République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Yahia Fares - Médéa

Faculté des Sciences



Mémoire présenté par :

Melle MEZHOUD Bouchra & Melle CHERAIR Leila

En vue de l'obtention du diplôme de

Master en **Ecologie & environnement**

Spécialité : Ecologie

Thème

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA QUALITE PHYSICOCHIMIQUE DES EAUX PISCICOLES PROVENANT D'UN BASSIN D'ELEVAGE DE POISSON CHAT (CLARIAS GARIEPINUS) AU NIVEAU DE LA FERME TITERI AQUACOLE - MEDEA

Soutenu le : 14/07/2021

Devant la commission de jury composée de :

Présidente	Mme NABI Fahima	M.C.A	UYF-Médéa
Examinateur	Mme ATTAL Meriem	M.C.B	UYF-Médéa
Promoteur	Mr BELHADJ Hichem	M.C.B	UYF-Médéa

Année universitaire **: 2020/2021**



DEDICACES

En guise de reconnaissance je dédie ce travail à :

Ma chère mère et mon cher père pour tout ce qu'ils ont fait pour moi et de l'éducation que j'ai reçu de leur part.

Tout spécialement à mon marie ***Mohamed,*** *pour son soutien et sa compréhension avec tout mon amour.*

A mes très chères sœurs : ***hamida, Hasna, Omaima, Meriem, Loubna***

A mon frère : ***Abdelmalek***

A tous les membres de ma famille.

Ma belle-mère ***LILA.***

A mes amis ***Wiam****,* ***Ines****,* ***Khadîdja*** *et* ***Khadîdja.***

A mon chère binôme ***Bouchra*** *ainsi que toute sa famille, je leurs souhaite tout le bonheur du Monde.*

Leila

Dédicaces

Je dédie ce travail à Dieu pour tant de grâce reçue

A mon oncle (mon père) ***Ferge Ahmed*** *pour toute la confiance placée en moi pour ces conseils et son soutien durant toutes ces années, à* ***Lakhdar ,Djamal et Kamal*** *sont les plus chères que j'ai*

A ma mère, la personne la plus chère à mon cœur « ***Zahia*** *» qui a attendu avec patience le fruit de sa bonne éducation et sa dévouement.*

A ma grande mère a le plus beau cœur qui m'a appris la patience et de générosité

A ma chère Aicha ma douce elle m'a donné de ces valeurs

A mes frères et mes sœurs : ***Amine, Meriem , Assai ,Lina Ikram et Abed Elhhak.***

Merci à ma famille pour leur soutien pendant toutes ces années d'étude

A mes très chères amies qui sont profondément dans mon cœur ***Abir****,* ***nessrine.***

A l'être qui a ma donner leur encouragement permanent pour la continuation, mon très cher ami ***chawki.***

A tous ma promosion 2021

Bouchra

REMERCIEMENTS

Avant tous nous remercions le bon Dieu pour le courage et la patience qui nous ont été utiles toute au long de notre parcours.

Nous tenons particulièrement à remercier ***Mr Belhadj Hichem*** *pour leur aide, ses orientations judicieux, ses qualités humaines et leur efficacité et pour l'élaboration de ce travail.*

Un Grand Merci également à Melle MIHOUB Nadia.

Merci pour tout le personnel de l'ONA, Conservations des forets, Direction de l'environnement de la Wilaya de Médéa.

Nos sincères remerciements vont également à ***Mr Benkortbi Amine*** *le Directeur de* ***« TITERI AQUACOLE »*** *et leur technicien* ***Ilyes*** *qui nous a ouvert les portes de la ferme aquacole et d'avoir mis à notre disposition tous les moyens disponibles.*

Un grand merci à tous les enseignants et à toutes les enseignantes spécialement : Mme Tchaker, Mr Ait Hammouda, Mme khoudir, Mr Ghennem, Mr licir, Mr Masmoudi.

Nous ne pouvons pas oublier Un énorme merci aux toutes les personnes qui, dépris ou de loin mon aider à la réalisation de ce travail.

Résumé

Le but de ce projet est de connaître la qualité de l'eau de la ferme aquacole qui située dans la willaya de Médéa (Benchicao) pour le bassin du poisson-chat africain (*Clarias garipinus*), qui est une espèce locale située dans la région sud du pays. La qualité a été déterminée en effectuant quelques analyses physico-chimiques au niveau du laboratoire de la station de désinfection de l'état de Médéa. Qui sont les suivants (la température, le pH, la conductivité électrique, Les matières solides totales dissoutes, salinité, oxygène dissous, matière en suspension, Ammonium, Nitrate, phosphate, demande chimique en oxygène, demande biologique en oxygène de 5 jours). Et cela dans la période s'étendant du 13/04/2021 au 25/05/2021, afin de connaître les valeurs optimales pour que cette espèce vive en eau douce, en plus du degré de pollution de cette eau et de ses l'eau sur l'océan en cas de projection et essayer de trouver des solutions en cas de problème

D'après les résultats obtenus, nous avons constaté que les variables suivantes (température, pH, conductivité électrique, oxygène dissous dans l'eau, matières en suspension) ces dernières respectent les normes marocaines pour les eaux piscicoles tiède et les normes de l'Organisation Mondiale de la Santé. Alors que l'on trouve (ammonium, demande chimique en oxygène, orthophosphate) leurs valeurs dépassent les normes de l'Organisation mondiale de la santé pour les eaux usées, tandis que (la demande biochimique en oxygène, nitrate) est inférieure à ces valeurs. La qualité de cette eau est en raison de plusieurs facteurs, y compris la nature de la nourriture fournie ainsi que le gaspillage de ces valeurs. Le poisson, par conséquent, clarias est une espèce capable de résister à des niveaux élevés de pollution.

Mots clés : élevage de poissons, poisson-chat, qualité de l'eau, normes de qualité, Médéa (Benchicao) .

ملخص

الغرض من هذا المشروع هو معرفة جودة المياه لمزرعة الاحياء المائية الكائنة بولاية المدية (بن شيكاو) لحوض سمك السلور الافريقي(القرموط) وهو نوع محلي متواجد بالمنطقة الجنوبية للبلاد حيت تم تحديد جودة المياه من خلال اجراء بعض التحليلات الفيزيوكيميائية على مستوى مخبر محطة التطهير لولاية المدية والتي هي كالتالي (درجة الحرارة، معدل الحموضة، الناقلية الكهربائية، معدل الاملاح المذابة، الملوحة، الاوكسجين المنحل في الماء، المواد العالقة، الامونيوم، النيترات، الفوسفور، الطلب على الاكسجين الكيميائي، و الطلب على الاكسجين البيولوجي لخمسة أيام) وذلك في الفترة الممتدة 2021/04/13 الي غاية 2021/05/25 وذلك لمعرفة القيم المثلى لعيش هذا النوع في المياه العذبة إضافة الي درجة تلوث هذه المياه واثرها علي المحيط في حالة رميها ومحاولة إيجاد حلول ان وجدت مشكلة .

وفقا للنتائج المحصل عليها، وجدنا ان المتغيرات التالية (درجة الحرارة ,معدل الحموضة ,الناقلية الكهربائية , الاوكسجين المنحل في الماء ,المواد العالقة) هذه الأخيرة تحترم المعايير المغربية لمياه الأسماك الدافئة ومعايير المنظمة العالمية للصحة .في حين نجد (الامونيوم ,الطلب على الاوكسجين البيولوجي ,الاورتوفوسفات) قيمهم تتجاوز معايير منضمة الصحة العالمية لمياه الصرف بينما الطلب على (الأوكسيجين البيو كيميائي ,النيترات)اقل من هاته القيم . وترجع جودة هاته المياه الي عدة عوامل منها طبيعة الأغذية المقدمة وكذلك فضلات هذه الأسماك وعليه فان الكلاريا نوع قادر علي تحمل درجات مرتفعة من التلوث.

الكلمات المفتاحية: تربية الأسماك، سمك القط، جودة المياه، معايير الجودة، المدية(بن شيكاو)

Abstract

The purpose of this project is to know the water quality of the aquaculture farm located in the state of Medea (Benchicao) for the African catfish basin (*Clarias garipinus*), which is a local species located in the southern region of the country. Where the water quality was determined by conducting some physicochemical analyzes at the laboratory level of the purification station of the state of Medea, which are as follows: (the temperature, pH, electrical conductivity, Total Dissolved Solids, Salinity, Dissolved Oxygen, Suspended Solids, Ammonium, Nitrate, Phosphate, Chemical Oxygen Demand, Biological Oxygen Demand-5 days). And that in the period extending from 13/04/2021 until 25/05/2021, in order to find out the optimal values for this species to live in fresh water, in addition to the degree of pollution of this water and its water on the ocean in the event of throwing it and trying to find solutions if there is a problem.

According to the obtained results, we found that the following variables (temperature, pH, electrical conductivity, dissolved oxygen in water, suspended matter) respect the Moroccan standards for warm fish water and the standards of the World Health Organization, while we find (ammonium, DCO). Their values exceed the standards of the World Health Organization for wastewater, while the demand for (DBO_5, nitrates) is less than these values. The quality of this water is due to several factors, including the nature of the food provided as well as the excreta of these fish. Therefore, Clarias is a species capable of withstanding high temperatures. from pollution.

Key words: fish breeding, cat fish, water quality, quality standards, Medea (Benchicao)

Liste des abréviations

APG III	Angiosperme phylogénie groupe
Ca^{2+}	Calcium
CCME	Le Conseil Canadien des ministres de l'environnement
Cl^-	Chlorure
CNRS	Centre nationale de recherche scientifique
D.G.F	Direction general des forets
DBO_5	Demande Biochimique en Oxygène pour 5 jours
DCO	Demande chimique en oxygène
DOCA ;	Deoxycorticosterone acetate
FAO	L'Organisation des Nation Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.
HCG ;	Hormone chorionique gonadotrope
HCO_3^-	Le bicarbonate
IBGE	Institut Bruxelois pour la Gestion de l'Environnement
INRA	Institute National de la Recherche Agronomique.
ITAFV	Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne
JORADP	Journal officiel de la république algérienne démocratique et populaire
LH ;	Lutrizing hormone
MES	Métiers en suspension
Mg^{2+}	Le magnésium
MPA	Mouvement populaire algerien
DPRH	Direction de la Pêche et des Ressources Halieutiques.
N	L'azote
$N0_2^-$	Dioxyde d'azote
Na^+	Le sodium
NaOH	Hydroxides de sodium
NH_3^-	Ammoniac
NH_4^+	Ions ammonium
Nm	Nano mètre
NO_3^-	Ions nitrate
O.M.S	Organisation Mondiale de la Santé
ONA	Office National d'assainissement
ONM	Office national métrologique
P	Le phosphore
PCB	Printed circuit board (polychlorobiphényles)
PO_4^-	Orthophosphate
ppt	Parte par trillion (1 ng/kg)
Q2	L'indice pluviométrique
S.E.E.E	Secrétariat d'Etat auprès du Ministère de l'Energie, des Mines, de L'Eau et de l'Environnement, chargé de l'Eau et de l'Environnement
SO_4^{2-}	Le sulfate
STEP	Station d'Epuration des Eaux Usées.

TDS	Solide totaux dissous
UICN	Union Internationale pour la Conservation de la Nature.

Liste des Tableaux

Tableau	Titre	Page
Tableau 01	Avantages et inconvénients de l'aquaculture en Algérie	**04**
Tableau 02	Historique du développement de l'aquaculture en Algérie	**05**
Tableau 03	Origines et natures de différentes sources de pollution du milieu aquatique	**08**
Tableau 04	Normes des paramètres physico-chimiques des rejets Appliquées en Algérie par l'OMS	**11**
Tableau 05	Les normes de qualité des eaux piscicoles (Eaux froides ou eaux tièdes)S.E.E.E	**12**
Tableau 06	Formes inorganiques du cycle de l'azote et leur degré d'oxydation	**13**
Tableau 07	Les exigences écologiques de Clarias	**27**
Tableau 08	Résumé des besoins nutritionnels du *Clarias gariepinus* (FAO)	**29**
Tableau 09	La composition alimentaire des filets de poisson chat africain *C.gariepinus*	**30**
Tableau 10	Choisir une combinaison d'ingrédients qui permettra d'obtenir un aliment contenant 25 à 30 % de protéines	**33**
Tableau 11	Informations géographiques concernant la wilaya de Médéa	**38**
Tableau 12	Température mensuelles maximale (Max), Minimale (Min) et moyennes (moy) de la zone d'étude 1990-2015 (ONM)	**38**
Tableau 13	Les précipitations mensuelles de la zone d'étude durant la période 1990-2015 (ONM)	**39**
Tableau 14	Les prélèvements avec les dates	**44**
Tableau 15	Résultats des analyses physico-chimiques des eaux ont été effectués au niveau de bassin d'élevage de poisson-chat africain dans la ferme (TITRI AQUACOLE)	**56-57**

Liste des figures

Figure	Titre	Page
Figure 01	Représentation schématique du cycle de l'azote dans les milieux aquatiques	**15**
Figure 02	Cycle de l'azote en milieu aquatique	**16**
Figure 03	Cycle aquatique du phosphore	**18**
Figure 04	Les formes du phosphore et leurs interactions	**20**
Figure 05	Poisson chat *Clarias gariepinus*	**21**
Figure 06	Répartition des pays producteurs de poisson chat (FAO)	**22**
Figure 07	Distribution de*clarias gariepinus* en Afrique	**23**
Figure 08	Répartition géographique de *Clarias gariepinus* en Algérie	**24**
Figure 09	Le poisson chat africain	**25**
Figure 10	*Lemna minor* duckweed	**31**
Figure 11	Aliment sec de poisson	**33**
Figure 12	La localisation de la wilaya de Médéa	**35**
Figure 13	Présentation de la commune de Benchicao	**37**
Figure 14	Diagramme représentant les températures maximales, minimales et moyennes de la commune de Benchicao (1990-2015) (ONM)	**38**
Figure 15	Diagramme représentant les précipitations de la wilaya de Médéa pour la période 1990-2015(ONM)	**39**
Figure 16	Diagramme ombrothermique de la zone d'étude (1990-2015) (ONM)	**40**
Figure 17	Position de Benchicao sur Climagramme d'Emberge (1955) Pour la période 1990-2015(ONM)	**41**
Figure 18	La ferme « *TITERI AQUACOLE* »	**42**
Figure 19	Bassin de clarias	**43**
Figure 20	Flacon du prélèvement	**45**
Figure 21	La valise de multi-paramètre	**46**
Figure 22	Mesure du Ph	**47**
Figure 23	Centrifugeuse	**48**

Figure 24	Spectrophotomètre UV/VIS	**49**
Figure 25	Préparation d'ammonium	**49**
Figure 26	Balance analytique	**50**
Figure 27	Etuve	**50**
Figure 28	Préparation d'orthophosphate	**52**
Figure 29	DBO mètre	**54**
Figure 30	Flacon de DBO mètre et l'oxitope	**54**
Figure 31	Variation temporelle de la Température de l'eau (°C) au niveau du bassin de *Clarias gariepinus*.	**59**
Figure 32	Variation temporelle du ph au niveau du bassin de *Clarias gariepinus*	**59**
Figure 33	Variation temporelle de la Conductivité électrique (µs/cm) au niveau du bassin de *Clarias gariepinus*.	**59**
Figure 34	Variation temporelle du TDS (mg/l) au niveau du bassin de *Clarias gariepinus.*	**61**
Figure 35	Variation temporelle du la salinité (g/l) au niveau du bassin de *Clarias gariepinus*.	**61**
Figure 36	Variation temporelle du l'oxygène dissous (mg/l) au niveau du bassin de *Clarias gariepinus.*	**61**
Figure 37	Variation temporelle de MES (mg/l) au niveau du bassin de *Clarias gariepinus*	**63**
Figure 38	Variation temporelle du NH_4^+ (mg/l) au niveau du bassin de *Clarias gariepinus.*	**63**
Figure 39	Variation temporelle du NO_3^- (mg/l) au niveau du bassin de *Clarias gariepinus.*	**64**
Figure 40	Variation temporelle du PO_4^- (mg/l) au niveau du bassin de *Clarias gariepinus.*	**65**
Figure 41	Variation temporelle du la DCO (mg/l) au niveau du bassin de *Clarias gariepinus.*	**65**
Figure 42	Variation temporelle du la DBO5 (mg/l) au niveau du bassin de *Clarias gariepinus*.	**66**

SOMMAIRE

Sommaire .....

Introduction **01**

CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I.GENERALITES SUR LAQUACULTURE 03

1. Définition De l'aquaculture 03

2. Les Objectifs De l'aquaculture 03

3. Les Avantages Et Inconvénients De l'aquaculture 04

4. Situation De l'aquaculture En Eau Douce En Algérie 04

5. Définition De La Pisciculture 05

5.1. Les Systèmes De Pisciculture Selon Le Degré d'intensification 06

5.2. Objectifs De La Pisciculture 06

6. Facteurs De Menace Des Poissons Continentaux 06

7. Les impacts De La Pisciculture Sur l'environnement 07

8. Les rejets Piscicoles : Origines, Types Et Nature 07

II.GENERALITE SUR LA POLLUTION AQUATIQUE.....08

1. Pollution De l'eau 08

2. Origine Type Et Nature Des Pollutions Des Milieux Aquatiques 08

3. Les Polluants Dans Un Système d'élevage Piscicole.....09

4. Les Paramètres De Mesure De La Pollution Des Eaux Piscicoles 09

4.1. La Température 09

4.2. Potentiel d'hydrogène (Ph) 09

4.3. La Conductivité Electrique 09

4.4. Les Matières Solides Totales Dissoutes (TDS).....10

4.5. La Salinité 10

4.6. L'oxygène Dissous (OD).....10

4.7. Les Matières En Suspension(MES).....11

4.8. La Demande Chimique En Oxygène (DCO) 11

4.9. Demande Biochimique En Oxygène (DBO5) 11

5. Les Normes De Qualité Des Eaux Piscicoles 12

6. L'azote Et Le Phosphore Dans l'environnement 13

6.1. L'azote Dans l'environnement.....13

6.1.1. Les Etapes Du Cycle d'azote 14
6.1.2. Le Cycle d'azote Dans Les Bassins d'élevage 15
6.1.3 Les Formes De l'azote 15
6.1.4Les Sources De l'azote 16
6.2. Le Phosphore 17
6.2.1. Le Phosphore Dans l'environnement 17
6.2.2. Les Sources De Phosphore 18
6.2.3. Facteurs Influençant l'élimination Du Phosphore Chez Les Poissons 19
6.2.4. Formes De Rejets De Phosphore 19
III. DESCRIPTION DU MATERIEL BIOLOGIQUE 21
1. Présentation d'espèce 21
1.2. position systématique 21
1.3. Répartition Géographique 22
1.3.1. Dans Le Monde 22
1.3.2. En Afrique 22
1.3.3. En Algérie 23
1.4. La Morphologique 24
1.5. La Reproduction De *C. Gariepinus* 25
1.6. Les Avantages d'élevage De Clarias 26
1.7. L'habitat Et l'écologie De *C. Gariepinus* 27
1.8. Régime Alimentaire Et Besoins Nutritionnels De *C. Gariepinus* 28
1.9. la qualités de chaire de Clarias 29
2. Les Lentille d'eau 31
2.1. Position systématique 31
2.3. Caractéristique 32
2.4. Utilisation de lentille d'eau 32
3. Aliments complets secs pour les poissons 33
3.1. Importance de l'alimentation 34
3.2. L'aliment et l'environnement 34

CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

I.PRESENTATION DE LA WILAYA DE MEDEA 35
1. La localisation de la wilaya de Médéa 35
2. Géomorphologie 36

3. La pédologie 36
4. Hydrologie 36
5. Climat 36
II. PRESENTATION DE LA COMMUNE DE BENCHICAO 37
1. Situation géographique de la région de Benchicao 37
2. Le climat 37
3. Les températures 38
4. Les précipitations 38
5. Climagramme d'Emberge 40
III. DESCRIPTION DE LA FERME PISCICOLE « TITTERI AQUACOLE » 41
1. Objectifs du projet 42
2. Caractérisation du bassin de clarias 42

CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODE

I. PRELEVEMENT ET ECHANTILLONNAGE 44
1. Le bassin de prélèvement 44
2. Choix des paramètres analysés 44
3. Echantillonnage 44
4. Mode de conservation 45
II. LES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES 45
1. Détermination de potentiel d'hydrogène (pH) 45
2. Détermination de Température (T°) taux des sels dissous (TDS), conductivité, la salinité Et L'oxygène dissous (OD) 46
3. Détermination de matière en suspension MES 47
4. Détermination d'Ammonium 48
5. Détermination de Nitrate 50
6. Détermination de l'orthophosphate 51
7. Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO) 52
8. Détermination de demande biologique en oxygène(DBO_5) 53

CHAPITRE IV : RESULTAT ET DISCUSSION

I. RESULTATS DES PARAMETRES PHYSICOCHIMIQUES AU NIVEAU DU BASSIN D'ELEVAGE DE CLARIAS 56

II. PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUE DE L'EAU D'ELEVAGE DE *CLARIAS GARIEPINUS*.....*57*
1. La température de l'eau 57
2. Le pH 58
3. La conductivité électrique.....58
4. Matières solides totales dissoutes (TDS) 60
5. La salinité.....60
6. Oxygène dissous (OD).....60
7. Les matières en suspension (MES).....62
8. L'ammonium ($NH4^+$) 62
9. Nitrates (NO_3^-.....62
10. Les orthophosphates (PO_4^-).....64
11. La demande chimique en oxygène (DCO).....64
12. La demande biochimique en oxygène (DBO5).....64
DISCUSSION 67
CONCLUSION.....70

INTRODUCTION GENERALE

L'aquaculture est la culture d'organismes aquatiques. Elle englobe celle des poissons, des mollusques, des crustacés et des plantes aquatiques. Elle implique une forme d'intervention dans le processus d'élevage pour augmenter la production, par exemple, l'alimentation, la protection contre les prédateurs, etc. La culture implique également la propriété individuelle ou juridique du stock cultivé **(UICN., 2007).**

L'aquaculture représente désormais, dans de nombreux pays, le sous-secteur de production alimentaire qui croît le plus rapidement. La production de l'ensemble des organismes aquatiques cultivés a atteint environ 1710 tonnes en Afrique en 2016 **(FAO, 2016).**

Bien que encore nouvelle en Algérie l'aquaculture est une discipline qui a suscité l'intérêt des décideurs. Elle connait actuellement un développement certains vu l'importance de ces potentialités aquacoles des pays **(Sayah, 2016).**

L'aquaculture (pisciculture) intensive repose généralement sur une approche de monoculture. Elle est dépendante de la qualité et de la quantité d'eau disponible et utilise des quantités importantes d'aliments composés qui génèrent en conséquence des rejets, sous la forme de matières organiques solides (fèces et aliments non consommés) et d'éléments inorganiques dissous (nitrates et phosphates principalement). En trop grandes quantités et sans gestion ou filtration adéquate, ces rejets pourraient engendrer des pollutions pour l'élevage lui-même, conduire à des développements d'algues (micro ou macro) et à une eutrophisation du milieu **(Foucard et al., 2015).**

Le poisson chat africain *Clarias gariepinus* est sans aucun doute l'espèce la plus adaptée à l'aquaculture en eau douce au travers de sa vaste répartition géographique **(Hecht et al. 1996)**. En effet, cette espèce possède des caractéristiques idéales pour l'élevage telles qu'un taux de croissance élevé, hautes densités d'élevage, bon taux de conversion d'aliment, bonne qualité de la chaire et une production annuelle rentable **(Akinwole et al., 2007).** Donc *C. gariepinus* offre de bonnes perspectives pour l'aquaculture continentale notamment en Afrique **(Ducarme et Micha, 2003).**

Dans le monde, plusieurs travaux scientifiques ont été menés sur *Clarias gariepinus* citons par exemple **Richir, (2004), Van Eer et al ., (2004) Ngugi et al., (2007), , Geoffroy et al ., (2019), Kayuma, (2018).**

En Algérie certains travaux ont traité les problèmes d'élevage *Clarias gariepinus* comme ceux de **Sayah ,(2016), Slimane zitouni (2016), Bakhtaoui ,(2018), Hadji et Ben attia ,(2019), Beggui et Zaidi ,(2019)** .

A l'échelle de notre université, un seul travail a vu le jour est celui de **Touati et Khoudja Ali, (2020).**

Le but de ce travail est de rechercher quelle est la qualité des eaux piscicoles au niveau Du bassin de Clarias. Ces eaux répondent elles aux exigences écologiques de cette espèce. D'autre part, est ce que ces eaux constituent elles une menace pour l'environnement une fois rejetées directement dans le milieu naturel.

Après cette introduction, le présent travail comporte quatre chapitres organisés comme suite :

- **Chapitre I :** La première partie est consacrée à des généralités sur la pisciculture et description sur le matériel biologique (l'espèce *C. gariepinus. Et la plante limna minore)*
- **Chapitre II :** Dans la seconde, ce chapitre présent la zone d'étude et la ferme aquacole dans la région de Ben Chicaou à Médéa
- **Chapitre III :** Le troisième chapitre sera décrit le matériel et la méthode de travail ainsi que les modes opératoires de chaque paramètre physicochimique étudiée dans notre travail .pour analyse la qualité des eaux d'élevage du poisson chat africain qui existe dans la ferme TETRI AQUACOLE.
- **Chapitre IV :** En enfin le quatrième chapitre synthétise les résultats et la discussion de ces derniers. Nos résultats seront mentionnés dans une conclusion générale et de proposer des perspectives découlant de ce travail, à la fin du mémoire

GENERALITES SUR LA PISCICULTURE

1. Définition de l'aquaculture

L'aquaculture est définie comme l'art de multiplier et d'élever les animaux et les plantes aquatiques **(Barnabe, 1991).**

Selon **Belayachi (2013)** in **Abed et Beloufa (2019**) « L'aquaculture est une activité de production de poissons, mollusques, crustacés et algues, en systèmes intensifs ou extensifs. Par aquaculture, on entend aussi 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.»

L'aquiculture, quant à elle, est l'élevage et la culture des animaux et des plantes vivant en eaux douces.

L'aquaculture au sens large reprend l'aquaculture au sens strict telle que définie plus haut, plus l'aquiculture. C'est au sens large que ce terme est le plus employé. **(Lacroix, 2004)**.

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

- La conchyliculture concerne l'élevage des mollusques.
- La pisciculture qui est l'élevage des poissons.
- L'astaciculteur définissant l'élevage de l'écrevisse genre astacia.
- L'algoculture définissant la culture des algues.
- L'échiniculteur concerne l'élevage des oursins.
- La carcinoculture concerne l'élevage des crustacés. **(Benidiri, 2017)**

2. Les Objectifs de l'aquaculture

Le but fondamental, au sens commun, des activités aquacoles est de produire de la matière vivante à partir de l'élément aquatique, c'est à dire la production pour la consommation humaine d'aliments riches en protéines. Elle consiste en fait à manipuler les milieux aquatiques, naturels ou artificiels, pour réaliser la production d'espèces utiles à l'homme. **(FAO, 2008)**.

D'après **Barnabé (1991),** elle aurait pour objectifs :

- La production de poisson pour la pêche pour la reconstitution des stocks naturels.
- L'identification des sites naturels et aménageables pour l'exploitation aquacole.
- L'introduction de nouvelles techniques d'élevage.
- Le contrôle de la reproduction pour l'amélioration du rendement.

- La mise au point d'aliments composés pour les poissons d'élevage à partir de sous-produits de l'agro-industrie, de farines végétales et de farines de poissons.

3. Les avantages et inconvénients de l'aquaculture

Les principaux avantages et inconvénients de l'aquaculture sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 01 : Avantages et inconvénients de l'aquaculture en Algérie **(Benamrouz, 2016).**

LES AVANTAGES	LES INCONVENIENTS
✓ 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)

4. Situation de l'aquaculture en eau douce en Algérie

L'aquaculture en Algérie est relativement récente. Elle a vu le jour à la fin du 19ème siècle. Selon le biologiste français « Novella », les premiers essais furent en 1880 au niveau de l'embouchure d'Arzew **(FAO, 2004).**

La pisciculture Algérienne est à ses débuts alors que les potentialités sont importantes. Le Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutique vise le développement de l'aquaculture et la création de ferme aquacoles. Le début de l'expérience Algérienne dans le domaine de la pisciculture continentale promet des changements importants sur les plans techniques que socio-économique. Le volume financier des investissements dans ce volet étant considérable **(Belayachi et Belhadj, 2014).**

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

Tableau 02 : Historique du développement de l'aquaculture en Algérie

(MPA, 2005)

Date	Développement
1921	Création de la station d'aquaculture et de pêche de Bousmail avec pour objectif la détermination des meilleurs sites pour la conchyliculture et la pisciculture.
1937	Création de la station d'alevinage
1947	Création de la station Mazafran, dans l'optique de repeuplement en poissons d'eau douce et de recherches hydrobiologiques.
1973	Mise en valeur du lac El mellah, pour l'installation des tables conchylicoles.
1983/1984	Premiers travaux de réalisation d'une écloserie de loup au lac El mellah.
1989	Implantation d'une écloserie type mobile à Harreza pour la reproduction de carpes (10 millions de larves). Une autre écloserie de carpes à double capacité que la première a été implantée à Mazafran.
1991	la valorisation de l'infrastructure hydrique par la pisciculture
2000	Création d'un comité national autour du sujet : Aquaculture en Algérie ; ce qui a abouti à des résultats importants du point de vue perspectives, ainsi un établissement du plan national d'aquaculture en Algérie.
2001	Début de la première compagne d'élevage d'alevins, ainsi qu'une exploitation plus ample des sites aquatiques à travers le territoire national (côtiers, intérieur, Saharien).

5. Définition de la pisciculture

La pisciculture est une des branches de l'aquaculture qui désigne l'élevage des poissons en eaux douces, saumâtres ou salées. La pisciculture a été inventée en Chine. **(Benidiri, 2017)**

La majorité du poisson consommé dans le monde provient de l'élevage, et 90% du poisson d'élevage est produit en Asie. Les espèces les plus élevées sont les Carpes suivies du Tilapia, des Salmonidés et des Siluriformes**. (FAO, 2008 in Belayachi, 2013).**

Deux espèces sont aujourd'hui vulgarisées en pisciculture. Il s'agit d'*Oreochromis niloticus* (Tilapia du Nil) et du *Clarias gariepinus* (poisson-chat africain, silure noir) qui sont toutes des espèces d'eau douce. **(Hounmy et Quédo Wo, 2013)**

5.1 Les systèmes de pisciculture selon le degré d'intensification

Les types de pisciculture 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.

On distingue quatre types de pisciculture :

- La pisciculture extensive.
- La pisciculture semi-intensive.
- La pisciculture intensive.
- La pisciculture super-intensive **(Fermon, 2009)**

5.2 Objectifs 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 (poissons choisis).
- Les poissons produits en pisciculture appartiennent au propriétaire ; ils sont protégés et peuvent être récoltés à volonté. Les poissons en eau libre peuvent être pêchés par tout le monde.
- 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. **(Hounmey et Ouèdo Wô ,2013)**

6. Facteurs de menace des poissons continentaux

Parmi les menaces majeures qui affectent la vie des poissons d'eau douce et méditerranéens, la pollution de l'eau et l'extraction d'eau sont les deux plus grandes menaces actuelles, qui sont considérées, avec la sécheresse, comme les principales menaces auxquelles il faudra faire face à l'avenir. D'autres menaces sérieuses à la survie des espèces incluent notamment des facteurs intrinsèques tels qu'une distribution restreinte et une dispersion limitée des espèces, ainsi que les espèces invasives et la construction de barrages **(UICN, 2004).**

En Algérie, en plus des conditions climatiques difficiles, les eaux continentales sont soumises à d'importantes perturbations anthropiques induisant d'une part, la fragmentation des

milieux et l'isolement des populations et d'autre part, des modifications profondes des communautés de poissons se traduisant par une perte de diversité et/ou des déséquilibres démographiques **(Dhya-Daoudi, 2012).**

7. Impacts de la pisciculture sur l'environnement

La prise en compte des problèmes liés à la pollution piscicole est apparue récemment. En effet, ce problème ne faisait pas partie des préoccupations dans le monde piscicole jusqu'à la fin des années 1970 **(Fauré, 1983).**

C'est vers les années 1980 que les acteurs de la filière piscicole ont commencés à prendre en compte cette problématique, avec la mise en place d'outils afin de traiter les matières en suspension (MES) dans les effluents piscicoles **(Iversen, 1995)**. Le terme pollution n'est utilisé que plus tard, vers la fin des années 1990. L'origine de cette pollution et sa nature ont été établies. Les mesures de limitation des rejets ont été mises en place avec plus ou moins de succès. **(Waly Ndianco Ndiaye, 2020).**

Les activités piscicoles peuvent avoir des impacts de plusieurs types sur les milieux environnants. L'aménagement des infrastructures trop près des rives naturelles des cours d'eau peut contribuer à déstabiliser ces dernières. L'alimentation en eau souterraine peut affecter le rendement des puits déjà existants si le potentiel de la nappe n'a pas été analysé au préalable. L'aménagement d'une prise d'eau de surface en rivière peut obstruer la libre circulation de l'eau et de la faune aquatique ou encore déstabiliser les rives naturelles **(Guy Ouellet, 1999).**

8. Rejets piscicoles : origines, types et nature

L'origine, la nature et les types de rejets responsables de la pollution piscicole ont été bien étudiés et décrits. Les MES, P total et l'azote (N) sont les polluants les plus couramment évalués dans les effluents piscicoles. Ces rejets ont plusieurs origines possibles : elles sont soit liées à l'aliment non ingéré par le poisson, ou soit au poisson lui-même, après ingestion de l'aliment (métabolisme et digestion) **(Enell et Löf, 1983)**.

Les exploitations piscicoles représentent une source significative de polluants organiques dans les milieux récepteurs. Ces rejets sont estimés à 100-150 g N/d (d= temps en jours) d'azote ammoniacal et 20-60 g P/d (d= temps en jours) de phosphore **(Boaventura et al., 1997).**

La pisciculture peut aussi avoir des impacts plus positifs tels que le refroidissement des eaux en été ou l'augmentation du débit du cours d'eau récepteur lorsque la station piscicole fonctionne avec un apport important en eau souterraine **(Guy Ouellet, 1999)**

I. GENERALITE SUR LA POLLUTION AQUATIQUE

1. Pollution de l'eau

La pollution de l'eau est une dégradation physique, chimique, biologique ou bactériologique de ses qualités naturelles, provoquée par l'homme et ses activités. Elle perturbe les conditions de vie de la flore et de la faune aquatiques. La dégradation des ressources en eau, sous l'effet des rejets d'eaux polluées, peuvent non seulement détériorer gravement l'environnement mais aussi entrainer des risques de pénurie **(Zeghoud, 2014)**

2. Origine type et nature des pollutions des milieux aquatiques

Le milieu aquatique est la cible de contamination par le rejet des effluents pollués (activités humaines, industrielles, urbaines ou agricoles), induisant différentes formes de pollution ; la pollution physique, chimique et biologique

Tableau 03 : Origines et natures de différentes sources de pollution du milieu aquatique **(Chouteau, 2004).**

Type de pollution	Nature	Origine
Physique	Rejets d'eau chaude	Centrales thermiques, nucléaires
	M.E.S. (matières en suspension)	Rejets urbains, érosion des sols
Chimique	Matière organique	Effluents domestiques, agricoles, agroalimentaires
	Fertilisants (nitrate, phosphate)	Agriculture, lessives
	Métaux (Cd, Pb, Hg, Al, As…)	Industrie, agriculture, déchets
	Pesticides (insecticides, herbicides, Fongicides)	Industrie, agriculture
	Organochlorés (PCB, solvants)	Industries
	Composés organiques de synthèse	Industries
	Détergents	Effluents domestiques
	Hydrocarbures	Industrie pétrolière, transports
Biologique	Bactérie, virus, champignons…	Effluents urbains, agricoles

L'augmentation rapide de la production aquacole, et donc de son impact polluant, a nécessité la mise en place d'une législation concernant les rejets des piscicultures **(Petit 1991).**

3. 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) (dans les grandes stations piscicoles) **(Pagand, 1999) .**

4. Les paramètres de mesure de la pollution des eaux piscicoles

La qualité des eaux est déterminée sur la base de critères quantitatifs tels que, par exemple, la présence en quantités suffisantes de certains nutriments, le pH, la teneur en oxygène ou encore, la présence de substances connues pour leur toxicité (métaux, pesticides, phénols, etc.) **(IBGE, 2004)**.

4.1. La température

La température de l'eau est un paramètre de confort pour les usagers. Elle permet également de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (conductivité notamment) **(El afri, 2008).**

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels,…etc. **(Rodier, 2005).**

4.2. Potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH est une mesure de l'acidité de l'eau c'est-à-dire de la concentration en ions d'hydrogène (H^+). Le pH d'une eau naturelle peut varier de 4 à 10 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés. Des pH faibles (eaux acides) augmentent notamment le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus toxique **(Devillers et al., 2005).**

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).**

4.3. La conductivité électrique

La conductivité est une mesure de la capacité de l'eau à conduire un courant électrique donc une mesure indirecte de la teneur de l'eau en ions. Ainsi, plus l'eau contient des ions comme le calcium (Ca^{2+}), le magnésium (Mg^{2+}), le sodium (Na^+), le potassium (K^+), le bicarbonate (HCO_3^-), le sulfate (SO_4^{2-}) et le chlorure (Cl^-), plus elle est capable de conduire un courant électrique et plus la conductivité mesurée est élevée **(Durand et al., 1999)**.

La conductivité est également fonction de la température de l'eau, elle est plus importante lorsque la température augmente. Elle sert aussi à apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau, elle est donc corrélable à la minéralisation de celle-ci. La conductivité s'exprime en micro siemens par centimètre (µS/cm) **(Ghazali et al., 2013).**

D'après **Rodier, (1996)** il existe une relation entre la minéralisation et la conductivité :

- Conductivité < 100 µs/cm : minéralisation très faible.
- 100 < conductivité < 200 µs/cm : minéralisation faible.
- 200 < conductivité < 333 µs/cm : minéralisation moyenne.
- 333 < conductivité < 666 µs/cm : minéralisation moyenne accentuée.
- 666 < conductivité < 1000 µs/cm : minéralisation importante.
- Conductivité >1000 µs/cm : minéralisation excessive.

4.4. Les matières solides totales dissoutes (TDS)

Les matières solides totales dissoutes (TDS) comprennent des sels inorganiques (calcium, magnésium, potassium, sodium, bicarbonates, chlorures et sulfates) et de petites quantités de matières organiques qui sont dissoutes dans l'eau. Les TDS présentes dans l'eau de boisson proviennent de sources naturelles, d'eaux d'égouts, de ruissellements urbains et d'eaux usées industrielles.

La saveur de l'eau dont le niveau de matières solides totales dissoutes (TDS) est inférieur à environ 600 mg/l est généralement considéré comme bonne ; l'eau de boisson devient significativement et progressivement imbuvable quand les niveaux de TDS dépassent environ 1000 mg/l. La présence de niveaux élevés de TDS peut susciter des plaintes parmi les consommateurs, suite à un encroûtement excessif dans les conduites, les radiateurs, les chaudières et les appareils domestiques **(O.M.S, 2017).**

4.5. La salinité

La salinité est un facteur écologique propre aux biotopes aquatiques qui caractérise leur teneur en sel (NaCl) et autre sels dissous dans l'eau. Toutefois NaCl par plus ou moins grande abondance dans l'eau conditionne la possibilité d'usage de l'eau pour boisson et les activités humaines (irrigation en particulier) **(Ramade, 2011).**

4.6. L'oxygène dissous

L'oxygène dissous est un composé essentiel de l'eau car il permet la vie de la faune et il conditionne les réactions biologiques qui ont lieu dans les écosystèmes aquatiques. La solubilité de l'oxygène dans l'eau dépend de différents facteurs, dont la température, la pression et la force ionique du milieu. La concentration en oxygène dissous est exprimée en mg O_2 l^{-1} **(Rejsek,**

2002). 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).**

4.7. Les matières en suspension (MES)

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 la baisse de la production biologique du fait, en particulier, d'une chute de l'oxygène dissous consécutive à une réduction des phénomènes de photosynthèse **(Bouanani, 2005).**

4.8. La demande chimique en oxygène (DCO)

Elle regroupe la quantité d'oxygène nécessaire à l'oxydation de l'ensemble des matières minérales et organiques biodégradables ou non présente dans un milieu donc les matières oxydable par les processus purement chimiques et celles oxydables par les processus biochimique **(Bouseboua, 2005)**

4.9. Demande biochimique en oxygène (DBO_5)

Elle représente la quantité d'oxygène utilisée par les bactéries pour décomposer partiellement ou pour oxyde totalement les matières biochimique oxydable présentes dans l'eau et qui constituant leur source de carbone **(Devillers et al., 2005)**

Tableau 04 : Normes des paramètres physico-chimiques des rejets Appliquées en Algérie par l'OMS **(JORADP, 2012).**

Les paramètres	Normes utilisées (OMS)
Température	30 °C
pH	6,5-8,5
MES	30 mg/l
Azote total	50 mg/l
NH_4^+	20 mg/l
NO_2^-	1 mg/l
NO_3^-	< 1 mg/l
PO_4^{-3}	2mg/l
DCO	90 mg/l
DBO_5	30 mg/l

5. Les normes de qualité des eaux piscicoles

Les organismes aquatiques dépendent pour leur croissance et leur reproduction de la qualité des eaux dans lesquelles ils vivent. En général, la qualité des eaux est déterminée sur la base de critères quantitatifs et qualitatifs tels que, par exemple, la présence en quantités suffisantes de certains nutriments, la teneur en oxygène, le pH, la température ou encore, la présence de substances connues pour leur toxicité (métaux, pesticides, phénols, etc.) **(S.E.E.E, 2007)**

Tableau 05 : Les normes marocaines de qualité des eaux piscicoles (Eaux froides ou eaux tièdes) **(S.E.E.E, 2007)**

Les paramètres	**Valeurs limites**	
	Eaux froides	**Eaux tièdes**
Température (°C)	5<T<20	8<T<30
pH	5 à 9	5 à 9
Oxygène dissous (mgO_2/l)	>5	>3
Matière en suspension	<25	<50
DCO (mgO_2/l)	<20	<30
DBO5 (mgO_2/l)	<3	<6
Chlore libre (mg/l)	<0.02	<0.02
Conductivité (µS /cm)	<350	<3000
Ammoniac non ionise (mg/l NH_3)	<0.025	<0.025
Ammonium (mg/l NH_4^+)	<0.50	<1
Nitrite (mg/l NO_2^-)	<0.5	<0.5
Détergents (mg/l)	0.5	<0.5
Sulfates (mg/l)	<200	<200
Hydrocarbures dissous ou embuissonnes (µg/l)	<10	<10
Hydrocarbures polycycliques aromatiques (µg/l)	<0.2	<0.2
Phénols (µg/l) en absence de chloration	<1	<1
Cyanures (µg/l CN^-)	<50	<50
Argent (µg /l Ag)	<3	<3
Fluowres (µg /l F)	<0.7	<0.7
Pesticides (µg /l)	<0.1pour substances individualisée <0.5 au totale	<0.1 pour substances individualisée <0.5 au totale

6. L'azote et le phosphore

L'azote et le phosphore sont des nutriments indispensables pour le développement des êtres vivants et l'intensification des rendements agricoles d'une part, d'autre part leur rejets excessifs et leurs présences dans les milieux aquatiques est indésirable et contribuent à l'eutrophisation de ces derniers, qui trouvent leurs équilibres bouleversés avec le constat d'une menace aussi bien sur la faune que sur la flore **(Hade, 2002)**

Les poissons ont besoin d'azote et de phosphore dans de nombreux processus métaboliques. Ces éléments sont apportés aux poissons par leur nourriture, mais ils ne sont pas absorbés ou digérés complètement. Il y en a donc une certaine quantité rejetée dans le milieu **(Guy Ouellet, 1999).**

6.1. L'azote dans l'environnement

L'azote est un élément chimique très répandu dans la nature **(Martin, 1979)**, il représente 78% de l'atmosphère, il constitue entre 16 à 23% des protéines cellulaires et environ 12% des acides nucléiques. L'ensemble des réactions biologiques de croissance requiert la présence de l'élément azote **(Cole, 1993)**

L'azote présent dans l'eau peut avoir un caractère organique ou minéral. L'azote organique est principalement constitué par des composés tels que des protéines, des polypeptides, des acides aminés, de l'urée. Le plus souvent ces produits ne se trouvent qu'à de très faibles concentrations. Quant à l'azote minéral (ammoniaque, nitrate, nitrite), il constitue la majeur partie de l'azote total **(Rodier, 2005)**

Selon **Féray (2000)** L'azote est présent à différents degrés d'oxydation dans la nature, et le va-et-vient entre les formes les plus oxydées et les plus réduites est appelé couramment le cycle de l'azote.

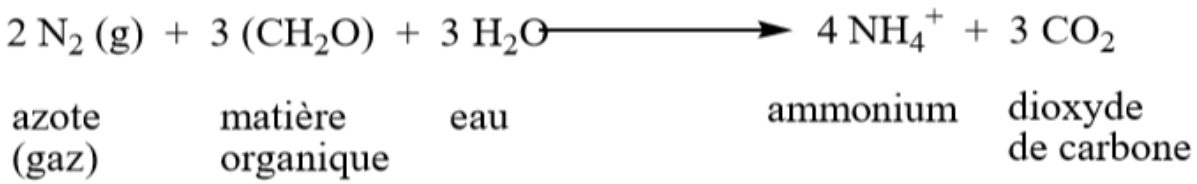
Tableau 06 : Formes inorganiques du cycle de l'azote et leur degré d'oxydation (**Féray, 2000)**

Formes	Degrés d'oxydation
NO_3 (nitrate)	+5
NO_2^- (nitrite)	+3
NO (oxyde nitrique)	+2
N_2O (oxyde nitreux)	+1
N_2 (Diazote)	0
NH_3/NH_4^+ (ammoniac/ammonium)	-3

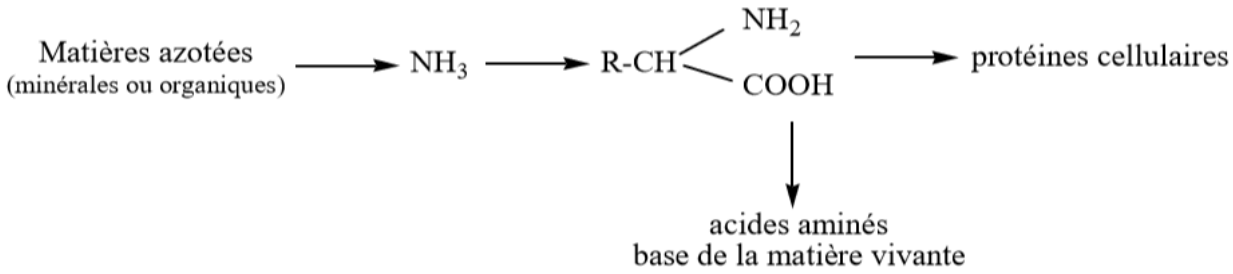
6.2. Les étapes du cycle d'azote

Selon **Addiscott (1991),** les principales étapes du cycle de l'azote sont :

- ✓ ***La fixation*** **:** correspond au passage de l'azote atmosphérique (N_2) en azote combiné sous l'action de certains organismes qui consomment ce N_2 par la réaction de réduction



- ✓ ***L'assimilation*** : est la transformation de matière azotée minérale ou organique inerte en matière vivante.



- ✓ ***L'ammonification*** : est la libération d'ammoniac à partir des matières azotées organiques.



- ✓ ***La nitrification*** **:** est l'oxydation de l'azote ammoniacal en nitrate par l'intermédiaire de bactéries nitrifiantes.

La nitrification est généralement réalisée par des microorganismes autotrophes qui utilisent l'azote ammoniacal ou le nitrite comme source d'énergie (donneurs d'électrons) et comme source d'azote, le dioxyde de carbone comme source de carbone et l'oxygène comme accepteur final d'électrons. Elle s'opère en deux étapes : la nitritation qui est l'oxydation de l'ammoniac en nitrite, et la nitratation correspondant à l'oxydation du nitrite en nitrate **(Bougard, 2004).**

$2NH_4^+ + 3O_2 \longrightarrow 2NO_2^- + 2H_2O + 4H^+$ (Nitritation)

ammonium oxygène nitrite eau hydrogène

$2NO_2^- + O_2 \longrightarrow 2NO3^-$ (Nitratation)

nitrite oxygène nitrate

✓ ***La dénitrification*** **:** est la réduction des nitrates en azote gazeux par L'intermédiaire des bactéries dénitrifiantes. Permet à l'azote de retourner à l'atmosphère sous sa forme peu réactive : N_2. Il s'agit ici d'une réaction de réduction des nitrates grâce à l'action de bactéries dénitrifiantes qui peuvent transformer la matière organique **(Shoun et al, 1992).**

$NO_3^- + 2\,H_3O^+ + 2\,é \longrightarrow NO_2^- + 3\,H_2O$

$NO_2^- + 4\,H_3O^+ + 3\,é \longrightarrow 1/2\,N_2 + 6\,H_2O$

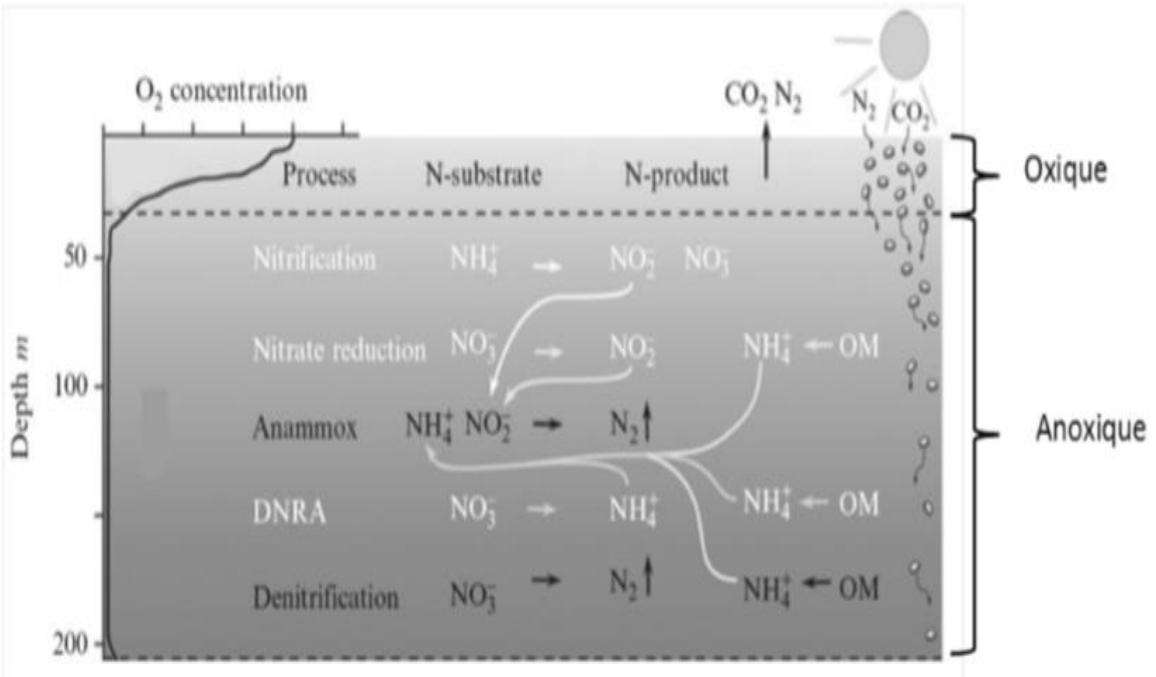


Figure 01 : Représentation schématique du cycle de l'azote dans les milieux aquatiques et liens entre les différents processus. Anammox : Oxydation anaérobique de l'ammonium, DNRA : Réduction dissimilative du nitrate en ammonium, OM : matière organique **(Holtappels et al. ,2011).**

6.3. Le cycle d'azote dans les bassins d'élevage

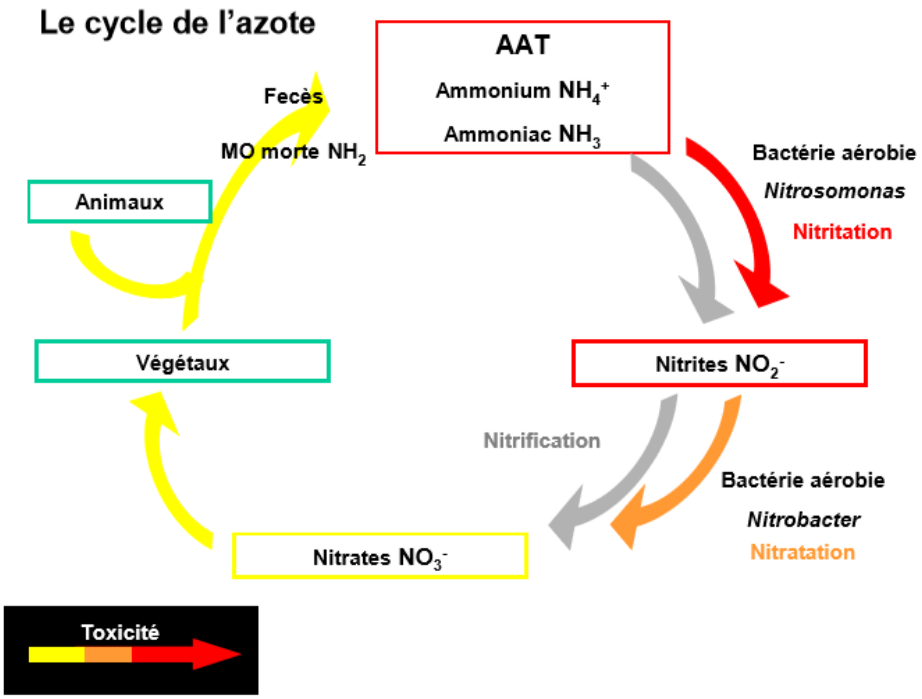


Figure 02 : Cycle de l'azote en milieu aquatique **(Hélène ,2021)**

6.4. Les formes de l'azote

L'azote est présent dans les eaux usées sous les différentes formes chimiques suivantes : ion ammonium $N\text{-}NH_4^+$, ion nitrite $N\text{-}NO_2^-$ et ion nitrate $N\text{-}NO_3^-$.

Azote global = Azote Kjeldhal + Nitrite + Nitrate.

Le $N\text{-}NH_3$ est présent dans l'eau naturellement mais les activités minières ont pour conséquence d'augmenter sa concentration. Il est retrouvé sous deux formes, la forme ionique (ammonium ou NH_4^+) et la forme gazeuse (ammoniac ou NH_3) **(Zuttah, 1999)**

Les nitrites ($N0_2^-$) et les nitrates ($N0_3^-$) font partie intégrante du cycle de l'azote. La plupart des composés azotés ont tendance à se transformer en NO_3^- , Leur formation provient surtout de l'oxydation de l'azote organique et de $N\text{-}NH_3$, nommée nitrification. Les bactéries procaryotes naturellement présentes dans l'eau permettent d'oxyder le NH_3. La réaction débute d'abord par la nitritation (équation 1) suivie de la nitratation (équation 2) **(Jermakka et al., 2015).**

$$NH_3 + O_2 \rightarrow NO_2^- + 3H^+ + 2e^- \qquad \text{.....1}$$

$$NO_2^- + H_2O \rightarrow NO_3^- + 2H^+ + 2e^- \quad \text{.....2}$$

6.5 Les Différentes sources et formes de composés azotés

Les principaux composés azotés présents dans le milieu d'élevage, azote ammoniacal et urée, sont essentiellement issus du catabolisme des protéines alimentaires.

La proportion d'azote excrétée sous forme ammoniacale est prépondérante : selon les espèces et les conditions d'élevage. A terme, l'azote ammoniacal est oxydé en nitrites, puis en nitrates par activité bactérienne et l'urée hydrolysée en azote ammoniacal et CO_2. Des molécules plus complexes (acides aminés, creatinine, acide urique et oxyde de triméthylamine).

Les risques de toxicité des nitrites sont réels lors de dysfonctionnement des systèmes de recyclage de l'eau.

L'azote ammoniacal présent dans l'eau peut provenir aussi des excès d'aliments ou d'une contamination par des rejets industriels divers ou agricoles (fertilisants). De l'ensemble des déchets azotés, l'azote ammoniacal et les nitrites sont de loin les plus toxiques **(Person-Le Ruyet, 1998).**

6.2 Le phosphore

Le phosphore est un élément minéral nutritif essentiel à la vie ainsi que le carbone, l'azote, l'hydrogène, l'oxygène et le soufre. Il se trouve en faible concentration dans les milieux aquatiques d'eau douce et se trouve être généralement l'élément limitant la production biologique **(Benneton, 1984).**

6.1.1 Le phosphore dans l'environnement

Contrairement à l'azote, le phosphore ne se trouve sous forme libre gazeuse dans l'atmosphère qu'en quantité non significative, et n'existe dans l'environnement que sous une seule forme réactive : l'ortho-phosphate (H_3PO_4, $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-} et PO_4^{3-}) **(Chambers et al., 2001)**. Les dérivés du phosphore causant des problèmes environnementaux et devant être surveillés sont les formes oxydées suivantes : $POCl_3$, PO_4^{3-} et PCl_5 **(Martin, 1987).**

Dans les milieux terrestres, Le phosphore est présent dans tous les types de sol. Composante essentiel du cycle de la vie, le phosphore est incorporé aux organismes végétaux et microbiologiques et est réintégré au sol lors de leur décomposition **(Brady et Weil, 2004).**

Dans les milieux aquatiques, le phosphore est lié à des fractions minérales et organiques des sources variées. L'élément sera échangé entre les différents compartiments du système sous sa forme soluble **(Vanloon et al., 2000).**

Le **P** est un macroélément indispensable à plusieurs fonctions physiologiques chez les poissons **(Kaushik, 2005)**

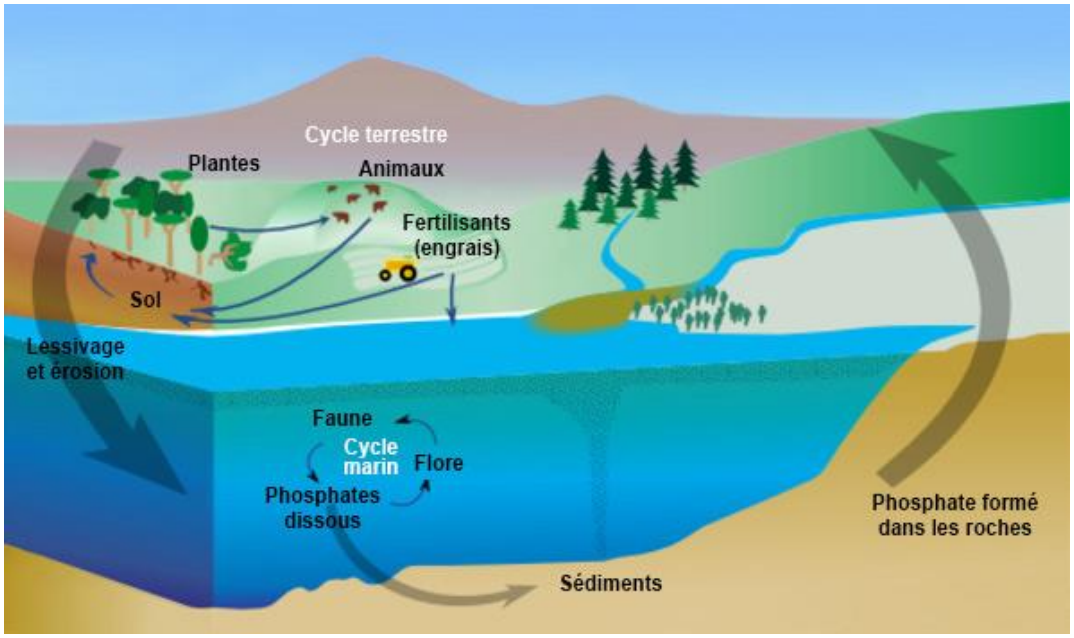


Figure 03 : Cycle aquatique du phosphore **(Suez, 2021)**

6.2.2 Les sources de phosphore

Les sources de phosphore naturelles sont les roches – telles que les apatites - puisqu'il est le onzième constituant de la croûte terrestre. Ainsi le phosphore présent dans les milieux aquatiques provient de l'érosion de ces roches. **(Brient, 2012)**

Les sources de phosphore anthropiques peuvent se distinguer en deux catégories : l'une provenant de sources définies et l'autre de sources diffuses.

Les sources définies de phosphore - les industries, les stations dépurations, etc. – peuvent être identifiées, mesurées et contrôlées facilement au point de rejet et ne représentent qu'une petite partie de la pollution des eaux **(Weaver, 1993).** D'un autre côté, les sources diffuses sont plus difficilement contrôlables et représentent la majeure partie des rejets en phosphore. Cette pollution par des sources diffuses provient généralement du drainage des sols sur de grands espaces et arrivant dans les milieux récepteurs. Les activités agricoles apparaissent ainsi comme les premières causes de pollution diffuse car celles-ci utilisent des engrais dû à l'augmentation de la production et amenant à une saturation en phosphore des sols.

Les écoulements de surface lors des pluies amènent ce phosphore dans les lacs et cours d'eau. **(DeLaune et al., 2004).**

La production animale est aussi une source importante de pollution puisque qu'elle engendre l'alimentation d'un grand nombre d'animaux sur un espace limité et amenant à la production de fumier contenant du phosphore (**Brient, 2012)**

6.2.3 Facteurs influençant l'élimination du phosphore chez les poissons

De ce qui précède, il ressort que la quantité et la qualité (forme) des rejets de phosphore (P) dans les effluents dépendent beaucoup de quatre facteurs essentiels, à savoir :

- ✓ la qualité de l'aliment : teneur, digestibilité et équilibre des différents nutriments.
- ✓ la quantité et le mode de distribution des aliments.
- ✓ l'adéquation du régime au besoin réel de l'espèce de poisson en élevage.
- ✓ l'état physiologique du poisson : âge et état de santé. **(Brient, 2012)**

6.2.4 Formes de rejets de phosphore

Le phosphore (P) se retrouve dans les effluents piscicoles sous deux formes à savoir**, une forme solide** ou particulaire et **une forme soluble** ou dissoute. La première provient directement de la portion non consommée des aliments, mais aussi et surtout des fèces. Il s'agit donc du P non ingéré et de celui qui a été ingéré, mais qui n'a pas été assimilé. La seconde forme provient indirectement de l'aliment en ce sens qu'elle est la fraction de la portion de P absorbé en excès et rejetée ensuite dans les urines essentiellement et par les branchies **(Hardy et al., 2002).**

Le P est un élément très dynamique. Comme dans le milieu naturel, il se retrouve sous deux formes : dissoute ou particulaire. Selon **Numery (2018)** le P dissous comprend les formes minérales d'ions ortho phosphates, et les formes organiques en cours de minéralisation de la matière morte (phosphoprotéines, phospholipides).

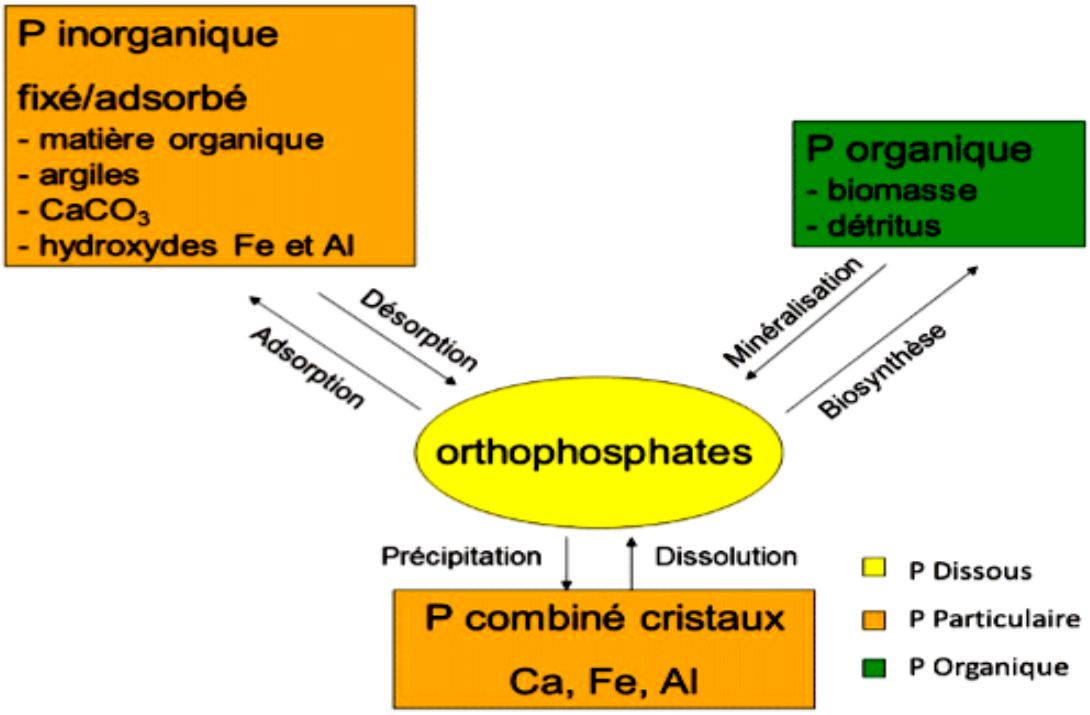


Figure 04 : Les formes du phosphore et leurs interactions

(Numery, 2018)

III. DESCRIPTION DU MATERIEL BIOLOGIQUE

1. Présentation du poisson

L'étude des poissons-chats africain *Clarias gariebinus*, communément appelés siluriformes apporte une contribution remarquable à la connaissance de la biologie des espèces aquatiques ainsi que leurs exploitations durables **(Diogo,2005).**

Tous les poissons-chats élevés en pisciculture sont des espèces d'eau douce. **(Van Eer al., 2004)**

1.1 Position systématique

Les caractéristiques taxonomiques du poisson-chat africain *Clarias gariepinus* **(Burchell, 1822)** selon **Diallo et Thiam (2010)** sont les suivant **:**

- **Règne :** Animal
- **Embranchement :** Chordatés
- **Sous-embranchement :** Vertébrés
- **Super-classe :** Ostéichtyens
- **Sous-classe :** Neopterygii
- **Super-ordre :** Acanthopterygii
- **Ordre :** Siluriformes
- **Famille :** Clariidés
- **Genre :** Clarias
- **Nom binominal :** *Clarias gariepinus* (**Burchell, 1822)**

Parmi les 32 espèces du genre clarias représentées en Afrique, *Clarias gariepinus* **(Burchell, 1822)** revêt une grande importance commerciale en pêche et aquaculture tant sur le continent africain que le reste du monde **(Wiecaszek et al ., 2010).**



Figure 05 : poisson chat *Clarias gariepinus*

(Hadji et Ben Attia, 2019).

1.1 Production et répartition géographique

Clarias gariepinus, qui est considéré comme l'une des plus importantes espèces de poisson chat tropicales pour l'aquaculture, a une distribution presque panafricaine **(De Graaf et Janssen, 1996).**

1.1.1 Dans le monde

Cette espèce de poisson d'eau douce est répartie presque partout en Afrique. *C. gariepinus* est présente en Asie mineure (Jordanie, Palestine, Syrie et le sud de la Turquie), et en Europe (les Pays-Bas) (**FAO, 2016).**

Sur le plan mondial, les Siluriformes constituent l'un des groupes de poissons économiquement importants aussi bien pour la pêche que pour la pisciculture **(Teugels, 1996).**

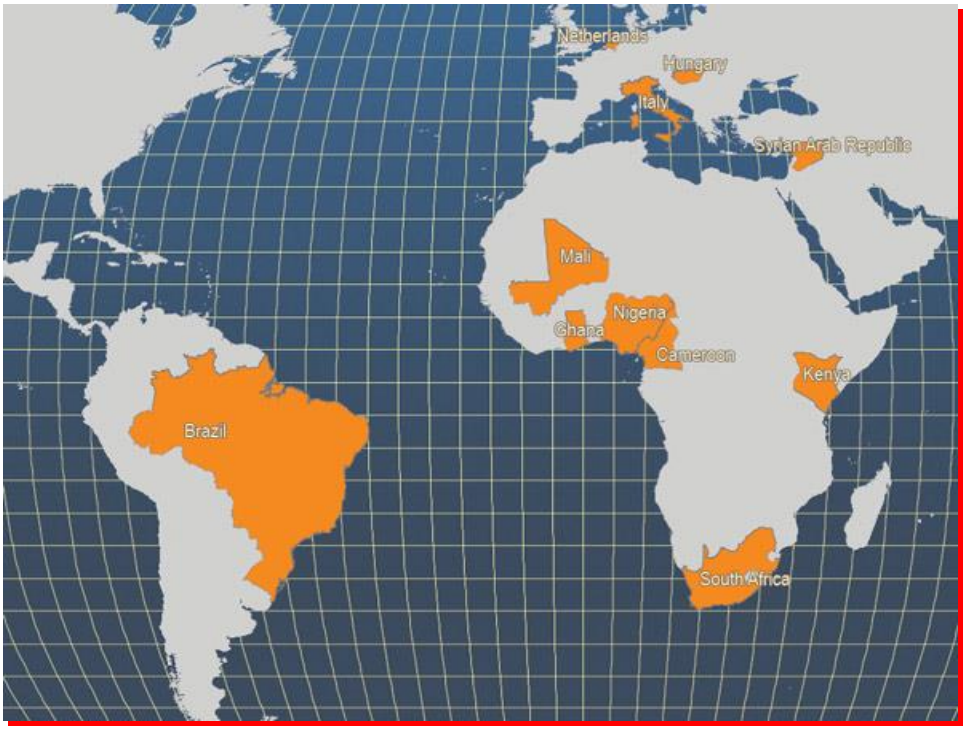


Figure 06 : Répartition des pays producteurs de poisson chat (en orange)

(FAO, 2006)

1.1.2 En Afrique

La distribution de *Clarias gariepinus* est presque panafricaine. En Afrique de l'Ouest, l'espèce est commune dans le lac du Tchad, dans les bassins du Chari et du Logone, de la Bénoué, du Niger, de l'Oshun, de l'Ogun, de l'Ouémé, du Mono, de la Volta, du Bandama, de la Haute Comoé et du Sénégal. Elle n'a pas été retrouvée dans la Gambie ni dans les bassins côtiers de Guinée (à l'exception d'un exemplaire de Kindia), de Sierra Leone, du Libéria et de Côte d'Ivoire (à l'Ouest du bassin du Bandama). Elle est également absente du bassin de la Cross **(Paugy et al., 2004).**

Dans le nord et le centre de l'Afrique, il a été décrit sous le nom de *C. lazera*, dans la région orientale et sous celui de *C. senegalensis*, dans la partie occidentale, *C. mossambicus* et dans la partie méridionale, *C. gariepinus*. Il s'agit cependant, dans toutes ces régions, d'une seule espèce, *C. gariepinus* **(Viveen et al., 1985).** Il est signalé aujourd'hui pour l'Afrique 10 familles de poisson-chat (dont 2 vivant dans les eaux marines: les Ariidae et les Plotosidae) **(Paugy et al., 2004) .**

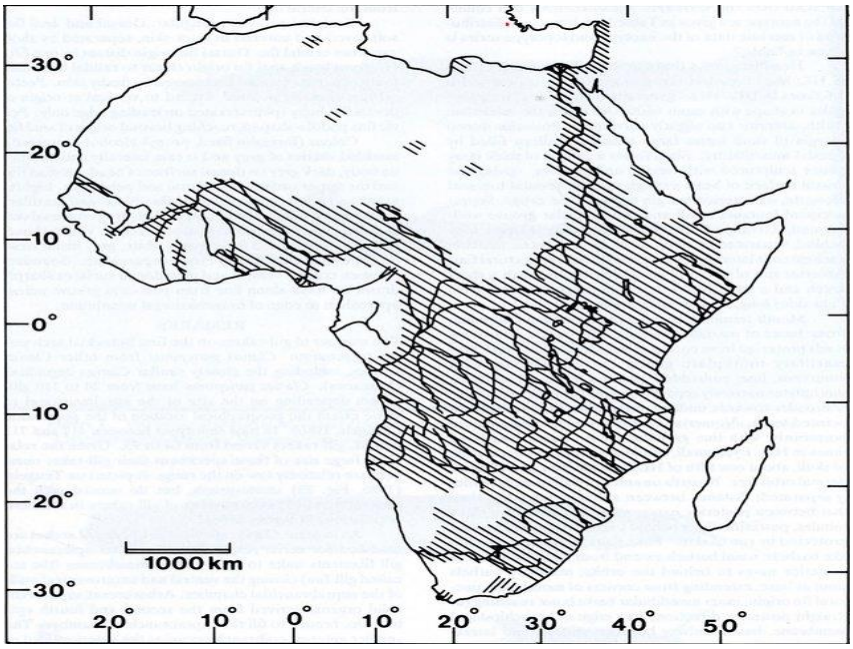


Figure 07 : Distribution de *Clarias gariepinus* en Afrique (en hachures)

(Skelton et Teugels, 1991)

1.1.3En Algérie

En Algérie on trouve *Clarias gariepinus* dans la région du Zibans (Tolga W.Biskra) dans oued Rhigh au niveau de Merdjadja, Temacine et Sidi Bouhania (Touggourt W.Ouargla) ainsi qu'on Tassili Najjer (lherir,Tadjradjeri,Oued Tikhammalt, Oued Taratet oued Iscien W Tamanrasset) **(Le berre, 1989) .**

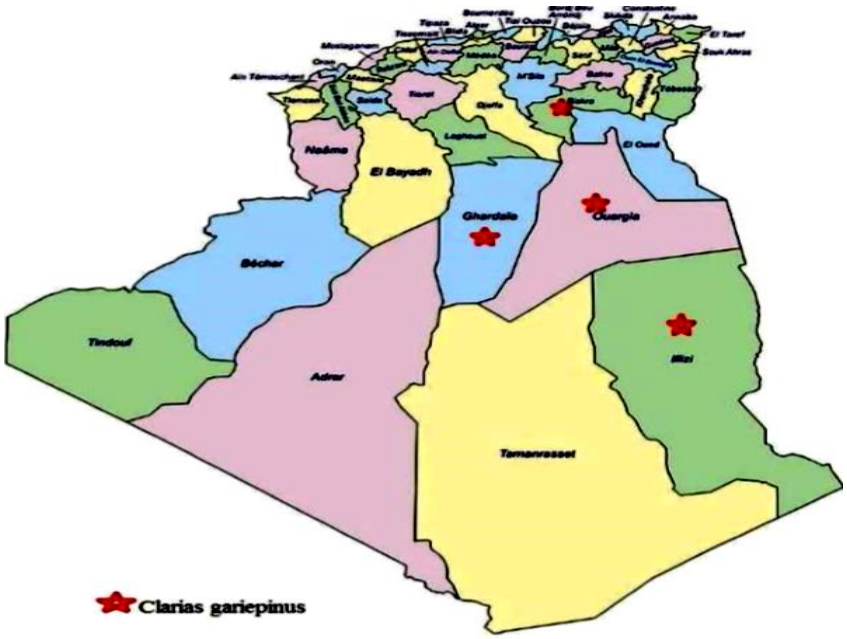


Figure 08 : Répartition géographique de *Clarias gariepinus* en Algérie **(Le Berre, 1989)**

★ **(Wilayates de localisation de Clarias en Algérie: Illizi; Ghardaïa; Biskra; Ouargla)**

1.2 La morphologique

Le poisson-chat africain, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) est une espèce a corps cylindrique et allongé caractérisé par une peau sans écailles et couverte de mucus, pigmentée de noire sur la partie dorsale et latérale, un ventre blanchâtre avec une tête aplatie et bien ossifiée, une bouche longe et hautement entourée de quatre paires de barbillons (une paire dorsale, une paire maxillaire, deux paires mandibulaire interne et externe qui jouent le rôle de détecteur des proies) et garnie de bandes de dents viliformes au granuleuse. Formant de plaques au niveau des mâchoires et du vomer **(Djoko, 2002)**. Ses nageoires pectorales sont formées d'épines fortement développées assurant la locomotion hors de l'eau et servant en même temps à sa protection. Sous les opercules se trouvent les branchies et les organes arborescents assurant la fonction respiratoire **(Zungatipay, 2014).**

La tête est longue et elle est aplatie dorso-ventralement. La fontanelle frontale est longue et étroite. La distance entre l'extrémité de la dorsale et la caudale est réduite **(Leveque et al., 1990)**. Les mâles se reconnaissent à une longue papille anale conique **(Le Berre, 1989).**

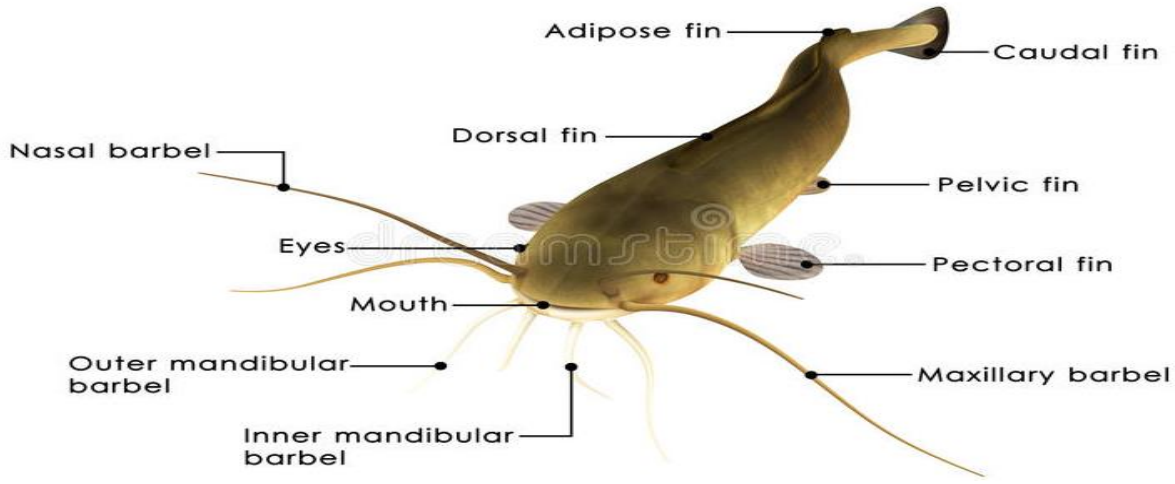


Figure 09: le poisson chat africain (Cat Fish)
(Anonyme b, 2021)

1.4 La reproduction de *C. Gariepinus*

1.4.1 La reproduction naturelle

Selon **Hounmyet Quédo Wo (2013)** la reproduction en milieu naturel est saisonnière, ponte sur substrats, pas de garde parentale. La reproduction naturelle en milieu contrôlé est difficile, la production massive d'alevins se fait par reproduction artificielle.

Dans la plupart des pays africains, le cycle de reproduction du poisson chat débute au commencement de la saison des pluies. Le stimulus final de la fraie semble être associé à la remontée des eaux et l'inondation des zones marginales **(Lacroix, 2004).**

La période optimale de reproduction se limite aux mois de juillet, août, septembre et octobre. Toutefois on trouve des femelles à maturité, en dehors de cette saison de reproduction **(Micha, 1975)**.

En étang, *C. gariepinus* est sexuellement mûr après 7 à 10 mois. Ce poisson ne fraye normalement pas en étangs puisqu'il n'est pas soumis au stimulus associé à l'inondation des zones latérales **(Viveen et al., 1985).**

Le poisson-chat nord-africain est une espèce gonochorique. La taille et l'âge de la première maturité sexuelle peuvent énormément varier : respectivement entre 150 et 750 mm de longueur totale et entre un et quatre ans. Les poissons deviennent toute fois mature sexuellement lorsque leur longueur totale est en moyenne comprise entre 300 et 350 mm **(Hadji et Ben Attia, 2019).**

1.4.2 La reproduction en captivité

D'après **(sayah , 2016)** la reproduction est classée en 2 catégories:

- ***Reproduction artificielle*** **:** toutes les phases de la reproduction sont gérées par l'homme.

- ***Reproduction induite*** **:** Seules les phases d'extraction d'hypophyse et de stimulation de la reproduction par injection d'extraits hypophysaires sont contrôlées par l'homme. La reproduction, provoquée par l'injection, se déroule naturellement dans un étang de ponte ou sont installés des supports de pontes naturels ou artificiels qu'il suffit de déplacer dans un étang protégé.

- ***La reproduction sans traitement hormonal***

La reproduction des poissons chat peut être obtenue en semi naturelles avec des couples isolés dans des bassins de grand volume contenant des îlots de végétaux aquatiques **(Seka in Imorou Toko, 2007).** En étang, **s'**observent chez les Clariidae, notamment *C.gariepinus*, le processus de frai en simulant la crue. Dans tous les cas, les résultats paraissent aléatoires et conduisent à de grandes pertes d'œufs, d'où l'utilisation des méthodes hormonales d'induction de la maturation ovocytaire et de l'ovulation. **(Imorou Toko, 2007)**

- ***La reproduction avec traitement hormonal***

Selon plusieurs auteurs, la sélection des femelles à induire est faite sur la base de l'homogénéité de taille des ovules et de leur diamètre, généralement entre 1,4 et 1,6 mm. La reproduction avec traitement hormonal comprend le choix de l'hormone (HCG; LH; DOCA; LH-RHa^{+}) et la dose à injecter, le stripping (collecte des œufs par pression abdominale), la fécondation in vitro et l'incubation des œufs **(Imorou Toko, 2007).**

1.5 Les avantages d'élevage de Clarias

Sur le plan aquacole, *C. gariepinus* est l'espèce la plus élevée à cause de sa grande capacité de tolérance des eaux, sa croissance rapide et son prix élevé sur le marché. **(Mfwana et al., 2016)** .Selon **Zungatipay (2014)** qui a parlé de ces avantages suivant :

- Une alimentation omnivore à tendance
- Une bonne adaptation au climat tropical
- Une résistance aux maladies
- Une acceptation de la densité élevée dans un milieu
- Une large valence écologique
- Une croissance rapide selon les conditions du milieu.

1.6 L'habitat et l'écologie de *C. Gariepinus*

Clarias gariepinus est connu pour ses faibles exigences écologiques et sa capacité à survivre dans une large gamme de valeurs physico-chimiques **(Hecht, 1996).**

La température optimale de croissance pour cette espèce se situe entre 26 et 30°C **(Baras et Jobling, 2002).** Il est capable de survivre dans des milieux très peu oxygénés grâce à une respiration pulmonaire consistant à gober l'air en surface ; il est donc très peu exigeant en oxygène dissous. La concentration en oxygène dissous requise pour une bonne croissance est environ 3 mg/1 pour les alevins .De même il peut supporter jusqu'à 15 g/1 de salinité **(Viveen et al., 1985) ,** Les meilleures valeurs du pH en aquaculture sont celles situées entre 6,5 et 9 **(Kanangire, 2001).** Le poisson chat africain est un camivore à tendance omnivore et en élevage les aliments artificiels granulés sont bien acceptés par ce dernier. *C. gariepinus* fait partie des poissons qui fouillent la vase du fond de l'eau pour en extraire les débris végétaux, larves d'insectes, graines et détritus animaux. En milieu naturel *C. gariepinus* se nourrit de zooplancton, d'insectes, d'organismes benthiques ainsi que d'autres proies animales aquatiques telles que les grenouilles, les gastéropodes, les crevettes, les crabes, etc., mais sa nourriture essentielle demeure le poisson **(Micha, 1973).**

La nécessité d'une bonne qualité de l'eau. En effet, l'eau joue donc un rôle important dans la santé des poissons et sa détérioration est facteur de stress **(Arulampalam et al., 1998) .**

Certains facteurs liés à la qualité de l'eau sont plus susceptibles d'être impliqués dans les pertes de poissons tels que l'oxygène dissous, la température et l'ammoniac. D'autres, tels que le pH, l'alcalinité, la dureté et la clarté affectent les poissons, mais ne sont généralement pas directement toxiques. Chaque facteur de qualité de l'eau interagit avec l'autre, parfois de manière complexe. Ce qui peut être toxique et causer la mort dans une situation peut être sans danger dans une autre **(Zungatipay, 2014).**

Tableau 07 : Les exigences écologiques de Clarias
(Zungatipay ,2014)

Les paramètres	Les valeurs optimales
pH	6 – 9
Température	8 – 35 °C
Oxygène Dissous	6.5 – 8 ppm
Ammonium	0.01 – 1.15 (mg /L)
Nitrates	0.2– 10 (mg /L)

1.7 Régime alimentaire et besoins nutritionnels de *C. Gariepinus*

Tout comme les tilapias, poisson-chat mangent presque tout ce qu'ils trouvent, mais ils montrent une légère préférence pour les petits poissons (mesurant jusqu'à 30% de la longueur de leur corps) et pour le matériel qui se trouve au fond de l'étang (ou le bassin) comme la matière végétale **(Van Eer, 2004).** Ces poissons se nourrissent normalement sur le fond, mais leurs habitudes alimentaires peuvent s'adapter et, à l'occasion, ils filtrent leur nourriture à la surface de l'eau. On leur connaît 4 modes d'alimentation : butinage individuel, pelletage individuel, alimentation à la surface et alimentation en groupe. L'adoption de l'un ou l'autre de ces modes d'alimentation dépend de la disponibilité en nourriture **(Jobling et Baras, 2002).**

Plusieurs auteurs indiquent encore qu'il se nourrit de préférence la nuit et est capable d'adapter son comportement alimentaire lorsque la nourriture n'est disponible que le jour **(Richir, 2004).** Ainsi ce poisson accepte les aliments artificiels ainsi que les vers, asticots et son exigence en protéines est élevée **(Hounmy et Quédo Wo, 2013).**

Le recours à l'alimentation composée est un préalable pour son élevage semi-intensif et intensif. En monoculture intensive, pour certains auteurs, la formule alimentaire de *C. gariepinus* doit être constituée de 50% de protéines brutes et d'autres les besoins protéiniques des juvéniles et des acides aminés de *C. gariepinus* sont compris entre 44 et 48%. Le tableau résume les besoins nutritionnels validés par les experts de la **FAO (Djamba okenda, 2019).**

Tableau 08 : Résumé des besoins nutritionnels du *Clarias gariepinus*

(FAO, 2012)

	Niveaux nutritionnels		
Nutriment	Stade de développement / classe de taille		
	Larves	Alevins (0,5 – 10 g)	Grossissement (10– 1000 g)
Protéines et acides aminés	55	50	40 – 42 ou 43
Besoins minimum en PB requis			35 ou 38
Acides aminés, % min PB alim.			
L – arginine		4,5	
Lysine		5,7	4,49
L – méthionine	2,5		3,2
Tryptophane		1,1	2,59
Lipides et acides gras			
Lipides bruts, % min	9		8,2 – 17
Glucides, % recommandé	21		15 – 35
Energie			
ED (kJ min/g)			12,7 -16
EM (kJ min/g)			13
EB (kJ min/g)			11 – 24
Rapport PB/Energie (mg/kJ)			20,5 – 36
Rapport lipides/glucides			2,47 (lip 13%, gluc 33,42%)
Sels minéraux			
Macroéléments (%)			
Calcium		0,45	1,5
Phosphore		0,45	0,5
Magnésium		0,04	
Microéléments (mg/kgMS rég.)			
Fer		30	
Cuivre		5	
Zinc		20	
Vitamines			
Vitamine A (IU/kg)		1000 – 2000	
Vitamine D (IU/kg)		500 – 1000	
Vitamine E (mg min/kg)		25 – 50	
Acide pantothénique (mg /kg)		10 – 15	
Niacine mg min/kg)		33,1	
Choline (mg min/ kg)		400	
Biotine (mg min/ kg)			2,49
Acide ascorbique (mg min/ kg)	150-500	11 – 60	

1.8 La qualité de la chaire de Clarias

La qualité alimentaire de filet produit apparait évidente à l'examen du tableau 09 (ci-dessous) qui démontre un très bon taux en protéine (18-21%) et aussi des différents acides aminés avec taux faible de lipides (2-4%) constitué notamment d'acides polyinsaturées donc ce type de chaire contribue à la lutte contre les maladies cardiovasculaires **(Rehif et Melha, 2017).**

Tableau 09 : La composition alimentaire des filets de poisson chat africain *C.gariepinus* **(Rehif et Melha, 2017).**

Elément	Unité	Filet San peau
Eau	%	75-80
Protéines	%	18-21
Lipides	%	2-4
Minéraux	%	0,5-1,5
Energie	KJ/g	4-6
Calcium	mg /kg	200
Phosphore	mg/kg	2000
Fer	mg/kg	10
Sodium	mg /kg	1000
Potassium	mg/kg	3000
Vitamine A	mg /kg	0,4
Vitamine B1	mg/kg	0,5
Vitamine B2	mg/KG	2,5

2. Les lentilles d'eau (*Lemna minor*)

L'existence de la lentille d'eau *Lemna minor* au niveau de la ferme (introduite) nous a amené a présenté cette espèce végétale. Celle-ci s'avère être parmi les meilleures alternatives pour l'instant car cette espèce est souvent indiquée dans des applications en phytoremédiation des eaux résiduaires (piscicoles) **(Khellaf et Zerdaoui 2009).**

2.1 Position systématique

- **Sous- règne :** Tracheobionta
- **Division :** Magnoliophyta
- **Classe :** Liliopsida
- **Sous-classe :** Arecidae
- **Ordre :** Arales
- **Famille :** Araceae
- **Genre :** Lemna
- **Espèce :** *Lemna minor* **(Classification APG III, 2009)**

Lemna minor fait partie des Angiospermes monocotylédones, qui représentent les plus petites plantes à fleurs. Ces plantes pérennes poussent en flottant dans l'eau douce ou calme (étangs, lacs, eaux stagnantes et cours d'eau). Elle se trouve dans le monde entier, sauf dans les régions les plus froides. La croissance de ces plantes riches en protéines peut être extrêmement rapide **(Zaimeche ,2015)**

Lemna minor appelée couramment « lenticule mineure » ou « lentille d'eau » est l'une des espèces les plus connues de ce groupe et a fait l'objet de nombreuses recherches.

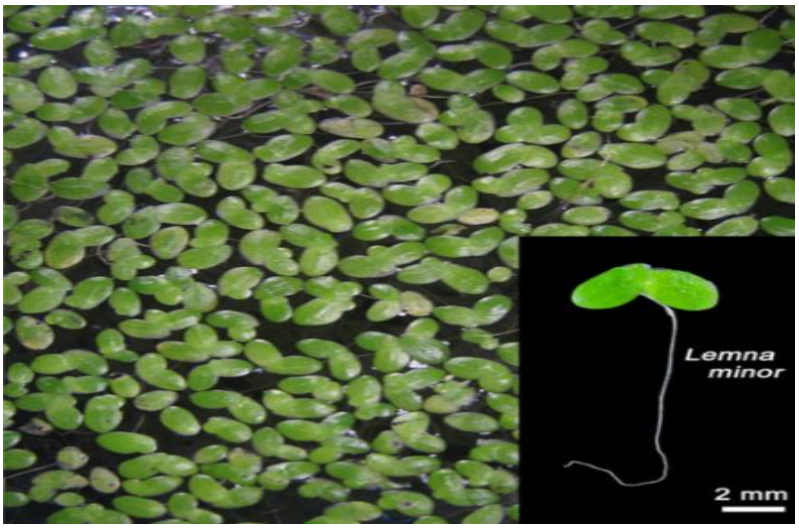


Figure 10: *Lemna minor* (Duckweed en anglais)

(Kutscher, 2014)

Et selon **Vigi-Pratique** de France **(2016)** c'est des petites plantes aquatiques flottantes, formant des colonies à la surface de l'eau. Elle mesure 1,5 à 6 mm de diamètre et possède une feuille appelée fronde, qui sert de flotteur à la lentille, et une petite racine qui ne mesure pas plus de 5 cm, Les fleurs sont rares et minuscules.

2.2 Caractéristiques

- Hydrophytes libres (non enracinées) formant des colonies de taille très variable.
- Multiplication végétative (bourgeonnement), floraison et fructification rares voire exceptionnelles.
- Absence de tige.
- Absence de feuilles : se présentent sous forme de lames (ou frondes) solitaires ou groupées par 2 à 30
- Racines filiformes* non ramifiées, parfois absentes
- Fleurs rares, minuscules
- Eaux stagnantes ou très faiblement courantes, douces, mésotrophes* à eutrophes*, parfois légèrement saumâtres pour la lentille d'eau bossue. Habitats en situation abritée (fossés et canaux, étangs, mares, bras morts des cours d'eau).
- qui sont à fortes potentialités de croissance et de survie **(snpn, 2021)**

2.3 Utilisation de la lentille d'eau

Cependant, les lentilles d'eau peuvent avoir une utilité dans certains contextes :

• Dépollution et traitement des eaux (résiduelles industrielles ou domestiques)

• Apport nutritif pour certaines espèces (poissons, canards, poulets, etc.)

• Engrais agricole avec ou sans compostage **(Vigi-Pratique de France ,2016)**

Les plantes de lentille d'eau sont utilisées pour réduire principalement les charges chimiques des étangs et des eaux d'égout (**Bouanli et al., 2012**). **Effiong et al**. **(2009)** ont indiqué que les plantes de lentille d'eau peuvent être utilisées pour produire de l'éthanol. Plusieurs études ont été conduites pour établir la convenance de cette plante pour nourrir le bétail et les poissons

Cependant, quelques défis sont à relever quant à l'utilisation de la lentille d'eau dans l'alimentation animale. L'avantage de l'utilisation de la lentille d'eau comme source de protéines végétales pour les poissons est basé sur la teneur élevée en protéines et un taux assez faible de fibres la rendant digestible pour les poissons. En outre, elle possède des teneurs élevées en protéines et en carotène **(Ansal et al., 2010).**

La lentille d'eau contient jusqu'à 43% de protéines par poids sec et peut être utilisée sans traitement ultérieur comme un aliment complet pour le poisson **(Leng et al., 1995)**. Comparées à la plupart des autres plantes, les feuilles de lentille d'eau contiennent peu de fibres (5% en matière sèche) et sont peu indigestes pour les animaux monogastriques **(Almeida et al., 2020).**

3. Les aliments complets secs pour les poissons

L'alimentation artificielle constitue un aspect très important pour les poissons en élevage intensif. De ce fait, les qualités physiques et en particulier la stabilité à l'eau de l'aliment influencent grandement la production piscicole **(Slembrouck, 1991).**

Tableau 10 : Choisir une combinaison d'ingrédients qui permettra d'obtenir un aliment contenant 25 à 30 % de protéines **(Gray)**

Ingrédients	Quantité d'ingrédients (Kg)	Quantité de protéines %	Totale des protéines dans l'aliment (kg)
Son de riz	47	10	4.7
Copra	10	21	2.1
Tourteau de soja	28	45	13.4
Farine de poisson	8	65	5.2



Figure 11 : Aliment sec de poisson **(Rodrigue Yossa, 2020)**

Et selon **Gray** Quand les aliments naturels ne sont pas disponibles en quantité suffisante pour procurer au poisson la nourriture nécessaire pour sa croissance, on peut apporter, à intervalles réguliers (par jour, par semaine, etc.) des aliments fabriques ou cultives hors de l'étang piscicole. Ces aliments constituent un complément à la nourriture naturelle. Ils ne constituent pas un aliment complet, et ne suffiraient pas à la croissance du poisson en !'Absence d'aliments naturels. Les éléments nutritifs essentiels sont fournis par les organismes aquatiques. Quelques exemples d'aliments complémentaires pour le poisson : aliments du commerce pour

les poulets et les pores, son de riz, feuilles de manioc, déchets de cuisine, tourteaux oléagineux ou autres produits et sous-produits agricoles.

1.2 Importance de l'alimentation

Selon **Rodrigue Yossa (2020)**

- Complément de l'aliment naturel
- Augmentation de la productivité de la ferme
- Prédictibilité de la production
- Réduction du cycle de production
- Amélioration de la santé des poissons
- Possibilité de fortification nutritionnelle

1.3 L'aliment et l'environnement

L'impact de l'alimentation des poissons d'élevages sur l'environnement se mesure à déférentes niveaux.

- ✓ L'aquaculture exerce sur une pression importante sur les ressources afin d'obtenir des farines et des huiles de poisson qui sont incorporées dans l'aliment elle consomme 53 % du marché des farines, et 87 % de la production mondial d'huile de poisson **(Hall G.M, 2010).** La production d'un kilo de poisson d'élevage nécessite en moyenne 3 Kg de poissons péché en milieu naturel (principe de Fish in /Fish out) variable en fonction des espèces et des implantations.
- ✓ Le surplus d'aliment non ingère génère de grande quantité de matières en suspension qui selon la courantologie du site d'élevage, sédimentent plus ou moins près d'installation, cette matière organique donne parfois lieu à des proliférations d'algues et des bactéries qui mènent, dans le pire des cas, à l'eutrophisation du milieu.
- ✓ Un aliment mal adapte peut agir sur la consommation d'antibiotique et autres substances chimiques employées **(Pole Aquime,2012)**

I. Présentation De La Wilaya De Médéa

1. La localisation de la wilaya de Médéa

La wilaya de Médéa est située au Nord de l'Algérie **(Figure12)**, à environ 88 km à l'Ouest d'Alger. Elle s'étend sur une superficie de 8.775,65 Km². Elle se caractérise par un relief mouvementé. Enserrant quelques plaines assez fertiles mais de faible extension. Ses limites s'estampent 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 Tell et les régions sud de l'Algérie d'une part, et entre les Hauts Plateaux de I'Est et ceux de l'Ouest, d'autre part. **(Brahimi et al., 2017)**

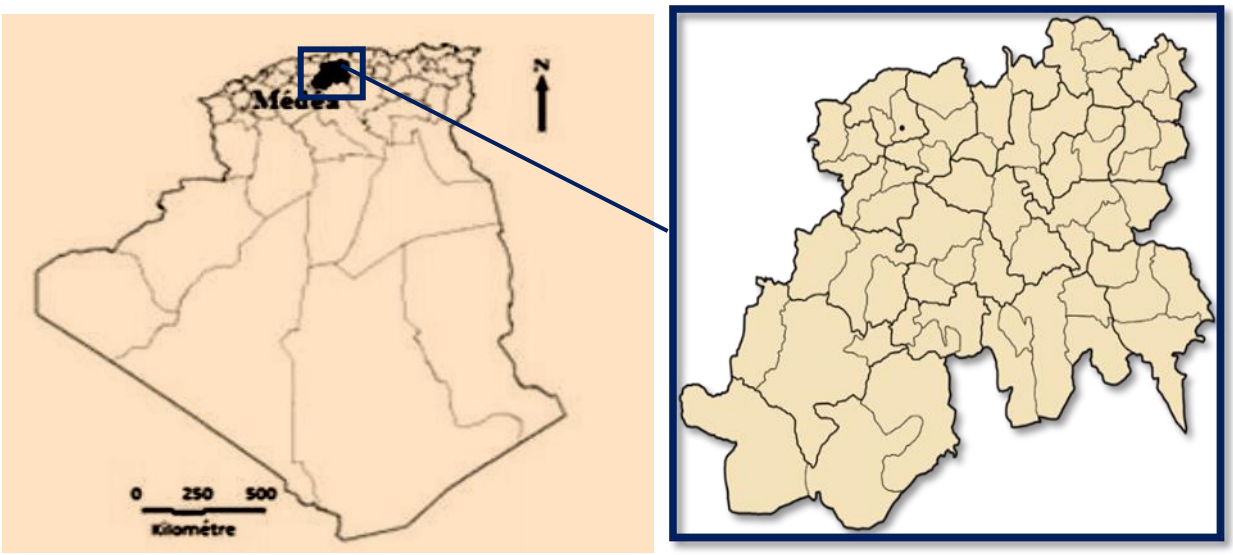


Figure 12 : la localisation de la wilaya de Médéa **(Brahimi et al., 2017)**

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.

La Wilaya de Médéa se compose 64 communes, regroupées en 46 communes dans le nord de la wilaya, qui font partie géographiquement du Tell et les 18 communes qui restent (le sud) font partie des Hauts Plateaux, elle représente 19 daïras.

Tableau 11 : Informations géographiques concernant la wilaya de Médéa

Les coordonnées géographiques	**Latitude** : 36° 16′ 00″ N **Longitude** : 2° 45′ 00″ E
Superficie	8.775,65 Km²

2. Géomorphologie

La géomorphologie est considérée comme une expression synthétique de l'interaction entre les facteurs climatiques et géologiques. Située au cœur de l'atlas tellien, la wilaya de Médéa se caractérise par son altitude de 1000m en moyenne, ses plaines qui représentent environ 40% de la surface de la wilaya qui lui confèrent une vocation principalement agropastorale. **(Andi, 2013)**

La Wilaya de Médéa est découpée en quatre zones naturelles : Le tell montagneux, Le tell collinien, Les plaines du tell et le piémont méridional du tell. **(Andi, 2013)**

3. La pédologie

Le sol constitue une composante fondamentale dans l'étude des écosystèmes. Il présente le point de rencontre entre le monde minéral et le monde vivant **(Belouahem-abed, 2012)**. Le sol résulte de l'action de plusieurs facteurs du milieu: végétation, climat, géomorphologie et topographie. La wilaya de Médéa est caractérisée par des sols très variés aussi bien en ce qui concerne leur nature que leur origine géologique. Toutefois, ils restent fortement dominés par les calcaires. Le sol est caractérisé par une texture très variée entre argilo-limoneux et argilo-limono-sableux avec la présence de calcaire totale et un pH varié entre neutre et légèrement basique. Ces caractéristiques sont considérées favorables pour le développement du marrube blanc. **(Badani et Laouadji, 2017).**

4. Hydrologie

Selon la **D.G.F (2018),** la wilaya de Médéa est drainée par un réseau hydrographique relativement dense. Les principaux oueds sont des cours d'eaux exoréiques qui se jettent donc en mer méditerranée tels que : Oued Chélif, Oued Chiffa, Oued Mazafran et Oued Isser.

5. Climat

La wilaya de Médéa est caractérisée par un climat méditerranéen semi-continental, froid et humide en hiver, tempéré au printemps, chaud et sec en été. Médéa reçoit une

quantité considérable de pluie atteignant 500 mm par an, avec une moyenne de pluviométrie élevée, particulièrement en mois Décembre, Janvier et Février. La neige quant à elle, recouvre régulièrement les hauteurs de Benchicao, situées à une altitude de 1240 m, Taguenssa commune de Ouled Hellal et Ain Diss à la commune d'Ain Boucif **(Boulesnam et Boufatah, 2015).**

II. PRESENTATION DE LA COMMUNE DE BENCHICAO

1. Situation géographique de la région de Benchicao :

La commune de Benchicao est située dans l'Atlas tellien dans l'Atlas Blidéen **(Figure 13)** 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 Mahdi. **(ITAFV, 2019).**



Figure 13 : Présentation de la commune de Benchicao **(Anonyme a ,2021)**

2. Le climat

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. **(ONM-Médéa, 2020)**

3. Les températures

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). **(ONM-Médéa, 2020)**

Tableau 12 : Température mensuelles maximale (Max), Minimale (Min) et moyennes (moy) en °C de la zone d'étude 1990-2015 **(ONM-Médéa,2020)**

	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Jui	Juit	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Annuel
T max	8.71	9.71	14.2	15.5	22.6	30.37	**35.23**	33.26	24.99	21.9	8.09	19.57	19.57
T min	**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 moy	4.58	6.04	9.08	10.92	15.94	22.84	26.1	25.5	18.37	12.66	7.56	5.44	13.75

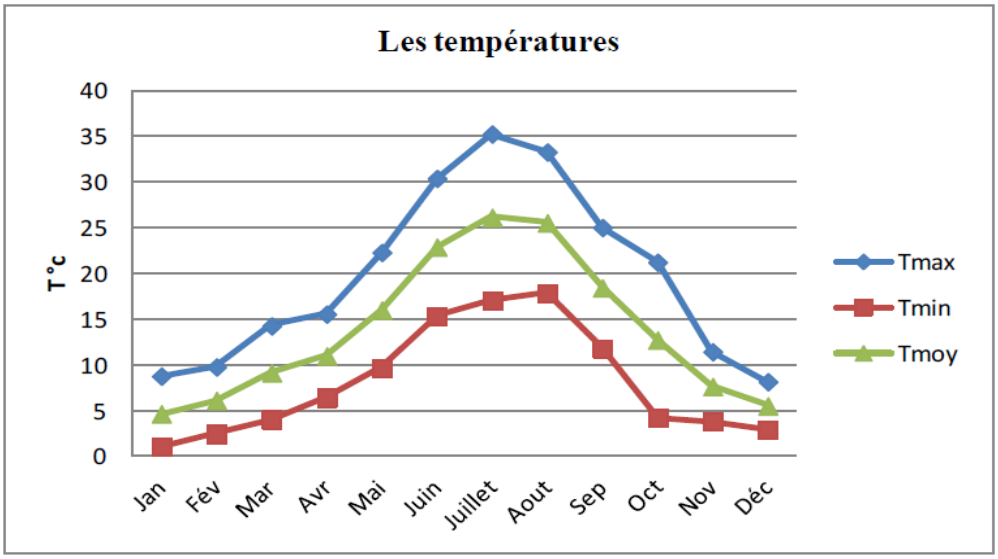


Figure 14 : Diagramme représentant les températures maximales, minimales et moyennes de la commune de Benchicao (1990-2015) **(ONM-Médéa,2020)**

4. Les précipitations

La moyenne annuelle de pluie calculée pour ce laps de temps (1990-2015) est égale à541.44mm//an

Tableau 13 : les précipitations mensuelles de la zone d'étude durant la période 1990-2015 **(ONM-Médéa, 2020)**

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jut	Aou	Sép	Oct	Nov	Déc	Annuel
P (mm)	75.54	55.52	33.11	68.8	37.5	5.97	13.38	4.05	29.69	56.58	88.86	72.37	541.4

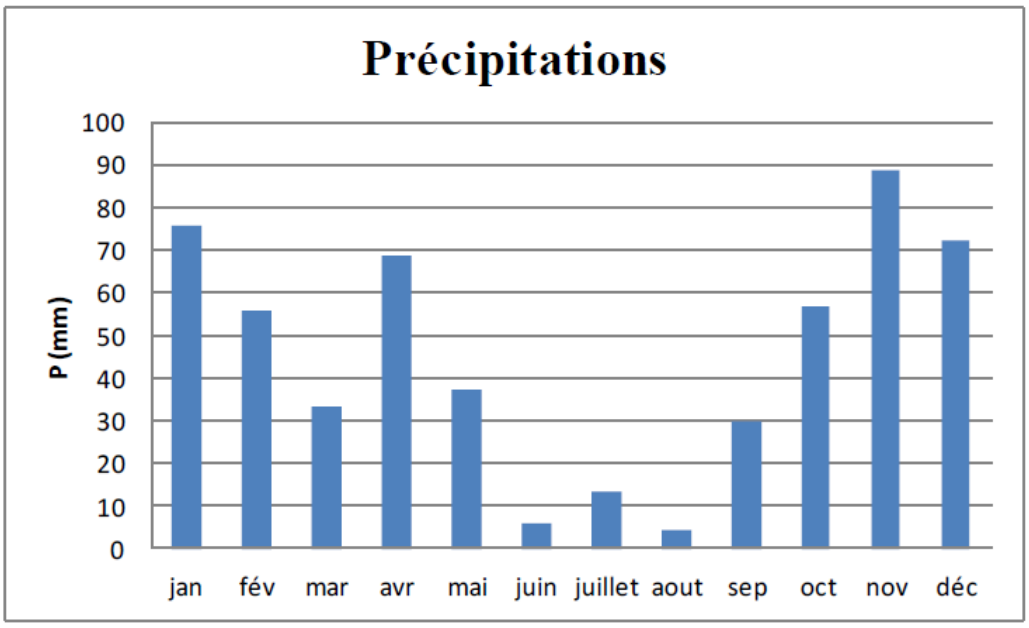


Figure 15 : Diagramme représentant les précipitations de la wilaya de Médéa pour la période 1990-2015 **(ONM-Médéa,2020)**

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.

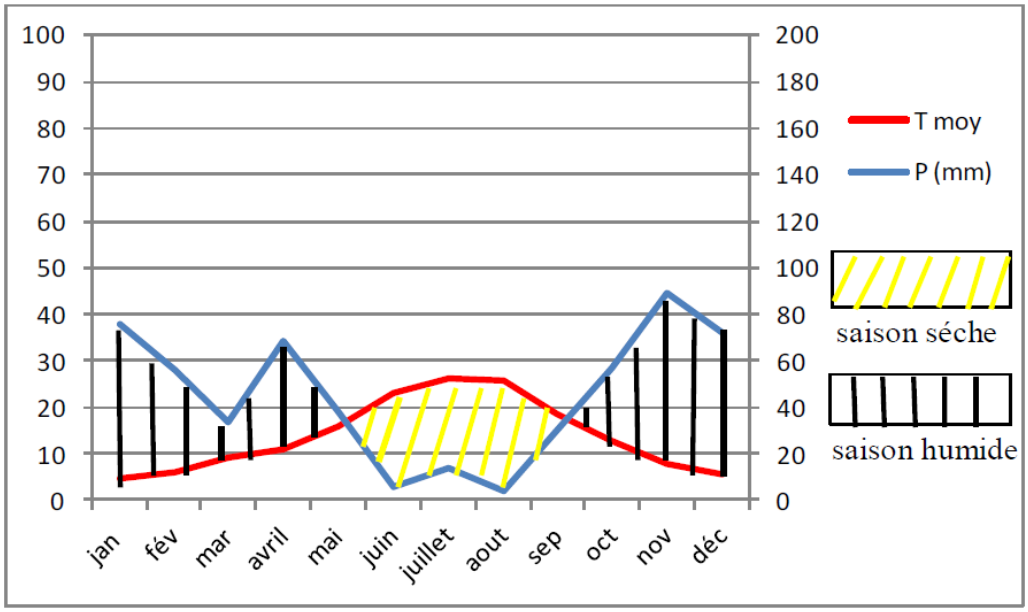


Figure 16 : Diagramme ombothermique de la zone d'étude (1990-2015)

(ONM-Médéa,2020)

Le diagramme ombrothermique, fait ressortir deux périodes :

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

5. Climagramme d'Emberge

•Quotient pluviométriques et Climagramme :

Les climats sont classés en fonction de deux critères : l'indice pluviométrique Q2 et la moyenne des minimas du mois le plus froid m **(Lehouerou et al., 1975)**. A partir du Q2, Emberge a classé la région méditerranéenne en cinq étages bioclimatiques (sahariens, arides, sub humides et humides). Le Q2 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

$Q_2= 2000*541.44/ (35.23+273)^2-(1.005+273)^2 = Q_2= 58.78$

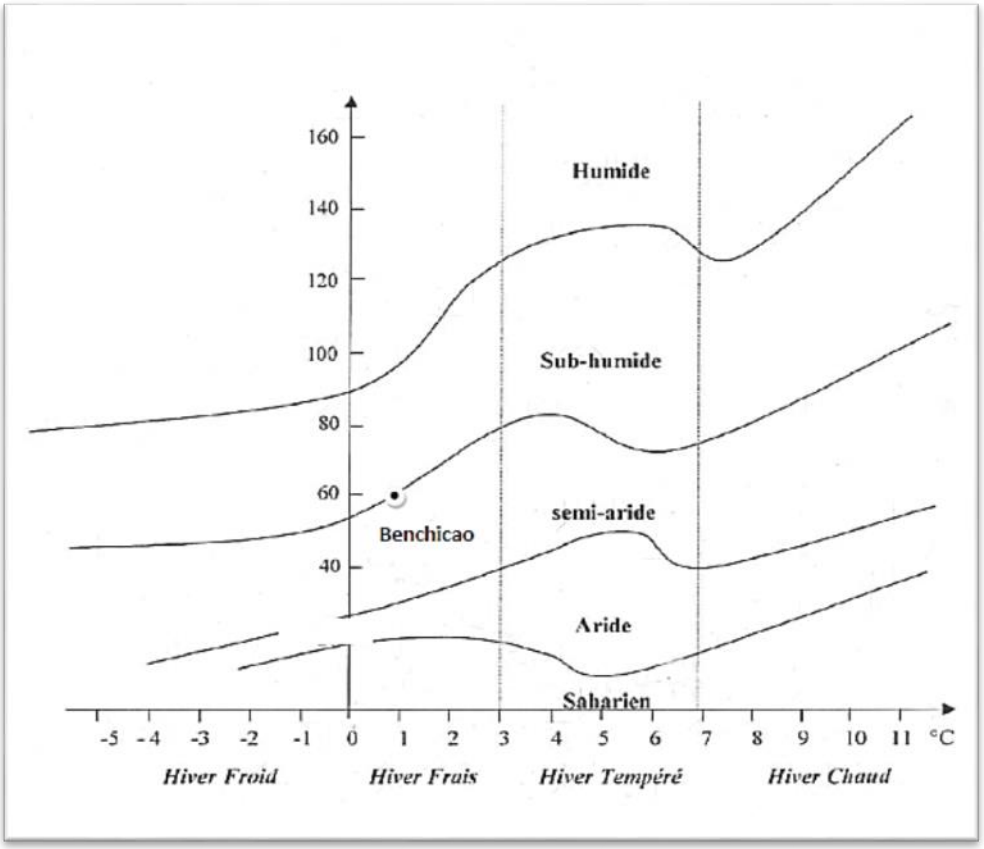


Figure 17 : Position de Benchicao sur Climagramme d'Emberge (1955)
Pour la période 1990-2015 **(ONM-Médéa, 2020)**

D'après la figure la commune de Benchicao est située dans l'étage bioclimatique **Subhumide A Hiver Frais.**

III. DESCRIPTION DE LA FERME PISCICOLE « TITTERI AQUACOLE »

Nous avons mené notre étude au niveau d'une ferme aquacole située à Benchicao (Wilaya de Médéa). En effet, cette ferme est équipée pour produire à terme l'équivalent de 100 tonnes par an d'espèces destinées à la consommation. Notamment l'espèce poisson-chat (clarias) et l'espèce Tilapia du Nil ainsi que d'autres espèces de poisson ornemental dans des bassins spécialement conçus pour la pisciculture.

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 «*TITERI AQUACOLE*» à bénéficier d'une formation pour 22 stagiaires de la région (agents piscicoles) au niveau du centre de formation professionnel de Berrouaghia en collaboration avec le DPRH de Médéa et Ain Defla.



Figure 18 : La ferme « *TITERI AQUACOLE* **» (Originale,2021)**

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 :

Espèces produites : Tilapia, Clarias et poissons d'ornement…etc

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 Berrouaghia qui relie Alger à Djelfa

Parmi les obstacles naturels à la ferme se trouve la froideur de la région, qui se situe à une altitude de 1000 km 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 Clarias est une installation en circuit fermé chauffé par des chaudières à gaz.

2. Caractérisation du bassin de clarias

- **Longueur :** 3m
- **Largeur :** 3m
- **Hauteur :** 3m
- **Nombre des individus :** 12



Figure 19 : bassin de Clarias **(Originale,2021)**

PRELEVEMENT ET ECHANTILLONNAGE

1. Le bassin de prélèvement

Dans le cadre de notre travail, on a choisi un bassin de prélèvement qui existe au niveau de la ferme « TITTRI AQUACOLE » et qui contient une population de Clarias.

Nous avons testé la qualité de l'eau de bassin d'élevage des poissons sur une période de six semaines, les dates de prélèvements sont comme suit :

Tableau 14 : Les prélèvements avec les dates

Prélèvements	Les dates de prélèvement
N°1	Le 13/04/2021
N°2	Le 27/04/2021
N°3	Le 04/05/2021
N°4	Le 10/05/2021
N°5	Le 18/05/2021
N°6	Le 25/05/2021

Les échantillons d'eau piscicole ont été prélevés au niveau du bassin comme suit :

- ✓ Avec un seau, on prélève l'eau de la partie supérieure du bassin sans descendre en profondeur pour éviter de soulever les déchets avec elle.
- ✓ remplissez les flacons en polyéthylène avec l'eau prélevée nous
- ✓ nous mettons les flacons dans une glacière pour préserver les propriétés de l'eau lors de son déplacement au laboratoire.

2. Choix des paramètres analysés :

Douze paramètres ont été suivis durant notre étude à savoir : 7 paramètres physiques et 5 paramètres chimiques. Ces paramètres sont choisis aussi selon la possibilité de les effectuer au sein du laboratoire des analyses au niveau de la STEP d'ONA-Médéa (Office National d'Assainissement).

3. Echantillonnage :

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté, il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau (gaz dissous, matière en suspension, etc.). **(Rodier et al., 2009).**

4. Mode de conservation :

Le processus de conservation permet de préserver les échantillons prélevés entre le moment de l'échantillonnage et celui de l'analyse en laboratoire. Cette étape est nécessaire puisque plusieurs paramètres peuvent subir des modifications physiques ou des réactions chimiques dans le récipient. Ce qui altère la qualité originale de l'échantillon. Afin d'obtenir des analyses qui représentent le plus fidèlement possible les conditions du bassin, une conservation physique ou chimique des échantillons doit être effectuée.

Le mode de conservation est conforme aux normes recommandées **(Rodier, 1996).**

Les échantillons prélevés pour les analyses chimiques (DCO, DBO_5… etc) sont mis dans des bouteilles en plastiques d'une capacité de 1500 ml pour une analyse chimique les échantillons peuvent être conservés pendant une durée de 48 h à 4°C.

Pour les paramètres physiques (pH, T°, TDS, conductivité électriques…etc) on le mesure sur place **Figure 20.**

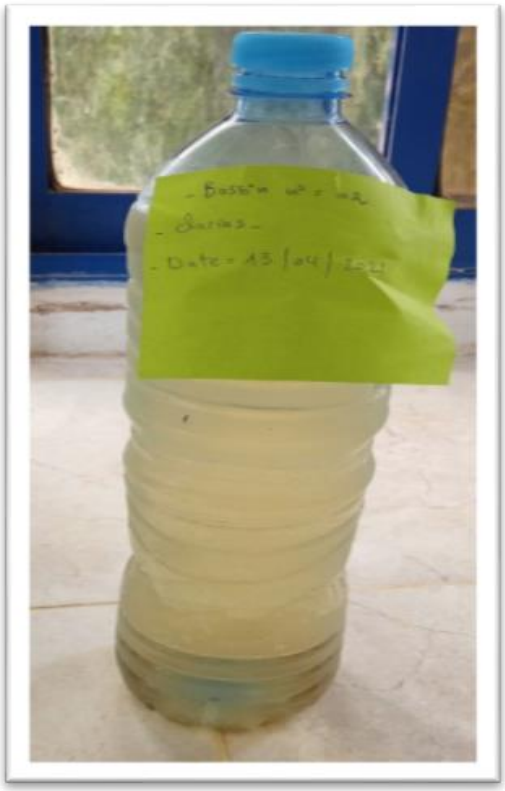


Figure 20 : Flacon du prélèvement. **(Originale, 2021)**

II. LES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

1. Détermination de potentiel d'hydrogène (pH) :

Le pH est mesuré sur le terrain à l'aide d'un multi-paramètre de type consort.

❖ **Matériel :**

- pH-mètre.
- Electrode
- L'eau à analyser.

❖ **Méthodes :**

Il est préférable de mettre l'appareil en marche environ demi-heure et rincé l'électrode avec l'eau distillée avant de commencer la mesure ensuite on plonge l'électrode dans l'eau à analyser à une profondeur minimum de 4cm et puis attendre que la valeur soit stable avant la lecture. **Figure 21.**



Figure 21 : la valise de multi-paramètre **(Originale ,2021)**

2. **Détermination de Température (T°) taux des sels dissous (TDS), conductivité, la salinité et l'oxygène dissous (O2) :**

Mesurée sur le terrain à l'aide d'un multi-paramètre consort elle est exprimée en degré Celsius pour la température, et micro-siemens par centimètre pour la conductivité électrique, en milligramme par litre pour l'oxygène dissous et TDS.

❖ **Matériel :**

- Électrode.
- Multi-paramètre.
- Eau analysée.

❖ **Méthodes :**

Après la mesure du pH on laisse l'appareil en marche et on rince l'électrode avec l'eau distillée puis on change l'électrode. On ajoute l'électrode dans l'eau à analyser et on lit la valeur (après la stabilisation).

Nous répétons le processus à chaque fois pour mesurer le reste des paramètres. **Figure22.**



Figure 22 : mesure du pH **(originale 2021).**

3. Détermination de matière en suspension MES

❖ **Principe**

Cette méthode définit les matières en suspension (MES) comme étant les résidus retenus sur une membrane filtrante de 1,5 µm de porosité nominale après séchage à 105 ºC. Ou par la centrifugeuse.

❖ **Matériel**

- Centrifugeuse.
- Une membrane filtrante de 1,5 µm.
- Des filtres.
- Etuve.
- Les creusés.

❖ **Méthodes**

Utiliser une centrifugeuse de laboratoire équipée de godets de 100 ml gradués. Remplir chaque godet de 80 ml de boue et centrifuger à 4000-5000 $t.min^{-1}$ pendant 20 minutes. En fin d'opération, éliminer le surnageant et récupérer soigneusement tous les culots de boue qu'on laisse sécher à l'étuve à 105 °C jusqu'à masse constante (en général pendant au moins 12 heures) ou utilisation des membranes filtrantes de 1.5 µm dans le cas où l'eau n'est pas chargée en MES.



Figure 23 : Centrifugeuse

(Originale, 2021)

❖ **Expression des résultats**

La MES, exprimée en gramme par litre, est donnée par la formule :

$MES = 1000 \times P_2 – P_1 /100$

P_1 = le pois vide des creusé en (g).

P_2 = le pois sec des creusé après le séchage en (g).

4. Détermination d'Ammonium

❖ **Principe**

Mesure spectrométrique du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de

❖ **Les réactifs**

- Réactif coloré.
- Solution de Dichloroisocyanurate de sodium.
- Solution mère étalon d'ammonium 1 mg/l.
- Solution de lavage (NaOH).

❖ **Matériels**

- Matériel courant de laboratoire : verrerie (fioles et pipettes).
- Poires à pipeter
- Spectrophotomètre UV/VIS.



Figure 24 : Spectrophotomètre UV/VIS.

(Originale, 2021)

❖ **Méthode**

Prélever 40 ml (maximum) d'échantillon à analyser, ajouter dans l'ordre :

- 4 ml du réactif coloré et homogénéisé.
- 4 ml du réactif de Dichloroisocyanurate de sodium, et homogénéiser.

Après au moins 60 mn, attendre le développement de la couleur. Effectuer les mesures spectrophotométriques à la longueur d'onde de 655nm comme nous avons procédé pour la gamme d'étalonnage.

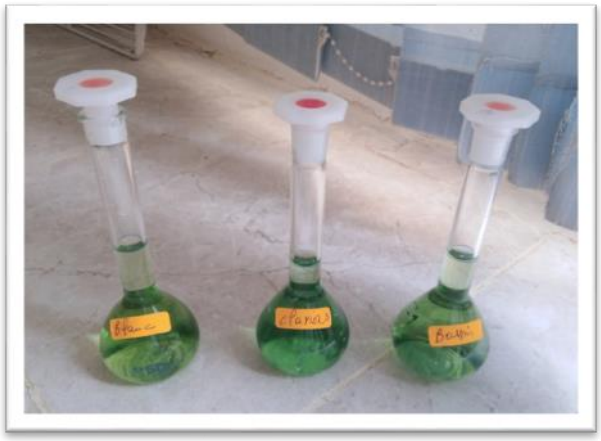


Figure 25 : Préparation d'ammonium

(Originale, 2021)

❖ **Expression des résultats**

Les résultats sont affichés directement par le spectrophotomètre en mg/l d'ammonium.

5. Détermination de Nitrate

❖ Principe

Mesurage spectrométrique du composé jaune issu de la réaction des nitrates avec l'acide sulfosalicylique. (Formé par addition à l'échantillon de salicylate de sodium et acide sulfurique).

❖ Les réactifs

- Solution de salicylate de sodium 0.5%
- Acide sulfurique concentré d=1.84
- Solution hydroxide sodium
- Double tartrate de sodium et de potassium
- Solution mère de nitrate pour la courbe d'étalonnage

❖ Matériel

- Balance analytique de laboratoire précision 0.1µg
- Capsules de 100ml
- Pipettes 10ml, 5ml, 2ml, 1ml
- Poires à pipeter
- Etuve pour séchage
- La Hotte
- Les lunettes et masque de protection
- Spectrophotomètre UV-VIS

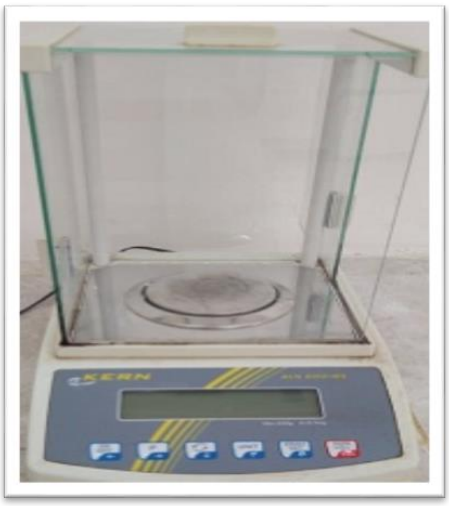




Figure 26 : Balance analytique **Figure 27:** Etuve

(Original,2021)

❖ **Méthode**

Dans une capsule on met 10ml d'échantillon, ajouter 1ml de salicylate de sodium, même opération pour la gamme, évaporer à sec dans une Etuve à 80 °C. Laissez refroidir d'hydroxyde de sodium et de tartrate double de sodium et potassium, qui développe la couleur jaune. Effectuer la lecture à 415 nm.

❖ **Expression des résultats**

Les résultats sont affichés directement par le spectrophotomètre en mg/l de Nitrate.

6. Détermination de l'orthophosthate

❖ **Principe**

C'est une réaction des ions orthophosphate avec une solution acide contenant des ions molybdate et d'antimoine pour former un complexe d'antimonyl-phosphomolybdate.

❖ **Réactifs**

- Acide sulfurique à 9mol/l
- Réactif mélange (solution molybdate acide)
- Acide ascorbique, solution, p= 100g/l
- Orthophosphate solution mère pour la courbe d'étalonnage

❖ **Matériel**

- Balance analytique à 0.1 g et à 0.0001 g près.
- Spectrophotomètre UV/VIS à longueur d'onde est 880nm.
- Les fioles.
- Pipettes 10ml, 5ml, 2ml, 1ml.
- Poires à pipeter.

❖ **Méthode**

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

Effectuer opératoire en utilisant les mêmes quantités de réactif mais en employant le même volume approprié d'eau distillée à la place de la prise d'essai. Après 30 min en lit les résultats par spectrophotomètre.



Figure 28 : préparation d'orthophosphate

(Originale, 2021)

❖ **Expression des résultats**

Les résultats sont affichés directement par le spectrophotomètre en mg/l de l'orthophosphate.

7. Détermination de la DCO (la demande chimique en oxygène)

❖ **Principe**

Dans des conditions définies, certaines matières contenues dans l'eau sont oxydées par un excès de Dichromate de potassium, en milieu acide et en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure. L'excès de Dichromate de potassium est dosé par le sulfate de fer et d'Ammonium.

❖ **Les Réactifs**

- Dichromate de potassium ($K_2Cr_2O_2$)
- Acide Sulfurique- sulfate d'argent (Acide sulfurique a préparé)
- Sulfate de Fer et d'Ammonium
- Acide sulfurique dilué
- Ferroine

❖ **Matériel**

- La hotte
- Les tube à DCO mètre
- Eau distillé
- Eprouvette
- Régulateur de d'ébullition
- Pipettes 10ml, 5ml, 2ml, 1ml

- Poires à pipeter
- Les lunettes et masque de protection
- Le DCO mettre.

❖ **Méthodes**

Traverser 10ml de l'échantillon pour analyse, diluer si nécessaire dans un tube à DCO mètre (Toujours le volume total est de 10ml)

- Mettre 10ml d'eau distillé dans un tube à DCO mètre (c'est le blanc) (effectuer 2 essais à blanc).
- Mettre 10ml d'hydrogenophtalate de potassium dans un tube à DCO mètre (c'est le témoin).
- Ajouter pour chaque tube 5ml de dichromate de potassium ($K_2Cr_2O_2$) et quelques billes en verre
- Régulateur de d'ébullition et agiter soigneusement.
- Ajouter lentement 15ml d'acide sulfurique-sulfate d'argent sous hotte.
- Mettre le DCO mettre en marche à une température 150C° pendant 120 min.
- Une fois les 120 min entame, éteindre le DCO mètre et laisser les tubes refroidir.
- Diluer le contenu de chaque tube dans une éprouvette de 100 ml à environ 75 ml.
- Mettre 1 à 2 gouttes de l'indicateur Ferroine, et titrer avec la solution sulfate de fer et d'ammonium (sel de mohr)

❖ **Expression des résultats**

La DCO, exprimée en milligramme par litre, est donnée par la formule :

8000*C (V1 – V2) /V0 où

C : est la concentration en quantité de matière, exprimée en moles par litre, de la solution de sulfate de Fer et d'Ammonium, calculée

V0 : est le volume en ml de la prise d'essai avant dilution (s'il y a lieu).

V1 : est le volume en ml de la solution de sulfate de Fer et d'Ammonium utiliser pour l'essai à blanc.

V2 : est le volume en ml de la solution de sulfate de Fer et d'Ammonium utiliser pour l'échantillon.

8000 : est la masse molaire en mg/l de ½ O2.

8. Détermination de demande biologique en oxygène(DBO_5)

❖ **Matériel**

- Des flacons de DBO mètre

- Barreau magnétique
- Les capsules
- NaOH
- Les oxitope
- DBO mètre



Figure 29 : DBO mètre **(Originale, 2021)**



Figure 30 : flacon de DBO mètre et l'oxitope **(Originale, 2021)**

❖ **Méthode**

- Dès que le volume de la prise d'essai est connu, on l'introduit dans la bouteille (flacon) du DBO_5
- Introduire un barreau magnétique dedans.
- Placer la capsule qui va contenir 2 postilles de NaOH pour capter le CO_2.
- Fermer avec l'oxitope et régler à zéro.

- Mettre une étiquette sur chaque bouteille contenant la date du prélèvement et d'analyse, ainsi que l'identification de l'échantillon.
- Mettre le DBO mètre en marche pendant 5 jours.

❖ **Expression des résultats**

Après une durée de 5 jours, on peut estimer la valeur de la DBO à partir de la valeur de la DCO.

DBO_5 estimée (mg/l) =**80%** *DCO

D'après la valeur de la DBO estimée en mg/l on peut calculer la valeur * le facteur.

I. RESULTATS DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES AU NIVEAU DU BASSIN D'ELEVAGE DE CLARIAS

Tableau 15 : résultats des analyses physico-chimiques des eaux ont été effectuées au niveau de bassin d'élevage de poisson-chat africain dans la ferme (TITRI AQUACOLE).

Résultats / paramètres	Nos résultats		Qualité des eaux brutes (2021)	Les normes des eaux piscicoles (ET-maroc) (SEEE ,2007)	Normes de Clarias (2019)	Les normes d OMS (2012)	Les valeurs optimales (Mohanty, 2014)
Température (°C)	Max	20	17	8<T<30	8 à 35	30	26 à 32
	Moy	19,92					
	Min	19					
	ET	0,62					
pH	Max	8,05	8,86	5 à 9	7	6,5-8,5	7,5-8,5
	Moy	7,93					
	Min	7,78					
	ET	0,09					
Conductivité (µs/cm)	Max	444	179	<3000	//	//	//
	Moy	310,5					
	Min	263					
	ET	68,28					
TDS (mg/l)	Max	1700	101	//	//	//	//
	Moy	1496,67					
	Min	1300					
	ET	131,25					
Salinité (g/l)	Max	1,5	0,10	//	>0,02	//	15 à 25
	Moy	1,37					
	Min	1,3					
	ET	0,08					
Oxygène dissous	Max	4,45	00	>3	6,5 – 8	//	>4
	Moy	11,54					
	Min	1,34					

(mg/l)	ET	16,88					
Matières en suspension (mg/l)	Max	1,687	1,80	<50	//	30	//
	Moy	0,96					
	Min	0,107					
	ET	0,68					
NH_4^+ (mg/l)	Max	1,2	00	<1	0,01 à 1,15	20	//
	Moy	0,41					
	Min	0					
	ET	0,44					
NO_3^- (mg/l)	Max	1,9	00	//	0,2 à 10	<1	<5,0
	Moy	0,42					
	Min	0					
	ET	0,5					
PO_4^- (mg/l)	Max	3,6	00	//	//	2	//
	Moy	2,15					
	Min	0,32					
	ET	1,18					
DCO (mg/l)	Max	>2000	192	<30	//	90	<10
	Moy	186,53					
	Min	172					
	ET	63,03					
DBO_5 (mg/l)	Max	30	30	<6	//	30	<70
	Moy	22,5					
	Min	15					
	ET	4,74					

II. Paramètres physico-chimique de l'eau d'élevage de *Clarias gariepinus*

1. La température de l'eau

Le tableau 15 et La figure 31 expriment la variation de la température de l'eau (°C) au niveau du bassin de Clarias durant les six prélèvements de cette étude, D'après ces résultats on constate que la température de l'eau varie entre une valeur minimale de 19 °C alors que la valeur maximale est de 20,9 °C, Cependant la moyenne enregistrée est de 19,92±0,62 °C, Ces températures sont généralement liées à la température ambiante de la

ferme bien qu'elles dépassent les valeurs des eaux brutes (pluies) au niveau de cette dernière. D'autre part cette moyenne reste inférieure aux normes marocaines des eaux piscicoles ainsi que les normes de l'OMS pour les rejets respectivement avec une valeur <30°C.

La température de l'eau joue un rôle prédominant sur le métabolisme des poissons et ainsi sur leurs croissances **(Morin, 2012).**

2. Le pH

La stabilité du pH compte beaucoup en pisciculture, les poissons d'élevage sont adaptés à une valeur moyenne de pH et supportent mal de fortes et brusques variations de celui-ci **(Huet, 1970)**

Le tableau 15 et la figure 32 illustrent la variation du pH de l'eau dans le bassin du poisson-chat lors de six prélèvement, nous remarquons ainsi que les valeurs du pH sont peu éloignées avec une valeur minimale de 7,78 et une valeur maximale de 8,05, la moyenne enregistrée est de 7,93±0,09, Ces valeurs restent inférieures à la valeur de l'eau brute de la ferme, et ne dépassent pas les normes marocaines des eaux piscicoles qui se situent entre 5 à 9 ainsi que les normes de l'OMS qui se limitent entre 6,5 et 8,5.

3. La conductivité électrique

D'après les résultats de la conductivité électrique (tableau 15 et la figure33) celles-ci montrent que la conductivité électrique de l'eau est fluctuante au niveau du bassin d'élevage du Silure africain. La valeur minimale de conductivité est de 263μs/cm, et la valeur maximale est de 444μs/cm avec une moyenne enregistrée qui est de 310,5±68,28 μs/cm.

Ces valeurs restent inférieures aux normes marocaines des eaux piscicoles tièdes <3000 μs/cm, mais elles sont supérieurs aux valeurs des eaux brutes (pluies) au niveau de la ferme.

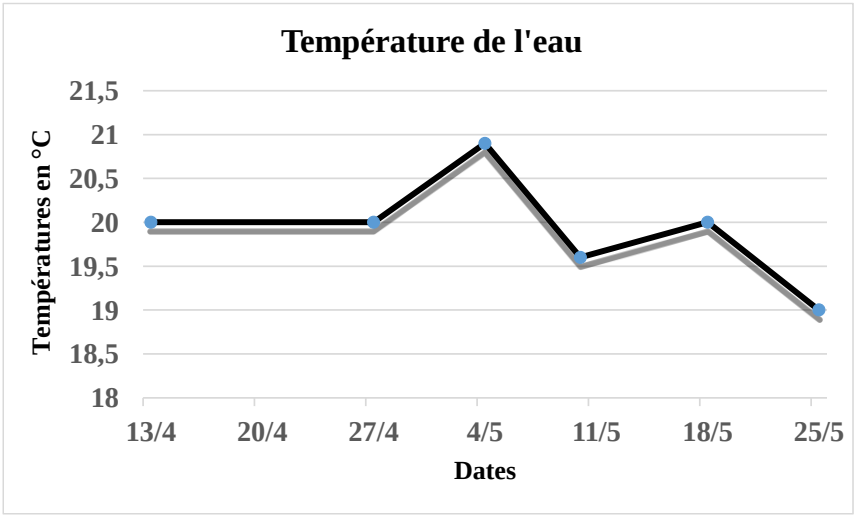


Figure 31 : Variation temporelle de la Température de l'eau (°C) au niveau du bassin de *Clarias gariepinus*.

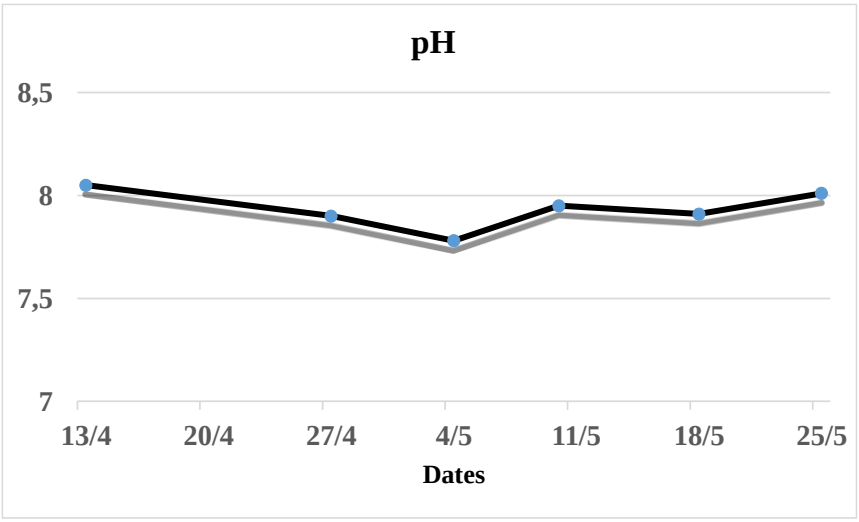


Figure 32 : Variation temporelle du pH au niveau du bassin de *Clarias gariepinus*.

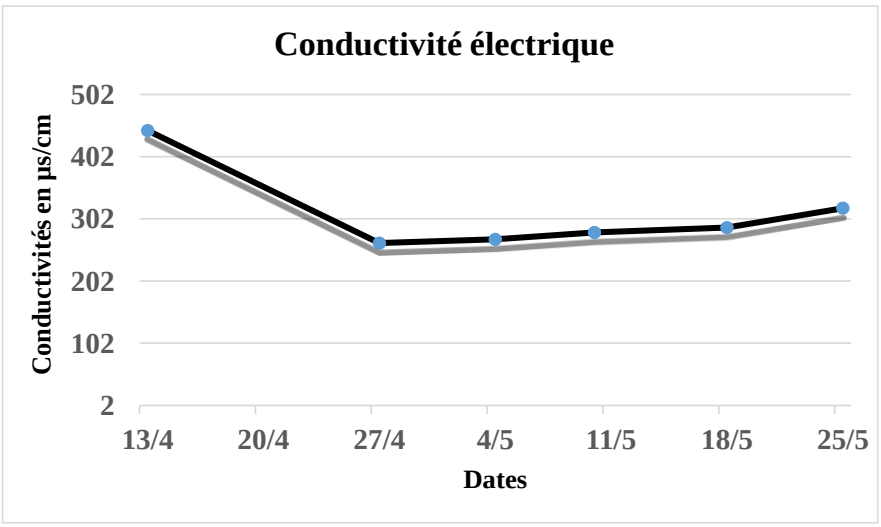


Figure 33 : Variation temporelle de la Conductivité électrique (µs/cm) au niveau du bassin de *Clarias gariepinus*.

4. Matières solides totales dissoutes (TDS)

Selon le tableau 15 et la figure 34, nos résultats pour les TDS au niveau du bassin de clarias illustrent une variation de ce paramètre durant les prélèvements la valeur minimale atteint 1300 mg/l alors que la valeur maximale atteint 1700 mg/l, avec une moyenne enregistrée de 1496,67 ±131,25 mg/l.

La valeur de TDS du bassin de Clarias est supérieure à la valeur du bassin des eaux brutes (eaux de pluie).

5. La salinité

Le tableau 15 et la figure 35 indiquent l'évolution de la salinité dans les eaux du bassin de Clarias. La valeur minimale de la salinité enregistrée est de 1,3 g/l et la valeur maximale est de 1,5 g/l, avec une moyenne de 1,37±0,08 g/l, Ces résultats dépassent la salinité des eaux brutes de la ferme (0,1g/l), sachant qu'une augmentation de la salinité attenue également l'impact d'une concentration en azote ammoniacale élevée (Miller et al., 1990)

6. Oxygène dissous (OD)

D'après les résultats obtenus (tableau 15 et figure 36) à, les teneurs en oxygène dissous dans le bassin de Clarias varient entre une valeur minimale enregistrée qui est de 1,34 mg/l et une valeur maximale atteignant 14,7 mg/l, la valeur moyenne quant à elle, elle est de 4,87±4.93 mg/l, Ces valeurs d'oxygène dissous dépassent celle obtenue pour les eaux de pluie (2021) qui est de 0mg/l ainsi que celle des normes piscicoles marocaines qui doit être supérieure à 3 mg/l.

L'oxygène dissous dans l'eau peut aussi provenir de l'activité photosynthétique des algues et des plantes aquatiques, ce paramètre ne présente aucune toxicité pour les poissons, même à de très fortes concentrations **(Morine, 2012).**

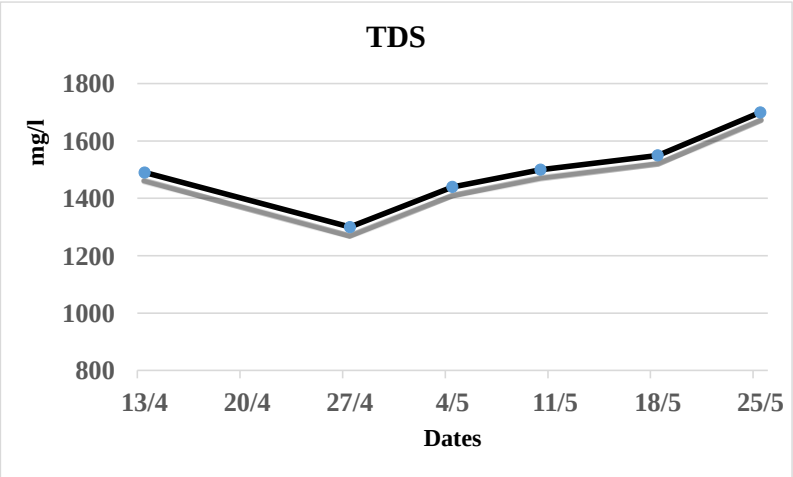


Figure34 : Variation temporelle du TDS (mg/l) au niveau du bassin de *Clarias gariepinus*.

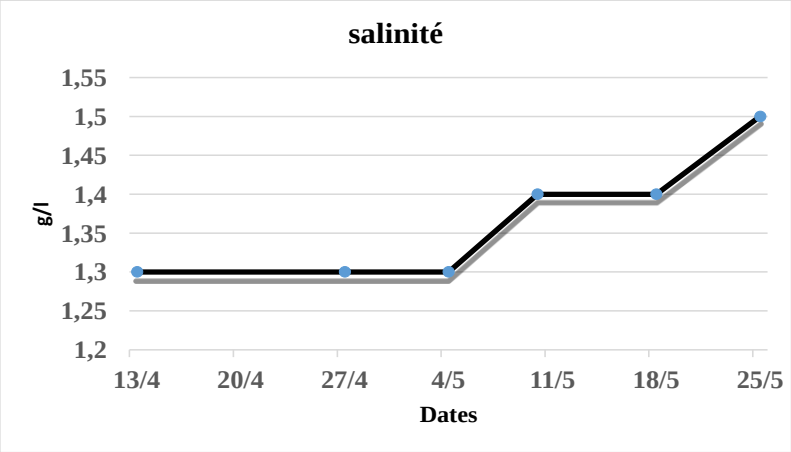


Figure 35 : Variation temporelle du la salinité (g/l) au niveau du bassin de *Clarias gariepinus*.

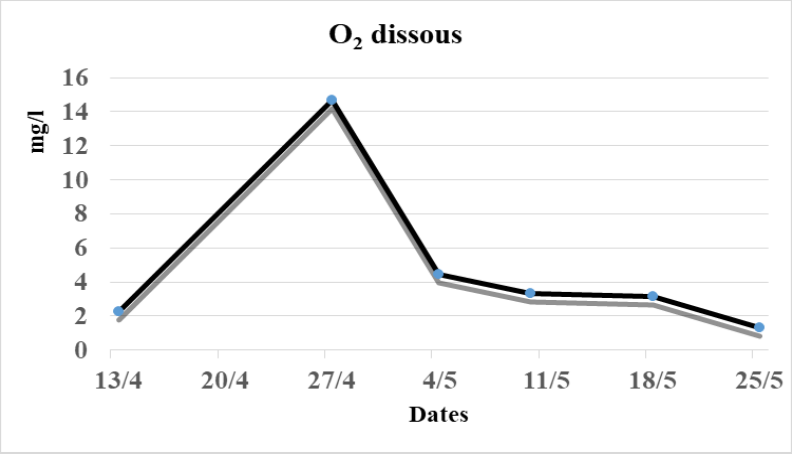


Figure 36 : Variation temporelle du l'oxygène dissous (mg/l) au niveau du bassin de *Clarias gariepinus*.

7. Les matières en suspension (MES)

Les MES dont les particules ont majoritairement un diamètre de quelques dizaines de micromètre sont souvent responsable de toxicités physique **((Chen et al., 1993; Chapmane et al ., 1987).**

A partir des résultats du tableau 15et la figure 37 les MES oscillent entre une valeur minimale de 0,107 mg/l, et une valeur maximale inscrite de 1,687 mg/l, la moyenne obtenue est 0,96±0,68 mg/l. Ces concentrations restent inférieures à celle des eaux de précipitation stockées pour l'élevage des poissons au niveau de la ferme (1,8mg/l). Nos résultats pour les MES sont également inférieures par rapport aux normes marocaines des eaux piscicoles tièdes (<50mg/l) et les limites pour les rejets de l'OMS (30mg/l).

Les solides en suspension proviennent de deux sources, ils peuvent être déjà présents dans l'eau piscicole et sont inévitablement, produit par l'élevage. Dans l'élevage, l'excrétion des fèces par les poissons et les restes d'aliments non consommés (10%, 15 %) constituent une source constante de MES **(Morin, 2012)**

8. L'ammonium ($NH4^{+)}$

D'après les données illustrées dans le tableau 15 et la figure 38 il s'avère que la valeur minimale de l'ammonium relevée en 2 dates différentes (13/4/21 ; 25/5/21) sont nulles (0 mg/l) alors que la valeur maximale relevée durant la $4^{éme}$ semaine arrive à 1,2mg/l, avec une moyenne 0,41±0,44 mg/l. Ces concentrations d'ammonium sont presque supérieures à la concentration des eaux brutes de la ferme en 2021 qui est de 0 mg/l alors qu'une seule valeur (1,2mg/l) dépasse les normes marocaines des eaux piscicoles tièdes celle-ci limitée à 1 mg/l alors que l'OMS exige des eaux inférieures à 20mg/l.

L'azote ammoniacale, qui provient de l'excrétion des poissons et de la composition des déchets organique (fèces, résidus alimentaires), affecte considérablement les performances d'élevages, en fonction de la toxicité présentes, il induit déférents types de problèmes **(Fautran, 1994).**

Et l'érection ammoniacal apparait directement liée à l'alimentation car la quantité d'ammoniac excrétées promotionnelle a la quantité d'azote ingérée **(Cui et Wootton, 1988).**

9. Nitrates (NO_3^-)

Au vu du tableau 15 et la figure 39 on remarque que les concentrations des nitrates dans nos prélèvements varient entre une valeur minimale 0 mg/l lors de deux prélèvements (13/4/21 et 4/5/21) et une valeur maximale relevée de 1,09 mg/l lors du dernier

prélèvement (25/5/21). La moyenne des nitrates est 0,42±0,5 mg/l. ces valeurs sont supérieures aux eaux brutes 2021 (0mg/l) alors que l'OMS exige des valeurs de nitrates inférieures 1mg/l pour les rejets.

D'après **Harlaut (2021)** Les nitrates (NO3) constituent le produit final essentiel du cycle de l'azote mais, à la différence de l'ammoniaque et des nitrites, ils ne commencent vraiment à être toxiques qu'à des concentrations relativement élevées et sur un plus long terme. Les poissons résistent mieux aux forts taux de nitrates qu'aux forts taux de nitrites, ce n'est pas pareil. Tout comme les questions de température ou de PH, la résistance des poissons face à une surcharge de nitrates est propre à l'espèce des poissons élevés

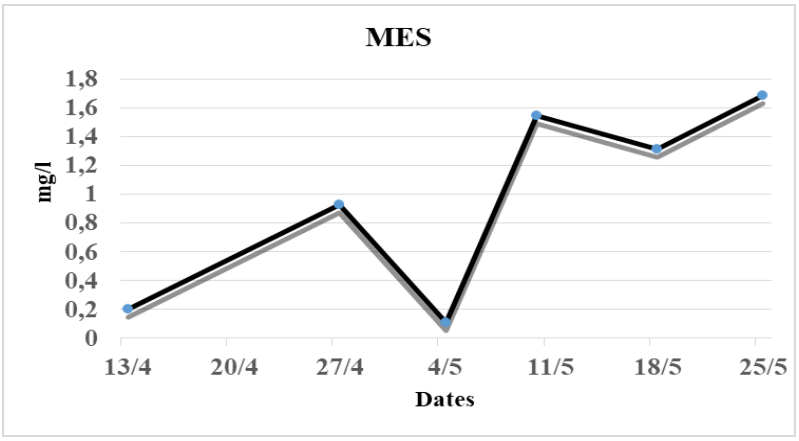


Figure 37 : Variation temporelle de MES (mg/l) au niveau du bassin de *Clarias gariepinus*.

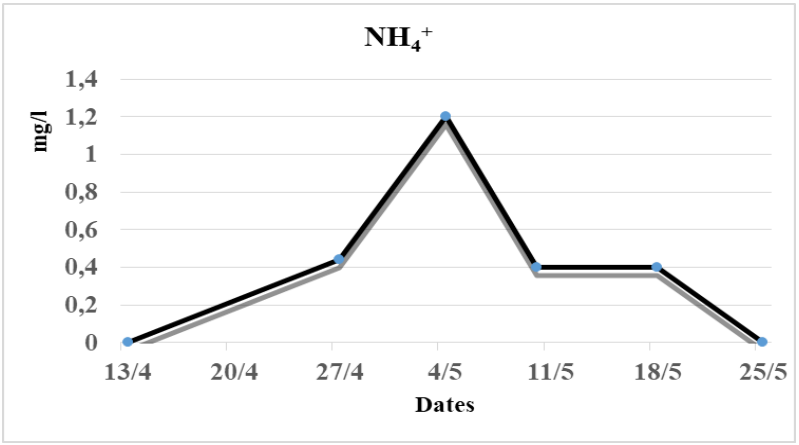


Figure 38 : Variation temporelle du NH_4^+ (mg/l) au niveau du bassin de *Clarias gariepinus*.

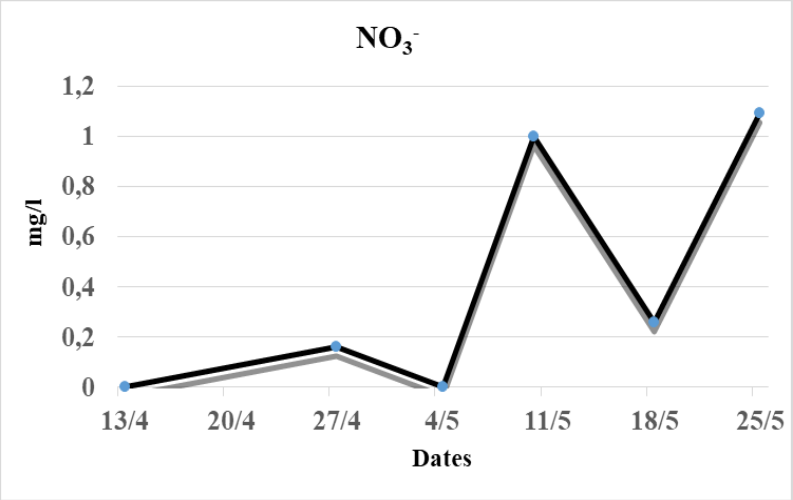


Figure 39 : Variation temporelle du NO_3^- (mg/l) au niveau du bassin de *Clarias gariepinus*.

10. Les orthophosphates (PO_4^-)

D'après nos résultats dans le tableau 15 et la figure 40 On observe une concentration minimale d ortho phosphate 0,32 mg/l au niveau de bassin, noté dans la 3éme prélèvement, Sauf que une concentration maximal 3,6mg/l, de plus nous trouvons que la moyenne 2,15±1,18 mg/l, sachons que les valeurs existent dépassent le seuil de la concentration trouve dans les eaux témoins (brute) et ce dernier égale 0 mg/l et pas loin sur les normes de L'OMS 2 mg/l,

Environ 70% du phosphore excrète par poisson est liée aux particules **(Lall, 1991)** mais une parte non négligeable (25%, 50 %) de Celui-ci peut être solubilisée assez rapidement **(Garcia Ruiz et Hall, 1996)**

11. La demande chimique en oxygène (DCO)

Les résultats obtenus tableau 15 et figure 41 Montrent que les valeurs du bassin de clarias allant une valeur minimal de 172 mg/l inferieur a la valeur d'eau brute (pluie) de la ferme , avec une valeur maximal dépasse le 2000 mg/l ,nous avant également constaté que la moyenne 186,53±63,03 mg/l,

Ces valeurs restent supérieures aux normes des eaux piscicoles tièdes inferieures à 30 mg/l,

12. La demande biochimique en oxygène (DBO_5)

La demande biochimique en oxygène DBO_5 de l'eau du bassin d'élevage de poisson-chat africain enregistrées durent notre étude illustrées dans le tableau 15 et la figure 42, ce dernier s'étende sur une plage de 15mg/l minimum et 30mg/le maximum, aussi la moyenne observe est 22,5±4,74 mg/l,

Ces valeurs ne respectent pas les normes des eaux piscicole tièdes (< à 6 mg/l), mais elle ne déplace pas les valeurs des eaux brute de la ferme 30mg/l et aussi les normes des rejets de l'OMS

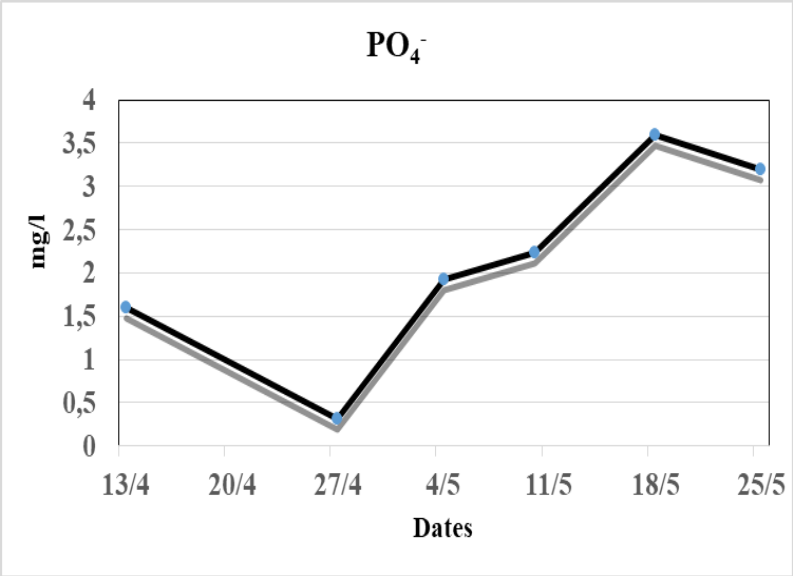


Figure 40 : Variation temporelle du PO_4^- (mg/l) au niveau du bassin de *Clarias gariepinus.*

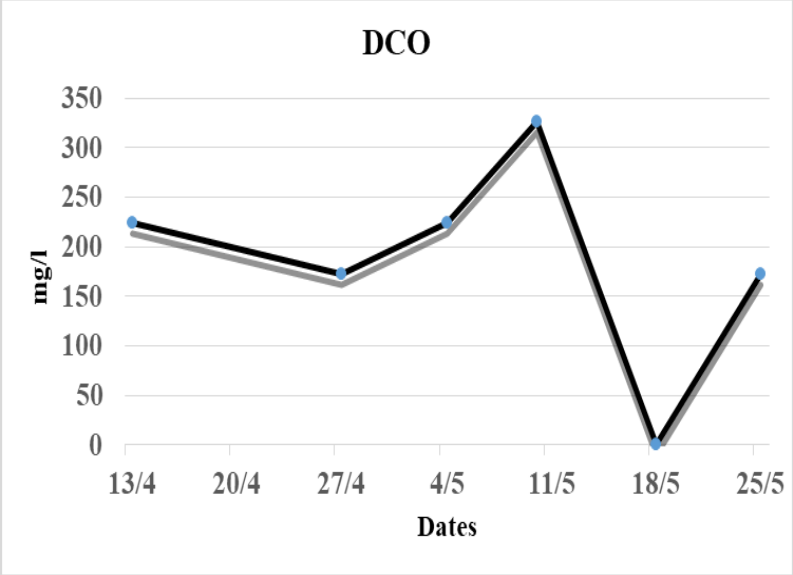


Figure 41 : Variation temporelle du la DCO (mg/l) au niveau du bassin de *Clarias gariepinus.*

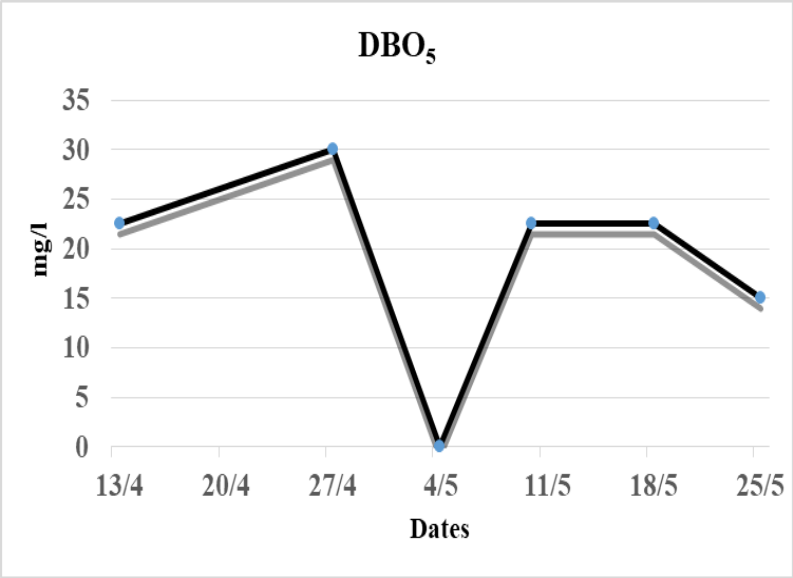


Figure 42 : Variation temporelle du la DBO5 (mg/l) au niveau du bassin de *Clarias gariepinus*.

DISCUSSION

L'analyse des paramètres physico-chimiques au cours des six semaines de cette étude (avril-mai2021) au niveau du bassin d'élevage de *Clarias gaiepinus* a permis d'évaluer la qualité et le degré de pollution de ces eaux piscicoles provenant de la ferme « Titeri aquacole ».

D'après nos résultats obtenus il ressort que la température moyenne est de 19,92±0,62. ce résultat satisfait les exigences écologiques de ce poisson (Clarias) selon **(Geofforoy et al., 2019)** 8-35 °C, ainsi que les valeurs optimales recommandées par **Mohanty et al (2014)** qui se situent entre 26-32 °C, et **teugels (1986)** signale 28 à 30 °C comme optimale pour sa croissance.

La mortalité peut tout de même survenir à des températures extrêmes **(Geoffroy al., 2019)**, aussi l'optimum température de la croissances serait en dessous de 25°C **(Richter et al ., 1987)** et d'après **Barnabé (1991)** les températures anormalement basses diminuent l'appétit et les potentialités de capture .lorsque les réserves graisseuses sont épuisées ,

Chez *Clarias gareipinuse*, la ponte ne se produit que lorsque la température de l'eau est supérieure à 18°C et généralement à 22°C **(Bruton In Leveque Et Al ., 1988),** et selon **Viveen et al (1985)**, la gamme de température physiologique de clarias serait de 20 à 30 °C avec un optimum de 27°C pour les juvéniles et 25 °C pour les adultes. **Akinwole (2007)** indique que la gamme de température recommandée pour élever les alevins et juvéniles de Clarias gariepinus se situe entre 23 et 26,8°C. Donc la température de l'eau est un facteur limitant dans la croissance des alevins. **Haylor et mollah (1995)** ont observé une gamme de température d'éclosion des œufs entre 20 et 35 °C avec des taux d'éclosion meilleure pour une température supérieure à 30 °C.

Le pH est la résultante de l'interaction de nombreuses substance ces en solution dans l'eau et de nombreux phénomènes biologiques qui s'y déroulent. Le pH indique l'État d'équilibre entre les acides et les bases et est une mesure de la concentration des ions H^+ libres en solution dans l'eau **(Morin, 2012)**. Le pH moyen obtenu est de 7,93±0,09 cette valeur répond aux normes des eaux de clarias limitée à un pH=7 (Viveen et al., 1985) et les valeurs optimales des eaux piscicoles par **Mohanty et al (2014)** allant de 7,5 à 8,5. D'autres auteurs ont signalé des pH variables, entre 6 et 8,5 **(ISI, 1974**) ou 6,5 et 9,0 selon **Hepher et pruginin (1981),** *Clarias gariepinus* survit et se développe mieux dans des eaux dont le pH est compris entre 6 et 9. Si le pH est en dehors de cette plage, la croissance du poisson est réduite. Des valeurs inferieures à 4,5 ou supérieures à 10 entrainent des <mortalités.

Par ailleurs, pour la conductivité électrique de nos eaux piscicoles celle-ci fluctue entre une valeur minimale 263 µs/cm et une valeur maximale 444 µs/cm, les TDS se situent entre 1300 mg/l et 1700 mg/l. sachant que pour ces paramètres on a pas de valeurs recommandées Contrairement la salinité varie entre la valeur minimale de 1,3 g/l et la valeur maximale obtenue de 1,5 g/l ces valeurs ne dépassent pas les normes des eaux de poisson chat africain (>0,02g/l). **Sanogo (1999)** a mis une relation étroite entre la salinité et la conductivité de l'eau et les teneurs en solides dissous. En plus, les poisons et les insectes vivants en eau douce ne peuvent pas tolérés des fortes augmentations de la salinité car ils ne sont pas adaptés à l'eau saline (salée) comme le sont les poissons marins **(Anonyme c, 2021)**. Pour le Clarias, **Ngugi et al. (2007)** dits un taux de salinité de 0 à 2,5 particules par mille (ppt) qui semble être optimal pour les jeunes Clarias. Tandis que la croissance des larves est acceptable dans une salinité de l'ordre de 5 ng/l, et le taux de survie est bon jusqu'à 7,5 ng/l. La salinité quant à elle, affecte non seulement l'osmorégulation, mais aussi la concentration d'ammoniac non ionisé **(Joseph et al., 1993).**

En outre, les concentrations obtenues pour l'oxygène dissous varient entre une valeur minimale 1,34 mg/l et une valeur maximale arrivant à 14,7 mg/l (moyenne=4,87+4.93). nos résultats dépassent au fait les normes d'élevage de Clarias d'après **(Geoffroy al., 2019)**,. Sachant que l'oxygène ne présente pas une valeur limite puisque *Clarias gariepinus* est capable de respirer de l'air atmosphérique et peut donc quitter l'eau en utilisant ses nageoires pectorales .puisqu'il n'est pas sensible à la dessiccation **(Leprieur et al., 2011)** , En d'autres termes ce gaz dissous ne présente aucune toxicité pour les poissons même à de très fortes concentrations **(Morin, 2012)** et d'après **Ngugi et al (2007)** le Clarias peut résister aux niveaux très faibles d'oxygène dissous, ais l'eau bien oxygénée est recommandée. Cela se fait facilement au moyen de l'aération ou d'une bonne alimentation en eau. **Gellet et al. (in breton et al., 1980)** ont montré que des taux d'oxygène dissous de 3 et 1,5 mg/l étaient susceptibles de supprimer les rythmes de sécrétions journaliers de GTH (l'hormone gonadotrope de clarias).

Quant aux matières en suspension (MES), les valeurs obtenues se situent entre une valeur minimale de 0,107 mg/l et une valeur maximale atteignant 1,687 mg/l. (Moyenne = 0,96±0,68 mg/l). Selon **Morin (2012),** dans l'élevage l'excrétion des fèces par les poissons et les restes d'aliments non consommés (10% à 15%) constituent une source constante de MES. Une partie des solides peut se solubiliser en proportion variable dépendant

principalement du temps de séjour dans l'eau. La masse produite de MES représente environ 200 à 400 g/kg de nourriture fournie**.**

Pour l'ammonium (NH_4^+) nos résultats notent une moyenne de 0,41±0,44 mg/l. Nos résultats ont dépassé les exigences écologiques de Clarias (0,01 à 1,15 mg/l) pour ce paramètre selon **(Geoffroy al., 2019)** en une seule valeur 1,2 mg/l. La plupart des poissons et des invertébrés d'eau douce excrètent de l'ammoniac en tant que principal déchet azoté. Selon **Geoffroy al. (2019),** l'ammoniac se présente sous deux formes dans l'eau, soit l'ammoniac gazeux non ionisé NH_3 et l'ion ammonium NH_4^+. La forme NH_3 est un gaz incolore qui possède une odeur piquante bien distincte **(CCME, 1987).** En pisciculture, des retards de croissance sont souvent imputables à une évaluation de la concentration en azote ammoniacale **(Guillen et al ., 1993).** Par exemple, le taux de croissance de poisson-chat American *Ictalurus punctatus* est proportionnel à la concentration en ammoniac, lorsque celle-ci varie entre 0,06 et 1mg/l **(Colt et Tchobanoglous, 1978).** Si la concentration en azote ammoniacale est très élevée, le milieu devient toxique et de sévères mortalités surviennent **(Solbé et Shurben, 1989).** Enfin selon **Fauré (1976)** l'ammoniac provoque l'irritation et la solidification des lamelles branchiales chez les poissons.

En ce qui concerne les nitrates (NO_3^-) enregistrés lors de cette étude avec une moyenne de 0,42±0,5 mg/l. Ces valeurs respectent les exigences écologiques de clarias recommandées par **Geoffroy al., (2019)** limitées entre 0,2 à 10 mg/l ainsi que les valeurs optimales (<5mg/l) citées par **Mohanty et al., (2014).**

D'après nos résultats sur les orthophosphates (PO_4^-), il s'avère que la moyenne obtenue est de 2,15±1,18 mg/l. citons que la seule valeur normative retrouvée est celle de l'OMS (2012) qui recommande une valeur maximale de 2mg/l d'orthophosphates pour les rejets.

Pour la DCO on remarque que les valeurs enregistrées dans le bassin de clarias varient entre 172mg/l et >2000 mg/l avec une moyenne de 186,53±63,03 mg/l. Ces valeurs sont supérieures aux valeurs des normes retenues (normes marocaines des eaux piscicoles ; OMS (2012)).

Par ailleurs, les DBO_5, montrent une moyenne de 22,5±4,74 mg/l avec des limites inférieure et supérieure respectivement 15mg/l et 30mg/l ces valeurs obtenues restent en dessous des valeurs optimales <70mg/l d'après **Mohanty et al. (2014).**

CONCLUSION

Au terme de la présente étude qui s'est déroulée entre les mois d'avril et mai 2021 au niveau de la ferme « TITERI AQUACOLE » (Ben-Chicaou-W.Médéa) et qui s'est assignée comme objectifs de déterminer la qualité des eaux piscicoles de Clarias ou poisson chat africain (*Clarias gariepinus)* et l'impact de ces derniers une fois rejetées sans traitement dans l'environnement.

D'âpres les différente analyses et résultats obtenus des paramètres physicochimiques suivis, nous concluons ce qui suit :

La température de l'eau du bassin de Clarias (19-20,9 °C) ne dépasse pas les valeurs des différentes normes retenues pour cette étude.

Le pH des eaux du bassin sont acceptables (Moyenne=7,93±0,09) par rapport aux normes existantes sauf que cette valeur dépasse la valeur de pH citée pour les exigences écologiques **(Geoffroy al., 2019)**

Les normes piscicoles marocaines (eaux tièdes) exigent une conductivité <3000mg/l, notre conductivité électrique (Moyenne = 310,5±68,28µS/cm) respecte cette norme marocaine.

Les taux des sels dissous (TDS) obtenus varient entre 1300-1700mg/l (Moy=1496,67±131,25mg/l) pour ce paramètre on signale l'absence de valeurs recommandées soit pour les eaux piscicoles, exigences écologiques ou pour les normes de l'OMS acceptables pour les rejets. Quant à la salinité des eaux de Clarias au niveau de la ferme, celle-ci fluctue entre 1,3g/l -1,5g/l (Moy=1,37±0,08 g/l) cette valeur enregistrée respecte la valeur préconisée pour les exigences écologiques de cette espèce (>0,02mg/l).

L'oxygène dissous au niveau de la ferme affiche un taux moyen de 4,87±4,93 mg/l avec une valeur maximale remarquable obtenue de14,7 mg/l. cette moyenne respecte les différentes à l'exception de la valeur 6,5-8 mg/l admise pour les exigences écologiques de Clarias.

Concernant les DCO, on a trouvé que notre valeur moyenne (>2000 mg/l) dépasse toutes les normes requises pour ce paramètre ce qui peut être du à l'échantillonnage. Pour ce qui est des DBO_5 nous avons enregistrés une moyenne de 22,5±4,74 mg/l. on peut dire que les DBO5 respectent les normes de l'OMS (2012) et les valeurs optimales par contre les normes piscicoles marocaines ne sont pas respecté pour deux paramètres DBO_5 et DCO.

A partir de nos résultats les matières en suspension (MES) oscillent entre une valeur maximale 1,687 mg/l et 0,107 mg/l (Moy=0,96±0,68mg/l) Ces deniers ne dépassent pas les normes retenues pour cette étude.

En outre, pour l'ammonium, les nitrates et les ortho phosphates, les moyennes enregistrées respectivement de 0,41±0,44 mg/l ; 0,42±0,5 mg/l et 2,15±1,18 mg/l. ces valeurs pour l'ammonium et les nitrates restent en dessous des différentes normes (exigences écologiques, OMS (2012) et normes marocaines). Contrairement aux ortho phosphates qui dépassent les normes de l'OMS limitées à 2mg/l.

D'après les résultats de cette étude nous pouvons recueillir ou supposer un ensemble de causes possible qui influencent la qualité des eaux du bassin d'élevage de Clarias qui sont comme suit :

- L'eau brute utilisée est une eau de pluie stockée dans des bassins cette eau doit être suivi et contrôlée périodiquement.
- Le renouvellement de l'eau du bassin doit être suivi et contrôlé
- Le régime et la quantité des aliments doit suivre l'âge et le poids du poisson ainsi que les conditions écologiques du milieu (température, jour/nuit)
- La forte proportion d'algue dans le bassin et l'absence de nettoyage des bassins influe la qualité des eaux du bassin de clarias.

Et pour point important de notre étude, cette ferme manque d'eau et l'eau de pluie est utilisée comme source pour alimenter les bassins et ce qui est positif c'est que cette eau n'est pas rejetée actuellement dans la nature mais elle est tout de même filtrée. Pour cela la lentille d'eau est utilisée comme moyen efficace pour filtrer les eaux piscicoles (technique biologique) plutôt que d'autres techniques physicochimiques.

Pour la ferme aquacole nous proposons quelques solutions écologiques, biologiques et techniques pour protéger notre environnement et pour améliorer le fonctionnement de cette ferme qui est une première expérience dans le domaine de la pisciculture dans notre région et qui mérite une grande attention pour la développer.

- Installation d'un laboratoire dans la ferme pour la qualité de l'eau et la biologie des poissons.
- Se diriger vers les eaux de puits comme source constante d'eau pour la ferme, pour éviter la privation d'eau.
- Utilisation un système informatique pour gestion de la ferme à distance (ERP-aquaculture rattaché à une institution émergente tunisienne info logique).

- Installation d'une station d'épuration des rejets piscicoles.
- Intégrer la pisciculture à l'agriculture en utilisant ces eaux piscicoles pour l'irrigation, d'autant plus que la ferme se trouve à proximité d'une zone agricole par excellence (Benchicao-Médéa) ou bien pour l'aquaponie (hors sol).
- Utiliser d'autres formes de filtration biologique utilisée récemment à l'échelle internationale comme « bioflock » qui construit son idée sur l'utilisation des bactéries filtrantes.

Pour cette thématique, il serait intéressant à l'avenir de compléter cette étude par une évaluation plus exhaustive de la biologie et de l'écologie des espèces cultivées ainsi que d'autres espèces piscicoles et autres tels que l'importance de la lentille d'eau dans l'alimentation des poissons ainsi que la filtration de ces eaux. D'autres paramètres physico-chimiques comme les métaux lourds ainsi qu'une étude bactériologique s'imposent au niveau de cette ferme. L'aliment et son impact sur la production ainsi que sur la qualité des eaux piscicoles mérite aussi une étude à part. En outre, il apparait très important de mener des études comparatives sur tous les plans avec des fermes en Algérie et à l'étranger pour avoir une idée sur l'état d'avancement de nos recherches avec ce qui se passe au niveau mondial.

Références Bibliographiques

- **ABED. F, BELOUFA. F ,2019.** Qualité nutritionnelle du Tilapia rouge *(Oreochromis sp)* nourri par deux aliments expérimentau Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem.
- **ADDISCOTTE. T.M, 1991.** Simulation of solute leaching in soils of differing permeability
- **AKINWALE LEPERIEUR. F, 2007 .**prediction de l'établissement des espaces exotiques dans le milieu aquatique vers une anticipation des invasions biologique université de Montpellier.
- **AKINWOL A.O., FATUROTI E.O.,** 2007. Biological performance of African Catfish (Clarias gariepinus) cultured in recirculating system in Ibadan. Aquacultural Engineering .
- **ALMEIDA .A. M, AKOTENOU AGOSSOU. J. E, OGBON .M.ET MENSAH G. A ., 2020.** Effet de la farine de lentille d'eau (Lemna minor) sur la croissance des alevins de Oreochromis niloticus (Linnaeus, 1758) . Bulletin de la Recherche Agronomique du Benin.
- **ANONYM, 2021.** https://www.google.com/maps/place/Ben+Chicao
- **ANONYME, 2021.** Poisson chat Africain. www.dreamstime.com
- **ANSAL. M.D, DHAWAN.A, KAUR.V.I, 2010**. Duckweed based bioremediation of village ponds: An ecologically and economically viable integrated approach for rural development through aquaculture. Livest. Res. Rural Dev. 22, Article # 129. Retrieved Feb 3, 2013, from http://www.lrrd.org/lrrd22/7/ansa22129.htm.
- **APG.III, 2009.** An update of the Angiosperm Phylogeny Group Classification for the orders and families of flowering plants. Botanical Journal of the Linnaeus Society.
- **ARULAMPALAM.P, YUSOFF.F, M., LAW, A.T, & RAO, P. S. S,1998.** Water quality and bacterial populations in a tropical marine cage culture farm. Aquaculture Research.
- **BADANI.S, LAOUADJI.M, 2017.** Contribution à l'élaboration de la carte de végétation de la forêt d'oued Chair – Berrouaghia - Wilaya de Médéa par le système d'information géographique (SIG). Mémoire de master Université de Médéa.

- **BAKHTAOUI, Y.2018.** contribution a la formation d'aliment pour poisson chat africain *Clarias gariepinu*s université Blida I.
- **BARNABE. G, 1991.** Bases biologique et écologique de l'aquaculture. Ed. Lavoisier, Paris.
- **BEGGUI. F. Z, ZAIDI.S, 2019.** Impact d'un système aquaponique sur la qualité d'eau, la croissance du poisson chat Africain Clarias gariepinus et laitue blonde du BATAVIA (région d'Ouargla).
- **BELAYACHI. D. A, BELHADJ. 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.
- **BELBAKI. A.R (ANDI), 2013.** Docu invest in Alegria ; wilaya de Médéa ; Le guichet unique décentralisé de Médéa
- **BELOUAHEM A.D, 2012.** Etude écologique des peuplements forestiers des zones humides dans les régions de Skikda, Annaba et El Taref (Nord-Est Algérien). Option : Ecologie et Environnement.
- **BENAMROUZ. L, 2016.** Aperçu sur l'aquaculture dans le monde et évaluation de la consommation de la chaire de poisson au sein de l'UMMT. Universite Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou.
- **BENIDIRI. R, 2017.**Création d'un projet piscicole. Mémoire de master. Université Abou Baker Blelkaid. Tlemcen.
- **BENNETON. J. P, 1984.** Eutrophisation des plans d'eau, Inventaire des principales sources de substances nutritives azotées et phosphorées, Etude bilbiographique. Rapport de recherche.
- **BOAVENTURA. R, A.M. PEDRO, J. COIMBRA, LENCASTRE. E, 1997**. Trout farm effluents: Characterization and impact on the receiving streams. Environmental Pollution.
- **BOUALI. M, I. ZRAFI, F. MOUNA, A. BAKHROUF, 2012**. Pilot study of constructed wetlands for tertiary wastewater treatment using duckweed and immobilized microalgae.

- **BOUANANI. A, 2005:** Etude de quelques sous bassins de la TAFNA (NW-ALGERIE). Thèse de doctorat d'état en géologie appliquée: Uuniversité. ABOU BEKR BELKAID TLEMCEN, ALGERIE.
- **BOUGARD, 2004.** Evaluation de la capacité de nitrification d'un sol sableux de kinshasa :une contribution à l'étude de la dynamique de l'azote dans le sol.
- **BOULESNAM. F.Z, BOUFATAH. K, 2015.** Analyse et traitement d'un glissement de terrain sur la RN n°64/PK 47+200, El Oumaria (MEDEA).
- **BOUSSEBOUA. H, 2005.** Eléments de microbiologie. 2ème édition, Campus-Club, Algérie.
- **BRADY .N.C., Weil .R. 2004.** Elements of the nature and properties of soils, 2nd Edition. Pearson, Prentice Hall. Upper Saddle River, NJ.
- **BRAHIMI. L, Z. E. DJAZOULI, 01 MAY 2017.** Université de Blida, Algérie. http://www.jfas.info
- **BRIENT.S, 2012.** Déphosphatation D'un Rejet De Ferme Piscicole Par Filtres Extensifs De Scories D'aciérie.
- **CHAMBERS, P. A., GUY, M., ROBERTS, E. S., CHARLTON, M. N., KENT, R., GAGNON. C, FOSTER, N. 2001.** Les éléments nutritifs et leur impact sur l'environnement au Canada. Ottawa (Ontario) : Environnement Canada.
- **CHARLES. C, NGUGI, JAMES. R, BOWMAN, BETHUEL. O, OMOLO, 2007.** Un Nouveau Guide sur la Pisciculture au Kenya (A New Guide to Fish Farming in Kenya)
- **CHOUTEAU .C., 2004.** Développement d'un biocapteur conductimétrique bienzymatique à cellules algales. Chimie, Procédés, Environnement. N° d'ordre : 04- ISAL-0066.
- **COLE. J, 1993.** Controlling environmental nitrogen through microbial metabolism; Trends in Biotechnology
- **CUI YAND, WOOTTON. RJ, 1988.** bioenergetics of grwth of a cyprinids ,phoximus phoxinus .the effect of ration ,tempetaturs and body size on food consumption ,faecal production and intregnous exretion.
- **D.G.F, 2018.** (Direction Générale des Forêts Algérie)**.**
- **DE GRAAF. G, JANSSEN. J, 1996.** Artificial roproduction and pond reaning of the african cat fish Clarias gariepinus in sub-saharan Africa. FAO fisheries technical paper.

- **DELAUNE. P.B, MOORE. P.A, CARMAN. D.K, SHARPLEY. A.N, HAGGARD. N.E, DANIEL. T. C, 2004.** Evaluation of the phosphorous source component in the phosphorous index for pastures. Journal of Environmental Quality.
- **DEVILLERS. J, SQUILBIN. M, YOURASSOWSKY. C, 2005.** Qualité physicochimique et chimique des eaux de surface, Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement.
- **DHYA-DAOUDI. L, (2012).** Les poissons d'eau douce d'Algérie : inventaire et répartition, 3ème Congrès Franco-Maghrébin de Zoologie et d'Ichthyologie - Marrakech – Maroc 6 – 10 Novembre 2012.
- **DIALLO. A, THIAM. N, 2010.** Module de formation des formateurs sur le suivi des poissons d'eau douce. Intégration de la biodiversité d'eau douce dans le processus de développement en Afrique. Projet de démonstration bassin du fleuve Gambie ; Wetlands International Afrique, DAKAR-FANN.
- Diogo,2005.morphologiqal evolution aptation homoplasies constraintsand evolutionary trends :cat fish as acace study on general phylogeny and macro evolution USA
- **DJAMBA OKENDA. E ,2019** . Evaluation des performances de croissance des juveniles du poisson–chat africain (clarias gariepinus burchell, 1822) nourris avec les asticots de mouche
- **DJOKO. F.M, 2002.** Information sur la reproduction artificielle du Clarias Gariepinus. TFC. Inédit. Fac. Sc. UNIKIS.
- **DUCARME C., MICHA J.-C., 2003**. Technique de production intensive du poisson chat africain, Clarias gariepinus. Tropicultura
- **DURAND. J.M, Et Al., 1999.** Technique des petits barrages en Afrique sahélienne et équatorial, Cemagref éditions- ISBN 2-85362-511-7.
- **EFFIONG, GS, TO IBIA, US UDOFIA** 2009 nutritive and energy values of some wild fruit spices in southeastern Nigerian.
- **EL AFRI. A, 2008.** Contribution à 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. Hydro écologie Santé, eau et environnement.

- **ENELL. M, LÖF. J, 1983.** Changes in sediment phosphorus, iron and manganese dynamics caused by cage fish farming impact. In 11. Nordic Symposium on Sediments, Finse (Norway), 10-13 Mar 1983. Norsk Limnologforening.
- **FAO 2006.** l'état des ressources haliotiquemarine mondiale
- **FAO 2012.** la situation mondiale des peches de laquaculture rome Italie
- **FAO, 2004**. Capture based aquaculture. The fattening of eels, groupers, tunas and yellowtails
- **FAO, 2016.** Partie première situation mondiale des pêches et de l'aquaculture.
- **FAO. 2008**. Climate change and food security: aframe work document.
- **FAURE. A, 1983.** Salmoniculture et environnement. vol. 1, evaluation de la pollution rejetée par les salmonicultures intensives, etude no. 16. Technical report, CEMAGREF, Bordeaux, France.
- **FERAY. C, 2000.** Nitrification en sédiment d'eau douce indécences de rejets de station d'épuration sur la dynamique de communautés nitrifiantes.
- **FERMON. Y, 2009.** La pisciculture de subsistance en étangs en Afrique : Manuel technique, A C F - International Network.
- **FOUCARD. P, TOCQUEVILLE. A, GAUME. M, LABBE. L, LEJOLIVET. C, BAROILLER. J.F, LEPAGE. S, DARFEUILLE. B, 2015.** L'aquaponie, une association vertueuse des poissons et des végétaux en eau douce : synthèse technique, économique, et réglementaire. Projet APIVA® (AquaPonie, Innovation Végétale et Aquaculture). Clarias gariepinus (Burchell, 1822) élevé dans les bacs avec renouvellement d'eau.
- **GENDRONNEAU. M, 2006.** Etude des secteurs du Croisic et de Pen-Bé : Estimation des apports continentaux et évaluation des stocks conchylicoles. Programme de surveillance et évaluation de l'état des eaux littorales. Edition IFREMER.
- **GEOFFROY E, HINVI LAMBERT CLOUD. Y, 2019**.Synthèse Bibliographique sur des Paramètres Biologiques et Zootechniques du Poisson-chat Africain *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822)
- **GHAZALI. D, ZAID. A, 2013.** Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de la source Ain Salama-Jerri (région de Meknes –Maroc), Larhyss Journal.

- **GILLES. S, DUGUE. R, & SLEMBROUK. J, 2001.** Manuel de production du silure africain, Heterobranchus longifilis. Maisonneuve et Larose, Paris.
- **GILLES. S, DUGUE. R, SLEMBROUCK. J, 2001**. Manuel de production d'alevins du silure africain, Heterobranchus lo ngifilis. Ed. Maisonneuve et Larose, Paris.
- **Gray,** Recolte De L'eau Et Aquaculture Pour Le Développement Des Zones Rurales L'alimentation Du Poisson.
- **GUY OUELLET, 1999.** Les Rejets Des Stations Piscicoles Et Leurs Impacts Environnementaux Québec.
- **HADE. A., 2002** .Groupe de recherche interuniversitaire en limnologie et environnement aquatique : www.uqam.ca/gril
- **HADJI. A, BEN ATTIA. I, 2019**. Contribution à l'étude morphométrique et à la recherche des peuplements Eco-parasitaires du poisson chat d'Ihrir« Clarias gariepinus ».
- **HALL G.M. 2010**.meal prodction
- **HARDY. R. W, GATLIN. D. M, 2002.** Nutritional strategies to reduce nutrient losses in intensive aquaculture. Avances en Nutrición Acuícola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuícola.
- **HARLAUT**. **P**, www.aquaponie.biz
- **HAYLOR. G.S, MOLLAH. M. F. A, 1995.** Controlled hatchery production of African catfish, *Clarias gariepinus*: the influence of temperature on early development. *Aquatic. Living Resource.*
- **HECHT T., OELLERMANN L., VERHEUST L., 1996.** Perspectives on clariid catfish culture in Africa. Aquatic. Living Resource.
- helene.laguerre@educagri.fr helene .2021
- **HEPHER. B, PRUGININ. Y, 1981.** Commercial fish farming. A Wiley Interscience Publication, New York.
- **HOLTAPPELS, M., LAVIK G., JENSEN, M.M. KUYPERS, M.M.M. 2011. 15n**-labeling experiments to dissect the contributions of heterotrophic denitrification and anammox to nitrogen removal in the OMZ waters of the ocean. In: KLOTZ, M.G. (ed) Methods in enzymology, Research on nitrification and related processes Part A, 486. Academic Press, Burlington.

- **HOUNMEY, OUÈDO. WO. 2013.** « MODULES DE FORMATION SUR LA PISCICULTURE ET LA PECHE' » manuel de l'apprenant, élaboré à l'intention desbénéficiaires du Projet PANA1. Bénin.
- **HUET. M, 1970.** Traite de pisciculture, Edition Ch. de Wyngaert, avnue georges henri ,296,1200 Bruxelles.
- **I.S.I, 1974.** Indian standard methods for sampling and test (physical and chemical) for water used in industry. Indian standard Institute, Manak Bhawan, New Delhi.
- **I.T.A.F.V, 2019.** (Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne)
- **IBGE .2004.** qualité physicochimique des eaux de surface cadre général les donnes de IBGE l'eau Bruxelles.
- **IMOROU T.I, 2007**. Amélioration de la production halieutique des trous Traditionnels à poissons (whedos) du delta de l'Ouémé (sud Bénin) par la promotion de l'élevage des poissons-chats Clarias gariepinus et Heterobranchus longifilis.
- **IVERSEN. T, 1995.** Fish farming in Denmark: environmental impact of regulative legislation. Water Science and Technology.
- **JERMAKKA. J., WENDLING. L., SOHLBERG. E., HEINONEN. H., ET VIKMAN, M. 2015**. Potential Technologies for the Removal and Recovery of Nitrogen Compounds from Mine and Quarry Waters in Subarctic Conditions. Critical Reviews in Environmental Science and Technology,
- **JOBLING.M, BARAS.E .2002.** Dynamics of intracohort cannibalism in cultured fish. *Aquaculture Research*.
- **JORAD, 2012.** Valeurs limites des paramètres de rejets d'effluents liquides. Journal officiel de la République Algérienne, N° 41,15 juillet 2012, Algérie.
- **JOSEPH. K. B, SODERBERG. R. W, TERLIZZI. D. E, 1993.** An introduction to water chemistry in freshwater aquaculture.
- **KANANGIRE. C. K, 2001**. Effet de l'alimentation des poissons avec Azolla sur l'écosystème agro-piscicole au Rwanda. Dissertation présentée en vue de l'obtention du grade de Docteur en Sciences. Facultés universitaires Notre –Dame de la paix, Namur, Belgique.guyo.
- **KAUSHIK. S, 2005.** Besoins et apport en phosphore chez les poissons. Productions Animales-ParisInstitut National de la Recherche Agronomique-INRA, 18(3) :203. France.

- **KAYUMA. M, NGOY. K, IPUNGU. L, BINEMO. K, LUBULA. K, OMPEY. I, KIDINDA. M, BULEMBU. N, MUBILI. M, KALENGA. L, 1822.** Mise au point d'un aliment sec pour l'élevage larvaire du poisson-chat africain (Bruchell) souche de Lubumbashi.
- **KHELLAF. N, ZERDAOUI. M, 2009.** Phyto-accumulation of zinc by the aquatic plant Lemnagibba.
- **KUTSCHERA1. U, NIKLAS. K. J, 2014.** Darwin-Wallace Demons: survival of the fastest in populations of duckweeds and the evolutionary history of an enigmatic group of angiosperms
- **L'ONM -MEDEA, 2006 – 2019, 2020.** (Office National Métrologique)
- **LACROIX. E, 2004.** Pisciculture en zone tropicale. Ed. GFA Terra Systems, Hamburg, Allemagne.
- **LE BERRE. M, 1989.** Faune du Sahara : Poisson, amphibiens, reptiles. Tome 1. Ed. Chabaud, France.
- **LE HOUEROU. H.N, CLAUDIN. J, HAYWOOD. M, DONADIEU. J, 1975.** Ministère de l'Agriculture et de la Réforme Agraire, Algiers (Algeria).
- **LENG .R.A, STAMBOLIE .J .H AND BELL .R .,1995** .DUCKWEED :a potential high protein feed resource for domestic animal and fish AAAP CONF.OROC BALLI .
- **LÉVEQUE. C, BRUTON M.N., SENTONGO G. W., 1990.** Biologie et écologie des poissons d'eau douce Africains= Biology and ecology of freshwater fishes. Ed. ORSTOM, Paris.
- **LONG. E.R, MACDONALD. D.D, SMITH. S.L, CALDER. F.D, 1995**. Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments. Environmental Management.
- **MARTIN. G, 1979.** Le problème de l'azote dans les eaux. Technique et documentation.
- **MARTIN. G, LAFFORT. P, 1987.** Point sur l'épuration et le traitement des effluents (eau-air) Vol.3 : Phosphore. In T. e. D. Lavoisier. Paris (France).
- **MFWANA. I. D, KASONGO. T. G, NTENDE. M. B, KATEMO. M. B, CHOCHA. M. A, 2016.** Comparative study of the performances of growth and rate of survival of the larvae of the two species of the genus Clarias (C. gariepinus and C.

ngamensis) at the zoological garden of Lubumbashi, DR Congo. International Journal of Innovation and Applied Studies.

- **MICHA. J.C, 1973.** Synthèse des essais de reproduction, d'alevinage et de production chez un silure africain : Clarias lazera Val. Bulletin Français de pisciculture.
- **MORIN. R, 2012**. Qualité de l'eau requise pour l'élevage des salmonidés document d'information DADD-14 ministre d'agriculture, des pêcheries et d'alimentation
- **MPRH, 2005.** (Ministère de la pêche et des ressources halieutiques), Aquaculture en Algérie. 04 Janvier 2005, entretiens directs.
- **NUMERY. J, 2018.** Phosphore et eutrophisation. Retrieved : Https://www.encyclopedieenvironnement.org/eau/phosphore-et-eutrophisation/.
- **O.M.S, 2017.** Directives de qualité pour l'eau de boisson (4 éd). Intégrant le premier additif. Genève.
- **PAGAND, 1999.** Traitement des effluents piscicoles marins par lagunage à haut rendement algal. Thèse de doctorat de l'université de Montpellier 1. Montpellier, France..
- **PAUGY. D, LEVEQUE. C, TEUGELS. G.G, 2004.** Les poissons des eaux douces et ^ l'Afrique de l'Ouest. Editions IRD. Publication scientifiques de Muséum.MRAC 2004.
- **PERSON-LE RUYET J., BOEUF G., ZAMBONINO INFANTE J., HELGASON S., LE ROUX A., 1998.** Short-term physiological changes in turbot and seabream juveniles exposed to exogenous ammonia. Comp. Biochem. Physiol
- **PETIT. J, 1991.** L'aquaculture : un problème pour l'environnement, INRA Productions Animales, Paris.
- **POLE AQUIMER ,2012**.laliment des poisons l'élevage
- **RAMADE. F, 2011.** Introduction à l'écochimie. Tec & Doc. Lavoisier: Paris.
- **REHIF. H, MELHA .S ,2017.-** Reproduction du poisson chat africain Clarias gariépinus (Burchell, 1822) provoquée par des inducteurs hormonaux. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre (Khemise mélliana. Algérie).
- **REJESK. F, 2002.** Analyse des eaux, aspect réglementaire et techniques Ed CRDP d'aquitaine, France.

- **RICHIR. J, 2004.**Valorisation Des Sous-Produits Agro-Industriels Dans L'alimentation Du Poisson-Chat Africain, *Clarias Gariepinus* (Burchell 1822). Rwanda.
- **RICHTER. C. J. J, VIVEEN. W. J. A. R, EDING. E. H, SUKKEL. M, ROTHUIS. A. J, VAN HOOF. M. F. P. M, VAN DEN BERG F. G. J, OORDT. P. G. W. J, 1987.** The significance of photoperiodicity, water temperature and an inherent endogenus rhythm for the production of viable eggs by the African catfish, Clarias gariepinus, kept in subtropical ponds in Israel and under Israeli and Dutch hatchery conditions. Aquaculture.
- **RODIER. J, 1996.** L'Analyse de l'eau.
- **RODIER. J, 2005.** L'analyse de l'eau. Eaux naturelles. Eaux résiduaires. Eau de mer. 8eme Ed. DUNOD. Paris.
- **RODIER. J, LEGUBE. B, MERLET. N, coll, 2009.** L'Analyse de l'eau (9 éd.).
- **RODRIGUE. Y, 2020.** PMP WorldFish, Penang, Malaisie FORMULATION DES ALIMENTS COMPLETS POUR L'AQUACULTURE.
- **SACCHI, TESTARD, 1971.** Ecologie animale (organismes et milieu). Edition Doin,
- **SANOGO.Y, 1999.** L'ichtyofaune du parc national des oiseux de Djoudji et de sa périphérie, Biologie de la reproduction et de croissance de Tilapia guineensis (Bleeker in Gunter,1862), Thèse de Doctorat en Biologie animale, université de Dakar, Sénégal.
- **SAYAH. S, 2016.** Contribution à la reproduction artificielle du poisson chat clarias gariepinus. univercite blida.
- **SEEE, 2007.** Normes de qualité eaux piscicoles**,** Secrétariat d'Etat auprès du Ministère de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement, chargé de l'Eau et de l'Environnement.
- **SHOUN, H, KIM D.H, UCHIYAMA H ET SUGIYAMA J 1992.** Denitrification by fungi. FEMS Microbiology letters
- **SKELTON, PAUL HANDUY. G, TEUGELS, 1991.** descrption for the African cat fish *clarias gariepinus* smith institute of ichthyology.
- **SLEMBROUCK. J, CISSE. A, KEROCHUEN N, 1991.** Etude Preumina/Re Sur L'incorporation De Liants Dans Un Aliment Compose Pour Poisson D'elev.4ge En Côte D'ivoire.

- **SLIMANE ZITOUNI. R, 2016.** LA technique de reproduction artificielle chez le poisson-chat (*Clarias gariepinus)* Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem.
- **Snpn Société nationale de protection de la nature, 2021.** Inventaire des mares d'Ile-de-France.
- **TEUGELS, G.G, 1986.** A systematic revision of the African species of the genus Clarias (Pisces: Clariidae). Annales Musee Royal de L'Afrique Centrale. Science Zoolgiques.
- **TEUGELS. G.G, NGUENGA. D, BREINE. J.J, OLLEVIER. F, 1996.** Artificial propagation of the Africain catfish Heterobranchus longifilis (Siluroidei; Clariidae): Descriptionsacrificing mal of a simple technique to avoid broodfish for the obtention of milt. Aquaculture.
- **UICN, 2004.** Red List of threatened species: a global species assessment.
- **UICN, 2007.** Guide for the sustainable development of Mediterranean aquacol. Interaction between Aquaculture and the environment, UICN, Gland Switzerland and Malaga,Spain.
- **VAN EER. A, VAN SCHIE.T, AL., 2004.** La pisciculture en eau douce à petite échelle. Agrodok.
- **VANLOON .G.W., DUFFY. S.J., 2000**. Environmental Chemistry. A global perspective. Oxford University Press. New York.
- **VIGI-PRATIQUE, 2016.** Fredon Ile De France.
- **VIVEEN. W. J. A. R, RICHTER. C. J. J, OORDT. P. G. W. J, JANSSEN J. A. L, HUISMAN. E. A, 1985.** Manuel pratique de pisciculture du poisson-chat africain (Clarias gariepinus). Départment de Pisciculture et de Pêche de l'Université Agronomique de Wageningen (Pays-Bas).
- **WALY. N.N, 2020.** Dynamiques du phosphore chez la truite arc-en-ciel (Oncorhynchus mykiss) : impacts de la chélation intestinale et adaptations physiologiques en cas de carence.
- **WEAVER. D.M, 1993.** Managing nutrient losses from rural point sources and urban environments. Nutrient Cycling in Agroecosystems.
- **WIĘCASZEK. B, KRZYKAWSKI. S, ANTOSZEK. A, KOSIK. J, SERWOTKA. P, 2010.** Morphometric characteristics of the juvenile North African catfish Clarias gariepinus (Burchell, 1822) from the heated water aquaculture. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities (EJPAU).

- www.suez.com cycle de phosphore 2021
- **ZUNGATIPAY. E.D, 2014.** Impact Des Aliments Sur La Croissance Des Larves De « Clarias Gariepinus ».
- **ZUTTAH, Y. 1999.** Destruction de l'ammoniac dans les effluents miniers. Mémoire de maîtrise, Université Laval, Département de mines et métallurgie, Québec, Canada

Annexe I : Les modes opératoires

- **Dosage d'Ammonium**

1. Réactifs de l'ammonium

a) Réactif coloré

Dissoudre 130 g de salicylate de sodium ($C_7H_6O_3Na$) et 130 g de citrate tri sodique ($C_6H_5O_7Na_32H_2O$) dans environ 950 ml d'eau, puis ajouter 0.970 g de nitoprussiate de sodium (Fe (CN) $_{5NO}$) Na_2 H_20, compléter à 1000 ml. (Conserver la solution dans un flacon en verre brun). **Cette solution est stable pendant 2 semaines.**

b) Dichloroisocyanurate de sodium

Dissoudre 32 g d'hydroxyde de sodium (NaOH) dans environ 500 l d'eau, refroidir à la solution à température ambiant, et ajouter 2 g de dichlorioisocyanurate de sodium après la dissolution dilué à 1000 ml. (Conserver la solution dans un flacon en verre brun). **Cette solution est stable pendant 2 semaines.**

c) Solution étalon à 1000 mg/l (1)

Faire dissoudre 3.819 g de chlorure d'ammonium (séché à 105°C pendant 2h) dans 1000 ml d'eau. **Cette solution est stable pendant un mois.** Solution étalon à 100 ml de la solution étalon (2) prélevé à la pipette 100 ml de la solution étalon (1) dans une fiole de 1000 ml. **Cette solution est stable pendant une semaine.**

d) Solution étalon à 1 mg/l

Prélaver à la pipette 1 ml de la solution étalon (2) dans une fiole de 100 ml.

2. La courbe d'étalonnage

Gamme prise d'essai Max 40 ml dosage allant jusqu'à Q = 1 mg/l

	T	I	II	III	IV
Sol fille 1 mg/l	0	10	20	30	40
H_2O	40	30	20	10	0
Réactif coloré	4 ml	4 ml	4 ml	4 ml	4 ml
ol dichlorio-isocyanurate	4 ml	4 ml	4 ml	4 ml	4 ml
N-NH_4 mg/l	0	0.2	0.4	0.6	0.8

- **Dosage de Nitrate**

1. Les réactifs de Nitrate

a) Solution de salicylate de sodium à 0.5 %

Dissoudre 0.5 de salicylate de sodium dans de l'eau et compléter à 100 ml avec de l'eau distillée. Conserver dans une bouteille en verre ou en polyéthylène. Préparer cette solution chaque jour au moment de l'emploi.

b) Solution de tartrate double de sodium et de potassium

Dissoudre 30 g d'hydroxyde de sodium dans l'eau et compléter à 100 ml avec l'eau distillée.

c) Solution de tartrate double de sodium et de potassium

Dissoudre 400 g d'hydroxyde de sodium dans une fiole de 1000 ml, ajouter 60 g de tartrate double de sodium et potassium, laissé refroidir et compléter avec l'eau distillée. Conserver dans un flacon en polyéthylène.

d) Acide sulfurique (H_2SO_4) concentré.

e) Solution mère de nitrate à 1000 mg/l

Dissoudre 1.37 g de nitrate de sodium dans l'eau et compléter à 1000 ml avec l'eau distillée.

f) Solution fille étalon de nitrate 10 mg/l

Diluer 10 ml de la solution mère à 1000 mg/l et compléter à 1000 ml avec l'eau distillée.

2. La courbe d'étalonnage

Dans une série de capsules de 100 ml introduire successivement :

N° des capsules	T	I	II	III	IV	V	VI
Sol fille de NO_3^- à 10 ml	0	1	2	4	6	8	10
Eau distillée	10	9	8	6	4	2	0
Correspondance en mg/l de nitrates	0	1	2	4	6	8	10
NaOH	3gouttes	3gouttes	3gouttes	3gouttes	3gouttes	3gouttes	3gouttes
Sol salicylate de Na	1	1	1	1	1	1	1
Evaporation à sec à 80 °C							
H_2SO_4	2	2	2	2	2	2	2
Laisser reposer 10 min							
Tartrate double de Na et K	15	15	15	15	15	15	15

Dosage de phosphore

1. Les réactifs de l'ortho phosphates

a) Acide sulfurique à 9 mol/l (dilution de ½)

Introduire 500 ml ± 5ml d'eau dans un bécher de 2 l. Ajouter avec précaution, sous agitation et refroidissement continus, 500 ml ±5 ml d'acide sulfurique. Bien mélanger et laisser la solution refroidir à température ambiante.

b) Réactif mélange (solution molybdate acide)

Dissoudre 13 g ± 0.5 g d'heptamolybdate d'ammonium tétrahydraté dans 100 ml ± 5 ml d'eau. Dissoudre 0.35 g ± 0.5 g de tartrate de potassium et d'antimoine hémihydraté dans 100 ml ± 5 ml d'eau. Ajouter, tout en agitant, la solution de molybdate à 300 ml ± 5 ml d'une solution d'acide sulfurique à 9 mol/l. Ajouter la solution de tartrate et bien mélanger.
Conserver dans une bouteille en verre brun, ce réactif est stable pendant au moins 2 mois.

c) Acide ascorbique

Dissoudre10 g ± 0.5 g d'acide ascorbique dans 100 ml d'eau.Cette solution est stable pendant 2 semaines si elle est conservée dans une bouteille en verre brun au réfrigérateur et peut être utilisé tant qu'aucune coloration n'apparaître.

d) Orthophosphate, solution mère

Sécher quelque gramme de dihydrogènophosphate de possium jusqu'à masse enstant à 105 °C.Dissoudre 0.2197 g de KH_2PO_4 dans environ 800 ml ± 5 ml d'eau dans une fiole jaugée de 1000 ml. Ajouter 10 ml de solution acide sulfurique (dilution de ¼) et compléter au volume avec d'eau.

Conserver dans un flacon en verre bouchée, cette solution est stable pendant au moins 3 mois. Un réfrigérateur à environ 4 °C est recommandé.

e) Solution d'Orthophosphate, solution étalon

Introduire, à l'aide d'une pipette, 20 ml de la solution mère d'orthophosphate dans une fiole jaugée de 500 ml.
Compléter au volume avec de l'eau et bien mélanger. Préparer et utiliser cette **solution le jour de l'emploi.**

2. Courbe d'étalonnage

N° Fiole	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
S. fille	0	0.8	1.6	2	4	6	8
Qsp 40 ml eau distillée	40	39.2	38.4	38	36	34	32
Conc. mg/l en P	0.0	0.04	0.08	0.1	0.2	0.3	0.4

Conc. mg/l en PO_4^-	0.0	0.1224	0.2448	0.306	0.612	0.918	1.224
Formule : P× 3.06 = PO_4^-							
Acide ascorbique en ml	1	1	1	1	1	1	1
Réactif mélange ml	2	2	2	2	2	2	2
Qsp 50 ml eau distillée	7	7	7	7	7	7	7

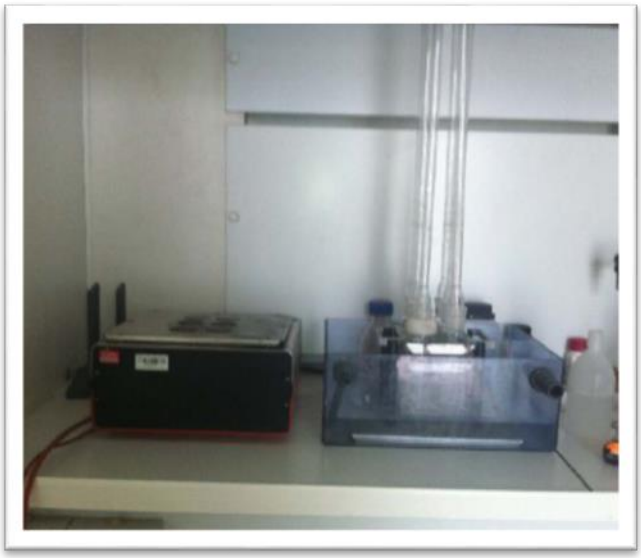
ANNEXE 2 : LES PHOTOS



DBO mètre **(ONA, 2021)**



Centrifugeuse **(hall technologique, 2021)**



DCO mètre **(ONA, 2021)**





Poires à pipete **(ONA, 2021)**



Oxitope **(ONA, 2021)**



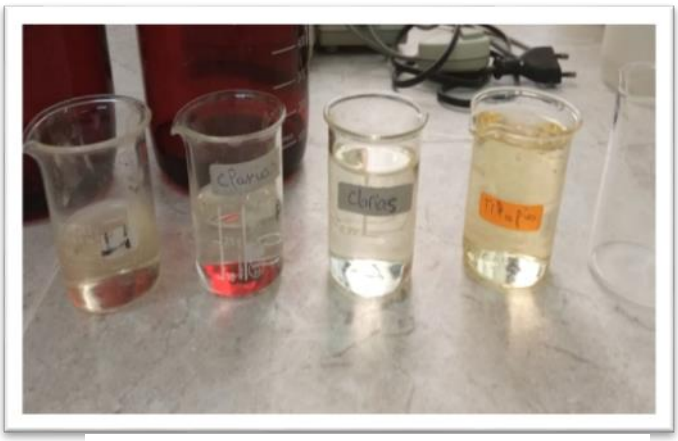
Les filtres **(ONA, 2021)**



Etuve **(ONA, 2021)**



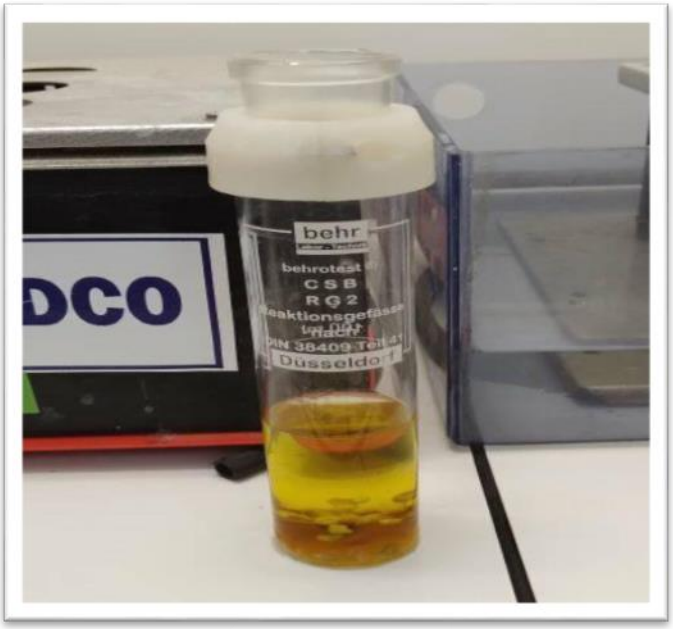
Préparation de l'ammonium **(ONA, 2021)**



Préparation de Nitrate **(ONA, 2021)**



Préparation de l'orthophosphate **(ONA, 2021)**



Tube à DCO mètre **(ONA, 2021)**



Préparation de DCO **(ONA, 2021)**



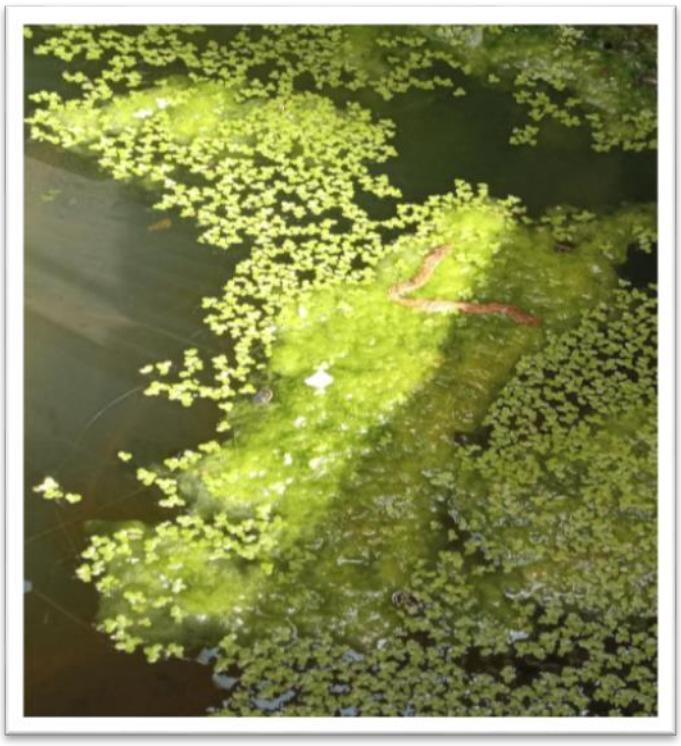
Flacon de prélèvement **(originale, 2021)**



Clarias *gariepinus***(originale, 2021)**



Clarias *gariepinus***(originale, 2021)**



Lentille d'eau **(TITRI AQUACOLE, 2021)**