défend agressivement son territoire et creuse avec sa bouche un nid en forme d'assiette. Les femelles vivant en banc à proximité des arènes de reproduction se déplacent entre les mâles et chacune tente d'acquérir son partenaire **(Dhraief, 2005).**

b. Maturité sexuelle

La taille de la première maturité sexuelle d'*O. Niloticus* varie généralement entre 14-20 cm. Cependant, dans les conditions stressantes, cette espèce peut se reproduire dès l'âge de trois mois, à un poids inférieur à 50g **(Kestemont et al., 1989).** En outre, la période de reproduction de cette espèce est exponentiellement continue pendant toute l'année si la température de l'eau est supérieure à 22°C.

c. Fécondité

La fécondité absolue est définie comme étant le nombre d'œufs fraîchement récupérés de la cavité buccale d'une femelle (**Figure II.12**). Or, chez les tilapias, comme chez les autres poissons, cette fécondité augmente avec la taille des femelles. Ainsi, selon **Mélard (1986)**, la

fécondité absolue minimale observée est de 340 ovules pour une femelle de 26g et la fécondité maximale est de 3500 ovules pour une femelle de 550g. Aussi, **Dhraief, 2010)** a prouvé que ce paramètre augmente en fonction de la longueur des femelles. En revanche, **Mélard (1986)** prouve que la fécondité relative (exprimée en nombre d'oeufs fécondés ou d'alevins produits/kg de femelle) varie en sens inverse du poids moyen des femelles du tilapia.

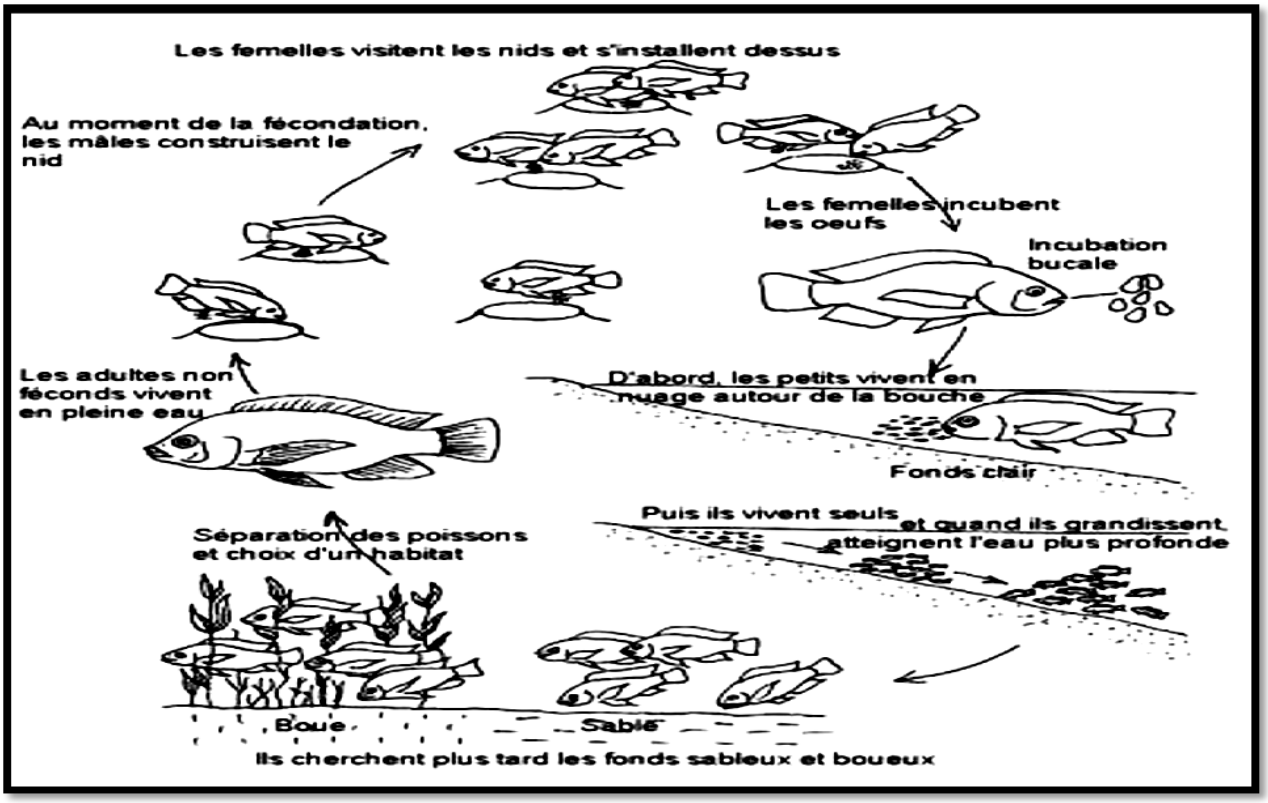


Figure II.11: Le cycle de tilapias incubateurs buccaux **(Lacroix, 2004).**

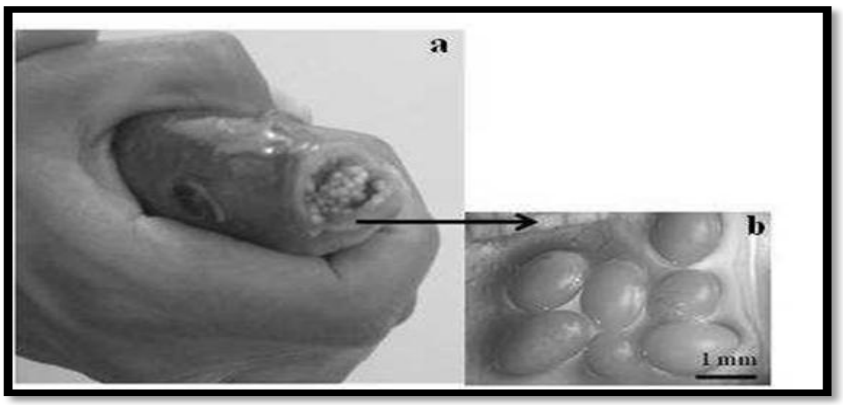


Figure II.12: Femelle d'*O.niloticus* en phase d'incubation buccale (a)et ses oeufs (b)

d. Croissance

Il est couramment admis que les poissons ont un comportement de croissance prédéterminé sous la dépendance des facteurs génétiques et avec lesquels interagissent d'autres facteurs environnementaux. Ainsi, la vitesse de croissance est extrêmement variable selon des facteurs de contrôle (température) et limitant (nourriture, oxygène, ammoniac) qui affectent la quantité d'énergie disponible pour la croissance. Aussi, d'autres facteurs secondaires non négligeables comme la densité de peuplement et la photopériode peuvent sûrement affecter la croissance de l'espèce **(Lazard et Legendre, 2006).** Par ailleurs, il existe chez *O.niloticus* un phénomène de dimorphisme sexuel de croissance qui apparaît très rapidement en élevage, les mâles ayant de meilleures performances de croissance que les femelles, ceci est dû à la particularité du processus de la reproduction chez la femelle (incubation buccale) et du comportement social (territorialité…) **(Trewavas, 1983).**

e. Production de population mono-sexe mâle

Afin d'optimiser les systèmes de production d'*O. niloticus*, l'élevage de population mono-sexe mâle est de plus en plus demandé dans l'élevage de tilapia pour les simples raisons : les mâles grossissent deux fois plus vite que les femelles **(Mélard et Philippart, 1981; Chervinski, 1982),** l'inhibition de l'activité reproductive qui entraîne une surpopulation en petits individus dans le milieu d'élevage **(Little *et al.*, 2003),** afin d'avoir toute une population homogène lors de la récolte, ayant une taille individuelle intéressante et de bonne valeur commerciale.

7. *Exigences écologiques du tilapia du Nil*

Les tilapias sont généralement plus tolérants à une salinité élevée, une température de l'eau élevée, une faible teneur en oxygène dissous, et de haute concentrations d'ammoniac que les poissons d'élevage d'eau douce **(Popma et Masser, 1999).**

a. Température

Thermophile, cette espèce en conditions naturelles se rencontre dans des eaux entre 14 et 33° C. En conditions de laboratoire, la tolérance est plus large : de 7°C à 41°C. La fourchette optimale se situe entre 25 et 30°C.

b. PH

De même, la tolérance aux variations de pH est très grande puisque l'espèce se rencontre dans des eaux présentant des valeurs de pH de 5 à 11. L'idéal étant situé entre 6,5 et 8,5. Lorsque le pH atteint 2 à 3, un comportement de stress physiologique apparaît avec une nage

rapide, une accélération des mouvements operculaires, une remontée en surface pour avaler l'air, une incapacité de contrôler la position du corps et enfin la mort du poisson **(Malcolm *et al.*, 2000).**

c. Salinité

Bien que *O. niloticus* soit une espèce d'eau douce, son euryhalinité est bien connue car, on le rencontre dans les eaux de salinité comprise entre 0,015 et 30 ‰. Toutefois, au-delà de 20 ‰, l'espèce subit un stress important qui la rend sensible aux maladies, réduisant sa compétitivité par rapport à d'autres espèces. La reproduction serait inhibée en eau saumâtre à partir de 15 à 18 ‰ **(Malcolm *et al.*, 2000).**

d. Oxygène dissous

Le tilapia tolère à la fois de net déficit en oxygène dissous et des sursaturations importantes. Ainsi, jusqu'à 3 mg/L d'oxygène dissous, il ne présente pas de difficultés métaboliques particulières, mais au-delà de cette valeur, un stress respiratoire se manifeste bien que la mortalité ne survienne qu'après 6 heures d'exposition à des teneurs de l'ordre de 3 mg/L, Il n'empêche que, grâce à son hémoglobine particulière à haute affinité pour l'oxygène dissous (0,12 mg/L), cette espèce peut supporter, sur de courtes périodes, des concentrations aussi faibles que 0,1 mg/L d'oxygène dissous **(Al Dilaimi, 2009).**

e. Les composés azotés

En pisciculture, l'intoxication par l'ammoniaque est étroitement liée au pH, dont l'augmentation entraine la transformation d'une quantité importante de l'ammoniaque totale sous sa forme toxique (NH_3) **(Azaza, 2004).** La concentration des déchets métaboliques azotés excrétés par les branchies et les urines dépend essentiellement de la température, de la taille des individus ainsi que de la quantité et la qualité de l'aliment distribué. Cette concentration doit être maintenue inférieure au seuil critique d'*O. niloticus* , en ne dépassant pas les 15 mg/l pour les nitrates, 2 mg/l pour les nitrites, et 0,95mg/l pour l'ammoniaque total **(Malcolm *et al.*, 2000).**

Tableau II.3: Qualité d'eau requise pour l'élevage du Tilapia du Nil **(Suresh, 2003)**

Paramètre	***pH***	***T (°C)***	***Oxygène dissous***	***dureté***	***ammoniac***	***alcalinité***	***Salinité***
Intervalle	6.5-8.5	26-32C	3-5mg/l	<50mg/l	<0.1mg/l	>20	0—20

8. *Le régime alimentaire au niveau de la ferme*

L'alimentation de tilapia dans la ferme est basée sur un aliment des poissons **figure (II.13)** la lentille d'eau produite au niveau de cette ferme est parfois donné à cette espèce.



Figure II.13 :L'aliment de Tilapia **(originale, 2021).**

5. *La lentille d'eau (Lemna minor)*

La petite lentille d'eau est une plante flottante faisant partie de la famille des Lemnacées. Commune en France à la surface des eaux stagnantes, telles que lacs, étangs, fossés, *Lemna minor* est répartie sur l'ensemble du globe terrestre. Elle se développe le mieux dans les eaux calmes, riches en matière organiques à exposition chaude et ensoleillé **(Idder et Laouali, 2000).**

- ***Classification***

Embranchement	*Magnoliophyta*
Classe	*Liliopsida*
Sous-classe	*Arecidea*
Ordre	*Arales*
Famille	*Lemnaceae*
Genre	*Lemna*
espèce	*Minor*

5.1. Description de la lentille d'eau (Lemna minor)

Cette lentille d'eau est l'une des plus petites des plantes à fleurs européennes, bien qu'une autre espèce de lentille d'eau, *Lemna miniscula* soit encore plus petite. En effet les lentilles d'eaux sont des plantes où fleur, tige, feuille et racine sont condensées en quelques millimètres de large.

Lemna minor se présente sous forme d'une lentille 1 à 3 mm de diamètre. Ce disque épais est appelé *fronde* : c'est en fait l'épaississement de la tige de la plante. A la surface inférieure, une unique racine centrale pousse de 3 à 5 mm sous l'eau, avec un rôle absorbant. La forme lenticulaire offre à la plante une bonne stabilité en surface d'eau calme, et la fronde verte claire assure la fonction photosynthétique.

Durant la belle saison, la fleur apparait sur la lentille, réduite au strict minimum, c'est-à-dire les pièces sexuelles sans corolle. La floraison passent inaperçue, à moins d'observer à la loupe. Cependant la petite lentille d'eau se multiplie surtout par reproduction végétative, et à grande vitesse. Les frondes bourgeonnent, et produisent 2 à 3 nouvelles lentilles en quelques jours, qui finissent par se détacher de la plante mère. On peut donc observer souvent Lemna minor par groupe de 2 ou 3 frondes **(Snpn ,2021).**

5.2. Cycle de la petite lentille d'eau

L*emna minor* est une plante *vivace*. Durant l'hiver, elle disparait cependant de la surface du bassin. En effet les frondes comportent des lacunes aérifères, ayant un rôle de bouée et faisant flotter la plante. A l'automne, *Lemna minor* vide ses lacunes aérifères et coule au fond de l'eau. Si elle ne gèle pas, la lenticule regonfle ses bouées et refait surface au printemps.

5.3. Reproduction – Multiplication

- *Reproduction Sexuée*

  Il existe une reproduction sexuée : si les conditions de température sont favorables, la petite lentille d'eau peut fleurir entre mai et septembre. La fronde peut porter, sur le bord, de minuscules fleurs vertes qui sont pollinisées par l'eau (pollinisation hydrogame) pour donner des fruits indéhiscents à une seule graine. Les graines sont dispersées par les mouvements de l'eau (dissémination hydrochore).

- *Reproduction asexuée*

  Mais la reproduction est principalement asexuée : la lentille se reproduit par division, au printemps. Chaque lame va se séparer en deux pour former deux plantes distinctes. Cette multiplication, très rapide dans de bonnes conditions (doublement de la population en 3 à 15 jours), va rapidement couvrir la surface de l'étang en empêchant parfois la photosynthèse, arrêtant la lumière nécessaire à la photosynthèse des autres organismes **(Snpn, 2021).**

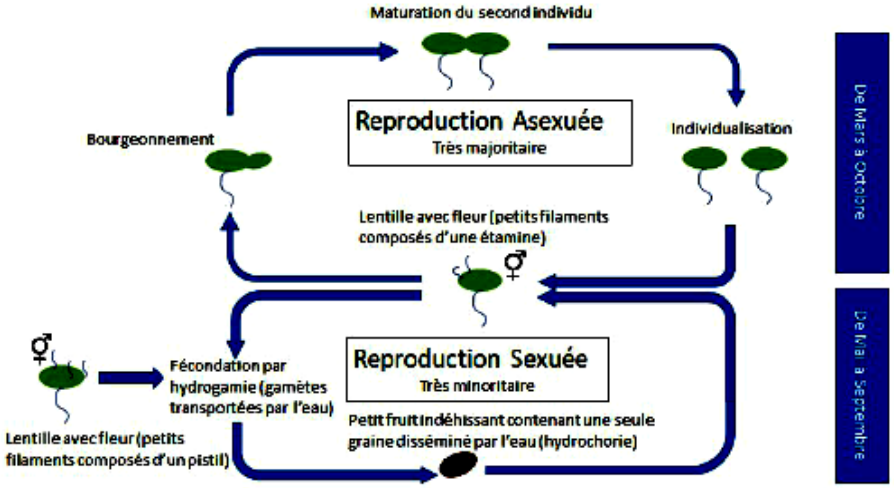


Figure III .14 : Schéma générale des mécanismes de reproduction de la lentille d'eau.

5.4. La lentille d'eau et la nourriture des poissons

L'une des principales limites de l'aquaculture est la source d'aliments riches en protéines et à haute valeur biologique. Souvent, les poissons et les animaux sont nourris avec les déchets animaux des centres de traitement de la viande et du poisson. Au niveau du bétail, la maladie de la vache folle est une conséquence majeure de cette pratique. Un problème courant lié à l'alimentation en protéines animales de poissons carnivores est que les rejets de traitement du poisson sont couramment utilisés et que lorsque les poissons mangent d'autres poissons, ils ont tendance à bio-accumuler les toxines consommées dans la nature. Les PCB et le mercure sont donc concentrés dans les poissons d'élevage. La lentille d'eau est convertie très efficacement par les poissons herbivores, notamment le tilapia et la carpe. Il est faible en fibres et riche en protéines, ce qui est idéal pour les poissons et l'aquaponie.

Les sources de régimes riches en protéines font défaut et constituent les éléments les plus coûteux du régime alimentaire des animaux des pays en développement. La lentille d'eau est une source de protéines avec un profil d'acides aminés qui rivalise avec les sources de protéines animales.



Figure II.15 : La lentille *(lenma minor)* d'eau dans le bassin de Tilapia du nil.

5.5. Les avantages de leur présence

Ces plantes flottantes peuvent aider en épuration de l'eau, avec une bonne consommation des nitrates ainsi, les lentilles d'eau sont importantes dans le processus de biorestauration, car elles se développent rapidement, avec absorption des nutriments minéraux en excès, en particulier l'azote et les phosphates. Pour ces raisons, elles sont vantées comme d'excellents purificateurs d'eau, mais de valeur inexploitée. Ces plantes peuvent également jouer un rôle dans la conservation de l'eau, car une reprise de lentilles ou lenticules permettra de réduire l'évaporation de l'eau par rapport à la vitesse d'une masse d'eau de taille similaire avec une surface claire. Ce faisant, elle apporte de l'ombre au milieu aquatique, et peuvent aussi avoir des effets néfastes sur les plantes aquatiques immergées. Les petites plantes fournissent une couverture pour les alevins de nombreuses espèces aquatiques. Les plantes sont utilisées comme abri par des espèces d'amphibiens (grenouilles) et les poissons tels que le crapt arlequin. Elles fournissent aussi de l'ombre et, bien souvent, peuvent réduire certaines croissances d'algue photo autotrophes **(Anonyme, 2021).**

CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES.

1. Objectif

L'objectif de notre étude est de **s**uivre des paramètres physico-chimiques pour déterminer la qualité d'eau d'élevage de Tilapia du Nil.

2. Bassin de prélèvement

Les prélèvements sont effectués au niveau du bassin d'élevage de "Tilapia du nil" au sein de la ferme « *TITTERI AQUACOLE* » pendant la période ***12/04/2021 à 25/05/2021.***



Figure III.1: bassin d'élevage de tilapia du Nil **(originale, 2021).**

3. Choix des paramètres analysés

Douze paramètres physico chimiques à savoir la température, le pH, la conductivité électrique, la salinite, les Tds, la DBO_5, la DCO, O_2 dissous, les MES, les nitrates, l'Ammoium et les Orthophosphates sont analysées durant cette étude pour évaluer et suivre la qualité d'eau d'élevage de poisson « *le tilapia du nil* » **.**

4. Méthode de prélèvement

Les échantillons sont prélevés et placés dans des bouteilles en plastique de 1500ml. Pour les analyses physico-chimiques, les échantillons sont acidifiés et conservés pendant 24 heures à 4 °C.

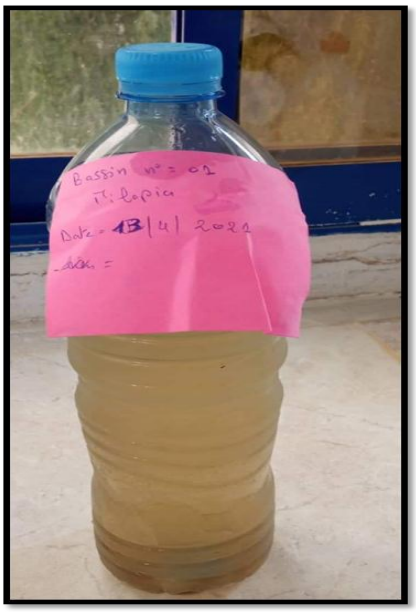


Figure III.2 : flacons de prélèvement **(originale, 2021).**

➢ **Procédure pour le prélèvement, conservation et transport des échantillons**

- Après l'agitation, on met le flacon dans le bassin de prélèvement.
- On rince bien le flacon par l'eau a analyser.
- Fermer la bouteille et l'identifier en marquant l'adresse et l'heure.
- Remplir la fiche d'identification de l'échantillon d'eau.
- Acheminer les prélèvements au laboratoire dans une glacière (Annexe 2).

5. Les paramètres mesurés in situ

Les paramètres suivants : Température de l'eau, pH, conductivité électrique, salinité, TDS, O_2 dissous, sont déterminés sur le terrain par un analysateur multi paramètres (**Figure III.3).**

6. Détermination des paramètres in situ

Les paramètres cités précédemment sont mesurés par la méthode électrométrie avec des électrodes combinées dans un analysateur multi paramètres.

- ***Matériels :***
  1) Analysateur multi paramètres
  2) électrode
  3) l'eau a analyser

❖ ***Mode opératoire :***

1) mettre l'analysateur en marche.
2) rincer l'électrode avec l'eau distillée.
3) Plonger l'électrode (en profondeur au moins 5cm) dans l'eau à analyser et agiter.
4) laisser la valeur stabilisée avant la lecture

❖ ***Expression des résultats :***

L'appareil donne la valeur de la température en (°C), la CE en (µS/cm), la salinité et TDS et l'O2 dissous en (mg/l).



figure III.3: Valise d'analysateur multi-paramètres **(originale, 2021).**

7. Détermination des matières en suspension (MES) :

❖ ***Matériels :***

1) Centrifugeuse
2) Eprouvette de 100 ml
3) creusés.
4) Balance à précision.
5) Etuve à 105°.
6) Dessiccateur (annexe 2).

❖ ***Méthode :***

1) Pesé des creusés vides par un balance de précision.

2) Prélever 100 ml d'eau à analyser dans un tube de centrifugeuse pendant 20 minutes.
3) Jeter le sur nageant, et mettre le kilo dans les creusés.
1) Porter à l'étuve a 105°C pendant 24h.
2) Laisser refroidir pendant ¼ heure au dessiccateur.
3) Peser immédiatement et rapidement.

❖ ***Expression de résultats :***

Le résidu sec à 105°C, exprimé en gramme par litre, est donné par l'expression:

(C1-C0)*1000/V

C_0 : La masse, en milligramme de la creusé vide.

C_1: La masse, en milligrammes, de la creusé et de son contenu après étuvage à 105°C.

V: Le volume, en millilitres, de la prise d'essai.

8. La DBO5 :

On peut estimer la valeur de la DBO à partir de la valeur de la DCO.

DBO_5 estimée (mg/l) = 80% X DCO

D'après la valeur de la DBO estimée en (mg/l) on peut se référer à un tableau de Gamme, qui nous indique le volume à prendre de notre échantillon ainsi que la valeur du facteur. **Tableau III.1** : Diagramme pour la DBO5 (Annexe 2).

❖ ***Méthode :***

1) Dès que le volume de la prise d'essai est connue, on l'introduit dans la bouteille du DBO mètre
2) Introduire un barreau magnétique dedans.
3) Placer la capsule qui va contenir 2 postilles de NaOH pour capter le CO_2.
4) Fermer avec l'oxiTop et régler à zéro.
5) Mettre une étiquette sur chaque bouteille contenant la date du prélèvement et d'analyse, ainsi que l'identification de l'échantillon.
6) Mettre le DBO mètre (annexe2) en marche pendant 5 jours.

❖ ***Expression de résultats :***

Aprés 5 jours le résultat de DBO_5 s'affiche sur l'oxiTop, et s'exprime par (mg/l) **(ONA, 2021).**

9. La DCO:

❖ ***réactifs :***

1) dichromate de potassium.
2) Pierres ponce.
3) Acide sulfurique.
4) Ferroïne.
5) Sulfate de fer et d'ammonium.

❖ ***Matériels :***

1) verrerie courante dans le laboratoire (éprouvette, fioles, pipette, poivre)
2) DCO mètre
3) Balance à précision
4) Agitateur
5) DBO mètre (annexe 2).

❖ ***Méthode :***

1) Dans un tube de DCO mètre on met 5 ml de l'échantillon.
2) Compléter a 15 ml par l'eau distillé.
3) Ajouter 5 ml de dichromate de potassium, avec quelque graine de pierre ponce.
4) ajouter 15 ml de l'acide sulfurique, et agiter bien.
5) Après 2h dans le DCO mètre à 105 °C, laissé les tubes refroidir.
6) Compléter le volume par l'eau distillé jusqu'à 75 ml.
7) Ajouter 2 à 3 gouttes de Ferroïne.
8) Titrer par sulfate du fer et d'ammonium.

Calcul de la DCO :

La valeur de la DCO est calculée par la formule suivante :

$$\mathbf{8000\times (Va-Vb)/V) \times C}$$

8000=la masse molaire en (mg/l) de ½ O2

C =concentration de la solution de sulfate de fer et d'ammonium

Va= le volume de la solution sulfate de fer et d'ammonium utilisé pour l'essai blanc

Vb= le volume de la solution sulfate de fer et d'ammonium utilisé pour l'échantillon

V= le volume par (mg/l) de la prise d'essai avant la dilution (s'il ya lieu)

La valeur de la DCO est donnée par (mg/l).

10.détermination de nitrates

❖ ***Réactifs :***

1) Solution préparé de salicylate de sodium.
2) Acide sulfurique.
3) Double tartrate de sodium et de potassium.

❖ ***Matériels :***

1) Fiole de 50 ml.
2) Pipette de 10ml
3) Poivre.
4) Eprouvette 20 ml.
5) Etuve à 105 °C.
6) Spectrométrie UV/Visible à λ= 415 nm de marque HACH pour la lecture de résultats.

❖ ***Méthode***

1) Dans un bicher mettre 1ml de l'échantillon, ajouter 1 ml de salicylate de sodium.
2) Evaporer a sec dans l'étuve chauffé à 105°C
3) Laisser refroidir, on ajoute 2ml d'acide sulfurique et attendre 10 minutes
4) ajouter 15 ml de l'eau distillé + 15 mn de double tartrate de Na et K
5) Effectuer la lecture après l'apparition de la couleur jaune à 415 nm **(ONA ,2021).**

❖ ***Expression de résultats :***

Les résultats se réalisent à l'aide d'un Spectrophotomètre UV/Visible de marque HACHE, et s'exprime en (mg/l).

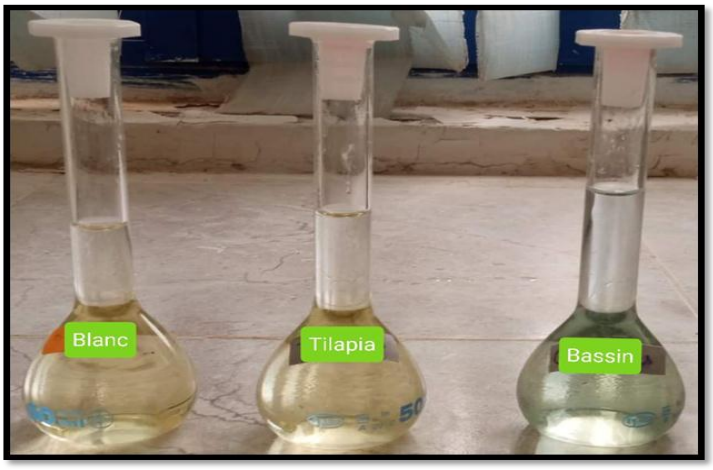


Figure III.4: L'apparition de la couleur jaune après l'ajoute de double tartrate **(originale, 2021).**

11.Détermination de l'ammonium

❖ ***Réactifs :***

1) Réactif coloré
2) Dichloroisocyanurate de sodium.

❖ ***Matériels :***

1) Fiole de 50 ml.
2) Pipette
3) Poivre.
4) Spectrométrie UV/Visible à λ= 655 nm de marque HACH pour la lecture de résultats (Annexe2).

❖ ***Méthode :***

1) Dans une fiole de 50 ml on met 1 ml de l'échantillon.
2) On ajoute 4 ml de réactif coloré.
3) On ajoute 4 ml dichloroisocyanurate de sodium et agiter
4) Après au moins 60 mn, attendre l'apparition de la couleur verte. Effectuer les mesures spectrophotométriques à λ=655nm.

❖ ***Expression de résultats :***

Les résultats se réalisent à l'aide d'un Spectrophotomètre UV/Visible de marque HACHE et s'exprime en (mg/l).



Figure III.5: l'apparition de la couleur verte **(originale, 2021).**

12.Détermination des orthophosphates :

❖ ***Réactifs :***

1) Acide ascorbique.
2) Molybdate acide.

❖ ***Matériels***

1) Fiole 50 ml.
2) Pipette
3) Poivre
4) Spectrométrie UV/Visible à λ=880 nm de marque HACH pour la lecture de résultats.

❖ ***Méthode***

1) Dans une fiole de 50 ml on met 5 ml de l'échantillon.
2) On ajoute 1ml de l'acide ascorbique et agiter.
3) Ensuite, on ajoute 2ml de molybdate acide et agiter.
4) Compléter le volume a 50 ml dans la fiole de 50 ml avec l'eau distillée
5) Laisser la réaction pendant 30 minutes. l'apparition de la couleur bleu indique la présence de l'orthophosphate **(ONA, 2021).**

❖ ***Expression de résultats***

Les résultats se réalisent à l'aide d'un Spectrophotomètre UV/Visible de marque HACHE, et s'exprime en (mg/l).

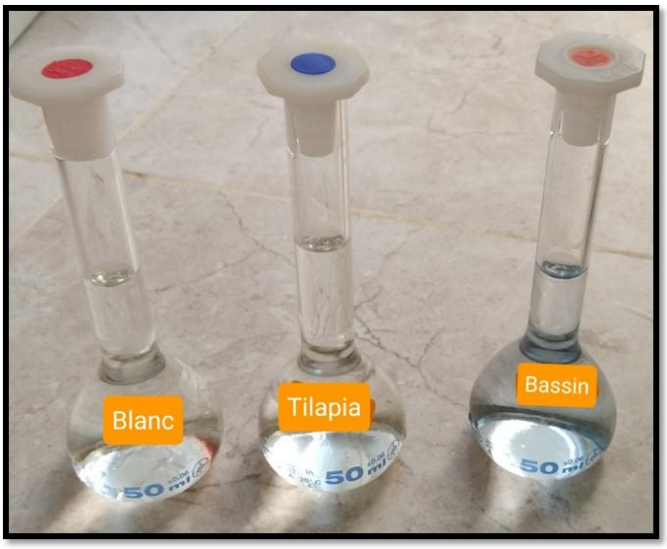


Figure III.6:l'apparition de la couleur bleu **(Originale, 2021).**

III. L’analyse statistique :

1. La définition de la corrélation :

Le coefficient de corrélation le plus utilisé est le r de Pearson **(Pearson, 1896),** aussi appelé coefficient de corrélation linéaire (le terme corrélation a été utilisé la première fois par Galton en 1888). C'est le coefficient proposé dans le module des Statistiques Élémentaires ; l'option Coefficient de Corrélation de Pearson est accessible par la commande Corrélations du menu Statistiques - Calculateur de Probabilités. Sans utiliser un langage trop technique, le coefficient de corrélation mesure la relation linéaire ("proportionnalité") entre les valeurs de deux variables. La valeur de la corrélation (c'est-à-dire le coefficient) ne dépend pas des unités de mesures utilisées.

CHAPITRE IV: RESULTATS ET INTERPRETATIONS

I. Résultats des paramètres physico-chimiques au niveau du bassin de Tilapia

Le tableau ci-dessous montre les résultats de l'analyse des paramètres physico-chimiques d'eau du bassin d'élevage d'*O niloticus.*

Tableau IV.1 : Résultats des analyses physicochimiques effectuées au niveau du bassin de tilapia (avril-mai 2021).

Valeurs / *Paramètres*	*Notre étude*		*Les normes marocaines (eaux piscicoles tièdes)*
Température (°C)	**Max**	26,5	**8<T<30**
	Moy	25,88	
	Min	24,8	
	ET	0,57	
pH	**Max**	9,8	**5 à 9**
	Moy	8,37	
	Min	7,98	
	ET	0,71	
Conductivité électrique (µS/cm)	**Max**	9930	**<3000**
	Moy	1160	
	Min	1020	
	ET	4174,19	
Salinité (g/l)	**Max**	0,5	**/**
	Moy	0,5	
	Min	0,5	
	ET	0,5	
TDS (g/l)	**Max**	0,62	**/**
	Moy	0,56	
	Min	0,52	
	ET	0,04	
O2 dissous (mg/l)	**Max**	8,38	**/**
	Moy	4,09	
	Min	1,4	

	ET	56,96	
MES (g/l)	**Max**	0,311	/
	Moy	0,20	
	Min	0,112	
	ET	0,09	
DBO5 (mg/l)	**Max**	30	/
	Moy	24,17	
	Min	10	
	ET	6,77	
DCO (mg/l)	**Max**	211,4	/
	Moy	136,85	
	Min	19,2	
	ET	64,1	
Nitrates (mg/l)	**Max**	1,5	/
	Moy	0,61	
	Min	0,3	
	ET	0,45	
Ammonium (mg/l)	**Max**	2	**<1**
	Moy	0,81	
	Min	0	
	ET	0,82	
Orthophosphates (mg/l)	**Max**	0,4	/
	Moy	0,18	
	Min	0	
	ET	0,19	

1. La température de l'eau

La figure IV.1 illustre les variations de température du bassin d'élevage d'*Oreochromis Niloticus*, les valeurs extrêmes de température sont comprises entre 24,5 °C et 26,5 °C avec une moyenne de 25,88°C ± 0,57.

La variation de la température de l'eau dans le bassin de Tilapia est peu significative ce qui est lié probablement au contrôle permanent de cette dernière effectué sur les eaux du bassin au niveau de la ferme (température ambiante : 25-26 °C).

2. Le pH

Le pH est un paramètre physico-chimique important en milieu aquatique, **La figure IV.2** montre que les valeurs enregistrées durant la période d'étude oscillent entre 7,98 et 9,80 avec un pH moyen de 8,37 ±0,71.

Cette moyenne montre que le pH de nos eaux est alcalin et que cette moyenne obtenue respecte les normes marocaines des eaux piscicoles (tièdes) qui se situent entre 5 à 9. Sachant que la Tilapia exige un pH qui varie entre 5-11 selon **Malcolm (2000).**

3. La conductivité électrique

D'après les résultats observés dans **la figure IV.3** et **le tableau IV.1** on remarque que la variation des valeurs de la conductivité dans le bassin d'élevage de Tilapia du Nil sont comprises entre 1020 µS/cm comme une valeur minimale et 9930 µS/cm comme une valeur maximale avec une moyenne de 1160 ± 4174 µS/cm, cette valeur moyenne reste inférieure par rapport à la norme marocaine des eaux piscicoles limitée à 3000 µs/cm.

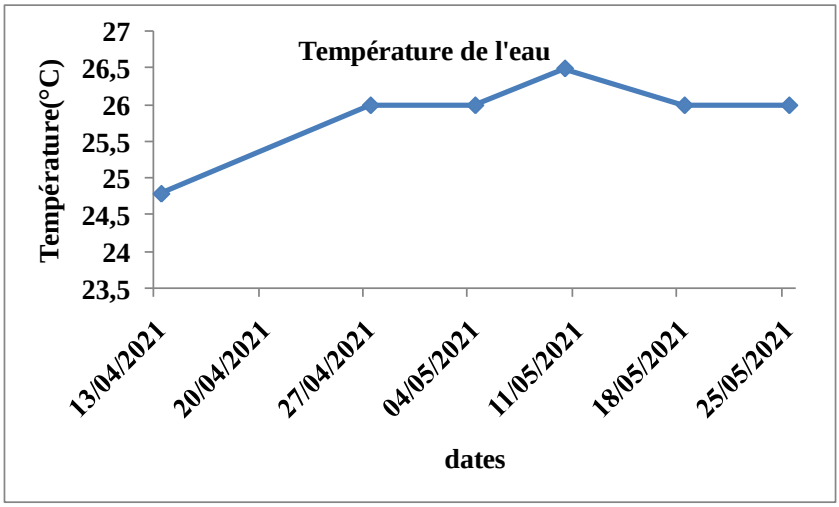


Figure IV.1 : Evolution des valeurs de la température de l'eau dans le bassin de Tilapia

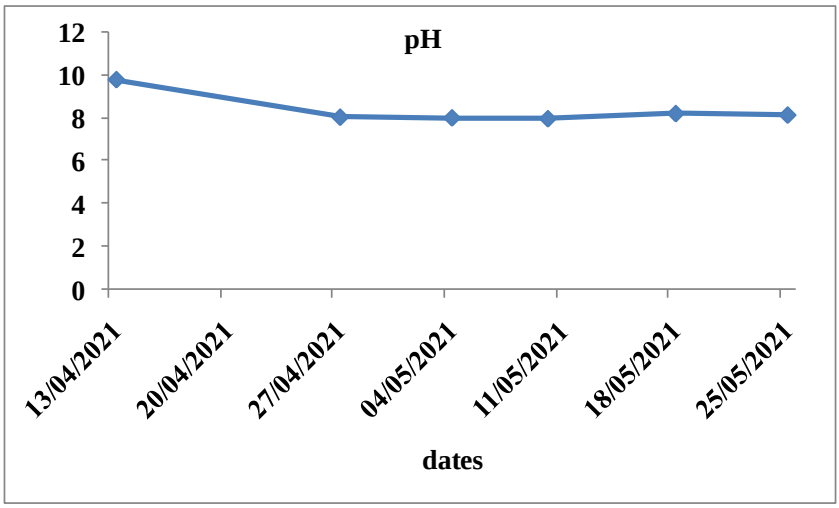


Figure IV.2 : Evolution des valeurs de pHdans le bassin de Tilapia

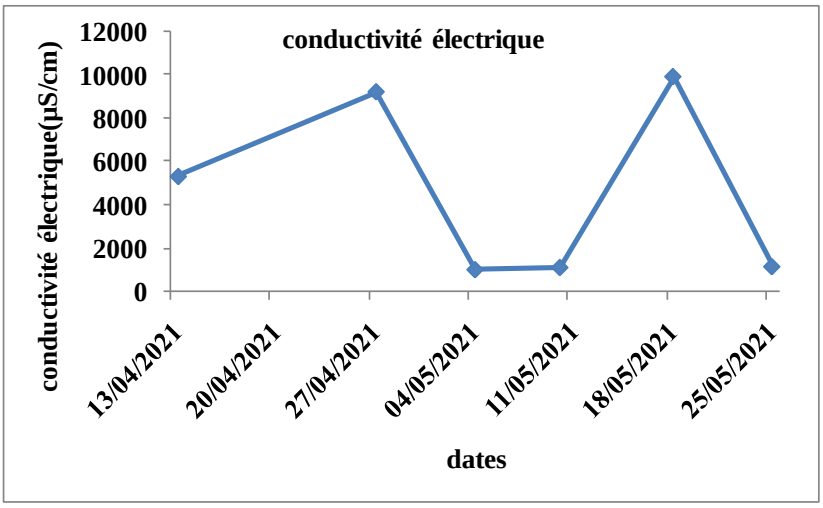


Figure IV.3 : Evolution des valeurs de C.e (µS/cm) dans le bassin de tilapia du Nil

4. La salinité

Théoriquement, la salinité désigne la masse totale des substances solides dissoutes dans l'eau, La forte concentration en sels dissous confère à l'eau une forte conductivité **(Rodier et al., 2009)**.

D'après la **figure IV.4** la valeur de la salinité est stable durant toute la période de l'étude (0,5g/l), et elle est de ce fait inferieure à la valeur des eaux des brutes (2020; 2021).

5. Les TDS

On remarque dans la **figure IV.5** que les valeurs extrêmes enregistrées du taux des sels dissous varient entre un minimum de 0,52 (mg/l) et un maximum de 0,62 (mg/l), avec une moyenne de 0,52± 0,04 mg/l.

6. L'oxygène dissous (O_2 dissous

L'oxygène dissous caractérise le degré de pollution d'un cours d'eau. Sa concentration dans l'eau varie en fonction de la température **(Alpha seddiki, 2005).**

Les résultats enregistrés durant notre étude fluctuent entre 1,4 mg/l comme valeur minimale et 8,38 mg/l comme valeur maximale avec une moyenne de 4,90 mg/l ±2,85, cette moyenne dépasse celle recommandée pour l'élevage de Tilapia du Nil 3mg/l selon **(Al Dilaimi, 2009)**, les pics d'oxygène dissous observés (04/05 et 18/05/21) peuvent être liés à l'ajout d'oxygène au niveau du bassin d'élevage de Tilapia dans la ferme.

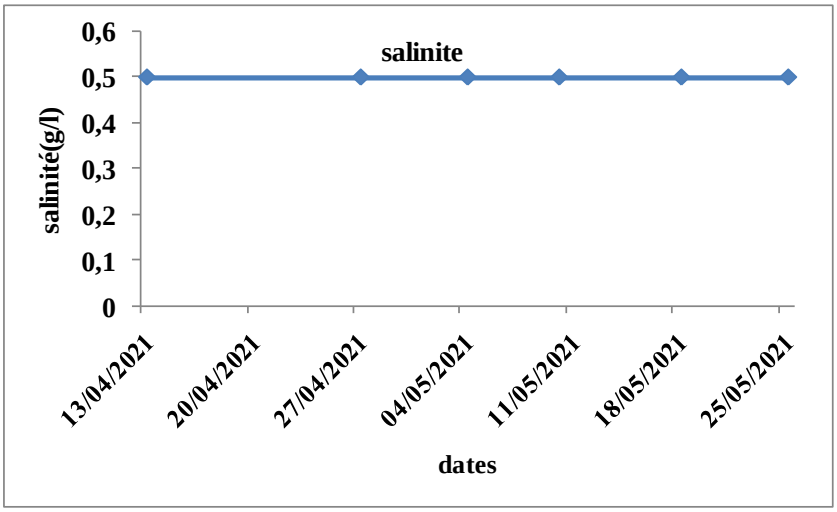


Figure IV.4: Evolution des valeurs de la salinité (g/l) dans le bassin de Tilapia

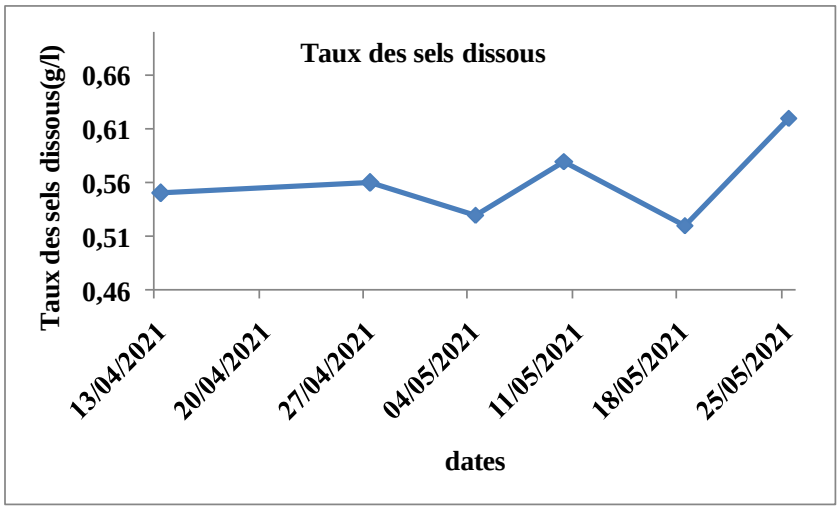


Figure IV.5: Evolution des valeurs de taux des sels dissous (g/l) dans le bassin de Tilapia

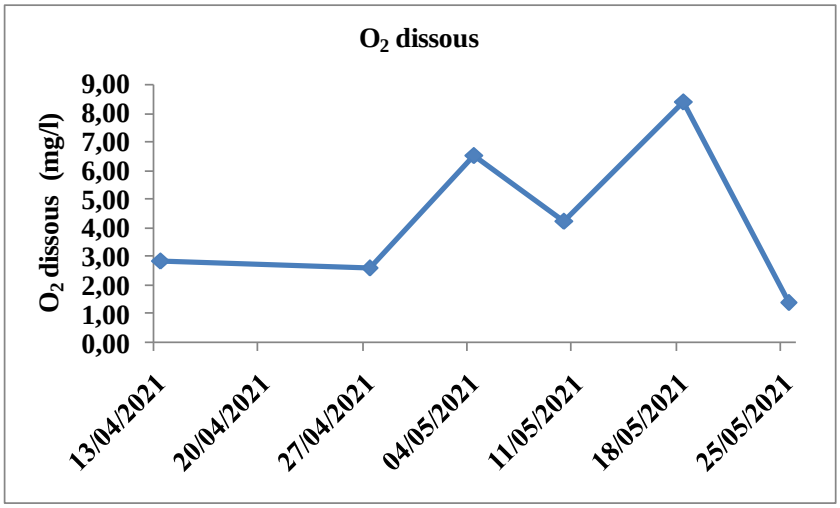


Figure IV.6 : Evolution des valeurs de l'oxygène dissous (mg/l) dans le bassin de tilapia

7. Les matières en suspension (MES)

Les matières en suspension (MES) désignent l'ensemble des matières solides contenues dans une eau et pouvant être retenues par filtration ou centrifugation **(Al afri, 2008),**

La figure IV.7 montre les résultats mesurés de MES dans le bassin d'élevage *d'O. niloticus*, les valeurs sont comprises entre 0,112 g/l et 0,311 g/l, avec une moyenne de 0,2 g/l ±0,09**,** cela est liée probablement à l'aliment non consommé par le poisson, sachant que les déchets de Tilapia sont en grande partie des déchets liquides.

8. La demande biochimique en oxygène (DBO_5)

La demande biochimique en oxygène est la concentration, en masse d'oxygène dissous, consommée pour l'oxydation par voie biochimique des matières organiques contenues dans l'échantillon, dans les conditions de l'essai **(Rodier et al., 2009).**

La figure IV.8 représente la variation de la demande biochimique en oxygène dans le bassin d'élevage de *O, niloticus*, les teneurs obtenues varient entre 10 et 30 mg/l avec une moyenne de 24,7 ± 6,77 mg/l, cette teneur est supérieure à celle du bassin des eaux brutes de la ferme qui est de 5mg/l**.**

9. La demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène est la mesure de la quantité d'oxygène requise pour oxyder la matière organique et inorganique oxydable contenue dans un échantillon **(C.E.A.E.Q, 2016).**

Les valeurs obtenues pendant le suivi effectué au niveau du bassin de Tilapia nilotica sont enregistrées dans **le tableau IV.1** la valeur minimale est de 19,2 mg/l et la valeur maximale s'élève à 211,4 mg/l avec une moyenne de 136,85 mg/l±64,1. Cette moyenne est inférieure à celle des eaux brutes de la ferme (2021).

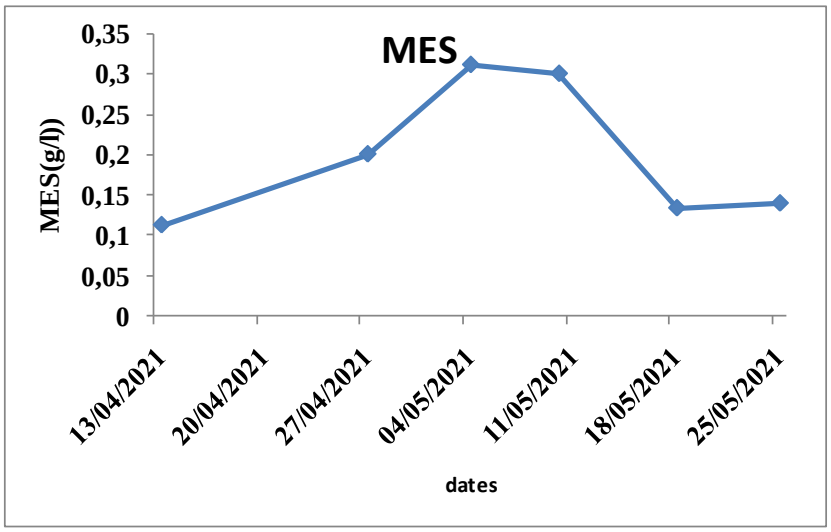


Figure IV.7 : Evolution des valeurs de MES (g/l) dans le bassin de Tilapia

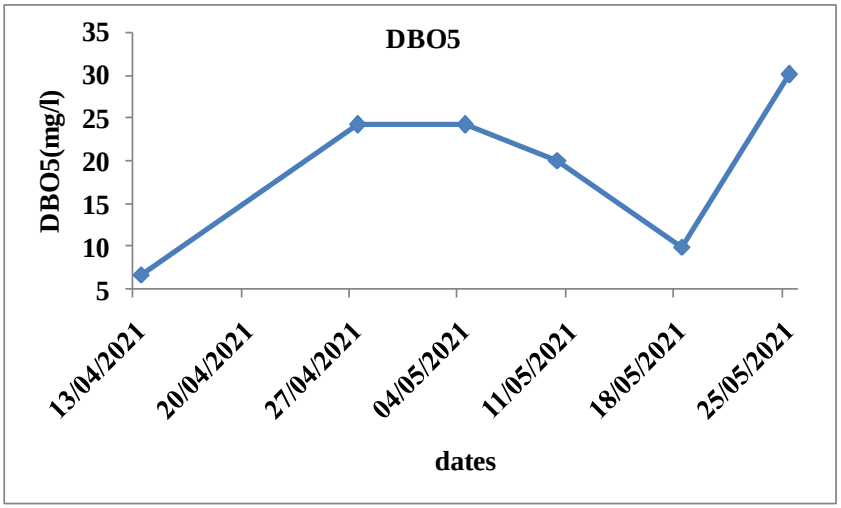


Figure IV.8 : Evolution des valeurs de la DBO5 (mg/l) dans le bassin de Tilapia

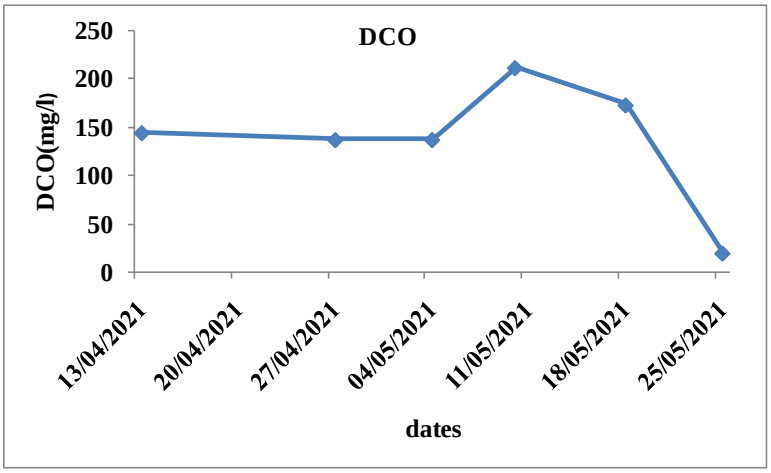


Figure IV.9 : Evolution des valeurs de la DCO (mg/l) dans le bassin de Tilapia

10. Les Nitrates (NO_3^-)

Les nitrates (ou azote nitrique) représentent la forme azotée souvent la plus présente dans les eaux naturelles **(Rodier et al., 2009).**

La figure IV.10 et **le tableau** montre la variation de la concentration des nitrates dans le bassin d'élevage d'*Oreochromis niloticus.* Les concentrations obtenues varient entre 0,3 et 1,5 mg/l avec une moyenne de 0,61 mg/l ± 0,45, la présence des nitrates dans le bassin de Tilapia peut être expliquée par l'aliment non consommé ,ou bien la nitratation d'ammonium excrété par le poisson en présence d'oxygène, sachant que la nitratation se réalise par des bactéries (nitrobacter) nécessite l'O_2 pour cette opération **(Pagand, 1999 ;Guillet, 2002).**

11. Ammonium (NH_4^+)

D'après les résultats du **tableau IV. Et la figure IV.11** les concentrations d'ammonium enregistrées sont variables et se situent entre 0 mg/l et 2 mg/l comme des valeurs extrêmes, avec un moyenne de 0,81 mg/l ±0,82, cette valeur est supérieure une fois comparée à celle des eaux brutes de la ferme, cette élévation de concentration d'ammonium peut être liée aux excrétions liquides du Tilapia qui sont généralement plus importants que les excrétions solides ou particulaires.

12. Les orthophosphates (PO_4^{-3})

Les orthoposphates représentent la forme du phosphore la plus disponible pour une utilisation par les organismes vivants **(Frossard et al., 2004).**

A partir du **tableau IV.1** et de **la figure IV.1** on remarque que les valeurs des orthophosphates varient entre 0 et 0,4 mg/l avec une moyenne arrivant à 0,18± 0,19 mg/l. Cette moyenne obtenue est dans l'intervalle recommandé pour l'élevage de Tilapia selon **(Malcolm, 2000),** la présence des déchets phosphorés dans l'eau est souvent liée aux quantités de phosphore dans le régime alimentaire et sa digestibilité **(Anonyme, 2021).**

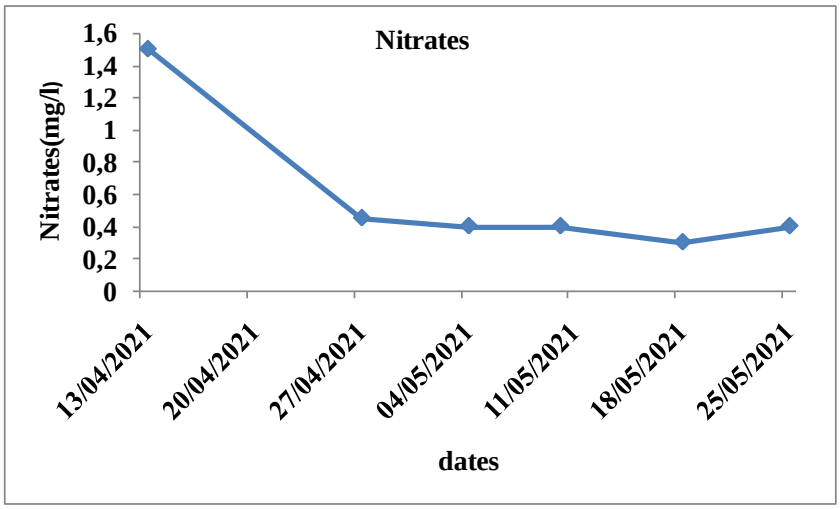


Figure IV.10 : Evolution des valeurs des nitrates (mg/l) dans le bassin de Tilapia

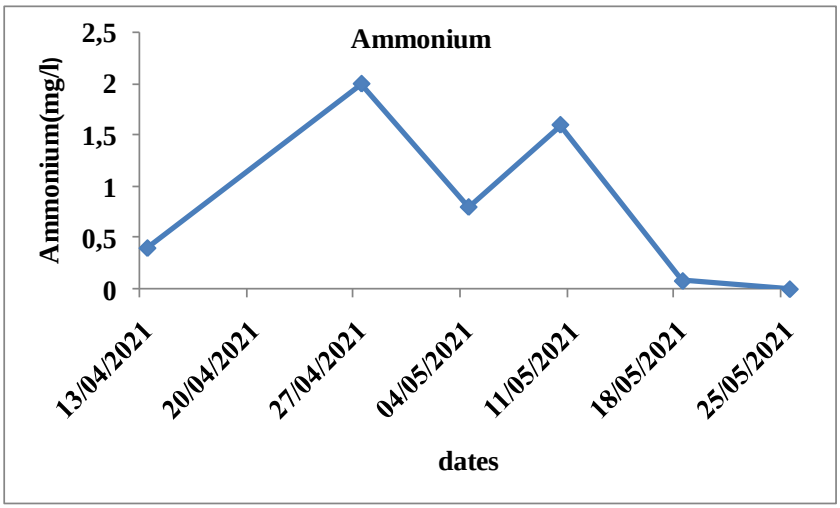


Figure IV.11 : Evaluation des valeurs l'ammonium (mg/l) dans le bassin de Tilapia

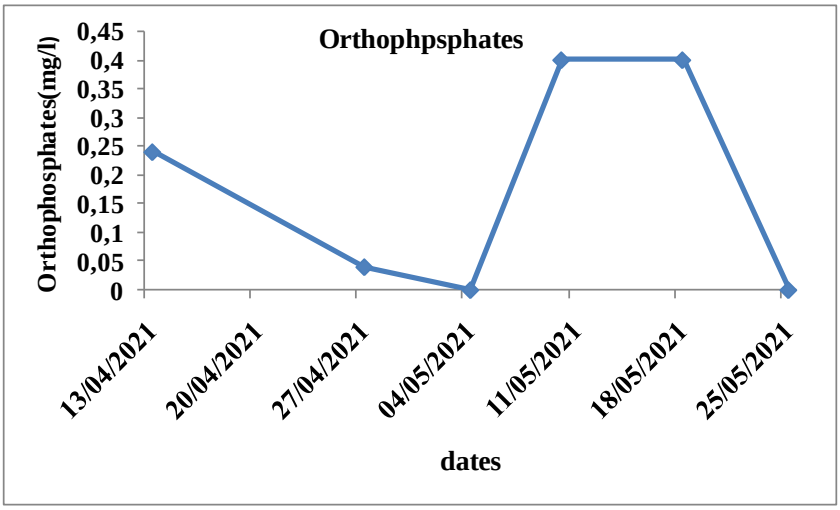


Figure IV.12 : Evaluation des valeurs de l'orthophosphates (mg/l) dans le bassin de Tilapia

II. Les résultats d'analyse statistique : « *la corrélation de Pearson* ».

Le tableau IV.2 les résultats d'analyses statistiques (Corrélation de Pearson) (annexe 1). Les résultats d'analyses statistique montrent que il ya une corrélation significative entre les paramètres suivants:

Par ailleurs, une matrice de corrélation a été calculée pour les paramètres physico-chimiques pour établir une relation entre eux. La matrice de corrélation de Pearson pour tous les échantillons est présentée sur **le tableau IV-2 (annexe 1).**

Des corrélations fortement positives ont été observées entre les paramètres suivants : Le pH el conductivité (r=0,951), le pH et la DCO (r=0,989),pH et nitrates (=0.977) ,CE et la température (r=0.830), CE et les nitrates (r=0.905), la CE et NH_4^+ (r=0.837),DCO et NO_3- (r=0.956) ,NO^{3-} et PO_4^{-3}(r=0.874),NH_4^+ et PO_4^{-3}, NH_4^+ et TDS (r=0.992).

En outre, une corrélation négative a été trouvée parmi les paramètres suivants : (c'est-à-dire entre le pH et la température, la température et les nitrates, TDS et l'O_2 dissous, respectivement avec r=-0.954,-0.926,-0.815 **tableau IV-2 (annexe 1).**

Discussion

Le suivi des paramètres physico-chimiques a une importance majeure dans la gestion de l'élevage des poissons (pisciculture) car les valeurs non adéquates de ces paramètres peuvent influencer l'état physiologique des poissons.

Concernant cette étude, il s'est avéré que les valeurs de la température de l'eau ne varient pas d'une façon … ce suivi. Ces dernières se situent entre 24,8-26,5°C suite à un chauffage et un contrôle continu de ce paramètre au niveau de la ferme (température ambiante 25-26 °C). Ces résultats correspondent à l'intervalle des valeurs recommandées pour l'élevage de Tilapia selon **Suresh, (2003)** qui limite ce paramètre entre 26-32°C. Dans le milieu naturel, le Tilapia est un poisson eurytherme qui peut supporter des grandes variations de la température de l'eau **(CTA, 2017)**. Ainsi, il est possible de rencontrer ce poisson à des températures entre 14-33 °C. Cependant, dans des conditions d'élevage, les températures létales inférieure et supérieure enregistrées sont respectivement de 7,4 et 40,73 °C selon **Mélard (1986)**. Au fait, au-dessous de 16-17°C, le Tilapia cesse de s'alimenter et devient de plus en plus sensible à une série de maladies **(Chervinski, 1982)**. La reproduction a lieu chez 0. *niloticus* lorsque la température est supérieure à + 22 °C **(Trewavas, 1983).**

Le pH représente l'acidité ou l'alcalinité de l'eau. Durant toute la période de notre travail les valeurs sont comprises entre 7,98 et 9,8 mais tout en étant dans la gamme optimale de tolérance de l'espèce puisque la moyenne obtenue est de 8,37±0,71 alors que la gamme optimale se situe entre 6,5 et 8,5 **(Malcolm et *al.*, 2000).**

Concernant la salinité il se montre que ce paramètre est quasiment constant durant la période d'étude 0,5g/l ±0,5. Au fait, la plupart des Tilapias sont des espèces d'eau douce, mais leur capacité d'adaptation à différentes salinités est nettement remarquable **(Stickney, 1986)**. Ainsi, l'*Oreochromis niloticus* peut s'adapter à des eaux de salinité comprise entre 0,015-30 g/l. De même, au niveau des eaux géothermales tunisiennes, les Tilapias montrent leur capacité à supporter des salinités élevées jusqu'à 28g/l **(Kraiem et Azaza, 2007)**. Toutefois, et en ce qui concerne sa reproduction, ce poisson serait incapable de se reproduire au-delà d'une salinité qui dépasse 15-18 g/l **(Balarin et Hatton, 1979).**

Par ailleurs, la conductivité est due à la présence dans le milieu d'ions qui sont mobiles dans un champ électrique, elle dépend de la nature de ces ions dissous et de leurs concentrations **(Rejsek, 2002**). Les valeurs de la conductivité qu'on a obtenues varient entre 1020 µs/cm et 9930 µs/cm. Ces valeurs sont probablement liées à celles de la salinité et des TDS présents dans l'eau du bassin qui restent malgré tout dans l'intervalle recommandé pour

l'élevage de Tilapia, citons par exemple <3000µS/cm pour les normes marocaines des eaux piscicoles (eaux tièdes).

Concernant les résultats du taux des sels dissous (TDS) on remarque que les valeurs du bassin où la production de Tilapia est effectuée sont moins élevées 0,56 g/l ±0,04 (espèce filtreuse). Ces valeurs restent largement inférieures par rapport à ceux proposées par **Malcolm (2000)** concernant l'élevage de Tilapia qui se limitent à 3g/l.

En ce qui concerne l'oxygène dissous, la moyenne obtenue est 4,09 mg/l ±56,96, cette valeur est supérieure à celle des eaux brutes (2021) mais elle respecte la concentration recommandée pour l'élevage *d'O.niloticus* 3-5mg/l **(Malcolm, 2000; Suresh, 2003).** Sachant que l'oxygène dissous est injecté en permanence dans le bassin de Tilapia moyennant une pompe d'air appropriée (figure annexe) au niveau de la ferme.

Pour ce qui est des résultats des matières en suspension (MES) celles-ci montrent que la valeur moyenne inscrite est de 0,2g/l±0,09, celle-ci est supérieure à celle des eaux brutes de la ferme (2021), mais elle ne dépasse pas la valeur de la norme recommandée pour l'élevage de Tilapia limitée à 0,2g/l selon **Malcolm (2000).** La valeur des MES a frôlée la limite probablement à cause des aliments non consommés au niveau du bassin ou bien à cause de la proportion d'excréments solides de Tilapia dans le bassin bien que la grande proportion de ces excréments sont sous forme de liquides **(MPO, 2015).**

Concernant la DBO_5 et la DCO, ces deux paramètres sont reliés entre eux, et varient selon les concentrations des MES et l'O_2 dissous. En comparaison avec les normes de l'OMS (voir annexe) la valeur de DBO_5 24.17mg/l±6.77 est inférieur à celle des normes de l'OMS (30mg/l), contrairement au la valeur de la DCO 136.85mg/l±64.1 qui dépasse la norme de l'OMS (90mg/l) ce qui peut être expliqué par l'oxydation de la matière en suspension trouvé dans l'eau, cette réaction se déroule généralement en présence d'oxygène, sachant que les eaux de bassin d'élevage de Tilapia sont soumises à une oxygénation par une pompe d'air (annexe 2).

Par ailleurs, l'azote est l'un des éléments essentielles dans les structures des êtres vivants, il existe sous différentes formes dans l'eau tel que les nitrates (NO_3^-) qui ont un effet nocif dans le milieu d'élevage s'ils sont en fortes concentrations provoquant le phénomène d'eutrophisation qui influence la vie des poissons, donc il faut toujours contrôler la présence des nitrates tout au long de la période d'élevage.

Pour nos résultats, l'ammonium présent dans le bassin de Tilapia provient en grande partie des excrétions de ce poisson, sachant que l'ammonium excrété par le Tilapia se trouve dans la partie liquide des déchets, qui constitue la grande partie des déchets par rapport aux

excréments solides. L'ammonium dans nos prélèvements atteint un taux moyen de 0,81mg/l±0,82 alors que **Malcolm, (2000)** exige 0,95mg/l pour l'élevage de la Tilapia.

Pour ce qui est des nitrates, ces derniers atteignent une moyenne de 0,61mg/l ±0,45. La présence des nitrates dans le bassin d'élevage de Tilapia provient vraisemblablement de la nitratation d'ammonium excrété par le poisson grâce à des bactéries (nitrosomonas) en présence d'oxygène dissous dans le milieu **(Ouali, M.S., 2001).** Cependant, l'aliment du poisson contenant des protéines peut constituer une autre source importante de nitrates dans le bassin de Tilapia. Il n'est pas sans intérêt de rappeler aussi que la présence de la lentille d'eau (*Lemna minor*) peut diminuer la concentration des nitrates dans ce même bassin puisque la lentille d'eau est un végétal assimilant l'azote sous forme de nitrates **(Mathieu et Pieltain, 2003).** Rappelons également que la lentille d'eau est utilisée pour deux raisons comme aliment et pour la phytoépuration des eaux du bassin (**Martin et al.,2002)**

Enfin concernant les orthophosphates, la concentration obtenue à partir de l'analyse des eaux du bassin de Tilapia (0,18mg/l ±0,19) ne dépasse pas la valeur recommandée pour l'élevage de ce poisson (0,3mg/l) selon **(Malcolm, 2000).** A cet effet, le phosphore généralement non digéré est excrété sous forme de fèces. La quantité digérée de phosphore qui va au-delà des besoins des poissons est excrétée dans l'urine sous forme d'orthophosphates. Cette proportion représente la plus grande partie des rejets de phosphore dissous provenant des activités piscicoles **(MPO, 2015).**

Conclusion

La pisciculture, représente désormais, dans de nombreux pays, le sous-secteur de production alimentaire qui croît le plus rapidement **(FAO, 2018)**. Ces dernières années, l'offre mondiale de poisson de consommation a progressé à un rythme supérieur à la croissance démographique mondiale, et le poisson constitue aujourd'hui une source importante d'aliments nutritifs et de protéines animales pour une grande partie de la population mondiale. A cet effet, améliorer la pisciculture tout en préservant notre environnement est devenue une préoccupation mondiale.

Ce travail consiste en une contribution à évaluer la qualité des eaux d'un bassin d'élevage de Tilapia du Nil au niveau de la ferme « TITTERI AQUACOLE » située a Benchicao (Wilaya de Médéa) durant une période limitée entre le mois d'avril et le mois de mai 2021 par le suivi de douze paramètres physico-chimiques sur ces eaux permettant l'élevage et la production de ce poisson d'eau douce d'origine égyptienne introduit en Algérie en 2002 **(Ghaouaci, 2016).**

Cette contribution voit son importance et son originalité lorsqu'elle cherche à accompagner cette expérience innovante à l'échelle de notre wilaya en répondant à deux volets complémentaires, le premier est celui de chercher la qualité de l'eau idéale pour optimiser l'élevage et la reproduction et depuis la production de ce poisson. Cette étude répond à une deuxième question considérée comme environnementale c'est-à-dire les eaux piscicoles de cette ferme une fois rejetées dans l'environnement ont-elles un impact sur ce dernier et ses composantes biotiques et abiotiques.

Globalement et d'après nos résultats, on remarque que les valeurs obtenues à partir des douze paramètres contrôlés sont généralement au dessous des normes retenues durant cette étude mis à part quelques paramètres présentant certains pics dépassant ces valeurs normatives.

Pour les exigences écologiques de Tilapia au niveau du bassin de la ferme; touts les paramètres et les conditions sont respectés et ils sont favorables pour ce poisson une fois comparées aux exigences écologiques recommandées par **Malcolm, 2000** mis à part un léger dépassement constaté pour l'oxygène dissous (3,14 mg/l) ce dernier peut être lié à l'oxygène injecté dans le bassin moyennant une pompe à air.

Concernant ces eaux piscicoles comme rejets, les valeurs obtenues une fois comparées aux valeurs limites pour les rejets (OMS ,2012). Ces eaux restent également inférieures à ces

limites mais elles contiennent des éléments nutritifs comme les composés azotés (ammonium et nitrates) ainsi que les composés phosphorés (orthophosphates). Ces derniers sont souvent cités dans la littérature comme responsables des phénomènes d'eutrophisation.

Cependant, les différents problèmes qu'ils soient pour l'élevage et la production de Tilapia ou pour l'environnement (eaux piscicoles rejetés) ne sont pas manifestés ceci probablement à cause du type d'élevage au sein de la ferme qui est pour le moment de type extensif (seulement 1/4 du bassin est utilisé actuellement). Une augmentation de la production va générer surement plus de rejets et une autre qualité d'eau qu'il faut surveiller en permanence.

Pour terminer ce travail, nous suggérons quelques recommandations pour la ferme ainsi que pour améliorer cette étude à travers des études ultérieures:

Pour la ferme ***« TITTERI AQQUACOLE »,*** on se permet de proposer les points suivants pour assurer sa bonne fonctionnalité ainsi que pour préserver son environnement:

- L'installation d'un laboratoire d'analyses physico-chimique et bactériologique dans la ferme s'avère indispensable pour un suivi des différents paramètres de l'eau ainsi que pour le suivi biologique du poisson.
- L'optimisation de la distribution de l'aliment pour confirmer sa digestion, et éviter l'accumulation de l'aliment non consommé dans le bassin de Tilapia (diminuer les rejets azotés et phosphorés).
- Mettre en place un système de traitement des eaux et de son recyclage, par des méthodes biologiques (tels le lagunage à macrophytes utilisant la lentille d'eau par exemple).

Pour compléter cette étude :

- la réalisation des analyses bactériologiques des rejets de la ferme.
- Etaler la durée du suivi sur d'autres mois.
- Créer des fiches techniques de toutes les espèces cultivées au niveau de la ferme (contenant l'écologie et la biologie des espèces).

Les références bibliographiques

ADE, 2020 : Algérienne des eaux de la Wilaya de Médéa

Al Dilaimai, 2009. Détermination de la ration lipidique alimentaire optimale chez les alevins du tilapia du Nil *(Oreochromisniloticus).* Mémoire de Magister en Gestion des Ressources Aquatiques, Université d'Oran (Algérie).

Alpha Seddiki ,2005. Thèse de doctorat en pharmacie sur : La qualité organoleptique de l'eau de consommation. Université de BAMMAKO. Mali

Azaza, M., Legendre, M., Kraiem, M., & Baras, E. 2010. Size-dependent effects of daily thermal fluctuations on the growth and size heterogeneity of Nile tilapia *Oreochromisniloticus*, *Journal of Fish Biology*, 76 (3), 669-683.

Azaza, M. S., Mensi, F., Abdelwaheb, A., &Kraiem, M.,2007. Elaboration d'aliments secs pour Tilapia du Nil *Oreochromisniloticus*(L., 1758) en élevage dans les eaux géothermales du sud tunisien (PDF DownloadAvailable). *Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. Mer de Salammbô*, 32, 23-30., [En ligne]

Balarin *et al,*1982, Watanabe*et al,* 2002, FAO, 2017.The intensive culture of Tilapia in tanks, raceways and cages. 265-355 *in* J.F. Muir & R.J. Roberts (eds.), Recent Advances in Aquaculture. WestviewPress, Boulder, Colorado, USA .

Bakiri Z, 2007. Traitement des eaux usées par des procédés biologiques classiques : expérimentation et modélisation. Thèse : Faculté des Sciences de l'Ingénieur Département de Génie des Procédés, Université Ferhat Abbes –Sétif (Algérie), 29p.

Baouia et Guemmouli, 2019. Suivi et évaluation des rejets piscicoles des bassins aquacoles expérimentales de l'université Kasdi- Merbah Ouargla.

Belagoun, Z. et Daya, H., 2015. Contrôle de qualité de l'eau de quelques sources de Chiffa (wilaya de Blida). Génie des Procédés et Environnement, Université Yahia Fares Médéa. Master. 89p

Belayachi, 2013 . Etude de l'intérêt de *Dunaliella sauna* (micro-algue halophile) sur la culture de *I'Artémie*en Oranie .Mémoire De Fin D'études En vue de L'obtention Du Diplôme De Master En Agronomie.UNI VERSITE ABOU BEKR BELKAID TLEMCEN.

Belayachi D.A, Belhadji A.K, 2014. Etude de l'intérêt de Dunaliella sauna (micro-algue halophile) sur la culture de I 'Artémie en Oranie. Thèse, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers. Département des Sciences d'Agronomie et des Forets .Option Amélioration de la Production Végétale Université Abou Baker Belkadi Tlemcen ., 9-15-18 P.

Benabdellah N., 2011. Etude expérimentale sur l'activité des enzymes digestives (trypsine et chymotrypsine) chez les alevins du tilapia du Nil (*Oreochromisniloticus*) (Linnaeus, 1758) en relation avec la qualité du régime alimentaire protéique distribué. Mémoire de Magister. Université d'Oran. 71 p.

Benammar I., 2017. Suivie de la croissance du loup de mer et la dorade d'élevage (cas de la ferme aquacole d'Ain Türk. Wilaya d'Oran. Mémoire de master, université de Tlemcen ;16-17p.

Benidiri.R, 2017. Création d'un projet piscicole, Université Abou bekerBelkaid Tlemcen.

Bendjeddou, H., 2013. Evaluation des niveaux de pollution marine par les hydrocarbures et les métaux lourds dans l'eau de mer et du sédiment superficiels marins dans la baie d'Alger. Ecole Nationale Polytechnique. Magister. Sciences de l'eau et développement durable. 134p.

Benkortbi.A, 2017. Etude technico-économique de la ferme *TITTERI AQUACOLE*.29p.

Bouanani A.R., 2004. Hydrologie, transport solide et modélisation, étude de quelques sous bassins de la Tafna (NW-Algérie).Thèse de doctorat. Institut de géologie. Université de Tlemcen.

Bouchebbah & Ayache, 2011.contribution a la détection des comportements malhonnetes dans les réseaux.

Boudjelal, Djoudi H, 2003. Pollution de l'Oued Boussellem par les eaux usées urbaines et industrielles et impact de leur utilisation dans l'irrigation. Thèse ing, tatho des écosystèmes universitaires, Sétif., 6-13p.

Boukhris ,S.,2018. Reproduction et alevinage duTilapia du Nil *Oreochromisniloticus*dans le CNRDPA(Hassi ben Abdallah – Ouargla).

Breton, B., 2005. La truite et son élevage. Collection aquaculture pisciculture. Eds TEC et DOC. Lavoisier

Bowen S.H, 1982. Feeding digestion and growth .qualitative considération.PULIIN R.S.V and LOWE Mc CONNEL R.H (eds).in: The biology and culture of Tilapia .ICLARM conférenceproceedingManilaphilppines 7, 141-156 P.

Campbell, D., 1978. Formulation des aliments destines a l'élevage de tilapia nilotica en cages dans le lac de kossou côte d'ivoire., [En ligne] http://www.fao.org/3/contents/cc471af9-1520-5729-87d6 67cb32e63ae2/AC424F00.htm (Consulté le 10 août 2017).

C.E.A.E.Q, 2016. Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec**.**

Chapman A. 2003 - Culture of hybrid Tilapia : reference profile. IFAS extension. University of Florida. Edis. 86 p.

CNDPA, 2004. Centre National de Recherche pour le développement de la Pêche et de l'Aquaculture

Company, R., Calduch-giner, J.A., Perez-sanchez, J., Kaushik, S.J., 1999. Protein sparing effect of lipids in common dentex (*Dentex Dentex*): A comparative study with sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*DicentrarchusLabrax*). Aquatic Living Resources, 12: 23-30.

Chervinski J, 1982. Environmental physiology of Tilapias. In: Pullin, R.S.V., Lowe – McConnel, R.H. (Eds), The Biology and culture of tilapia. ICLARM ConferencePrceedings, Manila, Philippines.7, 119-128

D.E-Médéa, 2021. Direction de l'environnement

Dhif, M., Et Dahmani, N. 2018. Contribution à l'élaboration de la carte du degré de base d'incendie de forêt de la wilaya de Médéa. Université Yahia Fares Médéa. Master. Ecologie et environnement. 68p.

Dhraief, M., 2010. Etude de la reproduction du Tilapia du Nil *Oreochromisniloticus*(L.) en captivité dans les eaux géothermales du sud tunisien.

Dhraief, M.,2005. Reproduction du Tilapia du Nil Oreochromisniloticus (L., 1758) [Teleostei, Cichlidae], en captivité dans les eaux géothermales du sud Tunisien : Effet de quelques facteurs démographiques et environnementaux, Mastère en Aquaculture et Biotechnologie Marine, Institut Supérieur de Biotechnologie de Monastir SBM, Univ de Monastir (Tunisie), 103 p.

Dosdat, A., 1992a. L'excrétion chez les poissons téléostéens I : L'azote. La pisciculture Française, 108: 25-40.

Dosdat, A., 1992b. L'excrétion chez les poissons téléostéens II : Le phosphore. La pisciculture
Française, 109: 18-29.

Dosdat, A., Servais, F., Mctailler, R., Huelvan, C., Desbruykres, E., 1996. Comparison of nitrogenous losses in five teleost fish species. Aquaculture, 141: 107-127.

El Afri, A., 2008. Contribution A L'étude De Pollution Des Eaux Du Bassin De La Seybouse Cas Des Rejets Industrielle De L'unité De Marbre Et Des Carrelages Suivi De La Qualité Physicochimique Bactériologique. Université 08 Mai 1945 De Guelma. Magister.
Hydroécologie Santé, Eau Et Environnement. 152p.

El Yazghi.M ,2003. Arrêté Du Ministre Chargé De L'aménagement Du Territoire, De L'eau Et De L'environnement N°2028-03 Du 10 Ramadan 1424 (5 Novembre2003) Fixant Les Normes De Qualité Des Eaux Piscicoles.

Fardeau, J.-C. Dorioz, J.-M. 2000. La dynamique du phosphore dans les zones humides. In Fonctions et valeurs des zones humides ,Fustec, E., J.-C. Lefeuvre and G. Barnaud, pp. 143–159. Dunod.Fédération du Saumon atlantique, April 2004 [en ligne]

FAO. Food and Agriculture Organization.

Fermon Y, 2009. La Pisciculture De Subsistance En Etangs En Afrique : Manuel Technique, A C F - International Network.

Feps (Fondation De L'eau Potable Sûre),2011 : Traitement Des Eaux Conventionnel : Coagulation Et Filtration.

Frossard et al.,2004. Cahier de l'environnement no.38 le phosphore dans les sols état de la situation du suisse office fédéral de l'environnement des forets et du paysage (OFEEP), Berne, Suisse.p 180.

Garidou.C, 1994. Quantification Des Rejets D'une Ferme Piscicole De Loup *(Dicentrarchus Labrax L.)* Bilans De Masse: N, P, Et C.

Gaujous. D, 1995. La Pollution Des Milieux Aquatiques : Aide-Mémoire. Edition Technique Et Documentation Lavoisier, 220p.

Ghaouaci, 2016. Cours Licence Aquaculture Et Pisciculture. Université Hassiba Ben Bouali De Chlef.

Ghazali D., Zaid A., 2013 : Etude De La Qualite Physico-Chimique Et Bacteriologique Des Eaux De La Source Ain Salama-Jerri (Region De Meknes –Maroc). Larhyss Journal, Issn 1112-3680, N° 12, Janvier 2013, Pp. 25-36 © 2013 Tous Droits Réservés.

.

Guillaume. J, Kaushik.S ,Bergot. P., Metailler. R.1999. Bases De La Nutrition Des Animaux Aquatiques : Physiologie Digestive Et Digestibilité Des Nutriments. Nutrition Et Alimentation Des Poissons Et Crustacés. Éditions Inra-Ifremer, 489
Pp71-75.

HaddouMenana 2010 : Dégradation de dérivés de l'acide benzoïque par les procédés d'oxydation avancée en phase homogène et hétérogène : procédés Fenton, photo-Fenton et photocatalyse. Thèse de doctorat Toulouse, Délivré par l'Université Toulouse III - Paul Sabatier Discipline ou spécialité : Chimie Macromoléculaire et Supramoléculaire.

Huet M., 1970. Traité de pisciculture, ièmeédition,Ch. de Wyngaert (Ed.) , Bruxelles.,718 p.

Iga-lga, 2008. Contribution à la mise au point d'aliments pour tilapia *Oreochromisniloticus*à base d'intrants locaux : cas du Gabon. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Master Sciences Agronomiques et Agroalimentaires du Gabon, spécialité Sciences Halieutiques et Aquacoles, dominante Aquacole.

Kankou M. 2013. Contribution a l'etude de la qualite physicochimique de l'eau de la rive droite du fleuve. *Larhyss Journal n° 12*. pp. 71-83.

Kaushik, S.J., 1998a. Nutritional bioenergetics and estimation of waste production in non salmonids. Aquatic Living Resources, 11: 211-217.

Kebal.A Et Bailich.R, 2019. Contribution A L'étude De La Qualité Organoleptique, Physicochimique Et Bactériologique Des Eaux Provenant De Trois Sources De La Ville De Médéa.

Kestemont, P., Micha, J. ., &Falter, U. 1989. Les méthodes de production d'alevins de *Tilapia Nilotica*, programme de mise en valeur et la coordination de l'aquaculture.
Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture *ADCP/REP/89/46*, FAO, Rome. p132.(disponible sur: http://www.fao.org/docrep/t8655f/t8655f00.htm).

Kraiem M, Azaza M. S. 2007. Etude de la tolérance a la température et a la salinité chez le tilapia du Nil *Oreochromisniloticus*(L.) élevé dans les eaux géothermales du sud tunisien (PDF DownloadAvailable). Consulté 11 août 2017, à l'adresse Rome. ; 132 p.

Lauzanne L, 1988.Feeding habits of freshwater .C. Leveque.Bruton M.N.et SSENTONGO G.W (eds).in : biologie et écologie de poissons d'eau douce africains .collection travaux et documents n°216 .ORSTON. Paris. France ., 221-242 p.

Lavenant, M., de la Pomélie, C., Paquotte, P., 1995. Aquaculture en système clos: estimation des coûts de production pour l'élevage du bar et du turbot. Cah. Options Mediterranéennes 14,
149-168

Lazard J., 2007 : Aquaculture et espèce introduites : exemple de la domestication, ex des Tilapias. Cahiers Agricultures, vol, 16n°2 ,123-124p.

Lazard J, 2007 . Le Tilapia, données biologiques, zootechniques et économiques, ed.CIRAD .,5 p.

Lefebvre, S., 2000. Les cycles de l'azote et du phosphore dans un système aquacole intégré poisson-phytoplanctonbivalve : Etudes expérimentales et modélisations. Thèse de doctorat del'université de Nantes, Nantes, France, 223 p

Lutz, C. G., 1999. Aquaculture stocks: evaluating genetic threats. Aquaculture Magazine,

Jully/August 1999: 67-70.MAPAQ, 2005. L'aquaculture en eau douce. In Présentation des pêches et de l'aquaculture commerciales, [en ligne] (\V\v'".Inapag.gouv.gc.ca/Fr/Peche/Protil/llecheaguaculturel, page consultée le 28/11/2005).

MacMillan, J.R., Huddleston, T., Woolley, M., Fothergill, K., 2003. Best management practice development to minimize environmental impact from large flow-through trout farms. Aquaculture, 226: 91-99.

Maillard, V.M., Boardman, G.D., Nyland, J.E., Kuhn, D.D., 2005. Water quality and sludge characterisation at raceway-system trout farms. Aquacultural Engineering, 33: 271-284.

Malcolm, C., Beverdije, H., &McAndrew, B.2000. Tilapias: biologie and exploitation. Institute of aquaculture. *University of stirling, Scotland. Kluwer Academic Publishers*, 185 p.

Mary A, 2006. Infestation Of Ectoparasites On Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus)* In Aquaculture Production In The Ashanti Region, Ghana., Master Of Science In International Fisheries Management, Univ Of Tromsø, Norway., 35p.

Marsily (de), G., Meybeck, M., 2003. in Miquel, G et Revol, H., La qualité de l'eau et de L'assainissement en France. Rapport 215 tome 1 (2002-2003) - Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, [en ligne] (\V\v\v .senat.fr/rap/102-215-1/102-215-125 .htInl, page consultée le 15/01/2005).

Mélard C, 1986. Les bases biologiques de l'élevage du Tilapia du Nil, Cah. Ethol. Appl., 6 (3), 224 p.

Naylor, R.L., Golburg, R.J., Primavera, J.H., Kautsky, N., Beveridge, M.C.M., Clay, J., Folke, C., Lubchenco, J., Mooney, H., Troell, M., 2000. Effect of aquaculture on world fish supplies. Nature, Vol. 405, June 2000: 1017-1024.

Ndiaye, P. 2017. Systématique des poissons dans l'aquaculture Africaine.

Nsikak Benson. 2008. Encyclopedia of Global Warming and Climate Change. Ed. S. Philander. Vol 3. Thousand Oaks. CA: Sage Publications Inc .**3** :813-817.

O.M.S., Organisation mondiale de la sante. Genève.

ONM. Médéa..office nationale météorologique

Pagand, 1999. Traitement des effluents piscicoles marins par lagunage à haut rendement algal. Thèse de doctorat de l'université de Montpellier 1. Montpellier, France., 220 p.

Paugy. D, Lévêque. C, Teugels. G.G. 2004. Faune des Poissons d'Eau Douce et Saumâtre

d'Afrique de l'Ouest (*2nd edn*). Faune et Flore Tropicales: Paris.

Piedrahita, R.H., Fitzsimmons, K., Zachritz, W.H.II., Brockway, C., 1996. Evaluation and improvements of solids removal systems for aquaculture. Aquaculture Engineering Society. Proceedings II: Successes and failures in commercial recirculating aquaculture conf., Roanoke, VA (USA), 19-21 Jul., 1: 141-150.

Popma et Masser, 1999. Tilapia life, history and biology. SRAC publication

Ramade F., 1984 : Eléments d'écologie-écologie fondamentale. Ed Mac Graw-Hill. Paris, 397p.

Rejesk, 2002. Analyse des eaux : aspects réglementaires et techniques. Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine.

RODIER, J., LEGUBE, B., MERLET, N., et coll. 2009. L'Analyse de l'eau (9 éd.).

Roque D'orbcastel.E,2008. Optimisation de deux systèmes de production piscicole : biotransformation des nutriments et gestion des rejets.144p.

Sigg, L., Behra, P., Stumm, W. 2001. Chimie des milieux aquatiques: Chimie des Eaux naturelles et des interfaces dans l'environnement. 3ème Edition, Dunod, Paris.

Snpn ,2021. Société nationale de protection de la nature.

Sohou Z. Et Houedjissin R. C. Et Ahoyo N. R. A,2009. La pisciculture au Bénin : de la tradition à la modernisation, Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin Numéro 66 .p 57.

Suresh, 2003. Tilapia. 321-345 *In* J S. Lucas and P. C. Southgate, eds. Aquaculture: Farming Aquatic Animals and Plants. Blackwell Publishing, Oxford, UK.

Thomas.O, 1985. Métrologie Des Eaux Résiduaires. Ed.Cebedoc/Tec Et Doc. 11 Liège - 75384.Paris..

Treece, G.D., Hamper, L., 2000. Achieving environmentally friendly shrimp farming in Texas, USA. World Aquaculture: 49-53.

Trewavas, E., 1983. Tilapiine Fishes of the Genera Sarotherodon Oreochromis and Danakilia., Ithaca New York: Cornell University Press., 583 p.

Touati Et Khoudja Ali, 2020 .Contribution A L'etude De La Qualite Organoleptique Et Physicochimique Des Eaux Piscicoles D'une Ferme Aquacole (Médéa).

Lacroix, 2004.pisciculture en zone tropicale GFA terra systemsEulenkrugrabe, humburg, allemagne.

Lavenant. M, Pomelie.C, Paquotte.P,1995. Aquaculture en système clos: estimation des coûts de production pour l'élevage du bar et du turbot. Cah. Options Mediterranéennes 14,pp149-168.

Lutz, C. G., 1999. Aquaculture stocks: evaluating genetic threats. Aquaculture Magazine.

Melghit Meriem. 2013 : Qualité Physico-Chimique, Pollution Organique Et Métallique Des Compartiments Eau / Sédiments De L'oued Rhumel, Et Des Barrages Hammam Grouz Et Beni Haroun. Thèse Magistère En Ecologie. Option: Gestion Des Déchets. Université Mentouri De Constantine Faculté Des Sciences De La Nature Et De La Vie Département D'ecologie Et Biologie Végétale.

MPRH (Ministère De La **P**êche Et Des **R**essources **H**alieutiques), Schéma Directeur De Développement des Activités de la Pêche et l'Aquaculture, Horizon 2025.

Welcomme, R.L. 1988. International introduction of inland aquatic species. F.A.O. Fish techn. 318 pp.

Whoriskey, F., 2004. Les fuites des établissements piscicoles: un problème?

Les sites web

http://www.fishbase.us/summary/Oreochromis-niloticus.html

https://www.aujardin.info/plantes/lemna

www.africamuseum.be.

www.poisson-aquaculture.fr

ANNEXE

Annexe 1 :

Tableau I.2: les types de pollution

Type de pollution		*Origine et caractéristiques*
Pollution Physique	***Pollution thermique***	La pollution thermique est une modification de la température du milieu, le plus souvent à la hausse. En général, ce type de pollution est causé par les mécanismes de roidissement des industries et centrales énergétiques qui se traduisent par des rejets d'eau chaude dans l'environnement.
	Pollution Solide	Elle provient des particules solides apportées par les eaux industrielles ainsi que les eaux de ruissellement et issue des décharges de déchets à Ciel ouvert.
	Pollution Radioactive	Liée aux rejets des éléments radioactifs par les installations et les centrales nucléaires ainsi que les usines de traitement de déchets radioactifs
Pollution chimique	/	Le risque chimique est lié à la présence de constituants géologiques ou de contaminants issus des activités humaines (aménagement, industrie, agriculture). L'utilisation excessive d'engrais pour l'agriculture et l'élevage apporte une présence d'azote et de phosphore en quantité excessive dans les cours d'eau.
Pollution microbiologique	/	La pollution microbiologique a souvent pour source des eaux usées improprement traitées ou des eaux de ruissellement provenant d'installations d'élevage et se déversant dans les cours d'eau. Des épidémies peuvent émerger et limiter les usages que l'on peut faire de l'eau. Par exemple, à Milwaukee, en 1993 (Etats Unie), plus de 400 000 personnes ont souffert de symptômes gastro-intestinaux après avoir été en contact avec de l'eau potable contaminée par le protozoaire *Cryptospridium* **(Haddou, 2010).**
Pollution Organique	/	Cette forme de pollution constitue la fraction la plus importante. En effet, elle résulte de l'introduction dans le milieu de substances organiques provenant de diverses activités : industrielles (hydrocarbures), agricoles (engrais azotés et phosphatés) et domestiques (phosphates, matières fermentescibles). La pollution organique de l'eau provenant des eaux domestiques et des industries agroalimentaires provoque une surconsommation de l'oxygène nécessaire à la dégradation de la matière organique et peut entrainer par conséquent la mort de la vie aquatique **(Melghit, 2013).**

Tableau des résultats d'analyse statistique (la corrélation de pearson) :

Corrélations

		pH	température	Ce	TDS	salinité	oxygène	MES	DCO	DBO5	NO_3^-	NH_4^+	PO_4^{-3}
PH	Corrélation de Pearson	1	-,954**	,032	-,147	.b	-,240	-,583	,007	-,699	,977**	-,338	,169
	Sig. (bilatérale)		,003	,951	,782	.	,647	,224	,989	,122	,001	,512	,750
	N	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Température	Corrélation de Pearson	-,954**	1	-,114	,214	.b	,228	,625	,157	,593	-,926**	,380	,070
	Sig. (bilatérale)	,003		,830	,685	.	,664	,185	,766	,214	,008	,457	,896
	N	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Ce	Corrélation de Pearson	,032	-,114	1	-,499	.b	,310	-,470	,249	-,422	-,063	,109	,249
	Sig. (bilatérale)	,951	,830		,313	.	,551	,347	,634	,405	,905	,837	,634
	N	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
TDS	Corrélation de Pearson	-,147	,214	-,499	1	.b	-,815*	-,090	-,605	,618	-,085	,005	-,298
	Sig. (bilatérale)	,782	,685	,313		.	,048	,865	,203	,191	,873	,992	,567
	N	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
S	Corrélation de Pearson	.b	.b	.b	.b	.b	.b	.b	.b	.b	.b	.b	.b
	Sig. (bilatérale)	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.
	N	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
O2 D	Corrélation de Pearson	-,240	,228	,310	-,815*	.b	1	,230	,553	-,412	-,351	-,197	,454
	Sig. (bilatérale)	,647	,664	,551	,048	.		,661	,255	,416	,495	,708	,366
	N	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
MES	Corrélation de Pearson	-,583	,625	-,470	-,090	.b	,230	1	,411	,425	-,448	,589	-,083
	Sig. (bilatérale)	,224	,185	,347	,865	.	,661		,418	,401	,374	,219	,875
	N	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
DCO	Corrélation de Pearson	,007	,157	,249	-,605	.b	,553	,411	1	-,565	,029	,471	,742
	Sig. (bilatérale)	,989	,766	,634	,203	.	,255	,418		,242	,956	,346	,092
	N	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
DBO5	Corrélation de Pearson	-,699	,593	-,422	,618	.b	-,412	,425	-,565	1	-,602	,257	-,711
	Sig. (bilatérale)	,122	,214	,405	,191	.	,416	,401	,242		,206	,623	,113
	N	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
NO_3^-	Corrélation de Pearson	,977**	-,926**	-,063	-,085	.b	-,351	-,448	,029	-,602	1	-,171	,084
	Sig. (bilatérale)	,001	,008	,905	,873	.	,495	,374	,956	,206		,745	,874
	N	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
NH_4^+	Corrélation de Pearson	-,338	,380	,109	,005	.b	-,197	,589	,471	,257	-,171	1	-,038
	Sig. (bilatérale)	,512	,457	,837	,992	.	,708	,219	,346	,623	,745		,942
	N	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
$PO4^{-3}$	Corrélation de Pearson	,169	,070	,249	-,298	.b	,454	-,083	,742	-,711	,084	-,038	1
	Sig. (bilatérale)	,750	,896	,634	,567	.	,366	,875	,092	,113	,874	,942	
	N	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

**. La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral).
*. La corrélation est significative au niveau 0.05 (bilatéral).
b. Calcul impossible car au moins une variable est une constante.

Annexe 2

Tableau III.1 : Diagramme pour la DBO5 (Annexe 3).

DBO estimée en mg/l	Volume de remplissage (ml)	Facteur	DBO estimée en mg/l	Volume de remplissage (ml)	Facteur
0…….40	432	1	0…….400	164	10
0…….80	365	2	0……800	97	20
0……..200	250	5	0……2000	43.5	50



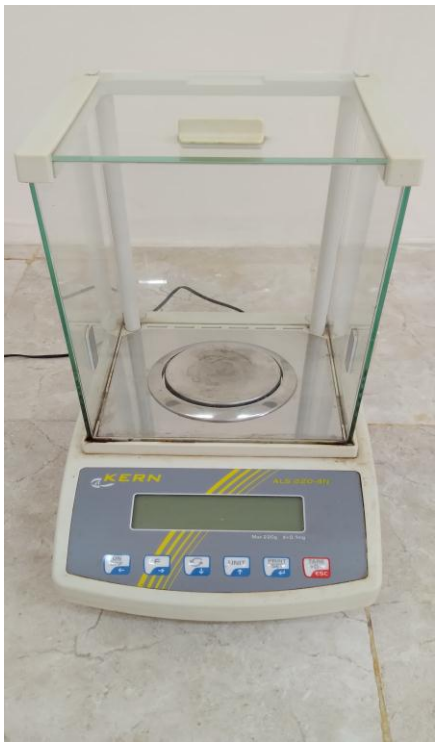
Figure 1 : Pompe d'aire



Figure2 : Système de chauffage au niveau de la ferme.



Figure3 : Spectrométrie UV/visible la marque HACHE.



Figuree 4 : Balance a précision

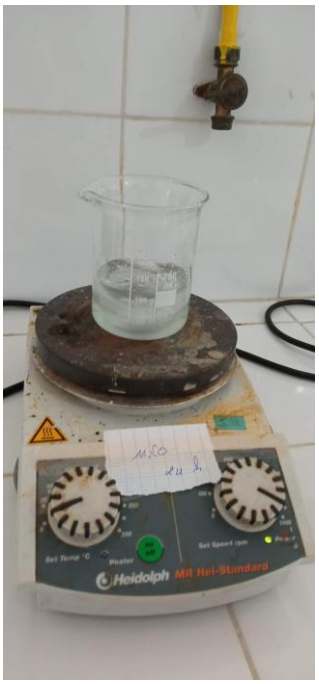


Figure 5 : Agitateur



Figure 6 : Etuve (à 105 °C)



Figure7: Glacière pour la conservation des échantillons



Figure 8 : Dessiccateur



Figure 9 : Centrifugeuse