*REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE*

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

*UNIVERSITE YAHIA FARES – MEDEA*
*FACULTE DES SCIENCES*

***Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de***

***Master en Ecologie & environnement***

**Spécialité**: Ecologie

*Thème*

# *CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA QUALITE ORGANOLEPTIQUE ET PHYSICOCHIMIQUE DES EAUX PISCICOLES D'UNE FERME AQUACOLE (MEDEA)*

**Présenté par**:

Mme TOUATI Amira & Melle KHOUDJA ALI Faiza

***Soutenu le Mercredi 23/09/2020, devant le jury composé de:***

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Présidente** | Mme MOSTFAOUI Houda | M.C.B | UYF - Médéa |
| **Examinatrice** | Melle ATTAL Meriem | M.C.B | UYF - Médéa |
| **Promoteur** | Mr BELHADJ Hichem | M.C.B | UYF - Médéa |

***Année universitaire:*** **2019/2020**

## *Dédicaces*

Je dédie ce travail :

*A* Ma grande mère «Mima» Allah yarhamha vous serez toujours dans mon cœur

A toi meilleur papa du monde, pour ton amour, ton dévouement, ton soutient, ton sacrifice durant ces années d'études

A ma chère mère je ne suis rien sans toi

A mon oncle ***Khoudja-Ali Djamel*** Je ne trouve pas les mots pour te remercier

A mon grand père ***Fekhar Hamid***

A mes très chères sœurs : Hiba, Ramrouma, Zinouba, Karima, Marwa, Manel, Batoul, Adila, Imen, Sarah je vous aime beaucoup

A mes frères : Amigo, Fateh, Yacine, Hamza, Nour el dine

A mes princes ***Karim*** et ***Fateh*** ma vie et devenu plus belle avec vous deux

A toutes la famille ***Khoudja-Ali*** et ***Fekhar***

A mon binôme ***Amira*** qui était avec moi et enduré ma nervosité et mes chères collègues ***Hiba*** et ***Marwa*** avec vous j'ai passé les meilleurs moments de ma vie.

***Faïza Selma***

## *Dédicaces*

Je dédie ce travail :

*A* ma mére, décédée il y a 2 mois et qui serait contente d'apprendre que sa fille a enfin terminé le travail qu'elle avait commencé

A mon père que dieu vous donne santé et longue vie

A mes très chères sœurs : **Meriem** & **imene** je vous remercie pour votre soutien continu je suis chanceuse de vous avoir a mes cotés

A mes neveux et mes nièces.

A mon frère : **Abdelrahim**

A mon marie **Akram** avec tout mon amour

A ma belle mère « **Rahima** » et mes belles sœurs " **feriel** & **ibtissem** " je vous remercie tout particulièrement pour votre soutien et affection.

A mes oncles et tantes et toutes la famille « **TOUATI** » & « **MEGATLI** »

A ma meilleure amie « **Dallel** » pour toi et ces fabuleux moments où on a passé toute notre enfance jusqu'à aujourd'hui et pour tout le soutien que tu m'as apporté depuis tant d'année.

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

A mes chères camarades **Hiba** & **Marwa.**

*Amira*

## *Remerciements*

Nous remercions tout d'abord ALLAH de nous avoir donnée la volonté, le courage et la patience pour terminer nos études.

Nous tenons à remercier notre promoteur ***Mr Belhadj Hichem*** qui nous a fait l'honneur de diriger ce travail et nous prodiguer ses conseils éclairés. En travaillant à vos côtés, nous avons eu le privilège d'apprécier votre haute compétence, votre humanisme, votre exemple riche d'enseignement, votre grande disponibilité et votre patience.

Un Grand Merci à Mme MOSTAFAOUI Houda, enseignante à l'UYF-Médéa, pour avoir accepté de présider le jury et un Grand Merci également à Melle ATTAL Meriem, enseignante à l'UYF-Médéa, pour son acceptation d'examiner ce travail.

Merci à tous les enseignants et à toutes les enseignantes spécialement: Mme Afkir, Melle Tchaker, Mr Ait Hammouda, Mr Meddah.

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

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

Dans le souci de n'oublier personne, nous remercions vivement tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'accomplissement de ce travail.

## ملخص

يهدف هذا العمل إلى تحديد جودة المياه بمزرعة الأحياء المائية الكائنة بولاية المدية (بن شيكاو) من خلال إجراء بعض التحليلات الفيزيو كيميائية (درجة الحرارة، الرقم الهيدروجيني, العكارة، الموصلة الكهربائية، الملوحة، معدل الأملاح المذابة، المادة العضوية، البقايا الجافة،.العيار الهيدروميتري، كالسيوم، مغنيزيوم، صوديوم، بوتاسيوم، كلور، أيونات السيلفات، أيونات الفوسفات، نيتريت، نيترات، الأمونيوم) بالإضافة إلى فحص بعض المعايير الحسية (اللون، الرائحة) لعينة واحدة مأخوذة من أربعة أحواض تحتوي على أنواع مختلفة من الأسماك بالإضافة إلى القشريات الدقيقة (الحوض 1: سمك كلاريا، الحوض 2: سمك تيلابيا، الحوض 3: سمك التزيين، الحوض 4: دافني). تم إجراء هذه التحليلات على مستوى مخبر الجزائرية للمياه –المدية-.

بناءً على نتائج المعطيات التسعة عشر التي تم تحليلها، وجد أن أربعة متغيرات (درجة الحرارة، الموصلة الكهربائية، الرقم الهيدروجيني، الأمونيوم) لا تتجاوز المعايير المغربية المطلوبة لمياه الأسماك الدافئة بينما هناك عاملان (كبريتات، نيتريت) يتجاوزان هذه المعايير المغربية. من ناحية أخرى وبالمقارنة مع نوعية المياه الخام من المزرعة نفسها، نلاحظ أن الملوحة ودرجة الحموضة أقل من هذه القيم، على عكس تركيزات الأمونيوم والنتريت التي هي أعلى من الجودة الأولية لهذه المياه. يغير الاستزراع السمكي (تربية الأسماك) جودة المياه الخام على مستوى الأحواض الأربعة ولكن مع تدرجات مختلفة، يرتبط هذا التغيير في جودة المياه الخام بعدة معايير مثل أنواع الأسماك التي تربى على مستوى الحوض.



**الكلمات المفتاحية:** تربية المائيات، مخلفات الأسماك، معايير الجودة، الجودة، التلوث، المدية (بن شكاو).

*Résumé*

Ce travail consiste à déterminer la qualité de l'eau provenant d'une ferme aquacole au niveau de la wilaya de Médéa (Benchicao) par la réalisation de certaines analyses physico-chimiques (T°, pH, Turbidité, Conductivité ,Salinité, TDS, MO, RS, TH, Ca, Mg, Na, K, Cl, $SO_4^{2-}$, $PO_4^{3-}$, $NO^{2-}$, $NO^{3-}$, $NH_4$) ainsi qu'un examen de certains paramètres organoleptiques (couleur, odeur) d'un seul échantillon prélevé au niveau de quatre bassins contenants différentes espèces de poissons ainsi qu'un micro crustacé (B1:Clarias, B2:Tilapia, B3: Poisson d'ornement, B4: Daphnie). Ces analyses ont été effectuées au niveau du laboratoire de l'Algérienne des Eaux (ADE-Médéa).

D'après les résultats des 19 paramètres analysés on a trouvé que quatre paramètres (Température, conductivité, pH, ammonium) ne dépassent pas les normes marocaines requises pour les eaux tièdes piscicoles alors que deux paramètres (sulfates, nitrites) dépassent ces normes marocaines. Par contre et par rapport aux valeurs des eaux brutes de la ferme elle-même on remarque que la salinité et le pH sont inférieures à ces valeurs contrairement aux concentrations d'ammonium et des nitrites qui sont supérieures à la qualité initiale de ces eaux. L'élevage des poissons (pisciculture) change la qualité des eaux brutes au niveau des 4 bassins mais avec des gradients différents ce changement de la qualité des eaux brutes est lié à plusieurs paramètres tels que l'espèce élevée au niveau du bassin.

**Mots clés** : Aquaculture, rejets piscicoles, paramètres de qualité, normes, pollution, Benchicao-Médéa.

*Abstract*

This work consists of determining the quality of the water coming from an aquaculture farm in the wilaya of Médéa (Benchicao) by carrying out certain physico-chemical analyzes (T °, pH, Turbidity, Conductivity, Salinity, TDS, MO, RS, TH, Ca, Mg, Na, K, Cl, SO42-, PO43-, NO2-, NO3-, NH4) as well as an examination of certain organoleptic parameters (color, odor) of a single sample taken at the level four basins containing different species of fish as well as a micro crustacean (B1: Clarias, B2: Tilapia, B3: Ornamental fish, B4: Daphnia). These analyzes were carried out at the Algerienne des Eaux laboratory (ADE-Médéa).

Based on the results of the 19 parameters analyzed, it was found that four parameters (Temperature, conductivity, pH, ammonium) do not exceed the Moroccan standards required for warm fish water while two parameters (sulfates, nitrites) exceed these Moroccan standards. On the other hand and compared to the values of the raw water from the farm itself, we notice that the salinity and the pH are lower than these values, unlike the concentrations of ammonium and nitrites which are higher than the initial quality of these waters. Fish farming (pisciculture) changes the quality of raw water at the level of the 4 basins but with different gradients this change in the quality of raw water is linked to several parameters such as the species raised at the level of the basin

**Keywords**: Aquaculture, fish waste, quality parameters, standards, pollution, Benchicao-Medea**.**

## *Liste des abréviations*

| | |
|---|---|
| **AAT** | Azote Ammoniacal Total |
| **ADE** | Algérienne des eaux |
| **ANDI** | Agence Nationale de Développement de l'Investissement |
| **°C** | Degré Celsius |
| **$Ca^{2+}$** | Ions Calcium |
| **CET** | Centre d'Enfouissement Technique |
| **$Cl^-$** | Ions Chlorures |
| **CNRDPA** | Centre Nationale de Recherche et Développement pour la Pèche et Aquaculture |
| **D.E Médéa** | Direction de l'Environnement de la wilaya de Médéa |
| **EDTA** | Acide Ethylène Diamine Tétra Acétique |
| **$Fe^{2+}$ $Fe^{3+}$** | Ions de Fer |
| **FAO** | Food and Agriculture Organization |
| **HAP** | Hydrocarbure Aromatique Polycyclique |
| **He** | Hectare |
| **INSPQ** | Institue Nationale de Santé Publique de Québec |
| **$K^+$** | Ions de Potassium |
| **$Mg^{2+}$** | Ions magnésium |
| **MPRH** | Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques |
| **Moy** | Moyenne |
| **$Na^+$** | Ions de Sodium |

| | |
|---|---|
| **$NH^{4+}$** | Ions ammonium |
| **$NO^{2-}$** | Ions nitrite |
| **$NO^{3-}$** | Ions nitrate |
| **NTU** | Unités de Turbidité Néphalométriques |
| **OMS** | Organisation Mondiale de la Santé |
| **ONDPA** | Office Nationale de Développement et Protection Aquacole |
| **ONS** | Office Nationale des Statistiques |
| **P** | Précipitations |
| **pH** | Potentiel hydrogène |
| **PNUD** | Programme des Nations Unies pour le Développement |
| **$PO4^{3-}$** | Ions phosphates |
| **STEP** | Station d'Epuration des Eaux Usées |
| **$SO4^{2-}$** | Ions Sulfates |
| **T** | Température |
| **TAC** | Titre Alcalimétrique Complet |
| **TDS** | Total des Solides Dissous |
| **TH** | Titre Hydrotimétrique |
| **µS/cm** | Micro siemens par centimètre |

*Liste des Tableaux*


| Tableau | Titre | Page |
|---|---|---|
| **Tableau I-1** | Différents niveaux d'intensification des systèmes d'élevage piscicole. | 6 |
| **Tableau I-2** | La relation entre la conductivité et la minéralisation | 34 |
| **Tableau I-3** | Classes de turbidité usuelles (NTU) . | 35 |
| **Tableau I-4** | Part de l'aliment comprise dans les fèces de salmonidés | 41 |
| **Tableau I-5** | Les normes de qualité des eaux piscicoles (Maroc) | 47 |
| **Tableau I-6** | Qualités des eaux brutes de la ferme | 49 |
| **Tableau II-1** | La capacité totale des barrages et retenues collinaires | 56 |
| **Tableau II-2** | la faune de la wilaya de Médéa | 58 |
| **Tableau II-3** | Espèces faunistiques dénombrées | 60 |
| **Tableau II-4** | Température mensuelles maximale (Max), Minimale (Min) et moyennes (moy) de la zone d'étude 2018-2019 | 64 |
| **Tableau II-5** | les précipitations mensuelles de la zone d'étude durant la période 2007-2017 | 65 |
| **Tableau II-6** | les types d'espèces élevées, la phase d'élevage et la taille marchande pour chaque espèce au niveau de la ferme | 70 |
| **Tableau II -7** | charge et le nombre ce cycle pour chaque espèce et leur production total | 70 |
| **Tableau IV-1** | Résultats des analyses organoleptiques des eaux prélevées au niveau de la ferme TITTERI AQUACOLE (02 mars 2020) | 91 |
| **Tableau IV-2** | Résultats des analyses physicochimiques des eaux prélevées au niveau la ferme TITTERI AQUACOLE (02 mars 2020) | 92 |

*Liste des figures*


| Figure | Titre | Page |
|---|---|---|
| **Figure I-1** | Le Bar (loup de mer) | 07 |
| **Figure I-2** | La Dorade royal | 08 |
| **Figure I-3** | L'Esturgeon | 08 |
| **Figure I-4** | Le Saumon | 09 |
| **Figure I-5** | La carpe commune | 09 |
| **Figure I-6** | La carpe herbivore | 10 |
| **Figure I-7** | La carpe argentée | 10 |
| **Figure I-8** | La carpe à grande bouche | 11 |
| **Figure I-9** | Le mulet | 11 |
| **Figure I-10** | Le black bass | 12 |
| **Figure I-11** | Sandre | 12 |
| **Figure I-12** | Le Tilapia | 13 |
| **Figure I-13** | La Silure africain | 13 |
| **Figure I-14** | *Cyprinus carpio* | 16 |
| **Figure I-15** | La Carpe à grande bouche (*Aristichthys nobilis*) | 17 |
| **Figure I-16** | La Carpe herbivore (*Ctenopharyngodon idellus)* | 17 |
| **Figure I-17** | Carpe argentée (*Hypophthalmichthys molitrix)* | 18 |
| **Figure I-18** | Sandre *Sander lucioperca* | 18 |
| **Figure I-19** | Tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*) | 19 |
| **Figure I-20** | Poisson chat (*Siluris glanis)* | 19 |
| **Figure I-21** | Anguilla anguilla | 19 |
| **Figure I-22** | Moule méditerranéenne (*Mytilus galloprovincialis*) | 20 |
| **Figure I-23** | *Dicentrarchus labrax* | 20 |
| **Figure I-24** | *Sparus aurata* | 21 |
| **Figure I-25a** | *Mugil cephalus* | 21 |

| | | |
|---|---|---|
| **Figure I-25b** | *Mugil auratus* | 21 |
| **Figure I-26** | Importation des produits de la pêche et de l'aquaculture . | 27 |
| **Figure I-27** | Exportation des produits de la pêche et de l'aquaculture . | 28 |
| **Figure I-28** | Evolution de la balance commerciale du secteur de la pêche. | 28 |
| **Figure I-29** | schéma les rejets directe de poisson | 39 |
| **Figure I-30** | Rejets directs des poissons sous forme particulaire et dissoute | 39 |
| **Figure I-31** | Schéma global, du rejet poisson au rejet du système incluant les autres types de rejets. | 43 |
| **Figure II-1** | Découpage administrative de la wilaya de Médéa . | 51 |
| **Figure II-2** | Carte des bassins versants de la wilaya de Médéa. | 54 |
| **Figure II-3** | Carte de réseau hydrographique et ouvrage hydraulique de la wilaya de Médéa. | 57 |
| **FigureII-4** | Carte répartition des forets de la wilaya de Médéa . | 61 |
| **Figure II-5** | Carte du réseau routier de la wilaya de Médéa. | 63 |
| **Figure II-6** | Diagramme représentant les températures maximales, minimales et moyennes de la commune de benchicao 2018-2019 . | 65 |
| **Figure II-7** | Diagramme représentant les précipitations de la wilaya de Médéa pour la période 2007-2017 . | 65 |
| **Figure II -8** | Diagramme ombrothermiques de la zone d'étude (2007/2017) | 66 |
| **Figure II-9** | Climagramme d'Emberger | 67 |
| **Figure II-10** | La ferme aquacole | 68 |
| **Figure II-11** | Bassins pour le grossissement du Tilapia | 71 |
| **Figure II-12** | Bassins pour le grossissement du Clarias | 71 |
| **Figure II-13** | Aquariums des poissons ornementaux | 72 |
| **Figure II-14** | *Tilapia nilotica* | 74 |
| **Figure II-15** | *Clarias gariepinus* | 76 |
| **Figure II-16** | *Poecilia reticulata* | 78 |
| **Figure II-17** | *Daphnie magna* | 80 |
| **Figure III-1** | Flacons du prélèvement. | 82 |
| **Figure IV-1** | Variation des valeurs de la température (°C) au niveau des quatre bassins d'étude | 93 |

| | | |
|---|---|---|
| **Figure IV-2** | Variation spatiale des valeurs de pH de l'eau au niveau des quatre bassins d'étude | 94 |
| **Figure IV-3** | Variation spatiale des valeurs de la Conductivité électrique au niveau des quatre bassins d'étude | 94 |
| **Figure IV-4** | Variation spatiale des valeurs de la salinité au niveau des quatre bassins d'étude | 95 |
| **Figure IV-5** | Variation spatiale des valeurs de la turbidité (NTU) au niveau des quatre bassins d'étude | 96 |
| **Figure IV-6** | Variation des valeurs de TDS au niveau des quatre bassins d'étude | 97 |
| **Figure IV-7** | Variation des valeurs de la matière organique de l'eau au niveau des quatre bassins d'étude. | 97 |
| **Figure IV-8** | Variation des valeurs des résidus secs de l'eau au niveau des quatre bassins d'étude. | 98 |
| **Figure IV-9** | Variation des valeurs de TH au niveau des quatre bassins d'étude. | 99 |
| **Figure IV-10** | Variation des valeurs de calcium au niveau des quatre bassins d'étude. | 99 |
| **Figure IV-11** | Variation des valeurs de magnésium au niveau des quatre bassins d'étude. | 100 |
| **Figure IV-12** | Variation des valeurs de sodium au niveau des quatre bassins d'étude | 101 |
| **Figure IV-13** | Variation des valeurs de potassium au niveau des quatre bassins d'étude. | 101 |
| **Figure IV-14** | Variation des valeurs de chlorures au niveau des quatre bassins d'étude. | 102 |
| **Figure IV-15** | Variation des valeurs de sulfates au niveau des quatre bassins d'étude. | 103 |
| **Figure IV-16** | Variation des valeurs de phosphates au niveau des quatre bassins d'étude. | 103 |
| **Figure IV-17** | Variation des valeurs de nitrites au niveau des quatre bassins d'étude | 104 |
| **Figure IV-18** | Variation des valeurs de nitrates au niveau des quatre bassins d'étude. | 105 |
| **Figure IV-19** | Variation des valeurs de l'ammonium au niveau des quatre bassins d'étude. | 105 |

# SOMMAIRE

**Sommaire** ..... **1**

**Introduction** ..... **1**

**CHAPITRE I: SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE** ..... **3**

I. GENERALITES SUR L'AQUACULTURE ..... 3

1. Définition de l'aquaculture ..... 3
2. Définition de la pisciculture ..... 3
3. L'historique de la pisciculture ..... 3
4. Les différents systèmes de la pisciculture ..... 4
5. Les espèces les plus utilisées en pisciculture dans le monde ..... 7
6. Critères de choix d'un poisson de pisciculture ..... 14

II. LA PISICILTURE EN ALGERIE ..... 15

1. L'historique de la pisciculture en Algérie ..... 15
2. Les principales espèces d'intérêts piscicoles en Algérie ..... 16
3. La situation de la pisciculture en Algérie ..... 22
4. La contribution de la pisciculture à l'économie nationale ..... 26
5. Les perspectives ..... 29

III. LES REJETS PROVENANT DE LA PISICULTURE ..... 31

1. Définition de la pollution ..... 31
2. Les différents types de pollution ..... 31
3. Classification des polluants ..... 32
4. La pollution du milieu aquatique ..... 32
5. Les principaux rejets piscicoles ..... 34
6. Impacts des rejets piscicoles sur l'environnement ..... 44
7. Les Normes de la qualité des eaux ..... 45

**CHAPITRE II: PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE** ..... **50**

I. PRESENTATION DE LA WILAYA DE MEDEA ..... 50

1. La situation géographique de la wilaya de Médéa ..... 50
2. Géologie et morphologie ..... 50
3. La pédologie ..... 50
4. Le relief ..... 52
5. L'hydrographie ..... 52
6. La faune ..... 58
7. La flore ..... 60
8. Les opportunités d'investissements de la wilaya ..... 61
9. Pollutions résultantes des activités humaines dans la région ..... 62

*9.1. La pollution hydrique* ..... 62
*9.2. La pollution urbaine* ..... 62
9.3. *La pollution industrielle* ..... 63
II. PRESENTATION DE LA COMMUNE DE BENCHICAO (zone d'etude) ..... 64
1. Caractéristiques climatiques générales ..... 64
2. Description de la ferme piscicole « *TITTERI AQUACOLE* » ..... 68
*2.1. Objectifs du projet* ..... 69
*2.2. Contraintes naturelles* ..... 69
3. Description de l'investissement ..... 69
*3.1. Infrastructures primaires* ..... 69
*3.2. Prévisions de production* ..... 70
*3.3. Caractéristiques des Bassin de Tilapia :* ..... 70
*3.4. Caractéristiques des Bassins de Claria* ..... 71
*3.5. Caractéristiques des Aquariums des poissons d'ornement* ..... 71
4. Fiches techniques des espèces élevées dans la ferme ..... 72
*4.1. Oreochromis niloticus (Le Tilapia)* ..... 72
*4.2. Clarias gariepinus (Le Clarias)* ..... 74
*4.3. Poissons d'ornement: Poecilia reticulata (Guppy)* ..... 76
*4.4. Le microcrusté Daphnia magna* ..... 78
*4.4.1. Présentation de l'espèce* ..... 78
*4.4.2. Systématique* ..... 78
*4.4.3. Caractéristique morphologique* ..... 79
*4.4.4. Habitat* ..... 79
4.4.5. *Régime alimentaire* ..... 80
**CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES ..... 81**
1. Choix des points de prélèvements ..... 81
2. Choix des paramètres analysés ..... 81
3. Méthodes de prélèvement ..... 81
4. Méthodes d'analyses physicochimiques ..... 81
*4.2. Procédure pour les prélèvements* ..... 82
*4.3. Détermination du pH* ..... 82
*4.4. Conductivité, Température, Salinité et Taux des sels dissous (TDS)* ..... 83
*4.5. Détermination de la turbidité* ..... 83
*4.6. Détermination de l'oxydabilité au permanganate de potassium* ..... 83
*4.7. Détermination résidu sec (RS)* ..... 84
*4.8. Détermination de la somme de calcium et magnésium (TH)* ..... 85
*4.9. Détermination de calcium* ..... 85

*4.10. Détermination du sodium et de potassium* ..... 86
4.11. *Détermination des chlorures* ..... 87
*4.12. Détermination des sulfates* ..... 87
*4.13. Détermination des phosphates* ..... 88
*4.14. Détermination des nitrites* ..... 88
*4.15. Détermination des nitrates* ..... 89
*4.16. Détermination de l'ammonium* ..... 90
CHAPITRE IV : RESULTATS ET INTERPRETATIONS ..... **91**
I. RESULTATS DES PARAMETRES ORGANOLEPTIQUES ..... 91
1. La couleur ..... 91
2. L'odeur ..... 91
II. RESULTATS DES PARAMETRES PHYSICOCHIMIQUES AU NIVEAU DES DIFFERENTS BASSINS ..... 92
1. La température de l'eau ..... 93
2. Le pH ..... 93
3. La conductivité électrique ..... 94
4. La salinité ..... 95
5. La turbidité ..... 95
6. TDS ..... 96
7. La matière organique ..... 97
8. Les résidus secs ..... 98
9. Le Titre Hydrotimétrique (TH) ..... 98
10. Le calcium ..... 99
11. Le magnésium ..... 100
12. Le sodium ..... 100
13. Le potassium ..... 101
14. Les chlorures ..... 102
15. Les sulfates ..... 102
16. Les phosphates ..... 103
17. Les nitrites ..... 104
18. Les nitrates ..... 104
19. L'ammonium ..... 105
**Discussion** ..... **106**
**Conclusion** ..... **108**
**RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES** ..... **111**

# INTRODUCTION

L'aquaculture, est un domaine vaste et diversifié, représentant une part de plus en plus importante du secteur de production alimentaire. L'aquaculture est considérée comme une source importante de protéine animale, un aliment riche et équilibré recommandé à tout le monde et à tout âge. L'aquaculture est considérée de plus en plus comme partie intégrante des moyens utilisés pour assurer la sécurité alimentaire et le développement économique mondial **(FAO, 2002).**

L'aquaculture et la pêche sont des activités complémentaires, confrontées au défi de satisfaire la hausse de la demande en produits de la mer. Il est sans nul doute que l'augmentation de la production de produits aquatiques à l'avenir ne pourra provenir que de l'aquaculture. En effet, l'aquaculture actuelle est devenue une activité économique importante, source d'emploi dans le monde entier **(FAO, 2004).**

L'aquaculture (ou pisciculture) assurera près des deux tiers de la production mondiale de poisson destiné à l'alimentation d'ici 2030, compte tenu de la stabilisation des prises de poissons sauvages et de la demande croissante d'une classe moyenne émergente à l'échelle mondiale, et plus particulièrement en Chine. **(FAO, 2019)**

Au niveau méditerranéen, l'aquaculture s'est développée à un rythme soutenu et avec une tendance à la diversification des espèces d'élevage qui facilite la croissance du secteur **(UICN, 2007).** Cependant les progrès spectaculaires de l'aquaculture sont moins visibles dans certaines régions du globe. C'est le cas de l'Algérie ou le secteur continu d'occuper une place mineure en dépit de son potentiel naturel. En Algérie, malgré les grandes potentialités hydriques pour la production piscicole; la pisciculture n'a pas encore atteint une dimension remarquable sur le plan économique. Les statistiques montrent nettement que l'offre est nettement inférieure à la demande nationale. La consommation de poisson et de fruits de mer frais et de l'ordre de 4,7 kg/ha/an. Ce chiffre est très largement inférieur à la moyenne mondiale qui est 19,4 kg/ha/an et reste en dessous des préconisations de l'organisation mondiale de la santé (6,2 kg/ha/an) **(Chiheb, 2006).** 99,7% des produits proviennent de la pêche côtière et artisanale, les 0,3% restants étant issus de la pêche en eau douce pratiquée dans les barrages (carpe et barbeau essentiellement).

Face à cette situation une des solutions possibles est la pisciculture. Cependant le développement de cette activité est confronté à plusieurs problèmes sur divers plans, le manque d'un marché local, qui peut contenir la production en poissons, notamment le poisson d'eau douce, est le premier problème qui entrave le développement de ce secteur.

Par ailleurs et comme toutes les activités humaines, l'aquaculture a un coté bénéfique et un coté néfaste qui se traduit par les rejets piscicoles et leurs impacts sur l'environnement. A cet effet, plusieurs études ont été effectué dans le monde sur ce thème citons par exemple : **Garidou (1994)** et **Orbcastel (2008).**

En Algérie également plusieurs travaux scientifiques ont contribué à l'évaluation des rejets piscicoles ainsi que leurs impacts sur le milieu aquatique et le milieu en général, citons les plus récents par exemple: **Boumaraf (2019), Zid et Gasmi, (2019).**

L'objectif de notre travail est de faire connaitre cette activité au lecteur scientifique ainsi qu'au public concerné à partir d'une expérience en cours de réalisation menée sur le territoire de notre wilaya Médéa en se focalisant en particulier sur l'évaluation de l'impact probable de cette activité sur l'environnement de la région où elle situe (Benchicao-Médéa).

Pour atteindre cet objectif, et après cette introduction le présent manuscrit est divisé en cinq chapitres:

- **Chapitre1**: ce chapitre comprend des généralités sur l'aquaculture au monde et le développement des activités aquacoles en Algérie depuis les premières tentatives pour développer cette activité,
- **Chapitre2**: ce chapitre fait ressortir les principaux rejets piscicoles émanant de l'aquaculture ainsi que leurs impacts éventuels sur l'environnement
- **Chapitre3**: ce chapitre présente la zone d'étude et la ferme aquacole qui se situe à Benchicao (Wilaya de Médéa).
- **Chapitre4**: celui-ci présente le matériel et les méthodes d'analyses et autres utilisés ainsi que les paramètres physico-chimiques analysés pour l'évaluation de la qualité des rejets piscicoles prélevés.
- **Chapitre5**: présente les résultats obtenus et une discussion de ces derniers.

Ce travail est achevé par une conclusion qui présente l'essentiel des résultats obtenus avec quelques perspectives pour améliorer ce thème de recherche.

# CHAPITRE I: SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

## I. GENERALITES SUR L'AQUACULTURE

### 1. Définition de l'aquaculture

On définit l'Aquaculture comme étant *«l'art de multiplier et d'élever les animaux et les plantes aquatiques»* **(Barnabe, 1991)**. L'Aquaculture est une activité de production de poissons, mollusques, crustacés et algues, en systèmes intensifs ou extensifs. Par aquaculture, on entend 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. **(Benidiri, 2017)**

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

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

### 2. Définition de la pisciculture

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

### 3. L'historique de la pisciculture

La pratique de la pisciculture est très ancienne. C'est probablement l'élevage aquacole le plus ancien. Déjà dans l'antiquité, les Egyptiens et les Romains élevaient les poissons. La pisciculture a été inventée en Chine, le premier traité de pisciculture y fut écrit par Fan Li en 473. **(Benidiri, 2017).** Depuis environ 2500 ans avant Jésus-Christ, les Chinois pratiquaient la carpiculture. Ils ont ainsi « créé » le fameux poisson rouge d'aquarium par une sélection patiente et minutieuse aboutissant aux formes étranges et colorées que nous rencontrons parfois dans des bocaux et aquariums. **(Lacroix, 2004)**. Même si on a pu montrer que le Tilapia (*Oreochromis niloticus)* était élevé en étangs artificiels par les Égyptiens il y a près de

4 000 ans, il n'en reste pas moins que le continent africain, à la différence de l'Asie, n'a pas de tradition en pisciculture **(Fermon, 2009).**

En Europe, la pisciculture a été introduite par des moines au Moyen Age.

En Amérique du Nord, la pratique piscicole s'est développée au début du vingtième siècle.

En Afrique, c'est après la seconde guerre mondiale que des tentatives ont été faites pour l'introduire et la développer. Elle a connut un début spectaculaire, mais très vite, après les indépendances, de profonds bouleversements conduisent cette activité à une forte régression, qui s'explique également par le manque de personnel, d'encadrement et la méconnaissance des espèces utilisées. Au cours de ces dernières années, grâce à des résultats encourageants des recherches effectuées en Afrique sur certaines espèces comme la Tilapia, la Carpe, le poisson Ministre et Clarias (Poisson chat), certains gouvernements prennent conscience de l'intérêt de la pisciculture. Le premier objectif de la pisciculture étant d'améliorer le régime alimentaire et les conditions de vie des populations rurales. On l'envisage aujourd'hui plus comme une activité commerciale entreprise à l'échelle artisanale ou semi industrielle. **(Lacroix, 2004).**

En Amérique latine, et dans tout le Proche-Orient, l'aquaculture est pratiquement à ses débuts, à l'exception d'Israël où la pisciculture est très développée. **(Lacroix, 2004).**

## 4. Les différents systèmes de la pisciculture

### *4.1. 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 général plus de 50% du coût total de production dans les systèmes intensifs. **(Fermon, 2009).**

On distingue quatre types de pisciculture :

- **La pisciculture extensive,**
- **La pisciculture semi-intensive,**
- **La pisciculture intensive,**
- **La pisciculture super-intensive.**

### *4.1.1. La pisciculture extensive*

La pisciculture extensive consiste avec quelques apports complémentaires peu coûteux à utiliser la productivité naturelle du plan d'eau (algues, plancton, etc.) que l'on favorise très peu ou légèrement pour produire du poisson. Il n'est pas nécessaire de nourrir les poissons, contrairement aux autres systèmes (Tableau1). Généralement, elle est sous forme des élevages installés dans des bassins ou des étendues d'eau de moyenne ou de grande dimension. Le travail requis pour la surveillance et la gestion de l'eau d'un petit étang de moins de 10 ares n'étant pas très différent de celui d'un barrage d'un (1) hectare. Ce mode de pisciculture n'utilisant pas ou peu d'intrants, le besoin en trésorerie est minime. Cependant, les quantités de poisson produites par unité de surface sont modestes. **(Sohou et *al.*, 2009).**

### *4.1.2. La pisciculture semi intensive*

Les systèmes de production piscicole semi-intensifs reposant sur l'utilisation d'une fertilisation ou sur l'emploi d'une alimentation complémentaire (Tableau1), sachant qu'une part importante de l'alimentation du poisson est fournie in situ par l'aliment naturel. Les élevages associés (volaille-poisson, bovin-poisson) appartiennent typiquement à ce type de pisciculture**. (Fermon, 2009).**

### *4.1.3. La pisciculture intensive*

Dans laquelle tous les besoins nutritionnels des poissons sont satisfaits par l'apport exogène d'aliments complets, avec pas ou très peu d'apports nutritionnels issus de la productivité naturelle du bassin ou du plan d'eau dans lequel le poisson est élevé (lac, rivière). L'aliment utilisé dans ces systèmes d'élevage est généralement riche en protéines (25 à 40 %) ; il est par conséquent coûteux. L'aquaculture intensive signifie que les quantités de poissons produites par unité de surface sont élevées (Tableau1). Pour intensifier l'élevage et pour améliorer les conditions, les facteurs de production (aliments, qualité de l'eau, qualité des alevins) doivent être contrôlés. Le cycle de production exige un suivi permanent. Les principales infrastructures d'élevage de ce type de pisciculture sont les enclos ou les cages, avec des taux de renouvellement de l'eau très élevés**. (Fermon, 2009).**

### *4.1.4. La pisciculture super intensive*

Dans ce système d'élevage les poissons exigent un contrôle très minutieux:

- de l'alimentation: qui doit être équilibrée et satisfaisante en quantité et en qualité selon l'espèce et le stade physiologique des poissons,

- des différents paramètres de l'eau (pH, température, oxygénation…), avec un renouvellement fréquent,

Un exemple de ce type d'élevage en Belgique, ils ont élevé des Tilapias *(Oreochromis niloticus )* ou Carpes du Nil (*Oreochromis niloticus*) en bacs inoxydables à la densité de 300 poissons par $m^3$ avec un renouvellement d'eau de 400% par heure. Ils ont utilisé de l'eau chaude provenant du système de refroidissement d'une centrale nucléaire. La production est de 30 kg/ $m^3$/ mois (les poissons atteignent de 250 à 500 g/pièce).

Pour l'alimentation des poissons, ils ont utilisé des distributeurs qui se terminent par des tiges qui sont dans l'eau. Le poisson pousse la tige avec sa bouche, un peu de nourriture tombe dans l'eau. Les poissons apprennent à se nourrir à la demande. **(Lacroix, 2004).**

**Tableau I-1:** Différents niveaux d'intensification des systèmes d'élevage piscicole **(Fermon, 2009)**

| **Niveau d'intensification** | **Extensif** | | **Semi-intensif** | | **Intensif** | **Super intensif** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Densité du poisson à la mise en Charge | < 0,1/m² | 0,1 à 1/m² | 1 à 5/m² | | 5 à 10/m² | 10 à 100/m² |
| Structure d'élevage | Étang, petit barrage, Mare | | Étang | | Étang, cage | Étang, bassin hors sol, raceways, enclos |
| Rendement (t/ha/an) | 0 - 0,3 | 0,3 – 1 | 1 à 5 | 5 à 15 | 15 à 50 | 50 et plus jusqu'à 200 kg.m-3 |
| Empoissonnement | Le plus souvent Polyculture | | Polyculture | | En général, Monoculture | Monoculture |
| Intrants | Peu ou pas d'intrants | | Fertilisants, Macrophytes aliment Simple (sons, tourteaux) | | Aliment Composé | Aliment équilibré avec Farines de poissons, Extrudé, antibiotique |
| Taux journalier de Renouvellement de l'eau (%) | Apport naturel | | Compensation des pertes Aération | | Recirculation de l'eau | Aération /oxygénation |
| | Aucun | Parfois< 5 | < 5 | | 5 à 30 | > 30 |
| Modèles | Semi-aquaculture | | Aquaculture de production | | | Aquaculture de Transformation |

### *4.2. Selon les critères socio-économiques*

#### *4.2.1. La Pisciculture d'autoconsommation*

Dans ce cas le produit est destiné à l'approvisionnement du pisciculteur et de sa famille, où les techniques mises en œuvre, qualifiées d'extensives, correspondent à un faible niveau de technicité **(Fermon, 2009).**

#### *4.2.2. La Pisciculture artisanale*

De petite production marchande, qui se développe essentiellement en zone périurbaine et qui offre le meilleur environnement pour l'approvisionnement en intrants et la commercialisation du poisson **(Fermon, 2009).**

#### *4.2.3. La Pisciculture de type filière*

Elle est caractérisée par la segmentation des différentes phases d'élevage, principalement en cages et en enclos, c'est-à-dire, les individus au stade larvaire séparés des individus au stade alvin, séparés des individus au stade adulte, la segmentation peut être aussi faite selon le sexe ou selon le régime alimentaire (démarrage, entretient et finition ou engraissement) **(Fermon, 2009).**

#### *4.2.4. La Pisciculture industrielle*

Elle est caractérisée par des unités de production de grande dimension dont l'objectif est strictement économique, voire financier, par opposition aux trois formes précédentes où la pisciculture constitue non seulement un outil de production, mais également un outil de développement. (**Fermon, 2009).**

## 5. Les espèces les plus utilisées en pisciculture dans le monde

### *5.1. Dans les eaux de la mer*

#### *5.1.1. Dicentrarchus labrax (Bar, Loup de mer)*



**Figure I-1:** *Dicentrarchus labrax (*Le Bar (loup de mer) **(Anonyme, 2020)**

Ce poisson est un poisson noble par excellence. Ce poisson à chair blanche et ferme est surnommé loup en Méditerranée.

- ✓ Poids: de 300 à 450 g et jusqu'à 1 kg et plus.
- ✓ Durée d'élevage: entre 20 mois (300/450 g) et 30 mois (1 kg et plus).
- ✓ Type d'élevage: bassins à terre en mer du Nord et côte Atlantique, cages en mer Méditerranée. (www.poisson-aquaculture.fr).

### *5.1.2. Sparus aurata (La Dorade royale)*



**Figure I -2:** *Sparus aurata* **(**la Dorade royal) **(Anonyme, 2020)**

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

- ✓ Poids : de 300 à 450 g et jusqu'à 1 kg et plus.
- ✓ Durée d'élevage: entre 20 mois (300/450 g) et 30 mois (1 kg et plus).
- ✓ Type d'élevage: bassins à terre en mer du Nord et côte Atlantique, cages en mer Méditerranée. (www.poisson-aquaculture.fr).

### *5.1.3. Acipenseridae (L'Esturgeon)*



**Figure I -3:** *Acipenseridae* (L'Esturgeon) **(Anonyme, 2020)**

L'esturgeon sibérien est élevé en eau douce (en Aquitaine depuis 1990) mais assimilé à l'aquaculture marine du fait de sa technique d'élevage similaire. Il est reconnu pour sa chair ferme, fine et fondante, blanche et… sans arêtes. La production de caviar est passée de 1 tonne en 1997 à 21 tonnes en moyenne, avec une qualité mondialement reconnue.

- ✓ Poids : de 700 g à 2 kg pour un poisson entier à fileter/caviar: présenté en boîte de 20 g à 200 g.
- ✓ Durée d'élevage : de 14 mois pour le poisson commercialisé à 7 ans pour une femelle apte à donner du caviar. (www.poisson-aquaculture.fr)

#### *5.1.4. Oncorhynchus sp (Le Saumon)*



**Figure I -4:** *Oncorhynchus sp* (Saumon) **(Anonyme,2020)**

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

- ✓ Poids : 2 à 5 kg.
- ✓ Durée d'élevage : 24 mois.
- ✓ Type d'élevage : cages flottantes en Normandie. (www.poisson-aquaculture.fr)

### *5.2. Dans les eaux douces*

#### *5.2.1. Cyprinus carpio (La Carpe commune)*



**Figure I -5:** *Cyprinus carpio* (La carpe commune) **(M.P.R.H, 2018)**

- ✓ Poids max. : 28 kg
- ✓ Taille max. : 50 à 60 cm
- ✓ Durée de vie : 40 ans
- ✓ Période de frai : Mars-Juin
- ✓ Eurytherme
- ✓ Omnivore **(M.P.R.H, 2018).**

### 5.2.2. *Ctenopharyngodon idella (La Carpe Herbivore)*



**Figure I-6:** *Ctenopharyngodon idella* (La carpe herbivore)

**(M.P.R.H, 2018)**

- ✓ Poids max. : 35 kg
- ✓ Taille max. : 1,20 m
- ✓ Période de frai : Mai-Juin
- ✓ Eurytherme
- ✓ Herbivore **(M.P.R.H, 2018)**

### *5.2.3. Hypophtalmichthys molitrix (La Carpe argentée)*



**Figure I-7:** *Hypophtalmichthys molitrix* (La Carpe argentée) **(M.P.R.H, 2018)**

- ✓ Poids max. : 40 kg
- ✓ Taille max. : 1m
- ✓ Durée de vie : 40 ans
- ✓ Période de frai : Mai-Juin
- ✓ Eurytherme
- ✓ Omnivore **(M.P.R.H, 2018)**

### 5.2.4. *Aristichthys noblis (La Carpe à grande bouche)*



**Figure I-8:** *Aristichthys noblis* (La Carpe à grande bouche)
**(M.P.R.H, 2018)**

- ✓ Poids max. : 40 kg
- ✓ Taille max. : 1,20 m
- ✓ Durée de vie : 40 ans
- ✓ Période de frai : Mai-Juin
- ✓ Eurytherme
- ✓ Omnivore **(M.P.R.H, 2018)**

### *5.2.5. Mugil Céphalus (Le Mulet)*



**Figure I -9:** *Mugil Céphalus* (Le mulet) **(M.P.R.H, 2018)**

- ✓ Poids moyen : 1 à 1,5 kg (record : 3 kg)
- ✓ Taille moyenne. : 20 à40 cm (max : 62 cm) (Laurent., 2017)
- ✓ Période de frai : mai -septembre
- ✓ Sténotherme
- ✓ Omnivore **(M.P.R.H, 2018)**

### 5.2.6. *Micropterus salmoides (Le Black bass)*



**Figure I-10:** *Micropterus salmoides* (le black bass)

**(M.P.R.H, 2018)**

- ✓ Poids max. : 10 kg
- ✓ Taille max. : 90 cm
- ✓ Durée de vie : 15 ans
- ✓ Période de frai : Avril - Juin
- ✓ Sténotherme.
- ✓ Carnivore **(M.P.R.H, 2018)**

### 5.2.7. *Stizostedion lucioperca (La Sandre)*



**Figure I-11:** *Stizostedion lucioperca* (La Sandre) **(M.P.R.H, 2009)**

- ✓ Poids max. : 40 kg
- ✓ Taille max. : 1,20 m
- ✓ Période de frai : Mai - Juin
- ✓ Eurytherme
- ✓ Carnivore **(M.P.R.H, 2009)**

### *5.2.8. Oreochromis niloticus (Le Tilapia)*



**Figure I-12:** *Oreochromis niloticus* (Le Tilapia) **(M.P.R.H, 2009)**

- ✓ Poids max. : 6 kg
- ✓ Taille max. : 60 cm
- ✓ Durée de vie : 40 ans
- ✓ Période de frai : Mai –Juin
- ✓ Sténotherme
- ✓ Omnivore **(M.P.R.H, 2009)**

### *5.2.9. Clarias gariepinus (Le Silure africain)*



**Figure I-13:** *Clarias gariepinus* (Silure africain) **(M.P.R.H, 2009)**

- ✓ Poids max. : 60 Kg
- ✓ Taille max. : 170 cm
- ✓ Durée de vie : 08 ans
- ✓ Période de frai : Avril - Juin
- ✓ Sténotherme.
- ✓ Omnivore **(M.P.R.H, 2009)**

## 6. Critères de choix d'un poisson de pisciculture

En pisciculture, le choix du poisson doit répondre à certaines caractéristiques pour permettre la consommation familiale et faciliter sa commercialisation **(Hanquiez et al., 2009)**:

- avoir une chair appréciable pour les consommateurs
- être rustique et facile à manipuler: le poisson doit être rustique, pour supporter des conditions de vie artificielles et robustes pour supporter une concentration importante sans être sujet à des maladies; il doit être maniable, c'est-à-dire en particulier, sans épines dangereuses **(Lacroix, 2004)**
- pouvoir se reproduire facilement en captivité: la reproduction peut être naturelle ou provoquée dans les stations d'alevinage par divers procédés (le cas de poisson chat : par insémination artificielle ou par création des conditions climatiques et environnementales similaires aux conditions naturelles) **(Sohou et *al*, 2009)**
- avoir une croissance rapide: la rapidité de croissance dépend de l'espèce, de l'alimentation et des conditions d'élevage. Chaque poisson est améliorable par sélection. Par contre, des poissons mal nourris ou en trop grand nombre pour le volume d'eau, restent petits toutes leur vie; ils vont consommer des aliments inutilement, d'où l'intérêt de placer dans certains étangs quelques poissons prédateurs **(Sohou. et *al* 2009**).

# II. LA PISICILTURE EN ALGERIE

## 1. L'historique de la pisciculture en Algérie

Différentes opérations ont marqué l'histoire de l'aquaculture algérienne. Selon le biologiste français «Novell» les premiers essais furent en 1880 au niveau de l'embouchure d'Arzew **(Karali et Echikh, 2004).**

- **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 du Grip (empoissonnement en truites Arc en ciel).
- **1940:** Exploitation des lacs Oubeira, El Mellah et Tonga avec culture de Coquillages
- **1947:** Création de la station Mazafran, dans l'optique de repeuplement en poissons d'eau douce et de recherches hydrobiologiques
- **1962-1980:** près indépendance, la quasi totalité des actions ont été menées sur les lacs de l'Est et sur la station de Mazafran.
- **1973:** Mise en valeur du lac El mellah, pour l'installation des tables conchylicoles.
- **1974:** Une étude de mise en valeur du lac Oubeira a conduit à un projet d'installation d'une unité de fumage d'anguilles.
- **1978:** Un programme de coopération avec la Chine a était mis en place, centré sur 2 axes:
    - ❖ Initiation aux techniques de reproduction et d'alevinage pour le repeuplement
    - ❖ Tentatives d'élevage larvaire de crevettes *Peneus kerathurus*.
- **1982-1990:** Exploitation de l'anguille aux lacs Tonga, Oubeira et Mellah par un privé. La production annuelle moyenne était de l'ordre de 80 tonnes exportée vers l'Italie.
- **1983-1984:** Premiers travaux de réalisation d'une écloserie de loup au lac El mellah
- **1985-1986:** Des reversoirs d'eau furent peuplés ou repeuplés en poissons importés de Hongrie: carpes royales, carpes à grande bouches, carpes herbivores, carpes argentées sandres.
- **1987:** Filière sub-surface installée par l'Office National de Développement de production aquacole ONDPA

- **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:** dans le cadre de repeuplement, 6 millions d'alevins de carpes ont été lâchés dans les plans d'eau des barrages Baraka, Gargar, Meurdjet-El amel, Benaouda, et lac Oubeira.
- **1999:** Inventaires des sites aquacoles à travers le pays.
- **2000:** Création d'un comité national autour du sujet: Aquaculture en Algérie; ce qui a aboutit à des résultats importants du point de vue perspectives, ainsi qu'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 de sites aquatiques à travers le territoire national (Côtière, intérieure et Saharienne)

## 2. Les principales espèces d'intérêts piscicoles en Algérie

### *2.1. La Pisciculture continentale*

C'est généralement les poissons appartenant à la famille des Cyprinidés et à la famille des Cichlidés qui font l'objet de la pisciculture continentale en Algérie, parmi ces espèces on trouve:

#### *2.1.1. Famille des Cyprinidae*

a) ***Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) (La Carpe commune)**

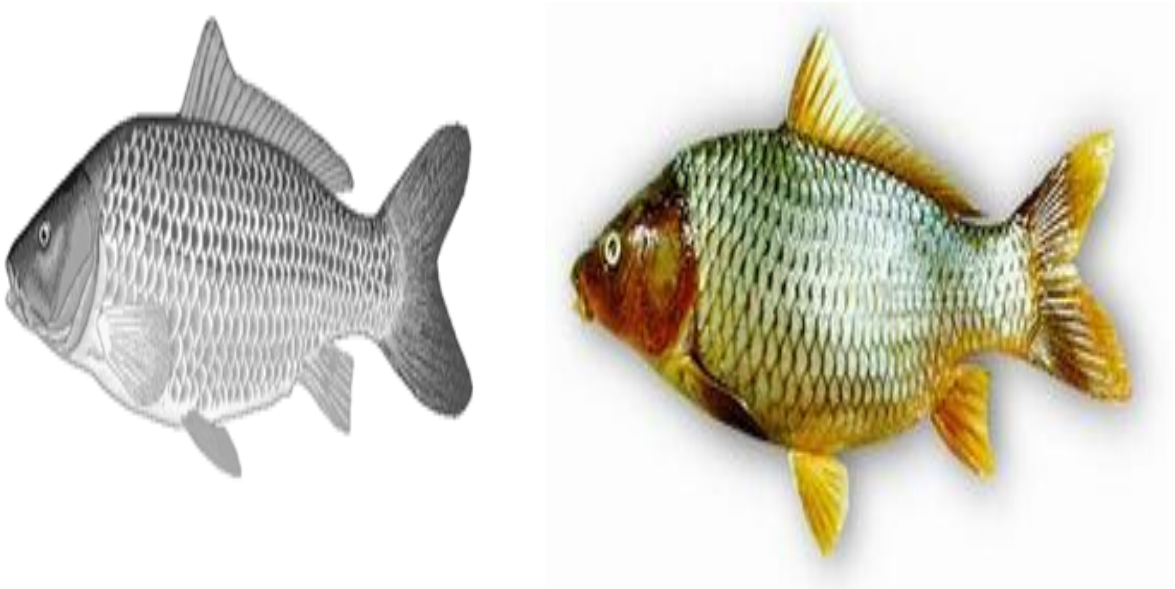


**Figure I-14 :** *Cyprinus carpio* (La Carpe commune)

**b) *Aristichthys nobilis* (Richardson, 1845): (La Carpe à grosse tête ou à grande bouche)**



**Figure I-15:** *Aristichthys nobilis* (Carpe à grande bouche)

c) ***Ctenopharyngodon idellus* (Valenciennes, 1844)** : **(Carpe herbivore =chinoise)**

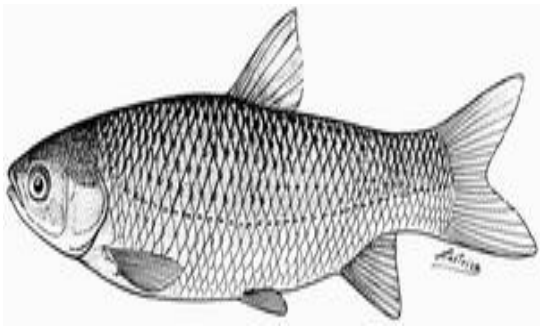




**Figure I -16 :** *Ctenopharyngodon idellus* (La Carpe herbivore)

d) ***Hypophthalmichthys molitrix*** **(Valenciennes, 1844)** : **(La Carpe argentée)**

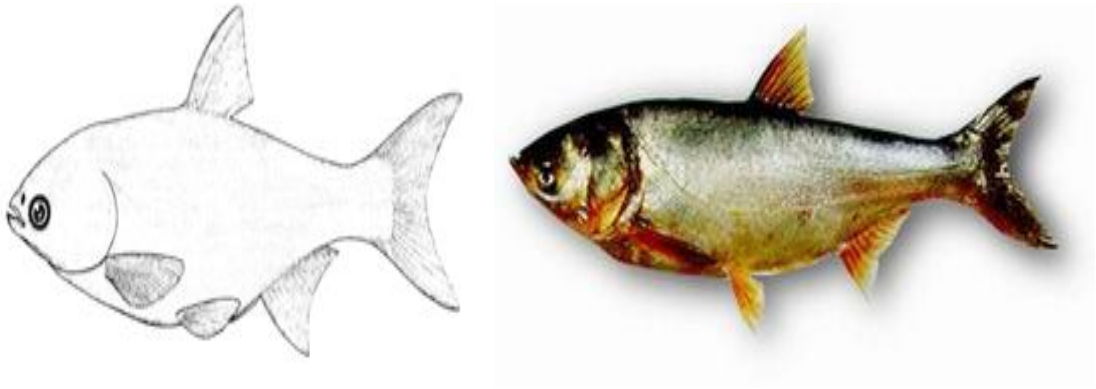


**Figure I-17 :** *Hypophthalmichthys molitrix* (Carpe argentée)

### *2.1.2. Famille des Percidae*

a) ***Sander lucioperca*** **(Linnaeus, 1758) : (**Le Sandre)

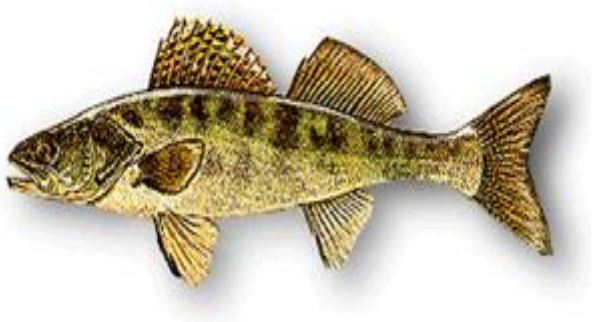


**Figure I-18 :** *Sander lucioperca* (Le Sandre)

### 2.1.3. *Famille des Cichlidae*

a) ***Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) (Le Tilapia du Nil)**

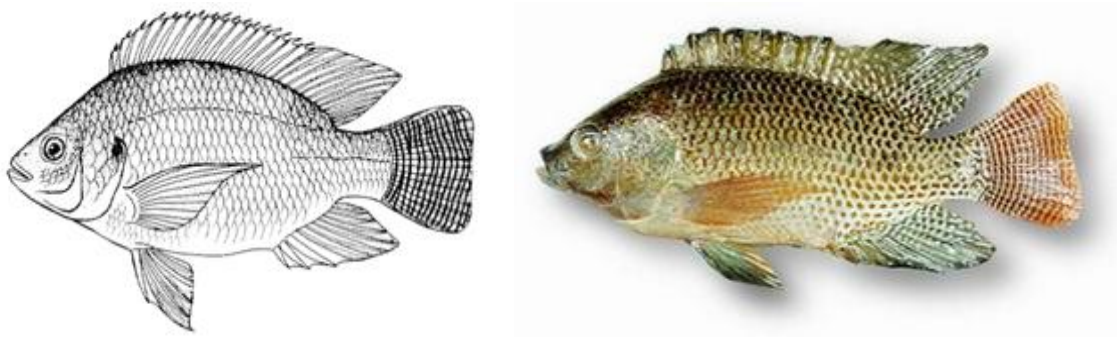


**Figure I-19 :** *Oreochromis niloticus* (Tilapia du Nil)

### *2.1.4. Famille des Siluridae*

a) ***Siluris glanis* (Linnaeus, 1758) (Le Poisson chat)**

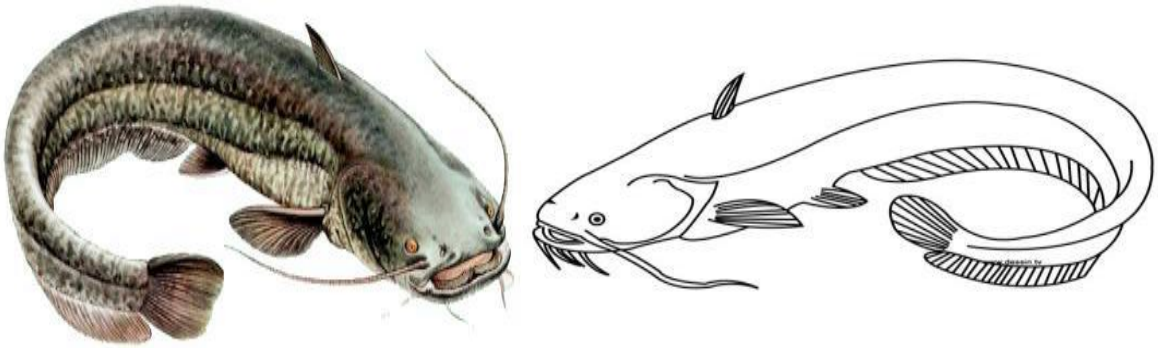


**Figure I-20 :** *Siluris glanis* (Le Poisson chat*)*

### *2.1.5. Famille des Anguillidae*

a) ***Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758) (L'Anguille d'Europe)**

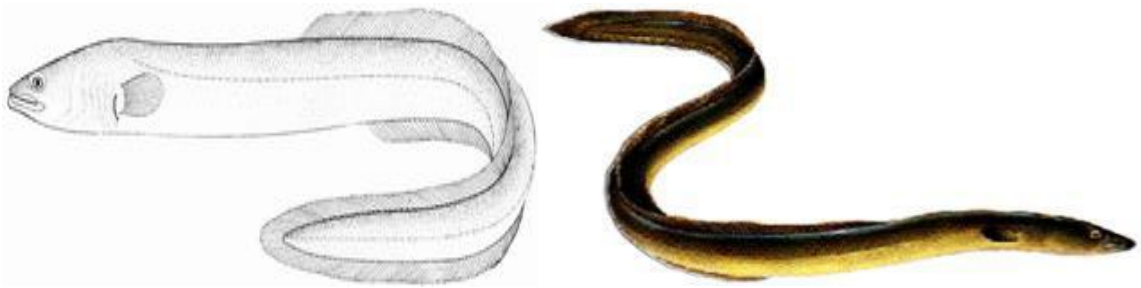


**Figure I-21 :** *Anguilla anguilla* (L'Anguille d'Europe)

## *2.2. La Pisciculture marine*

Dans la pisciculture marine algérienne, généralement, les espèces ciblées sont:

### *2.2.1. Famille des Mytilidés*

a) ***Mytilus galloprovincialis* (Lamark, 1819) (Moule méditerranéenne)**

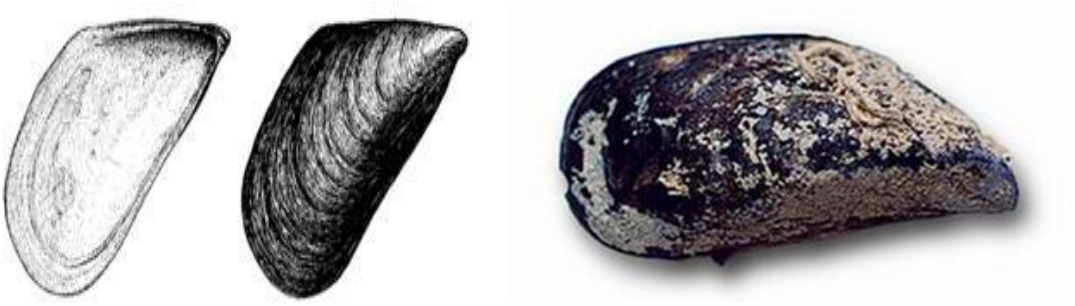


**Figure I-22 :** *Mytilus galloprovincialis* (La Moule méditerranéenne)

### 2.2.2. *Famille des Moronidae*

a) ***Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758) (Le loup de mer ou Bar européen)**,

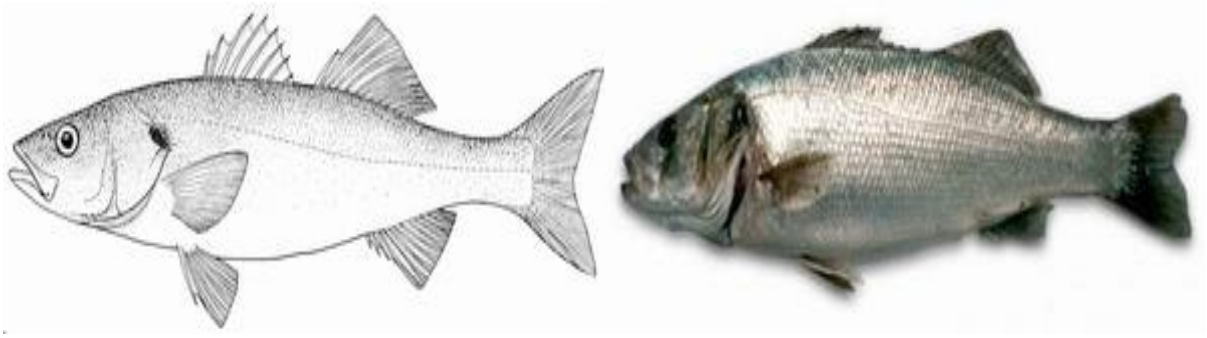


**Figure I -23 :** *Dicentrarchus labrax* (Le loup de mer ou Bar européen)

### 2.2.3. *Famille des Sparidae*

-

a) ***Sparus aurata* (Linnaeus, 1758) (La Daurade royale)**

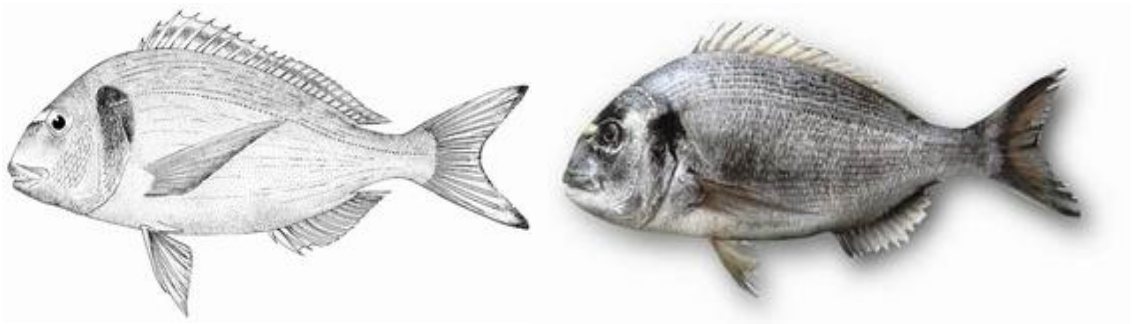


**Figure I-24 :** *Sparus aurata* (La Daurade royale)

### 2.2.4. *Famille des Mugilidae*

*a)* ***Mugil cephalus* (Linnaeus, 1758), (Le Mulet cabot)**

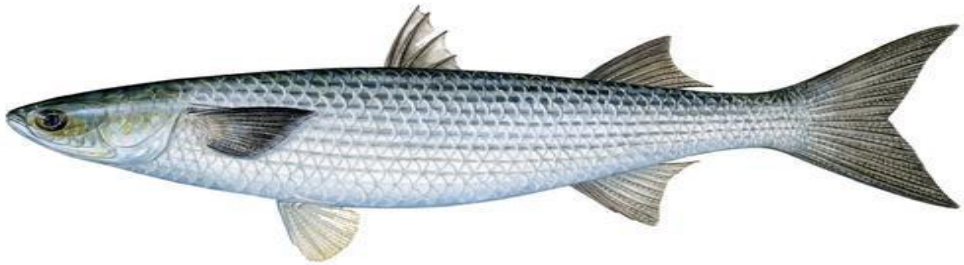


**Figure I-25a :** *Mugil cephalus* (Le Mulet cabot)

*b)* ***Mugil auratus* (Linnaeus, 1758) (Le Mulet doré)**

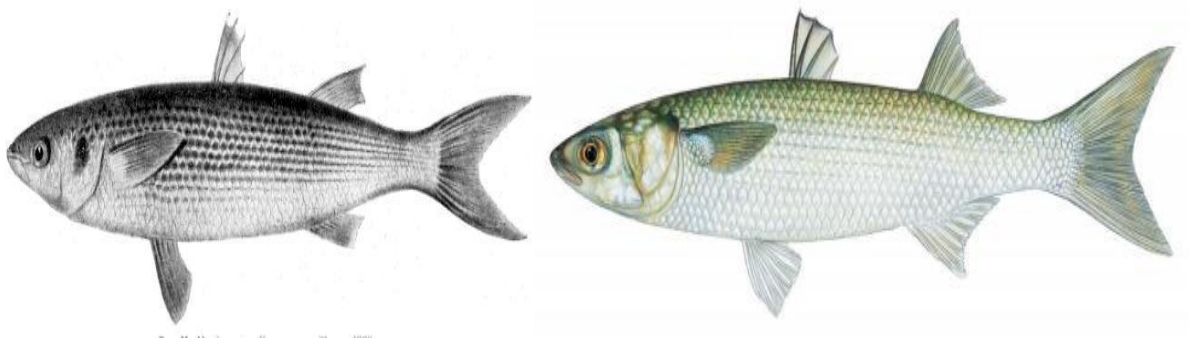


**Figure I -25b :** *Mugil auratus* (Le Mulet doré)

## 3. La situation de la pisciculture en Algérie

### *3.1. Les ressources naturelles*

L'Algérie avec sa superficie de 2381741 km² est considérée comme le plus grand pays africain. Se situe au nord du continent, avec une côte de 1 622 Km, qui s'étant le long de la mer méditerranéenne, répartie sur 14 wilayas maritimes. **(M.P.R.H, 2003)**

Les ressources halieutiques et aquacoles dans le pays représentent un potentiel économique considérable. La zone de pêche maritime représente près de 9,5 millions d'hectares et près de 100000 ha de superficie de plans d'eaux douces naturels et artificiels repartie sur tout le territoire national pour l'exercice de l'aquaculture, mais aussi de la pêche continentale **(M.P.R.H, 2003).**

Théoriquement, avec ces vastes superficies, les potentialités annuelles sont estimées à 500 000 tonnes par an, avec une réserve importante en différentes espèces halieutiques. Mais pratiquement, la production arrive difficilement à dépasser le seuil des 113000 tonnes/an. **(M.P.R.H, 2003)**.

### *3.2. Les ressources humaines*

- En 2013, la pêche continentale au niveau des barrages et des retenues collinaires a concerné plus de 43 exploitants (une à quatre personnes par retenue) qui exercent la pêche continentale à plein temps dans 28 plans d'eau.
- La pêche lagunaire de l'anguille est attribuée par adjudication au plus offrant à un (01) concessionnaire par plan d'eau, et ce selon la règlementation en vigueur. Le concessionnaire est tenu de se conformer aux clauses du cahier des charges qui règlemente l'activité exercée selon les caractéristiques écologiques spécifique de chaque lac.
- Grâce au plan de relance économique, les deux entreprise conchylicoles actuellement en production emploient 24 personnes (02 gestionnaires, 06 techniciens, 12 ouvriers); l'exploitation est gérée par les propriétaires eux même.
- Les entrepreneurs privés qui ont reçu un soutien financier dans le cadre du programme d'appui à la relance économique et dont les projets devraient être opérationnels permettront la création de 303 emplois répartis comme suit:
    - Ferme d'élevage de Tilapia du Nil dans le Sud du pays: 139 emplois (six cadres, 10 techniciens, 123 ouvriers).
    - Ferme d'élevage de Bar Européen et de Dorade royale dans le Nord Ouest du pays: 85 emplois (quatre cadres, six techniciens, 75 ouvriers). Ferme d'élevage de Bar

Européen et de Dorade royale dans le Nord Ouest du pays: 60 emplois (trois cadres, cinq techniciens, 45 ouvriers).

- Unité d'élevage de moules et d'huîtres dans le Nord: 19 emplois (deux cadres, trois techniciens, 14 ouvriers). Toutes ces fermes seront gérées par leurs propriétaires.

### *3.3. Développement du secteur de la pêche et de l'aquaculture au cours des dernières années (en collaboration avec la FAO – BILAN 2008-2016)*

#### *3.3.1. Historique des projets*

Le gouvernement algérien à travers le Ministère de l'agriculture, du développement rural et de la pêche a contacté la représentation de la FAO en Algérie, afin d'obtenir une assistance technique pour analyser le potentiel de développement de l'aquaculture saharienne dans les wilayas du Sud. La FAO a mobilisé des ressources et à travers la collaboration du Bureau sous-régional de la FAO pour l'Afrique du Nord, la sous-division de l'aquaculture du Département des pêches et aquaculture du siège et le MADRP, a lancé le premier projet en 2008 en soutien à l'aquaculture saharienne. A partir de ce projet et surtout grâce à la forte volonté politique du gouvernement algérien de soutenir le développement du secteur, d'autres projets ont suivi concernant l'aquaculture marine et l'aquaculture intégrée à l'agriculture, pour finalement aboutir à la formulation de la stratégie nationale de développement de la pêche et de l'aquaculture avec le soutien du Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD) et le support technique de la FAO.

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

Le projet de «Support à l'aquaculture saharienne et valorisation des étangs salés» qui s'est déroulé de novembre 2008 à août 2009 avait pour objectif de développer la pisciculture intégrée (Tilapias) à l'agriculture dans des bassins d'irrigation de 2 palmeraies de la Wilaya de Ouargla, d'effectuer des essais de production d'aliments à partir des matières premières locales et d'effectuer une étude sur les souches locales d'Artémia éventuellement utilisables pour les phases larvaires des espèces d'intérêt commercial pour l'aquaculture marine telles que le Bar européen et la Dorade royale. En effet, la wilaya d'Ouargla, dispose d'importantes quantités d'eau douce et saumâtre provenant des forages utilisés pour l'irrigation des palmeraies et des cultures sous-jacentes. La disponibilité en eau, les nombreux bassins et canaux d'irrigation ont permis de planifier le développement d'un pôle d'aquaculture saharienne intégrée à l'agriculture, basée sur l'élevage extensif des poissons d'eau douce (principalement de Tilapia du Nil et ses hybrides tels que le Tilapia rouge) en synergie avec

les activités agricoles. Le projet s'est concentré sur deux sites pilotes de la commune de Hassi Ben Abdellah. Vingt cinq paysans-bénéficiaires ont été impliqués pour un total de 6155 $m^2$ de bassins et un volume correspondant de 5390 $m^3$. Les résultats de ce projet pourraient s'appliquer aux autres palmeraies de la Wilaya de Ouargla et à d'autres Wilayas du Sud (El-oued, Ghardaia, Biskra, Laghouat et Ilizi), soit à 13 702 paysans, disposant de 6 605 bassins et de 29 859 hectares de terrains agricoles. L'enjeu était donc important. Le projet prévoyait l'ensemencement des bassins de 25 paysans-bénéficiaires et la production d'alevins en hapas.1 Dès le début du projet, un «Comité de pilotage national» a été constitué afin de coordonner les actions planifiées et d'en assurer le suivi et la continuité. Plusieurs missions sur le terrain ont impliqué un certain nombre d'experts nationaux et internationaux spécialisés sur les différents thèmes (aquaculture désertique, alimentation des poissons, artémia et aspects socio-économiques). De façon plus générale, l'objectif de ce projet était de contribuer, à travers le développement de la pisciculture saharienne des Tilapias, à son intégration avec les activités agricoles, au renforcement des capacités techniques des bénéficiaires, au développement économique, à l'amélioration et à la diversification de l'alimentation des populations locales, grâce à l'augmentation de la ration alimentaire en protéines animales des habitants, ainsi qu'à la création d'emplois dans le but de réduire l'exode rural vers les grandes villes.

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

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

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

### *3.3.4. Projet PNUD-FAO*

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

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

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

## 4. La contribution de la pisciculture à l'économie nationale

La politique sectorielle engagée par le Ministère de la pêche et des ressources halieutiques pour le développement de l'aquaculture accorde une importance capitale au développement des filières d'activités ayant un grand rendement et une haute valeur commerciale. L'ensemble de projets en cours d'exploitation visent à la contribution à la sécurité alimentaire des populations et à la création d'emplois.

A cet effet, le programme national de développement de l'aquaculture prévoit la production de 100 000 tonnes et la création de prés de 10 000 emplois directs répartis comme suit:

- Aquaculture marine et Conchyliculture: production de 80 000 tonnes et 7400 emplois créés.
- Aquaculture continentale: production 20 000 tonnes et 2252 emplois créés..

### *4.1. Les caractéristiques de la consommation du poisson et les préférences de la population*

Environ 10% de la population algérienne préfèrent le poisson à toute autre source de protéines animales selon l'enquête de consommation (une enquête faite en 2007 sur un échantillon de 14 454 ménages) **(M.P.R.H, 2008).**

Pour le reste, qui présente la majorité des ménages, le poisson viendrait au troisième ou au quatrième rang dans leur classement (après les viandes rouges et le poulet) **(Wiefels R, 2014).** Les ménages algériens ont une préférence de consommation pour le poisson frais. Ainsi, 93,8% de la consommation moyenne par tête au domicile sont constitués de poissons frais, 2,3% de congelés et 2,7% de conserves. **(Wiefels, 2014).**

La variation de la consommation apparente de poisson et de fruits de mer suit étroitement la variation de la pêche. Le pic de consommation enregistré en 2006 et 2007, qui était de 5,10kg/hab/an, correspond à l'année où les captures étaient à leurs plus hauts rendements grâce à l'acquisition de nouveaux matériels de pêche. Les chutes enregistrées en 1991-1996- 2004 et 2010, correspondent aussi à la baisse de la production selon les données de la FAO (2016) et du M.P.R.H (2014).

### *4.2. Importation et exportation des produits de la pêche et de l'aquaculture*

En 2017, les importations des produits de la pêche ont un volume de 40306.8 tonnes qui correspond à 121,8 millions de dollars. Contre 44333.3 tonnes en 2016 où les importations de produits halieutiques ont un repli de 9,1%. Cette diminution résulte de la diminution des principaux produits importés. Les filets de poissons qui constituent plus de 32% du total ont enregistré une régression de 9,1%. **(ONS, 2018)**. Cependant, les montants des importations des produits de la pêche se sont établis à 13517,7 millions de dinars en 2017 contre 12743,2 millions de dinars en 2016, soit une hausse de 6,1%. **(ONS, 2018).**

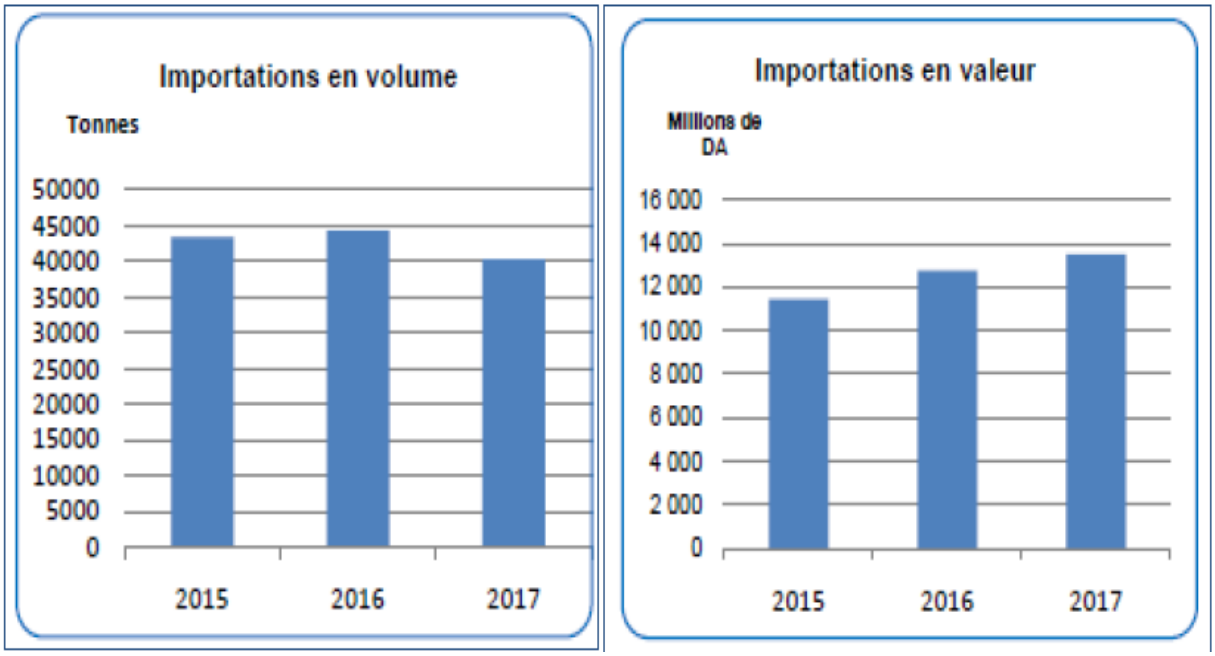



**Figure I-26:** Importation des produits de la pêche et de l'aquaculture

**(ONS, 2018)**

Ce qui concerne les exportations, près de 1671 tonnes des produits halieutiques ont été exportées, soit une diminution de 584 tonnes par rapport à 2016. Ce repli est imputable aux baisses simultanées enregistrées par les mollusques (-76,7%) et les crustacés (-10,7%). **(ONS, 2018)** Malgré la baisse des exportations en volume, les poissons frais (34% du total des exportations) et les poissons vivants (24% du total des exportations), ont affiché des taux d'accroissement sensibles qui est respectivement de 163,9% et 150.8%. **(ONS, 2018).** Les recettes tirées des exportations de produits de pêche se sont établies à 816.7 millions de dinars en 2017, contre 730,01 millions de dinars en 2016, soit une hausse de 11,9%. **(ONS, 2018).**

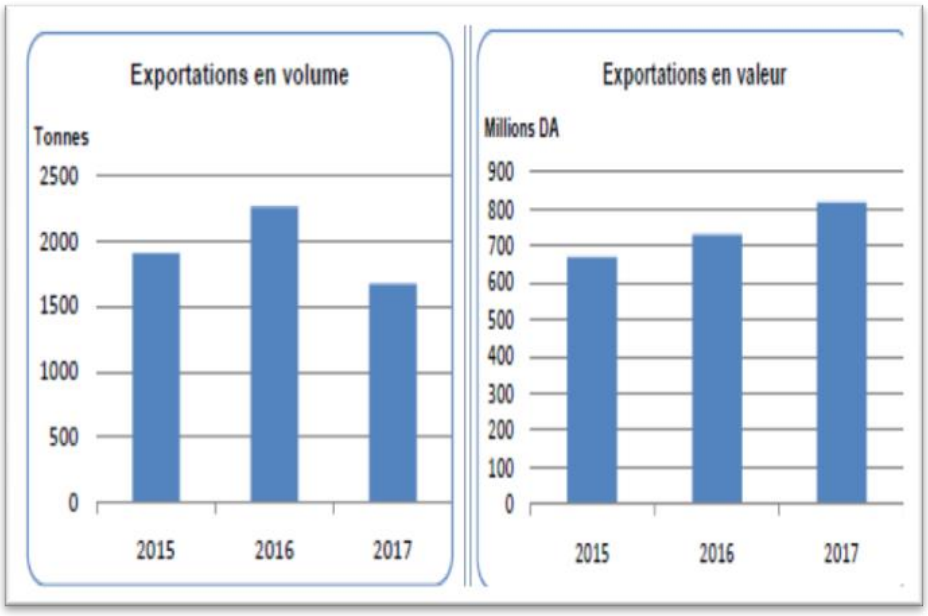



**Figure I -27 :** Exportation des produits de la pêche et de l'aquaculture **(ONS, 2018).**

### *4.3. La balance commerciale*

Les échanges commerciaux réalisés par le secteur de la pêche en 2017, se caractérisent toujours par solde commercial négatif. En effet, le déficit de la balance commerciale s'est chiffré à 114,4 Millions de dollars contre 109,7 Millions de dollars en 2016, soit une augmentation du déficit de 4,3%. **(ONS, 2018)**. Le taux de couverture des importations par les exportations n'a pas beaucoup évolué. Il est passé de 5,7% en 2016 à 6% en 2017. **(ONS, 2018)**

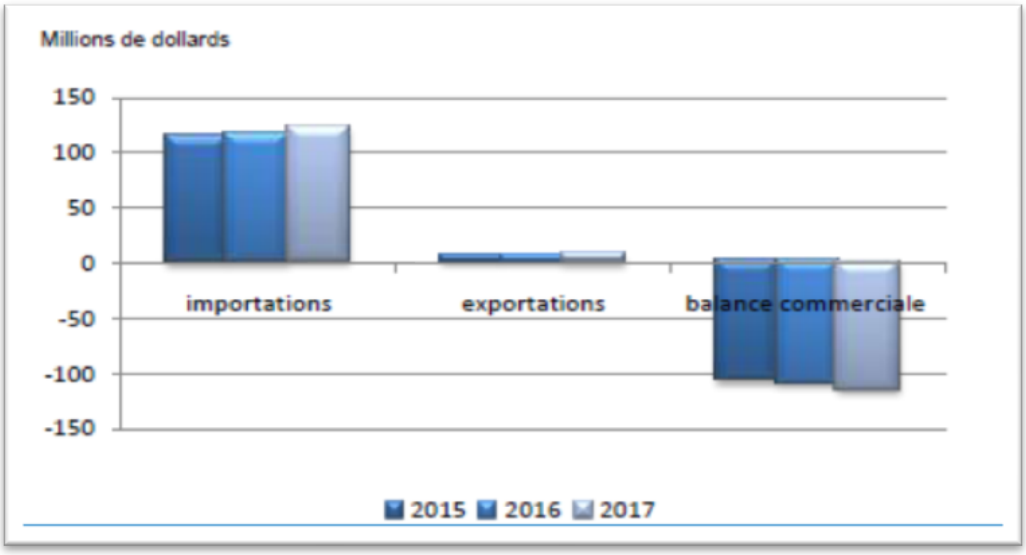



**Figure I-28**: Evolution de la balance commerciale du secteur de la pêche **(ONS, 2018)**

## 5. Les perspectives

La vision d'avenir, basée sur l'analyse du bilan de l'évolution du secteur au cours des dernières années est une excellente approche pour parvenir à un développement cohérent du secteur et sa modernisation.

Pour la croissance de la production c'est cependant l'aquaculture qu'il faudra privilégier. Les activités aquacoles marines et d'eau douce ne représentent pas vraiment des nouveautés en Algérie. Cependant il est clair que ce sont des activités qui n'ont pas encore vraiment décollé, ce soit pour la conchyliculture ou pour le Tilapia, entre autres. Les efforts actuels portent surtout sur la Daurade royale et le Loup dont les productions atteignent quelques centaines de tonnes par an. **(Wiefels, 2014).**

En ce qui concerne le développement de l'industrialisation des activités de la pêche et de l'aquaculture, trois volets sont prévus :

- Le développement des moyens de soutien à la production et à l'outil de production
- Le développement en matière d'industrialisation de l'aquaculture
- Le développement de l'activité de conditionnement et de transformation des produits de la pêche et de l'aquaculture.

L'appréciation de chaque projet ou investissement est fondamentale pour vérifier la faisabilité technique et la faisabilité économique en considérant d'un côté la réelle disponibilité des intrants nécessaires et les coûts de production, et d'un autre coté la réalité du marché visé et des prix pouvant y être pratiqués de façon réaliste pour leurs produits. C'est la base de n'importe quelle étude de viabilité économique. **(Wiefels, 2014).**

Le grand objectif de la politique nationale actuelle est l'amélioration de l'approvisionnement du marché domestique avec des produits diversifiés, de meilleure qualité et plus accessibles aux 40 millions de consommateurs algériens (bientôt 55 millions). C'est en fait la compréhension du marché national, dans ses divers créneaux, et de sa dynamique, qui permettra l'adaptation et le succès de toutes les activités de production, pêche, aquaculture et de leurs filières aval. **(Wiefels, 2014).**

Le secteur de l'aquaculture devrait être perçu comme activité venant suppléer les productions maritimes limitées, à l'horizon 2025/2030, à la proportion de 50% pêche et 50% aquaculture. **(M.P.R.H, 2008).**

Dans le cadre de l'élaboration d'une étude sur le développement des activités de la pêche et de l'aquaculture à l'horizon 2025, un bilan de l'aquaculture en Algérie a été établi, ce dernier a permis : **(M.P.R.H, 2008).**

- ✓ D'identifier neuf (09) filières envisageables, (farming, conchyliculture, pisciculture marine, crevetticulture, exploitation des ressources naturelles, pêche continentale, pisciculture d'eau douce, algoculture, pisciculture ornementale) réparties selon les cinq (05) ensembles biogéographiques arrêtés (1-littoral, 2- embouchures d'oueds, zones marécageuses, lacs et lagune,3- barrages et retenues collinaires,4- zones semi-arides et sahariennes, 5-chotts et sebkhas).
- ✓ D'identifier les intervenants multisectoriels, les utilisateurs et les gestionnaires des espaces
- ✓ D'établir une situation physique de la production **(M.P.R.H, 2008).**

La stratégie adoptée pour le développement durable de l'aquaculture vise donc, à mettre en place les meilleures conditions possibles pour permettre aux aquaculteurs de mettre sur le marché un produit sain, en quantités suffisantes, tout en préservant l'environnement.

# III. LES REJETS PROVENANT DE LA PISICULTURE

## 1. Définition de la pollution

La définition la plus générale du terme pollution a été donnée par le premier rapport du conseil sur la qualité de l'environnement de la maison blanche en 1965 , la pollution dit ce rapport : est une modification défavorable du milieu naturel qui apparait en totalité ou en partie comme un sous-produit de l'action humaine, au travers des effets direct ou indirects altérant les critères de partition des flux de l'énergie, des niveaux de radiation, de la constitution physico-chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivants . Ces modifications peuvent affecter l'homme directement ou au travers des ressources agricoles, en eau et en produits biologiques. Elles peuvent aussi l'affecter en altérant les objets physiques qu'il possède ou les possibilités récréatives du milieu. **(Ramade, 2002)**

## 2. Les différents types de pollution

### *2.1. La pollution de l'air*

La pollution de l'air (ou pollution atmosphérique) est un type de pollution caractérisé par une altération des niveaux de qualité et de pureté de l'air. Cette dégradation est généralement causée par un ou plusieurs éléments (particules, substances, matières…) dont les degrés de concentration et les durées de présence sont suffisants pour produire un effet toxique et/ou écotoxique. Selon l'OMS, elle est responsable (en 2010-2011) de plus de 2 millions de morts prématurées par an, surtout dans les pays à revenus moyens et dont 1,3 million directement dû à la pollution urbaine. Dans environ la moitié des cas, ce sont des pneumonies qui ont emporté des enfants de moins de 5 ans.

### *2.2. La pollution du sol*

La notion de pollution du sol désigne toutes les formes de pollution touchant n'importe quel type de sol (agricole, forestier, urbain…). Un sol pollué devient à son tour une source possible de diffusion directe ou indirecte de polluants dans l'environnement, via l'eau, les envols de poussières, émanations gazeuses ou via une déconcentration et transfert de polluants par des organismes vivants (bactéries, champignons, plantes à leur tour mangés par des animaux)

### *2.3. La pollution des eaux*

Les pollutions de l'eau peuvent se présenter sous différentes formes: chimique, mais aussi bactériologique, pollution thermique, et les eaux ou masses d'eau concernées peuvent être douces, saumâtres ou salées, souterraines ou superficielles. Il peut même s'agir de la pluie ou des rosées, de neige ou des glaces polaires. Elle peut aussi concerner des interfaces, dont les estuaires, les zones humides et en particulier leurs sédiments qui peuvent absorber puis relâcher certains polluants.

## 3. Classification des polluants

### *3.1. Polluants physiques*

- Radiations ionisantes
- Pollutions thermique
- Bruit

### *3.2. Polluants chimiques*

- M.O (Matières organiques)
- N (Azote)
- P (Phosphates)
- Métaux toxiques
- Hydrocarbures
- Pesticides
- Composés divers de synthèse

### *3.3. Polluants biologiques*

- Introduction d'espèces
- Microorganismes

## 4. La pollution du milieu aquatique

La qualité des milieux aquatiques est fragile, elle est dégradée par de nombreux polluants, suite aux rejets d'effluents liquides, au ruissellement de l'eau de pluie sur des surfaces polluées, au lessivage de sols contaminés, et aux nombreuses autres activités anthropiques émettant des substances toxiques dans l'environnement.

Les activités urbaines, industrielles et agricoles correspondent aux principales sources de pollution des milieux aquatiques. Au sein des villes, les rejets des stations d'épuration

(STEP) sont le plus souvent évoqués. Viennent ensuite les déversoirs d'orages qui rejettent dans le milieu naturel des eaux de ruissellement non indemnes de polluants, et parfois additionnées d'eaux usées non traitées. Les activités agricoles restent en revanche très impliquées, même si les pratiques commencent à changer. À ces trois sources principales, il faut ajouter les infrastructures de transport, comme les réseaux routiers, les chemins de fer, les canaux, les ports… chacune à l'origine de pollutions, tant de type chronique que de type accidentel (marées noires…). Les installations de traitement/valorisation des déchets (incinération, centres d'enfouissements techniques CET, centres de tri, de compostage ou de méthanisation), sources secondaires de rejets vers les milieux aquatiques, sont également à considérer.

Par ailleurs, de nouvelles sources potentielles de pollution, liées par exemple aux installations d'extraction du gaz de schiste, pourraient apparaître dans le futur. Enfin, il ne faut pas oublier les pollutions transfrontalières, telles que les pluies acides, les retombées de poussières chargées en métaux lourds et/ou en éléments radioactifs, qui viennent s'ajouter à ces pollutions locales, pour constituer des cocktails chimiques.

Ces divers polluants des milieux aquatiques peuvent être classés en deux grandes catégories:

- **Les polluants minéraux,** tels que les métaux lourds (plomb, cadmium, cuivre, mercure, chrome, zinc…), ainsi que les nitrates, les phosphates, ou les sulfates.
- **Les polluants organiques**, tels que les HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques), les hydrocarbures aliphatiques, les pesticides organiques (organochlorés, organophosphorés, pyréthrines…), les PCB (polychlorobiphényles), les solvants chlorés (trichloréthylène…), les composés aromatiques non chlorés (benzène, toluène…), ou encore les phénols (crésols, chlorophénols, alkyl phénols…). Ces polluants peuvent être présents dans les milieux aquatiques sous forme soluble, particulaire ou colloïdale. Les polluants dits « émergents » regroupent des composés non nécessairement d'usage nouveau, mais nouvellement recherchés, tels que les phtalates, les parabens, les composés perfluorés ou les résidus médicamenteux.

Pour compléter la liste des principaux polluants rencontrés dans les milieux aquatiques, il faut ajouter les radioéléments ainsi que les microorganismes pathogènes.

## 5. Les principaux rejets piscicoles

### *5.1. Les principaux paramètres d'évaluation de la qualité des rejets piscicoles*

#### *5.1.1. 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). **(Elafr, 2008).**

#### *5.1.2. Le potentiel Hydrogène (pH)*

Le pH (potentiel hydrogène) est un des caractéristiques fondamentales de l'eau. Le pH donne une indication de l'acidité d'une substance. Il est déterminé à partir de la quantité d'ions d'hydrogène hydronium ($H^+$) ou d'ions hydroxyde ($OH^-$) contenus dans la substance. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0-14, la valeur 7 étant le pH de neutralité. **(Elafr, 2008).**

#### *5.1.3. La conductivité électrique*

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. Il est logique d'admettre que la conductivité d'une eau sera d'autant plus importante que sa minéralisation sera élevée. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous (degré de minéralisation) dans l'eau. La conductivité est également en fonction de la température de l'eau: elle est plus importante lorsque la température augmente. Les eaux pures ont une conductivité d'environ 0,05 µS/cm (à 25°C), les eaux naturelles environ 100 à 1000 µS/cm. **(Elafr, 2008).**

**Tableau I-2** : La relation entre la conductivité et la minéralisation

**(Rodier et al, 2009)**

| Conductivité | Minéralisation |
|---|---|
| **Conductivité < 100 µS/cm** | **minéralisation très faible** |
| **100 µS/cm < conductivité < 200 µS/cm** | **minéralisation faible** |
| **200 µS/cm < conductivité < 333 µS/cm** | **minéralisation moyenne** |
| **333 µS/cm < conductivité < 666 µS/cm** | **minéralisation moyenne accentuée** |
| **666 µS/cm < conductivité < 1000 µS/cm** | **minéralisation importante** |
| **Conductivité > 1000 µS/cm** | **minéralisation élevée** |

### *5.1.4. La salinité*

C'est un facteur écologique propre aux biotopes aquatiques qui caractérise leur teneur en sel (NaCl) et autre sels dissous dans l'eau. Toutefois Na Cl 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).**

### *5.1.5. La turbidité*

La turbidité est la mesure de l'aspect plus ou moins trouble de l'eau; c'est l'inverse de la limpidité. Elle est causée par diverses matières particulaires ou colloïdales composées de limon, d'argile, de composés organiques ou inorganiques ainsi que du plancton et d'autres micro-organismes. **(INSPQ, 2003).** L'appréciation de l'abondance de ces particules mesure son degré de turbidité. **(Rodier et al., 2009).**

**Tableau I-3 :** Classes de turbidité usuelles (NTU)

**(Elodie, 2014)**

| | |
|---|---|
| **NTU < 5** | **Eau claire** |
| **5 < NTU < 30** | **Eau légèrement trouble** |
| **NTU > 50** | **Eau trouble** |

### *5.1.6. Les matières solides totales dissoutes (TDS)*

Les matières solides totales dissoutes (TDS) comprennent des sels inorganiques (principalement 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 considérée 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)**

### *5.1.7. La matière organique*

Ensemble des substances organiques existant à l'état dissous ou particulaire dans les biotopes aquatiques. Les matières organique sont à la fois présentes dans les eaux et les sédiments. **(Ramade.F, 2000)**

### *5.1.8. Les résidus secs (RS)*

Parmi les éléments présents dans l'eau en quantité notable, on trouve les ions $Ca^{2+}$, $Mg^{2+}$, Na, $HCO_3^-$, $Cl^-$, $NO_2^-$, $NO_3^-$. Ce sont des éléments qui déterminent la minéralisation de l'eau, après une évaporation à 100-105°C d'une eau débarrassée de ses matières en suspension on obtient un résidu sec dont le poids est presque égal à la somme des poids des ions déterminés par l'analyse chimique complète. Le résidu sec donne une idée sur la teneur des sels minéraux présent dans l'eau. **(Belagoun et Daya, 2015).**

### *5.1.9. TH (ensemble de calcium et magnésium)*

La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques à l'exception de ceux des métaux alcalins et de l'ion hydrogène. Dans la plupart des cas la dureté est surtout due aux ions calcium et magnésium auxquels s'ajoutent quelquefois les ions fer, aluminium, manganèse, strontium **(Rodier,200).**

### *5.1.10. Le calcium ($Ca^{2+}$)*

Le calcium est un élément de la dureté de l'eau, les eaux chargées de calcium sont dures et celles qui sont faiblement chargés sont douces. **(Belagoun et Daya, 2015).**

### *5.1.11. Le magnésium ($Mg^{2+}$)*

Le magnésium est un élément de la dureté de l'eau. A partir de certaines teneurs il donne à l'eau un goût désagréable, il se trouve dans les mêmes formes que le calcium. **(Belagoun et Daya, 2015).**

### *5.1.12 Le sodium (Na+)*

Le sodium est un élément constant de l'eau. Toutefois, les concentrations peuvent être extrêmement variables allant de quelques dizaines de milligrammes à 500 mg/l et même au delà. Certaines eaux en contiennent beaucoup de sodium et, de ce fait, sont d'un goût désagréable. **(Belagoun et Daya, 2015).**

### *5.1.13 Le potassium ($K^+$)*

Le potassium est un élément naturel des eaux ou sa concentration est plus ou moins constante ne dépasse habituellement pas 10 à 15 mg/l sauf dans certains cas. **(Belagoun et Daya, 2015).**

### *5.1.14 Les chlorures ($Cl^-$)*

Les chlorures sont des anions inorganiques importants contenus en concentrations variables dans les eaux naturelles, généralement sous formes de sels de sodium (NaCl) et de potassium (KCl). Ils sont utilisés comme un indice de pollution. Ils ont une influence sur la faune et la flore aquatique ainsi que la croissance des végétaux. Les eaux contiennent toujours des chlorures mais en proportions très variables. La teneur en chlorures augmente avec le degré de minéralisation d'une eau. **(Belagoun et Daya, 2015).**

### *5.1.15. Les sulfates ($SO_4^{2-}$)*

La concentration des sulfates est très faible dans la plupart des eaux douces .Elle peut atteindre 30 à 50 mg/l dans les terrains ne contenant pas une proportion importante de minéraux sulfatés. La teneur en sulfate dans les eaux est élevée dans les zones contenant du gypse. Pour les eaux destinées à la consommation humaine, en raison du goût et de l'odeur, l'O.M.S recommande comme valeur limite 250mg/l. **(Belagoun et Daya, 2015).**

### *5.1.16. Les phosphates ($PO_4^{3-}$)*

Les phosphates peuvent être d'origine organique ou minérale, le plus souvent leurs teneurs dans les eaux naturelles résultent de leur utilisation en agriculture de leur emploi comme additifs dans les détergents. **(Belagoun et Daya, 2015).**

### *5.1.17. Les nitrites ($NO_2^-$)*

Les nitrites sont des composés azotés solubles dans l'eau qui se forment lorsque la dégradation microbiologique des nutriments (résidus de nourriture) est incomplète. Leur présence peut aussi être due à un apport d'eaux chargées en nitrites ou d'eaux pluviales (surtout après les orages). Lorsque l'écosystème est intact, l'analyse de l'eau ne doit détecter aucun nitrite. Même à très faible concentration (0,2 mg/l), les nitrites peuvent avoir des incidences extrêmement négatives sur un bassin et intoxiquer tous les poissons qu'il contient.

Cette toxicité est due principalement à ce qu'en se fixant dans le sang, les nitrites empêchent le transport de l'oxygène. **(Merzoug, 2009).**

#### *5.1.18. Les nitrates ($NO_3^-$)*

Les nitrates jouent un rôle important comme engrais, car ils constituent le principal aliment azoté des plantes, dont ils favorisent la croissance. Toutes les eaux naturelles contiennent normalement des nitrates à des doses variant selon les saisons. Les ions nitrates se forment naturellement dans le cycle de l'azote. Les concentrations de nitrates d'origine naturelle dans les eaux de surface sont généralement de quelques mg/l. **(Merzoug, 2009).**

#### *5.1.19. L'ammonium ($NH_4^+$)*

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

### *5.2. L'origine des rejets*

L'impact des pisciculture sur le milieu aquatique est essentiellement d'origine nutritionnelle. Il résulte de l'alimentation des poissons qui entraîne la production de déchets solides et dissous. Ainsi, les rejets, qui sont pour l'essentiel constitués de fèces (part non digestible de l'aliment et pertes endogènes) et des produits d'excrétion (produits finaux de l'utilisation métabolique de la part digestible des nutriments ingérés) participent à l'enrichissement du milieu aquatique. Les flux de polluants sont donc directement liés aux quantités d'aliments distribuées et consommées (on peut considérer comme négligeable la part d'aliment non consommé). **(Anonyme, 2020)**

### *5.3. Les principaux rejets piscicoles*

#### *5.3.1. Rejets directs des poissons*

Les rejets des poissons sont issus de la partie non ingérée de l'aliment (parfois inexistante), de la partie absorbée mais non digérée (fèces) et de l'utilisation partielle de

l'aliment absorbé. En effet, l'aliment est utilisé comme source d'énergie et de croissance avec une efficacité inférieure à 100% entraînant la production de déchets métaboliques

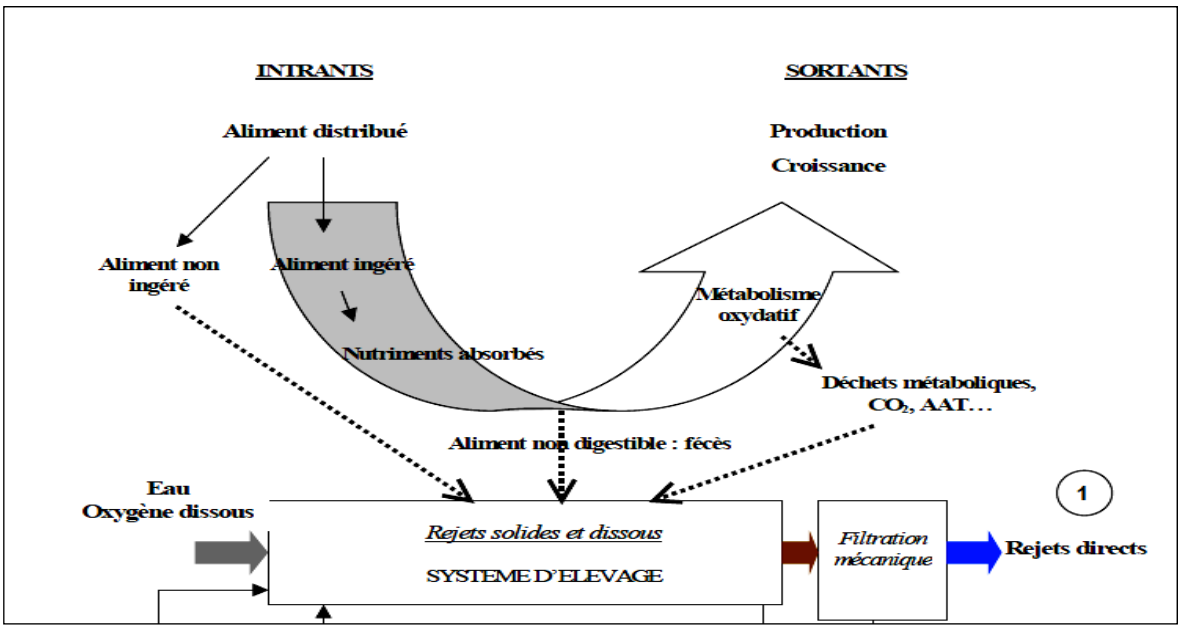



**Figure I-29:** Schéma représentant les rejets directs des poissons
**(Roque d'Orbecastel, 2008)**

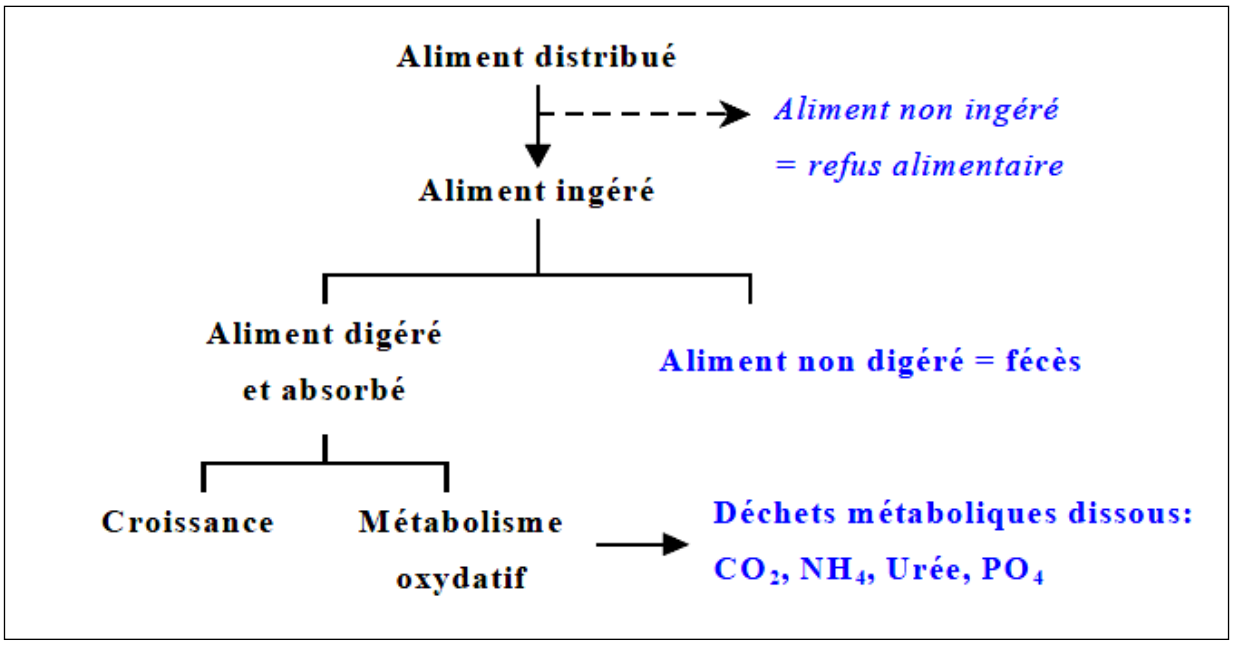



**Figure I- 30 :** Rejets directs des poissons sous forme particulaire et dissoute
**(Roque d'Orbecastel, 2008)**

### *5.3.2. Refus alimentaire*

La réduction des pertes alimentaires (aliment non ingéré) est un point essentiel de la gestion de la pisciculture tant au niveau environnemental (réduction des rejets) qu'au niveau économique (l'aliment représente environ 60% du coût total de production) (**Mac Millan et**

**al., 2003).** Les pertes alimentaires sont très dépendantes de la conduite de l'élevage, une gestion rigoureuse peut permettre de réduire à zéro la fraction d'aliment non ingéré **(Boujard, 2002; Hardy et Gatlin, 2002; Mac Millan et al., 2003)**. Le mode, la fréquence et l'heure de distribution de l'aliment, la durée de chaque repas et la quantité d'aliment délivrée (ration alimentaire) sont autant de points à contrôler pour éviter le gaspillage **(Cho, 1992; Boujard, 2002; Breton, 2005)**. Si les poissons sont nourris jusque satiété, il est difficile d'éviter le gaspillage d'aliment **(Baird et al., 1996).**

### *5.3.3. Digestibilité de l'aliment et rejets solides*

En considérant la fraction d'aliment non ingérée comme nulle, les rejets solides des poissons se résument aux fèces et aux bactéries qui les colonisent **(Piedrahita *et al.*, 1996).** Les fèces constituent une matière sédimentable plus ou moins compacte, dont la composition chimique (en carbone C, en azote N et phosphore P) et les caractéristiques physiques (taille, densité, teneur en eau …) dépendent de l'aliment (composition) et du poisson (espèce, stade de développement, fonctionnement physiologique).

Les rejets azotés solides proviennent de la dégradation des protéines mal ou non digérées par le poisson ; cette part tend à diminuer en raison des performances de plus en plus élevées des aliments. Il est en général admis qu'environ 1/3 de l'azote est rejeté par le poisson sous forme solide et le reste sous forme dissoute **(Dosdat, 1992a; Dosdat et al., 1996; Company et al., 1999)**. La valeur correspondante pour le phosphore est de 2/3. Il existe également une part soluble des fèces, principalement constituée de phosphore et de calcium.

Les quantités de fèces émises sont fonction de la digestibilité de l'aliment (somme des digestibilités des nutriments), qui varie selon la nature des nutriments **(Kaushik, 1998)**; le Tableau I-4 synthétise des données sur les fractions non digérées de divers nutriments chez les salmonidés pris comme exemple.

**Tableau I -4:** Part de l'aliment comprise dans les fèces des salmonidés **(Cho et Kaushik, 1990; Hillestad et al., 1998; Kaushik, 1998; Guillaume et al., 1999)**

| Catégorie | Origine | Part de l'aliment non digérée (en % de l'ingéré) |
|---|---|---|
| Matière sèche | Tourteau de soja | 25 |
| | Farine de sang Aliment | 10 |
| | commercial | 23 |
| Protéine | Farine de sang (séchée sur tambour) | 68 |
| | Concentré de protéines soluble | <7 |
| | Aliment commercial | 13 |
| Lipide | Acides palmitique / stéarique | 50 |
| | Acides linoléique / linolénique | 10 |
| | Aliment commercial | 8 |
| Glucide | Pomme de terre | 95 |
| | Amidon pré-gélatinisé | 4 |
| | Aliment commercial | 40 |
| Phosphore | Phosphore Phytate de phosphore | 80 |
| | Monophosphate de sodium | 2 |
| | Aliment commercial | 50 |

### *5.3.4. Rejets métaboliques des poissons*

Les poissons excrètent des composés dissous azotés et phosphorés au travers des branchies et des reins, issus du métabolisme oxydatif de l'aliment **(Breton, 2005).** Les protéines sont en partie utilisées pour la synthèse de molécules protidiques (utilisées pour la croissance, la production de produits génitaux et de mucus) et en partie pour répondre aux besoins énergétiques des poissons (activité musculaire, métabolisme basal et régulation).

La dégradation des protéines produit de l'azote ammoniacal total (AAT) ou $NNH_3$-$NH^+$ (70-90% du N dissous) et de l'urée (10%) **(Fivelstad *et al*., 1990 ; Kaushik et Cowey, 1991)**. Les excrétions de nitrates ($NO_3$) et nitrites ($NO_2$) sont négligeables **(Kaushik, 1980).** La dégradation des lipides et des glucides produit du dioxyde de carbone et de l'eau. Le

dioxyde de carbone issu de la respiration des poissons s'équilibre dans l'eau avec l'acide carbonique, les bicarbonates et les carbonates, série de réactions provoquant une diminution du pH de l'eau. Concernant le carbone de l'aliment, une fraction de 22% est retenue par le poisson, les 78% rejetés sont sous forme particulaire (25% du carbone ingéré), sous forme de dioxyde de carbone ($CO_2$) (52% du carbone ingéré) et dissoute (ion bicarbonate, $HCO_3^-$) (0,7 à 1,3%) **(Franco-Nava, 2003)**.

Les principaux rejets phosphorés dissous sont des orthophosphates ($PO_4^{3-}$), représentant environ 20 % du phosphore ingéré **(Dosdat *et al,* 1996).**

Les proportions des rejets azotés (N) et phosphorés (P) varient selon des paramètres liés à l'aliment (composition, taux de rationnement), au poisson (taux de croissance, taille et espèce considérée) et à son environnement (température, oxygène, photopériode, qualité de l'eau)

### *5.3.5. Rejets liés aux systèmes d'élevage*

Les caractéristiques des rejets dépendent du type de système d'élevage considéré. Pour un tonnage produit donné, les concentrations en matières solides et dissoutes de l'effluent rejeté, de même que les débits à traiter sont très variables selon le type de système utilisé **(Gowen et Bradbury, 1987; Beveridge et al., 1991; Lavenant et al., 1995).**

- Dans les systèmes d'élevage en circuit ouvert traditionnels, ces concentrations sont faibles et les débits de rejet considérables **(Lavenant et al., 1995)** de l'ordre de 100 $m^3.kg_{-1}$ d'aliment **(Jimenez del Rio et al., 1996)**. La concentration en azote d'une eau d'élevage en système d'élevage en circuit ouvert est de quelques $mg.l^{-1}$ essentiellement sous forme d'AAT, les poissons les plus tolérants (anguille et catfis) ne supportant pas plus de 6 à 8 mg.l-1 sans baisse de croissance significative.
- Dans les systèmes d'élevage en circuit recirculé, la concentration en azote est de plusieurs dizaines, voire centaines de $mg.l^{-1}$ sous forme moins toxique, les nitrates, sans effet enregistré sur la croissance de la plupart des poissons. La concentration en substances dissoutes est fonction d'un ratio R, qui représente le degré d'ouverture du système d'élevage et qui est exprimé en $m^3$ d'eau neuve introduite par kg d'aliment ingéré par le cheptel. Plus le ratio R est faible, plus la concentration en matières dissoutes est élevée. Dans le cas d'élevage de bars par exemple, une valeur de R égale à 1 conduit à une concentration d'environ 50 $mg.l^{-1}$ d'azote dans l'eau de rejet, principalement sous forme de nitrates **(Léonard, 2000 ; Léonard et al., 2000).** Le schéma est le même pour toutes les substances dissoutes qui restent en

solution dans l'eau: à un R donné correspond une valeur de concentration pour chacune de ces substances.

- Dans les systèmes d'élevage en circuit recirculé, un dégazage du dioxyde de carbone est systématiquement effectué pour limiter sa concentration dans l'eau d'élevage. La sensibilité au dioxyde de carbone dépend des espèces, du stade de développement et de la qualité d'eau (possibles effets combinés avec d'autres paramètres). S'il n'est pas bien éliminé, le dioxyde de carbone peut entraîner une diminution de la fixation sanguine de l'$O_2$ et une acidification du sang pouvant être mortelle **(Jobling, 1994)**.

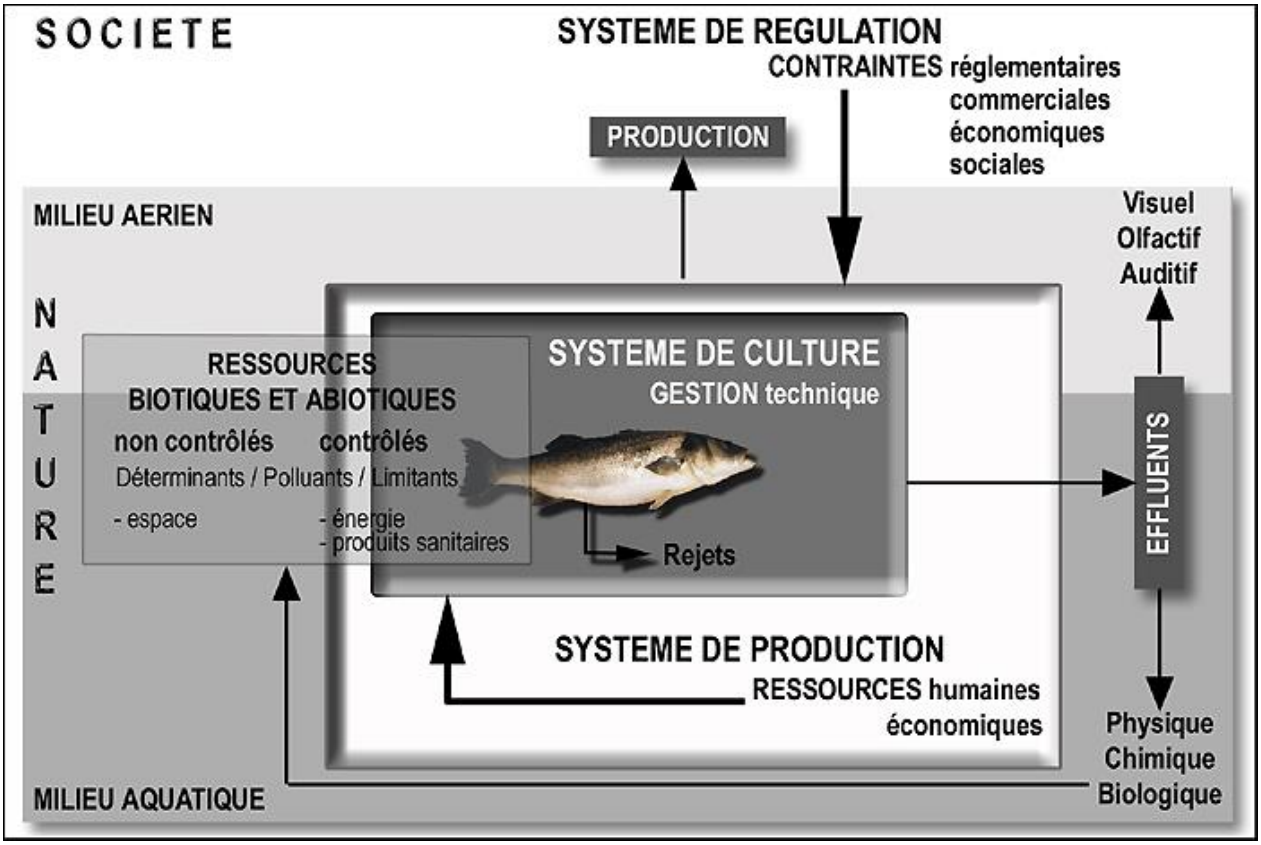



**Figure I-31**: Schéma global, du rejet poisson au rejet du système incluant les autres types de rejets**. (Blancheton et al.).**

## 6. Impacts des rejets piscicoles sur l'environnement

### *6.1. Impacts des activités piscicoles sur l'environnement*

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. Si cette prise d'eau amène une diminution trop importante du débit de la rivière, on peut observer un réchauffement des eaux, une modification de la faune aquatique ou de sa qualité esthétique.

Une charge trop importante en nutriments dans les effluents par rapport à la capacité du milieu récepteur peut amener l'eutrophisation de ce dernier. Les impacts peuvent alors être de divers ordre tels que blooms phytoplanctoniques, diminution de la concentration en oxygène dissous, problèmes d'esthétique et d'odeurs, perte ou modification d'habitats, mortalité de poissons, déplacement des espèces (tolérantes vs non tolérantes), perte d'usages récréo-touristiques et dévaluation des propriétés riveraines. Il peut aussi y avoir des poissons qui s'échappent des élevages, amenant de la compétition avec les espèces indigènes, l'introduction de maladies ou de nouvelles espèces dans le milieu naturel.

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.

### *6.2. L'impact des rejets piscicoles sur l'environnement*

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

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

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

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

## 7. Les Normes de la qualité des eaux

Les normes c'est des critère de référence quantitatifs fixant soit des concentrations ou doses maximales tolérées dans les biotopes naturels, ou encore dans les milieux inhalés et ingérés pour l'émission ou l'exposition à des polluants, soit des procédures applicables à des exploitation ou des unités industrielles au titre des bonnes pratiques de gestion environnementale (cas des normes ISO par exemple) **(Ramade, 2002).**

Pour cette étude on a pas trouvé des normes algériennes requises pour la qualité des rejets piscicoles. A cet effet, nous avons choisi de prendre des normes d'un pays voisin qui est le Maroc avec une comparaison à des résultats d'analyses effectués sur des eaux brutes de la ferme aquacole (2014) « TITERI-AQUACOLE »

### *7.1. Les normes de qualité des eaux piscicoles marocaines*

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

**Bulletin Officiel n° 5196 du Jeudi 18 Mars 2004**

- **Arrête :**

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

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

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

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

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

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

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

- 95% des mesures de tous les paramètres
- 90% des mesures pour un paramètre donné
- si les valeurs des paramètres non conformes aux normes de qualité des eaux l'oxygène dissous et les paramètres bactériologiques.

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

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

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

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

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

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

- **Article 10 :** Le présent arrêté est publié au Bulletin officiel. **(El Yazghi .2003)**

**Tableau I-5 : Les normes de qualité des eaux piscicoles (Maroc)**

**(Al yazghi, 2003)**

| | **Valeurs limites** | |
|---|---|---|
| **Paramètres** | **Eaux froides** | **Eaux tièdes** |
| **Turbidité** | / | / |
| **Température(c°)** | 5 < T < 20 | 8 < T < 30 |
| **Conductivité (us/cm)** | < 350 | < 3000 |
| **Salinité** | / | / |
| **pH** | 5 à 9 | 5 à 9 |
| **TDS** | / | / |
| **MO** | / | / |
| **RS** | / | / |
| **TH** | / | / |
| **Calcium** | / | / |
| **Magnésium** | / | / |
| **sodium** | / | / |
| **Potassium** | / | / |
| **Chlore libre (mg/l)** | < 0,02 | < 0,02 |
| **Sulfates (mg/l)** | < 200 | < 200 |
| **Ammonium (mg/l NH+4)** | < 0,50 | < 1 |
| **Phosphates** | / | / |
| **Fer** | / | / |
| **Nitrite (mg/l NO2-)** | < 0,5 | < 0,5 |
| **Nitrate** | / | / |
| **TCA** | / | / |

| | | |
|---|---|---|
| **Alcalinité** | / | / |
| **Manganèse** | / | / |
| **Oxygène dissous (mgO2/l)** | >5 | >3 |
| **Matière en suspension** | < 25 | < 50 |
| **DCO (mgO2/l)** | < 20 | < 30 |
| **DBO (mgO2/l)** | <3 | <6 |
| **Ammoniac non ionisé (mg/l NH3)** | < 0,025 | < 0,025 |
| **Détergents (mg/l)** | < 0,5 | < 0,5 |
| **Hydrocarbures dissous ou émulsionnés (ug/l)** | < 10 | < 10 |
| **Hydrocarbures Polycycliques aromatiques (ug/l)** | < 0,2 | < 0,2 |
| **Phénols (ug/l) en absence de chloration** | <1 | < 1 |
| **Cyanures (ug/l CN-)** | < 50 | < 50 |
| **Argent (ug/l Ag)** | <3 | <3 |
| **Fluorures (mg/l F)** | < 0,7 | < 0,7 |
| **Pesticides (ug/l)** | < 0,1 pour substance individualisée < 0,5 au total | < 0, 1 pour substance individualisée < 0,5 au total |
| **Métaux lourds** | | |
| **Sélénium (ug/l Se)** | < 10 | < 10 |
| **Baryum (mg/l)** | < 1 | < 1 |
| **Bore (mg/l B)** | < 2 | < 2 |
| **Manganèse (mg/l)** | < 0,1 | < 0,1 |
| **Mercure (ug/l Hg)** | < 1 | < 1 |
| **Plomb (ug/l Pb)** | < 20 | < 20 |
| **Arsenic (ug/l As)** | < 50 | < 50 |
| **Chrome total (ug/l Cr)** | < 50 | < 50 |
| **Cadmium (ug/l Cd)** | < 5 | < 5 |
| **Cuivre** | < 40 | < 40 |
| **Zinc** | < 1,3 | < 1,3 |
| **Bactériologiques** | | |
| **Coliformes fécaux / 100 ml** | < 2000 | < 2000 |

### *7.2. Qualité des eaux brutes de la ferme « TITERI-AQUACOLE » (2014)*

**Tableau I-6 :** Qualités des eaux brutes de la ferme **(**13/10/2014**)**

| Station / Paramètres | Résultats |
|---|---|
| **Température** | 18.01 |
| **pH** | 8.74 |
| **$O_2$** | 7.96 |
| **Salinité** | 1.2 |
| **Ammonium** | 0.0015 |
| **Nitrites** | 0.0486 |
| **Nitrates** | 0.3613 |
| **Phosphore** | 0.1451 |

# CHAPITRE II: PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

## I. PRESENTATION DE LA WILAYA DE MEDEA

### 1. La situation géographique de la wilaya de Médéa

La wilaya de Médéa est située Au Nord de l'Algérie, Le Chef lieu de la wilaya est située à 88 km à l'Ouest de la capitale Alger. Elle s'étend sur une superficie de 8.775,65 Km² enserrée entre les longitudes 2°10′ et 3°20′ Est et les latitudes 35°26′ et 36°30′ Nord. Située au cœur de l'Atlas Tellien, la wilaya de Médéa est caractérisée par une altitude élevée et un relief mouvementé enserrant quelques plaines assez fertiles mais de faible extension pour s'estomper ensuite aux confins de hautes plaines steppiques, en une série de collines mollement ondulées. La wilaya de Médéa regroupe 64 communes et 19 daïras. Elle 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 et Les Wilaya de M'sila et Bouira à l'Est.

### 2. Géologie et morphologie

Reposant sur des assises formées de quartzites et argileux schisteuses du crétacé inférieur, de marnes de calcaires de crétacé supérieur, les séries tertiaires constituent la quasi-totalité de la région de Médéa .La structure d'ensemble se présente comme une succession de bancs de grès et de marnes, de dureté, cohésion et faciès variable qui, grâce au vigoureux travail de l'érosion donnent un paysage de cuscutes

### 3. La pédologie

D'une façon générale, les sols se caractérisent par une très grande hétérogénéité en relation avec un substrat géologique extrêmement varié (marnes, grès, calcaires, quartzites,.. etc.) Les roches-mères des sols sont, en effet, le plus souvent constituées par ces formations géologiques plus ou moins colluvionnées. La prédominance de sols érodés par rapport aux sols modaux formés sous une végétation forestière aujourd'hui pratiquement disparue en raison de la mise en culture ayant entraîné une érosion intense des horizons humifères de surface. La présence de nombreuses « mouillères » responsables de phénomènes d'hydromorphie (pseudogleys, gleys, ..etc.) même dans les zone à forte pente. L'alternance de bancs de grès perméables et de strates marneuses imperméables expliquent facilement ce fait.

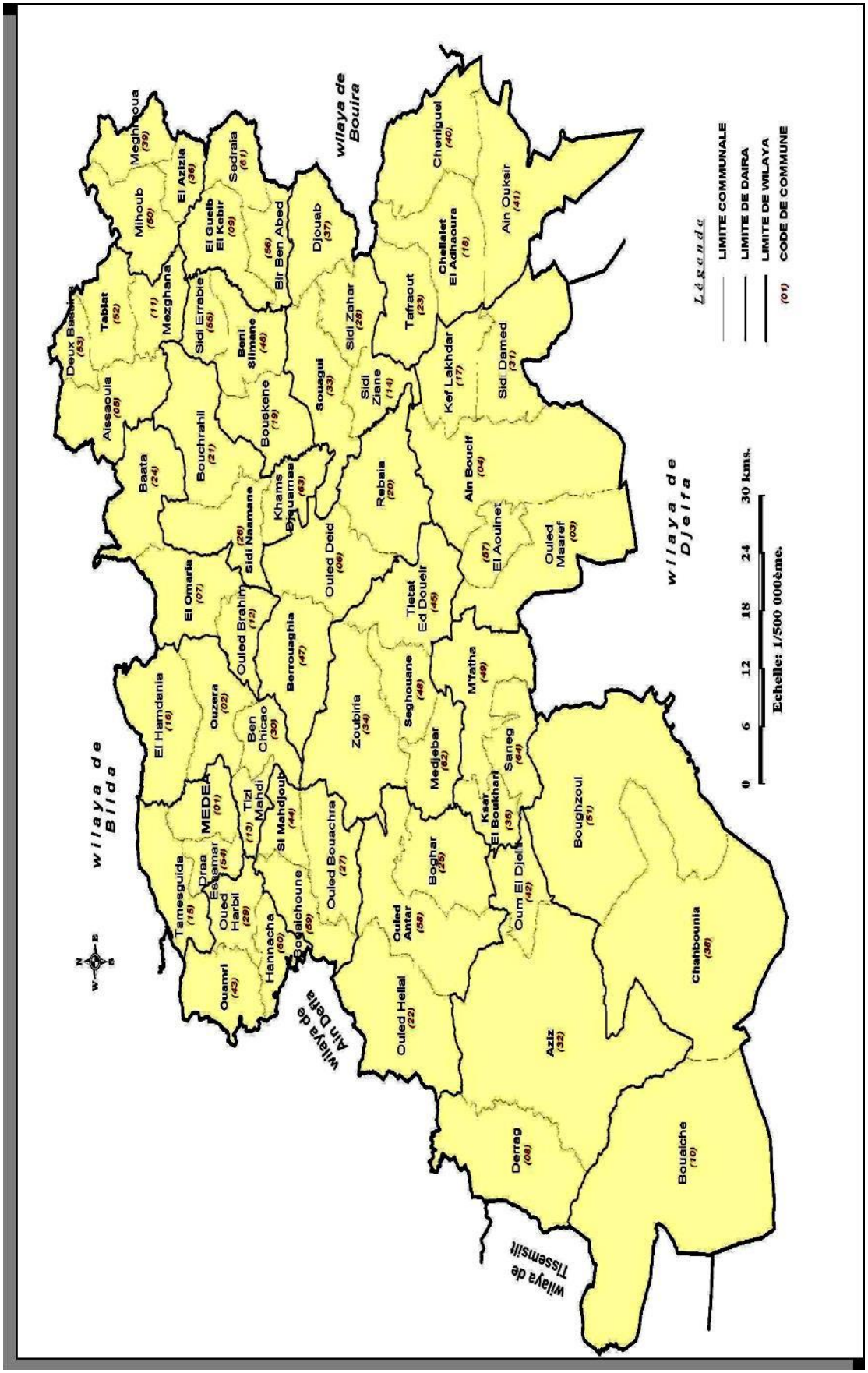



**Figure II-1:** Découpage administrative de la wilaya de Médéa
**(D.E – Médéa, 2019)**

## 4. Le relief

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

### *4.1. Le Tell montagneux*

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

### *4.2. Le Tell collinien*

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

### *4.3. Les plaines du Tell*

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

### *4.4. Le piémont méridional du Tell*

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

## 5. L'hydrographie

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

### *5.1. Le bassin versant de l'Oued Chellif*

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

1- Sous bassin versant de Daïa el Firania,

2- Sous bassin versant de Daïa Boughzoul,

3- Sous bassin versant d'oued Cheliff Djelil,

4- Sous bassin versant d'oued Cheliff Ghrib,

5- Sous bassin versant d'oued Cheliff Harbil,

6- Sous bassin versant d'oued Derdeur,

### *5.2. Le bassin versant de l'Oued Isser*

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

1. Sous bassin versant d'oued el Melah Kerza.
2. Sous bassin versant d'oued el Melah Yagour.
3. Sous bassin versant d'oued Zeroua.
4. sous bassin versant d'Isser Moyen.

### *5.3. Le bassin versant des Côtiers Algérois*

Le bassin versant des Côtiers Algérois rassemble plusieurs sous bassins. La partie de ce bassin, située dans la wilaya de Médéa, couvre une superficie de 60.400 hectares et est

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

### *5.4 Le bassin versant de Chott el Hodna*

Dans ce bassin, la wilaya de Médéa, est concernée par deux sous bassins: Le sous bassin de l'oued El Ham, et le sous bassin de l'oued Sbisseb. Ces deux sous bassins couvrent environ 99 115 hectares du territoire de la wilaya de Médéa. La lame d'eau écoulée moyenne du bassin, à Chellalat El Adhaoura est de 20 mm par an. Le réseau hydrographique formant ces bassins est relativement dense. Les plus importants Oueds sont des cours d'eaux exoréiques, qui se jettent donc en mer méditerrané, tels que: le Chélif, la Chiffa, le Mazafran et l'Isser. Les oueds du Sud de la Wilaya sont de moindre importance, sont endoréiques et se jette dans le chott el Hodna, situé plus au sud. Le plus important est l'oued Sbisseb, affluent de l'oued Laham. Le régime d'écoulement des oueds de la wilaya de Médéa est caractérisé par une forte irrégularité tant à l'échelle interannuelle qu'interannuelle. Au cours de l'année, les oueds ruissellent lors de la saison pluvieuse et enregistrent des crues catastrophiques dans plusieurs régions de la Wilaya, alors que durant la saison sèche, ils se réduisent à de minces filets d'eau **(D.E-Médéa, 2019).**

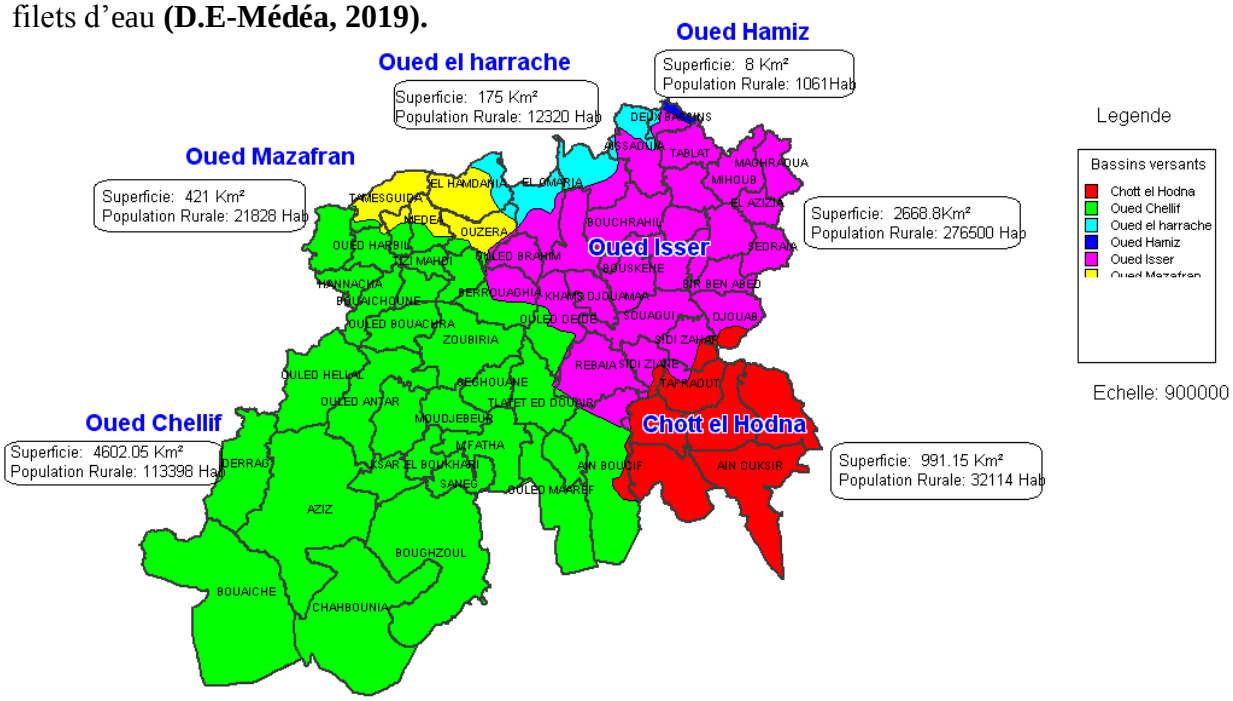



**Figure II-2:** Carte des bassins versants de la wilaya de Médéa
**(Services Hydrauliques – Médéa, 2020)**

### *5.5. Les ressources en eaux superficielles*

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

- Les barrages destinés à l'alimentation en eau potable et industrielle, ainsi qu'à l'irrigation.
- Les retenues collinaires destinées uniquement à l'irrigation et servant dans certaines régions du Sud de la Wilaya à l'abreuvement du cheptel et à la lutte contre les incendies.
- Les prises au fil d'eau, destinées uniquement, à l'irrigation.
- Les sources qui sont, utilisées dans la wilaya de Médéa pour l'irrigation (petite et moyenne hydraulique). **(D.E-Médéa, 2020).**

#### *5.5.1. Barrages et Prises*

**a) Barrage de Ladrat**

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

**b) Barrage de Boughezoul**

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

**c) Barrage de Ghrib**

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

d) **Prises de la Chiffa et de Harbil :**

Ouvrages de dérivation vers le barrage de Bouroumi ayant des capacités respectives de 10 et 1,8 $m^3/s$. Dans la Wilaya de Médéa, les prises au fil de l'eau permettent d'irriguer une surface de petite et moyenne hydraulique de 1253 Hectares.

### *5.5.2. Petits barrages et retenues collinaires*

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

**Tableau II-1** : La capacité totale des barrages et retenues collinaires **(ANDI-2015)** :

| Ouvrage | Nombre | Capacité ($m^3$) |
|---|---|---|
| **Petits barrages** | 20 | 27.967.000 |
| **Retenues collinaires** | 50 | 3.827.000 |
| **Capacité total** | 70 | 31.749.000 |

### *5.6. Les ressource en eaux souterraines*

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

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

**a) Conglomérats miocènes de Médéa**

Situé à environ 15 Km à l'Est de la ville de Médéa, cet aquifère est limité au Nord par l'Atlas Blidéen et au Sud par les monts de Berrouaghia et s'étend sur environ 280 $Km^2$, de la localité de Mahdjoub au Sud Ouest jusqu'à la localité d'El Omaria au Nord Est. L'aquifère fait partie du bassin néogène d'El Omaria qui fait suite au bassin de Médéa, l'aquifère donne lieu à plusieurs émergences

**b) Calcaires de Berrouaghia**

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

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

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

### d) Plateau de Médéa

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

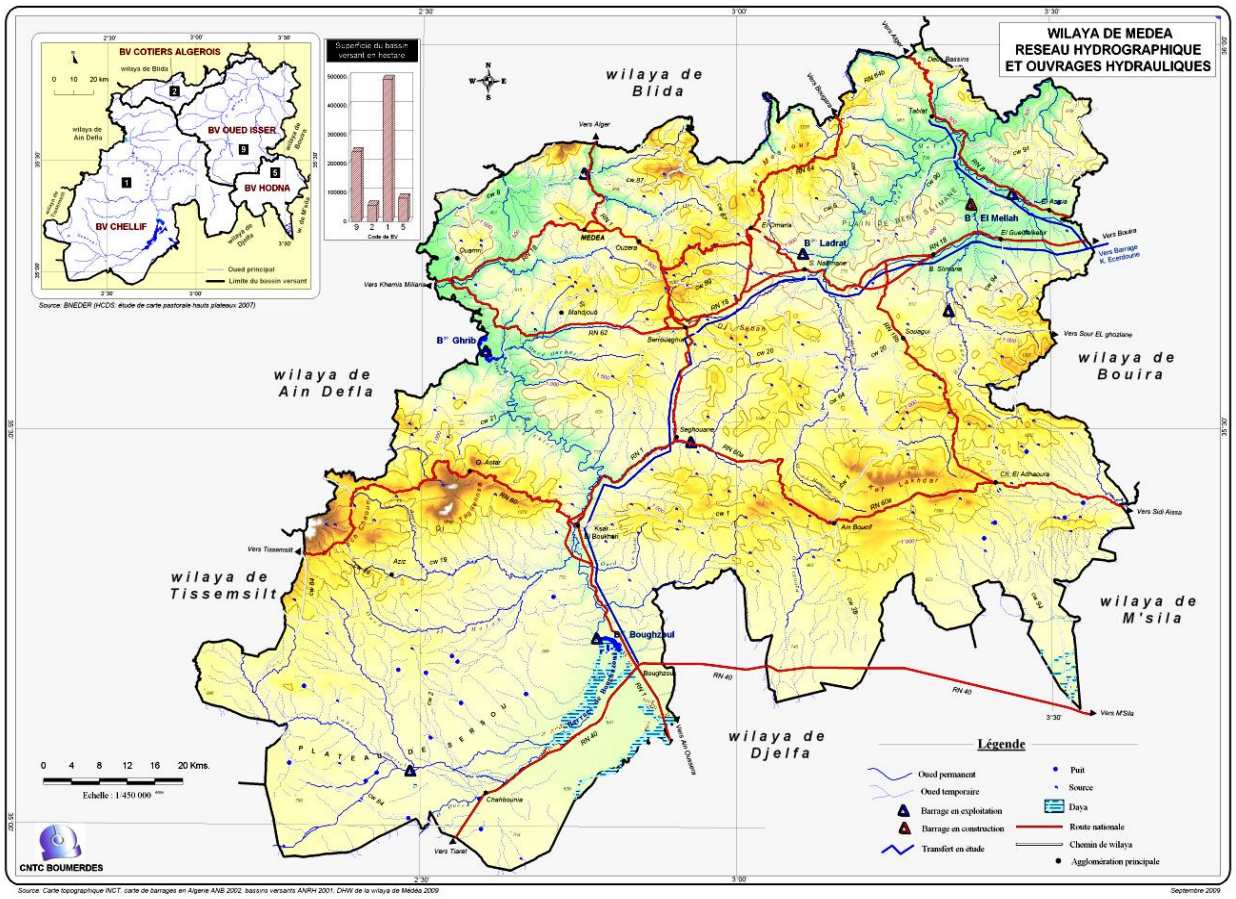



**Figure II-3:** Carte de réseau hydrographique et ouvrage hydraulique de la wilaya de Médéa **(Services hydrauliques – Médéa, 2020)**

## 6. La faune

La wilaya de Médéa, recèle de par la diversité des écosystèmes (montagne, steppe, forets, zone humides, …) une diversité faunistique d'environ 35 espèces qu'il y a lieu de protéger **(Dhif et Dahmani, 2018)**.

La faune de la wilaya de Médéa est représentée par les espèces données ci–dessous :

**Tableau II-2** : La faune de la wilaya de Médéa **(Dhif et Dahmani, 2018)**

| Espèces (Nom Commun) | Nom latin | Famille |
|---|---|---|
| **AVOCETTE** | ***Recurvirosta avosetta*** | **Recurvirostridae** |
| **CIGOGNE BLANCHE** | ***Ciconia ciconia*** | **Glconudae** |
| **COURLIS A BEC GRELE** | ***Numenius tenuirostris*** | **Scolopacidae** |
| **ENCHASSE ELANCHE** | ***Himantopterus- bimantopus*** | **Recurvirostridae** |
| **FLAMANT ROSE** | ***Phoenicopterus ruber*** | **Phoenicopteridae** |
| **GRAND CORMORAN** | ***Phalacrocorax carbo*** | **Phoenicopteridae** |
| **GRUE CENDREE** | ***Grus grus*** | **Gruidés** |
| **OIE CENDREE** | ***Anser anser*** | **Anatidae** |
| **OUTARDE HOUBARA** | ***Chlamydotis undulata*** | **Otididae** |
| **SPATULE BLANCHE** | ***Platalea leucorodia*** | **Anatinae** |
| **SARCELLE MARBREE** | ***Marmaronetta angustirostris*** | **Anatinae** |
| **TADORNE DE BELON** | ***Tadorna tadorna*** | **Anatinae** |
| **TADORNE CASARCA** | ***Cassrea fevruginea*** | **Accipitridae** |
| **AIGLE DE BONELLI** | ***Hieraetus fasciatus*** | **Rigidae** |
| **CHOUUETTE HULOTTE** | *Strix….* | **Falcouidae** |
| **FAUCON PELERIN** | ***Falco perigrinus*** | **Accipitridae** |
| **MILAN NOIR** | ***Milvus migrans*** | **Accipitridae** |
| **MILAN ROYAL** | ***Milvus milvus*** | **Accipitridae** |

| | | |
|---|---|---|
| **VAUTOUR FAUVE** | ***Gyps fulvus*** | **Accipitridae** |
| **HIBOU** | **/** | **/** |
| **PERDRIX GAMBRA** | ***Alectrosis barbata*** | **Phasianidae** |
| **CIRCAETE JEAN LE BLANC** | ***Ciraetus gallicus*** | **Accipitridae** |

| | | |
|---|---|---|
| **Les mammifères** | | |
| **Lièvre égyptien** | ***Lepus aegyptius*** | **Leporidae** |
| **Lapin** | **/** | **Leporidae** |
| **Sanglier** | ***Sus scrofa*** | ***Suidae*** |
| **Porc épic** | **/** | **Hystricidae** |
| **Chacal** | **/** | **Canidae** |
| **Renard** | **/** | **Canidae** |
| **Lynx** | ***Lynx⋯.*** | **Felidae** |
| **Gazelle de montagne** | ***Gazella gazella*** | **Bovidae** |
| **Singe magot** | ***Macaca sylvanus*** | **Cercopithecidae** |
| **Les reptiles** | | |
| **Caméléon commun** | ***Chamaelops vulgaris*** | **Chamaeleonidae** |
| **Tortue clemmys** | ***Mauremys caspico leprosa*** | **Geoemydidae** |

En dehors du parc de Chréa et du lac de Boughezoul, il est peut être intéressant d'établir un inventaire sur les espèces rares (en voie de disparition) et ou endémiques et des territoires concernés de façon à pouvoir arrêter les mesures nécessaires pour la protection delà biodiversité en général. **(D.E-Médéa, 2019)**

**Tableau II-3 :** Espèces faunistiques dénombrées
**(D.E-Médéa, 2019)**

| | | |
|---|---|---|
| **Anatidae** | **Canard colvert (*Anasplatyrhynchos*)**<br>**Canard Souchet (*AnasClypeata* )** | **Très abondant**<br>**Abondant** |
| **Foulques** | **/** | **/** |
| **Autres** | **Poules d'eau（*Gallinula chlaropus*)**<br>**Echasse blanche (*Himantonus himantopus*)**<br>**Flamant rose (*Phoénicopterus*)** | **Abondant**<br>**Rare**<br>**/** |

## 7. La flore

La wilaya de Médéa est classée parmi les premières wilayas du pays en matière de couvert végétal. Le patrimoine forestier de la wilaya couvre une superficie de 152,931 Ha, soit 17,43% de la superficie totale de la wilaya. La couverture forestière est marquée par la prédominance des maquis qui occupent 55,14% de la superficie totale. Les essences forestières représentent une grande richesse pour la wilaya sur le plan de la biodiversité, avec la dominance du Pin d'Alep soit environ 3/4 de la superficie totale. **(Dhif et Dahmani, 2018).**

La wilaya de Médéa recèle une richesse floristique ayant une valeur patrimoniale importante sur les plans écologique et économique et que nous présentons ci dessous:

- **La catégorie des plantes médicinales est représentée par:** 39 espèces Arborescentes végétales médicinales rares et 11 arbres médicinales (Chêne Kermes, Micoccoulier, Tamarix, Murier, Orme, Peuplier Noir, Cédre de l'atlas, Peuplier Blanc, chêne Liège, Chêne Zene et Genevrier Rouge).
- **La catégorie des plantes fourragères est représentée par les espèces suivantes :** L'Atriplex, les Médicago, l'Acacia, l'Alfa et le Sparth. Leur utilité est importante dans le pâturage. **(D.E-Médéa, 2019)**

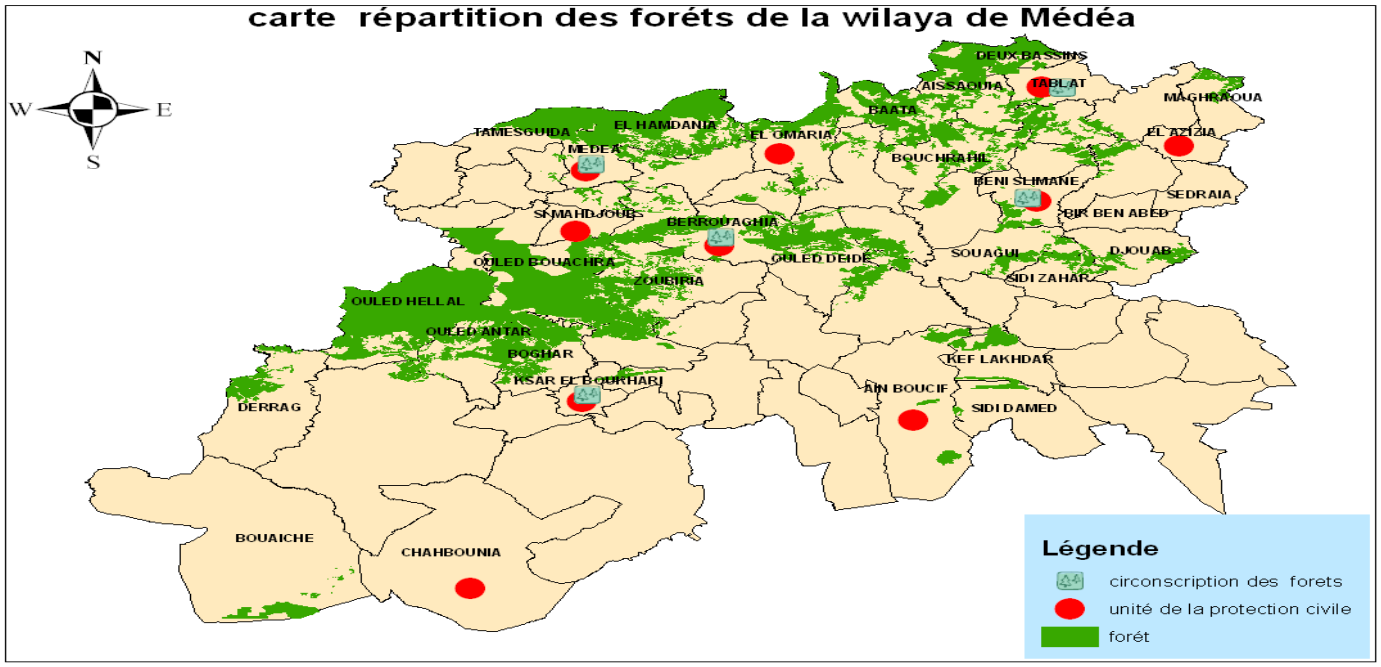



**Figure II-4:** Carte de répartition des forets de la wilaya de Médéa
**(Services Hydrauliques- Médéa, 2020)**

## 8. Les opportunités d'investissements de la wilaya

### *8.1. Secteur de l'Agriculture*

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

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

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

### *8.2. Secteur de l'Industrie*

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

- Industrie pharmaceutique à Médéa
- Industrie mécanique à Berrouaghia

- Industrie céréalière à Ksar El Boukhari

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

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

Dans ce domaine industriel, plusieurs opportunités sont offertes:

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

## 9. Pollutions résultantes des activités humaines dans la région

### *9.1. La pollution hydrique*

La pollution hydrique est un problème d'actualité nationale, les déversements d'eaux usées, brutes ou mal épurées sont générateurs de pollution des eaux souterraines et de surface.

Dans la wilaya de Médéa, la pollution hydrique est générée par une grande variété d'indicateurs en raison de la multiplicité de facteurs (facteurs domestiques, agricoles, agroindustriels et urbains). La principale cause de la pollution hydrique est surtout les eaux usées non traitées de la wilaya de Médéa qui posent ce problème. Celles-ci se déversent directement dans des oueds sans aucun traitement préalable. Ce qui induit une pollution des eaux de surface très importantes et influe sur la santé publique et sur les milieux aquatiques. **(D.E-Médéa, 2019).**

### *9.2. La pollution urbaine*

Actuellement, les eaux usées urbaines des communes de la wilaya de Médéa sont déversées dans les oueds et les chaabates à travers les réseaux d'assainissement sans traitement préalable. La Wilaya de Médéa rejette 9237100 $m^3$ d'eaux usées par jour dans la nature sans aucun traitement préalable, cela risque de porter atteinte à l'environnement et à la santé publique (M.T.H) notamment en milieu urbain. **(D.E-Médéa, 2019)**

### 9.3. *La pollution industrielle*

Le secteur industriel s'est développé au centre urbain à fort réseau de communication, deux variables intimement liées. La wilaya de Médéa dispose d'un vaste réseau routier qui comprend notamment les routes nationales N°1 et 8 qui relient le Nord au Sud du pays, les routes nationales N°18 et 40 qui relient l'Est à l'Ouest, ainsi qu'un réseau de routes de wilaya dont la longueur totale est de 976,70Km, quant aux chemins communaux ils comportent une longueur de 2357Km. C'est sur l'axe RN1 que la presque totalité des unités industrielles envergures nationales et régionales sont implantées. Dans la wilaya de Médéa les zones industrielles, sont représentées comme suit:

- Complexe antibiotique (SAIDAL),
- Entreprise national de plastique et caoutchouc (ENPC),
- La briqueterie de Médéa,
- Les moulins ERIAD,
- L'office nationale des alimentes de bétails,

Les rejets d'activités industrielles de la wilaya de Médéa, sont limités par des valeurs fixées et annexées au décret exécutif n°06-141 du 19 avril 2006. **(D.E-Médéa, 2019)**

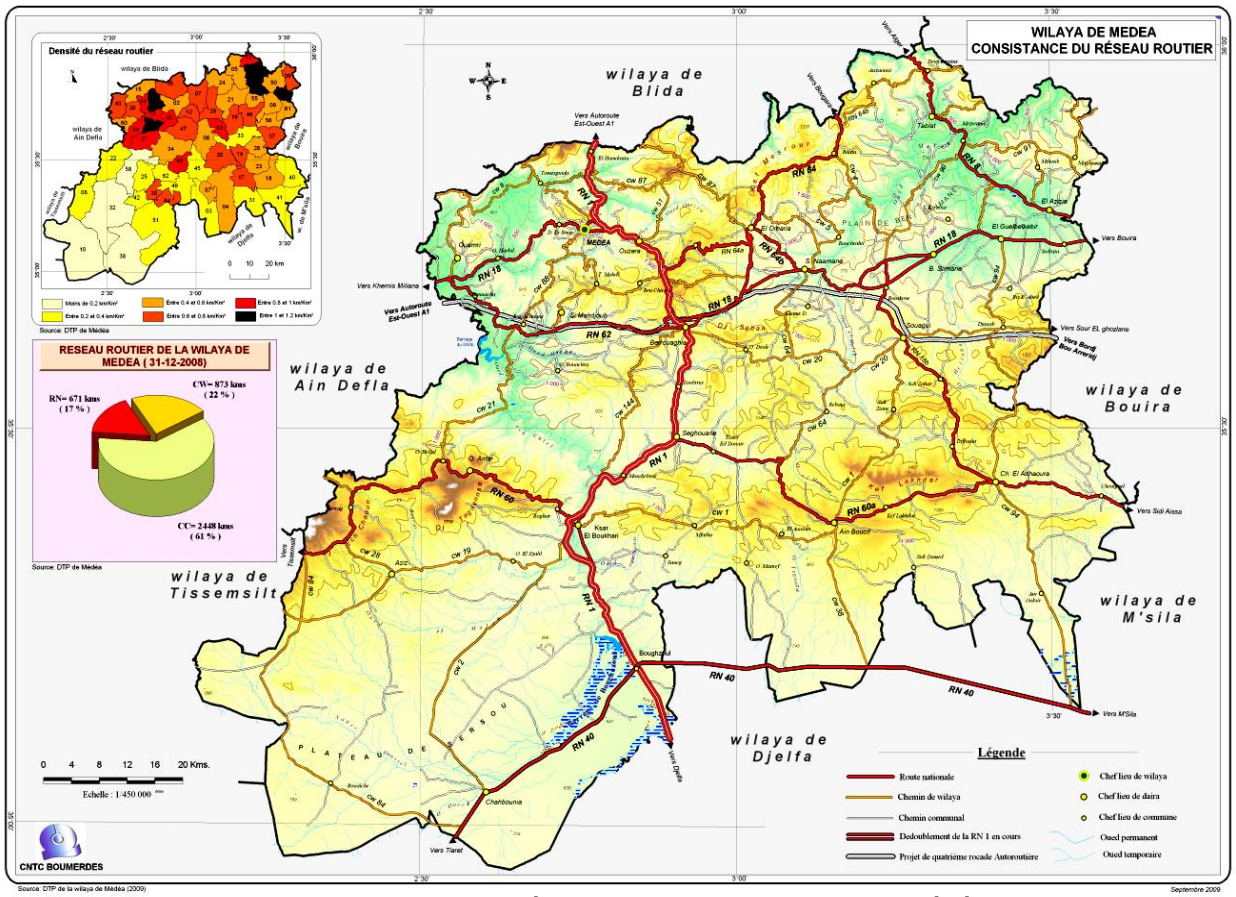



**Figure II-5**: Carte du réseau routier de la wilaya de Médéa.
**(D.R.E-Médéa, 2019)**

# II. PRESENTATION DE LA COMMUNE DE BENCHICAO (ZONE D'ETUDE)

La commune de Benchicao est située dans l'Atlas tellien dans l'Atlas Blidéen (Fig), 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. (Voir la figure II-1: Découpage administrative de la wilaya de Médéa)

## 1. Caractéristiques climatiques générales

La région de Benchicao est caractérisée par un relief accidenté et des pentes plus ou moins importantes, avec une altitude qui varient entre **1000 m** et **1200m** (zone montagneuse de l'atlas tellien). Les principaux éléments météorologiques du climat que nous avons étudiés pour caractériser notre région d'étude sont:

- Les températures maximales et minimales. La pluviométrie moyenne. De la période 1990 à 2015 **(ONM, Médéa )**

### *1.1. 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).

**Tableau II-4 :** Température mensuelles maximale (Max), Minimale (Min) et moyennes (moy) de la zone d'étude 1990-2015 **(ONM. Médéa.2020)**

| | **Jan** | **Fév** | **Mar** | **Avr** | **Mai** | **Juin** | **Juillet** | **Aout** | **Sep** | **Oct** | **Nov** | **Déc** | **Annuel** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **T max** | 8.71 | 9.71 | 14.2 | 15.5 | 22.26 | 30.37 | **35.23** | 33.26 | 24.99 | 21.9 | 11.37 | 8.09 | 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 |

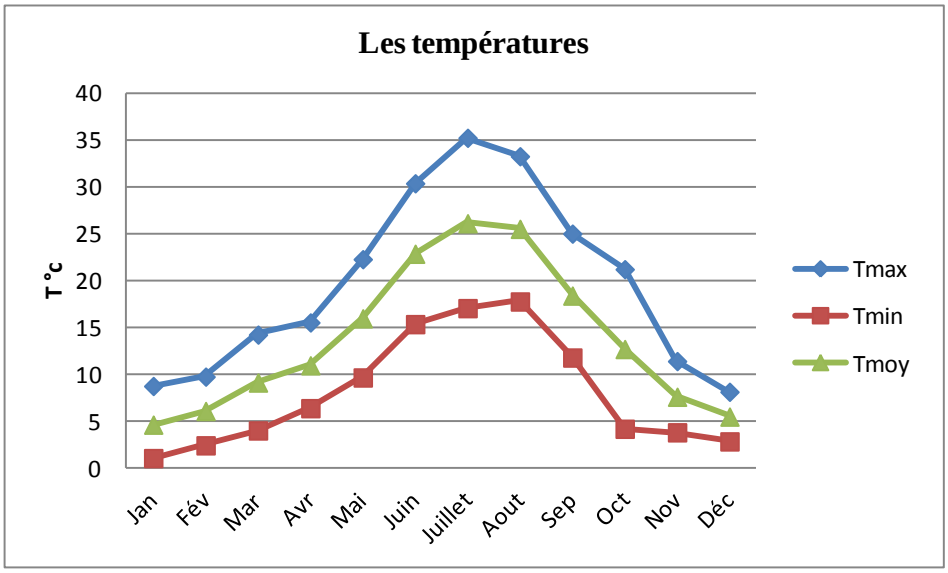



**Figure II-6 :** Diagramme représentant les températures maximales, minimales et moyennes de la commune de Benchicao (1990-2015) **(ONM. Médéa.2020)**

### *1.2. Les précipitations*

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

**Tableau II-5 :** les précipitations mensuelles de la zone d'étude durant la période 1990-2015 **(ONM, Médéa 2020 )**

| Mois | Jan | Fév | Mar | Avr | Mai | Juin | Juillet | Aout | Sep | Oct | Nov | Déc | Annuel |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P(mm) | 75.54 | 55.52 | 33.11 | 68.86 | 37.51 | 5.97 | 13.38 | 4.05 | 29.69 | 56.58 | 88.86 | 72.37 | 541.44 |

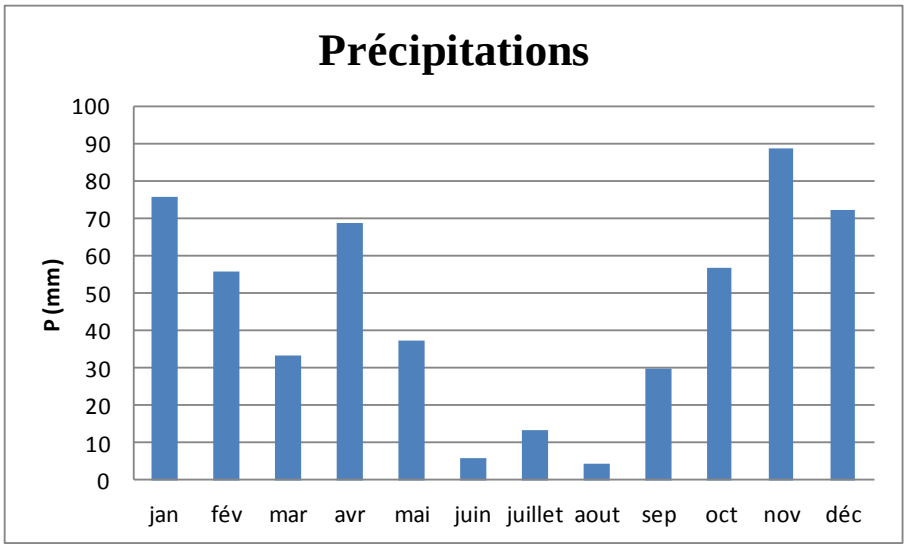



**Figure II-7 :** Diagramme représentant les précipitations de la wilaya de Médéa pour la période 1990-2015 **(ONM. Médéa.2020)**

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.

### *1.3. Diagramme Ombrothermique de la zone d'étude (1990-2015)*

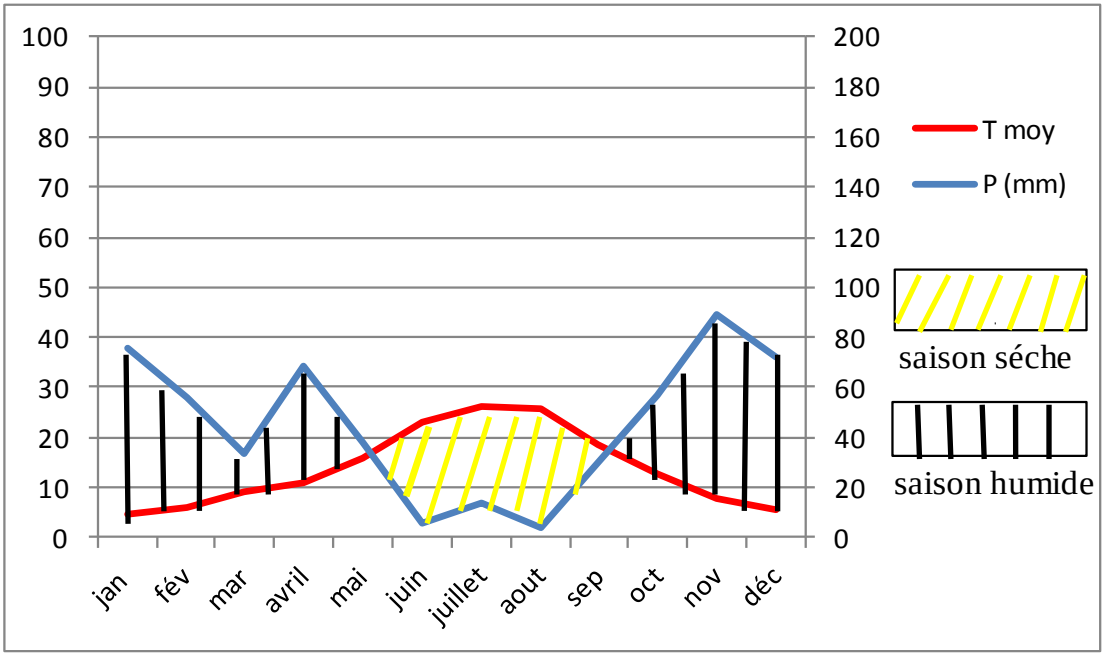



**Figure II-8 :** Diagramme ombrothermique de la zone d'étude (1990-2015)

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

### *1.4. Climagramme d'Emberger*

❖ Quotient pluviométriques et climagramme :

Les climats sont classés en fonction de deux critères: l'indice pluviométrique $Q_2$ et la moyenne des minimas du mois le plus froid m **(Lehouerou, 1975).** A partir du $Q_2$, Emberger a classé la région méditerranéenne en cinq étages bioclimatiques (sahariens, arides, sub – humides et humides). Le Q2 a été formulé de la façon suivant :

$$Q_2=2000P/ (M^2-m^2)$$

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

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

=35.23+273

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

=1.005+273

$$Q2= 2000*541.44/(35.23+273)^2-(1.005+273)^2 = \mathbf{Q2= 58.78}$$

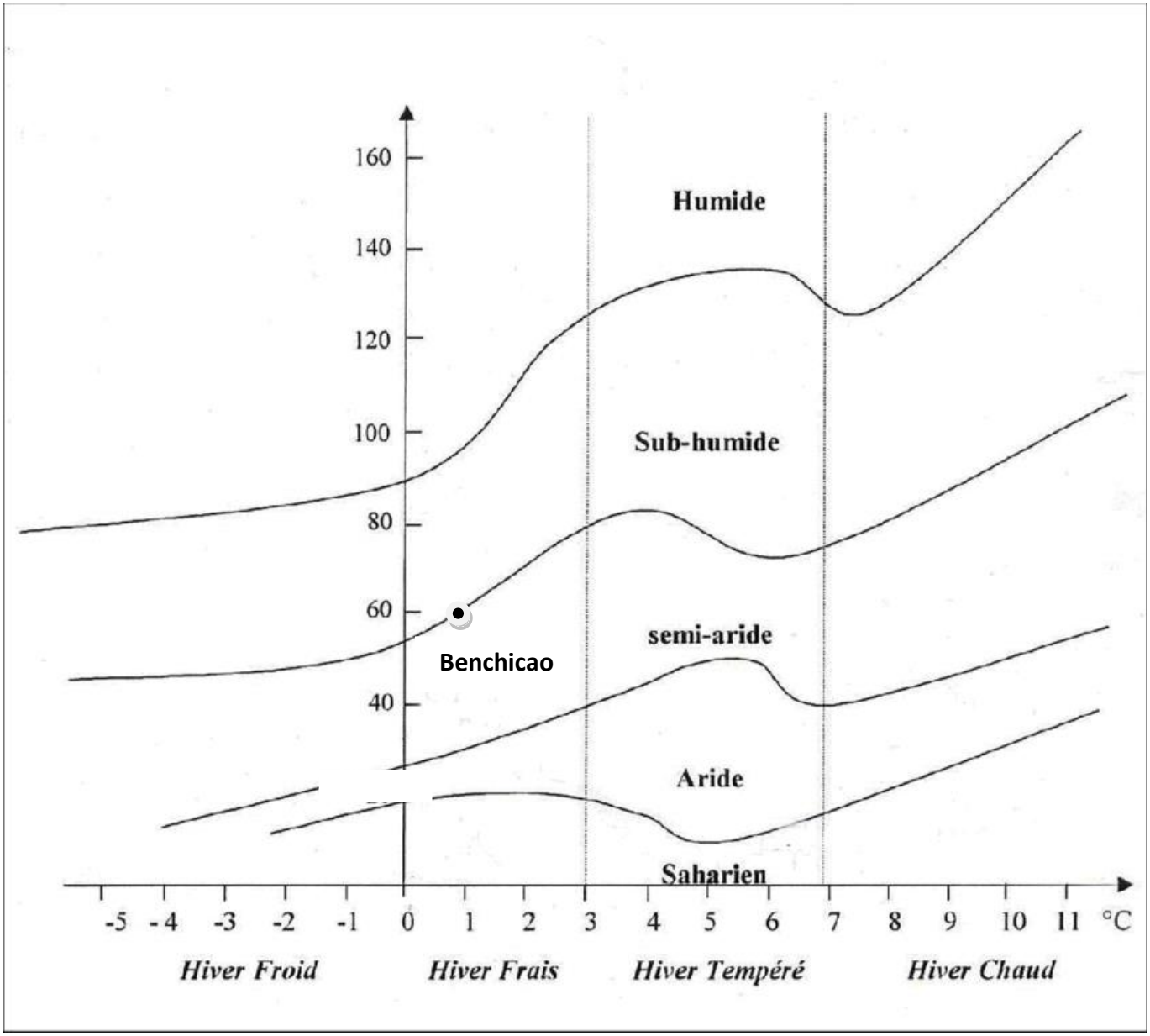



**Figure II-9 :** Position de Médéa sur Climagramme d'Emberger (1955)
Pour la période 1990-2015

D'après la figure II-10 la commune de Benchicao est située dans l'étage bioclimatique ***SUBHUMIDE A HIVER FRAIS***.

## 2. Description de la ferme piscicole « *TITTERI AQUACOLE* »

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

Ce projet permet de créer de l'emploi de façon permanente et par conséquent va avoir des retombées économiques et sociales bénéfiques au niveau de la région car la ferme « Titteri Aquacole » a bénéficier d'une formation pour 22 stagiaires de la région agent piscicole au centre de formation professionnel de Berrouaghuia en collaboration avec le DPRH de Médéa et Ain Defla.




**Figure II-10:** La ferme «*TITERI AQUACOLE*»

**(Originale, 2020)**

### *2.1. Objectifs du projet*

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

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

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

**Production annuelle :** 100 tonnes

**Surface totale de la concession** : 6400 $m^2$

**Site** : Benchicaou Centre

**Situation** : wilaya de Médéa sur la route nationale N° 1 Entre MéDéA et Berrouaghuia qui relie Alger à Djelfa.

### *2.2. Contraintes naturelles*

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

## 3. Description de l'investissement

### *3.1. Infrastructures primaires*

- **Dimensionnement des structures de production**

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

**Tableau II-6 : les types d'espèces élevées, la phase d'élevage et la taille marchande pour chaque espèce au niveau de la ferme**

| Type d'espèces | Nombre de bassins | Contenance $m^3$ | Phase d'élevage | Charge/$m^3$ | Taille Marchande |
|---|---|---|---|---|---|
| **Tilapia** | 12 | 27 | Grossissement | 14 | 250 g |
| **Clarias** | 24 | 3 | Grossissement | 80 | 300 g |
| **Poissons d'ornement** | 50 | 0.1 | Grossissement | 1 | 2 g |

### *3.2. Prévisions de production*

**Tableau II-7 :** la charge et le nombre ce cycle pour chaque espèce et leur production total

| Type d'espèces | Charge/$m^3$ par bassins ou aquariums | Le nombre de cycles par an | Total production par an |
|---|---|---|---|
| **Tilapia** | 14 kg | 2 | 9027 |
| **Clarias** | 80 kg | 1 | 4320 |
| **Poissons d'ornement** | 0.1 kg | 4 | 20 |

### *3.3. Caractéristiques des Bassin de Tilapia :*

- **Longueur :** 3 m
- **Largeur :** 3 m
- **Hauteur :** 3 m
- **Nombre de Bassin :** 12

La ferme envisage l'élevage en phase de grossissement dans des bassins.




**Figure II-11**: Bassins pour le grossissement du Tilapia **(Originale, 2020)**

### *3.4. Caractéristiques des Bassins de Claria*

- **Longueur** : 3,90 m
- **Largeur** : 0,95 m
- **Hauteur** : 0,85 m
- **Nombre de Bassin** :24




**Figure II-12** : Bassins pour le grossissement du Clarias **(Benkortbi, 2017)**

### *3.5. Caractéristiques des Aquariums des poissons d'ornement*

- **Longueur** : 0,8 m
- **Largeur :** 0,4 m
- **Hauteur :** 0,4 m
- **Nombre d'aquarium :** 50




**Figure II-13** : Aquariums pour les poissons d'ornements **(Originale ,2020)**

## 4. Fiches techniques des espèces élevées dans la ferme

### *4.1. Oreochromis niloticus (Le Tilapia)*

#### *4.1.1. Présentation de l'espèce*

Le tilapia rouge hybride, comme toutes les autres espèces du même ordre Oreochromis, est l'une des plus importantes espèces élevées actuellement dans les eaux douces tropicales et subtropicales. Son élevage se fait toute l'année, en circuit ouvert ou fermé dans plusieurs régions du monde. Sa croissance rapide et son adaptation à des écosystèmes variés de même que sa chair savoureuse font de lui un excellent candidat pour l'Aquaculture. Leur consommation moyenne mondiale passerait de 14 à 25 kg par habitant d'ici 2030 **(FAO, 2018).** L'élevage des Tilapias existe depuis plus de 2500 ans **(Chapman, 2003).**

#### *4.1.2. Systématique*

Selon Günther (1889), la systématique du poisson Tilapia est comme suite :

**Embranchement** : Vertébrés
**Super classe** : Poissons
**Classe** : Ostéichtyens
**Sous classe** : Téléostéens
**Ordre** : Perciformes
**Famille** : Cichlidés
**Sous famille** : Tilapinés
**Genre** : Oreochromis Sp

### *4.1.3. Caractéristiques biologiques*

*Tilapia nilotica* (L., 1758) fait partie, comme tous les autres tilapias de la famille des Cichlidae, ordre des Perciformes. Les espèces de cette famille se reconnaissent aisément par:

- tête portant une seule narine de chaque côté,
- os operculaire non épineux,
- corps comprimé latéralement, couvert essentiellement d'écaillés cycloïdes et parfois d'écaillés cténoïdes
- longue nageoire dorsale à partie antérieure épineuse,
- nageoire anale avec au moins les 3 premiers rayons épineux.

### *4.1.4. Habitat*

Le *Tilapia nilotica* est une espèce relativement adaptée à de larges variations des facteurs écologiques du milieu aquatique et colonisant des milieux extrêmement variés. **(Pullin et Lowemcconnel , 1982).** C'est un poisson thermophile qui préfère les températures de l'eau de 14 à 35°C et en conditions extrêmes, il peut supporter des températures de 7 à 41°C pendant plusieurs heures **(Balarin et Hatton, 1979).**

Il supporte une salinité de 0,015 à 30 ‰ et un pH de 8 à 11. Il peut supporter de vivre plusieurs heures à des teneurs en oxygène dissous de l'ordre de 0,1 ppm **(Mélard, 1986).**

Le tilapia du Nil est une des espèces tropicales qui préfère vivre dans une eau peu profonde. Les températures létales inférieures et supérieures pour ce poisson sont 11-12 °C et 42 °C, respectivement, alors que les températures optimales varient entre 31 et 36 °C avec une reproduction rapide. Originaires d'Afrique, ils vivent en eau douce en Afrique, en Asie et en Amérique du Sud. **(FAO)**.

### *4.1.5. Régime alimentaire*

Etant donné que les arcs branchiaux de *T. nilotica* disposent de branchiospines fines, longues et nombreuses et de microbranchiospines, l'eau qui y transite est véritablement filtrée de son plancton **(Kestemont, Patrick ,al 1989).** .Il s'alimente sur le phytoplancton, le périphyton, les plantes aquatiques, les petits invertébrés, la faune benthique, les détritus et les films bactériens liés aux détritus **(FAO).** Aliment doit contient 50% protéine animal et 50% glucide . Ils sont élevés en pisciculture. Poissons comestibles par l'homme et commercialisés.

- **Le régime alimentaire au niveau de la ferme**

Les déchets organiques de l'abattoir mélangés avec le son de blé (Nekhala), le nombre de repas est 2 fois/jour,




**Figure II-14:** *Tilapia nilotica* **(Originale, 2020)**

### *4.2. Clarias gariepinus (Le Clarias)*

#### *4.2.1. Présentation de l'espèce*

L'étude des poissons-chats africain Clarias gariepinus, communément appelés siluriformes apporte une contribution remarquable à la connaissance de la biologie des espèces aquatiques ainsi que leur exploitation durable **(Arratia et all, 2003, Diogo 2005)**

Les siluriformes constituent un groupe de poissons de grande importance tant sur les plans de la diversité spécifique et biogéographique .La maitrise de la production d'une espèce aquatique comme le poisson-chat africain en élevage nécessite une connaissance parfait sur son biotope et son comportement dans le milieu naturel et surtout ses exigence par rapport à certains élevage afin d'obtenir d'avantage de protéines animales **(Chikhaoui , 2015).**

Ils sont sans doute les espèces les plus adaptée à la pisciculture africaine au travers de leur adaptations à la vie en biotope difficile ( eau turbide , pauvre en oxygène ,,)et à densités élevées d'élevage **(Viveen et all, 1985, hicht et all,1996).**

#### *4.2.2. Systématique*

Selon la systématique décrite par Lecointre **(Leveque et Paugy, 1999)** et ensuite Teugles **(Toko, 2007)** .Clarias appartient à la famille de siluniformes

| | |
|---|---|
| **Règne :** | Animal |
| **Embranchement :** | Chordé |
| **Sous-embranchement :** | Vertébrés |
| **Super classe :** | Osteichthyes (poissons osseux) |
| **Classe :** | Actinopterygii |
| **Sous-classe :** | Néopterygiens |
| **Infra classe :** | Teleostei |
| **Super ordre :** | Ostariophysi |
| **Ordre :** | Siluriformes |
| **Famille :** | Clariidae |
| **Genre :** | *Clarias* Scopoli |
| **Espèce :** | *Gariepinus* |

### *4.2.3. Caractéristiques morphologiques*

La morphologie externe de *C. gariepinus* caractérise par un corps allongé avec de longues nageoires dorsales (toujours sans épine) et anale. La nageoire pectorale possède une forte épine. Il a 4 paires de barbillons péribuccaux **(Das et Ratha, 1996).** tête est très déprimée avec une bouche large **(Blanche *et al,* 1964, Viveen*et al,* 1985, Degraaf et Janssen, 1996) ,** et les yeux ont une position supra-latérale et sont relativement petits. **(Leveque et Paugy, 1985).** Corps fortement comprimé vers la queue. Couleur allant du noir assez prononcé au brun clair, souvent avec des taches aux nuances vert olive et grises, parties inférieures de la tête et de l'abdomen blanches, souvent avec l'extrémité des nageoires rougeoyant **(Teugels, 1986, 1996; Skelton, 1993).**

### *4.2.4. Habitat*

Clarias gariepinus habite les eaux calmes des lacs, les ruisseaux, les rivières, les marais de plaines d'inondation, dont certains sont soumis à de séchage saisonnière. Le plus souvent, les habitats fréquentés sont des plaines d'inondation, des marécages et des bassins dans lesquels le poisson chat peut survivre pendant la saison sèche grâce à la présence d'un organe accessoire pour respirer l'air **(Bruton; Clay in De Graaf et Janssen, 1996)** la profondeur dans laquelle elle vit varie de 0 à 80 m, leur pH optimal pour la croissance se situe entre 6,5 et 8 **(Fishbase, 2009)** et survive normalement dans des températures de 18 à 45°C **(Babiker, 1984).**

### *4.2.5. Régime alimentaire*

Clarias .gariepinus est omnivore à tendance carnassière. Cette caractéristique des Clariidae a conduit à les utiliser parfois comme prédateurs associés dans les élevages des tilapias **(Leveque et paugy, 1999).**

Le régime alimentaire de l'adulte est essentiellement ichtyophage et le tilapia constitue la plus part du temps la majeure partie de sa ration (il est intéressant de noter la coïncidence de présence de ce silure et de cichlidés dans points d'eau sahariens). Les jeunes sont planctonophages **(Le Berre, 1989).** Cette espèce a une habitude d'alimentation nocturne **(Bruton; Hogendoorn; Viveen et al. in Hossain et al., 1998).** Aliment doit contient 60% protéine animale et 40% glucide.

- **le régime alimentaire au niveau de la ferme**

Les déchets organiques de l'abattoir mélangé avec le son du blé (Nekhala).le nombre des repas est 2 fois /jour




**Figure II-15 :** *Clarias gariepinus* **(Originale, 2020)**

## *4.3. Poissons d'ornement: Poecilia reticulata (Guppy)*

### *4.3.1. Présentation de l'espèce*

– Les Guppys sont des poissons de petite taille dont les formes d'élevage sont caractérisées par la présence d'une nageoire caudale proéminente et très colorée.

- Le guppy (nom scientifique: *Poecilia reticulata*) est de la famille des Poecilidae. La forme sauvage est originaire du sud du Bassin de l'Amazone, du Nord de l'Amérique du sud, du Brésil et du Vénézuela.
- Prévoyez de chauffer l'eau de 21 à 28°C avec un chauffage, même s'il s'habitue à la température ambiante. Idéalement, on conseille une eau entre 24 et 25°C.
- Le mâle et la femelle sont facilement différentiables. Le mâle peut atteindre 2 à 4 cm. Il est plus petit, possède des couleurs vives et un gonopode à la place de la nageoire ventrale tandis que la femelle mesure jusqu'à 8 cm. Elle est plus grosse et moins colorée.
- L'alimentation des guppies, ils mangent de tout et souvent, aussi bien des nourritures sèches (comme les paillettes et les petits granulés) que congelées ou vivantes telles que les larves de moustiques.

### *4.3.2. Systématique*

| | |
|---|---|
| **Règne :** | Animalia |
| **Embranchement :** | Chordata |
| **Sous-embr :** | Vertebrata |
| **Super-classe :** | Osteichthyes |
| **Classe :** | Actinopterygii |
| **Sous-classe :** | Neopterygii |
| **Infra-classe :** | Teleostei |
| **Super-ordre :** | Acanthopterygii |
| **Ordre :** | Cyprinodontiformes |
| **Sous-ordre :** | Cyprinodontoidei |
| **Famille :** | Poeciliidae |
| **Sous-famille :** | Poeciliinae |
| **Genre :** | Poecilia |
| **Espéce :** | *Poecilia reticulata* |



**Figure II-16:** *Poecilia reticulata* (Guppy)
(www.researchgate.net)

### *4.4. Le microcrusté Daphnia magna*

#### *4.4.1. Présentation de l'espèce*

*Daphnia magna* est un microcrustacé d'eau douce, de l'ordre des cladocères, recommandé en tant qu'espèce modèle dans différents bioessais standardisés pour l'évaluation de risques chimiques **(ASTM, 2004; ISO, 1996; OCDE, 1998).** Ce modèle biologique a été choisi car les daphnies sont des organismes dont la manipulation et l'élevage sont rendus aisés par leur taille relativement petite, leur cycle de vie court, leur fécondité élevée et leur mode de reproduction par parthénogenèse **(Koiviso, 1995).** Dans les écosystèmes aquatiques d'eau douce, les daphnies ont une place importante dans les transferts de matière et d'énergie et occupent la place de consommateur primaire.

#### *4.4.2. Systématique*

*Daphnia magna* rèpond a la classification suivante :

| | |
|---|---|
| **Régne** : | Animalia |
| **Embranchement :** | Arthropodes |
| **Classe :** | Crustacès |
| **Sous-classe :** | Brachiopodes |
| **Ordre :** | Cladocera |
| **Famille :** | Daphnidae |
| **Genre :** | *Daphnia* |
| **Espéce :** | *Daphnia magna* |

### *4.4.3. Caractéristique morphologique*

La morphologie des daphnies peut changer périodiquement au cours des cycles saisonniers. Ce phénomène nommé cyclomorphose **(Amoros ,1984)** semble être contrôlé par les conditions du milieu à savoir la température **(Yurista ,2000)**, la turbidité **(Jacobs, 1962, Hazelwood ,1966)**, la lumière **(Jacobs, 1962)** ainsi que par les kairomones solubles, libérées par certains prédateurs **(Tollrian, 1994).** Dans ce dernier cas, il a été montré que la cyclomorphose permet de se défendre contre les prédateurs **(Dodson ,1974)** puisqu'elle permet aux daphnies de changer de morphologie en développant certains organes afin de disperser les prédateurs.

- leur grande transparence permet de voir les organes internes, alors que l'animal est encore vivant et entier (Green,1956).

- La taille de la daphnie adulte varie entre 3 et 5 mm et est subdivisée en deux parties :

La tête et le corps

√ **La tête**

Comporte un œil composé, une bouche, deux antennes (A2) qui aident à sa locomotion saccadèe, ce qui, d'ailleurs, lui a valu le surnom de « puce d'eau » et deux antennules (A1) qui, chez le mâle, servent de crochets généralement lors de l'accouplement. Les embryons des daphnies possèdent deux ébauches d'œil bien visibles qui fusionnent à la fin de leur développement chez les adultes pour donner un œil unique, composé, mobile et de taille plus importante servant à l'orientation de la daphnie **(Amoros ,1984).**

√ **Le corps**

Est recouvert par une carapace transparente qui se renouvelle à chaque mois marquée par un doublement du volume de l'organisme pendant une minute dû essentiellement à une brusque entrée d'eau dans l'animal **(Green, 1963)**

### *4.4.4. Habitat*

Ces micros crustacés habitent toutes les eaux douces, riches en matières organiques et très peu oxygénées: étang recevant du purin, mare de village, mares à canards dans les fermes, bassin d'épandage d'eaux usée, trous d'eau formé par d'anciennes carrières, généralement dans les espaces libres entre les herbiers d'hélophytes ou d'hydrophytes **(Cardot ,1999).** Les populations de *Daphnia magna* sont généralement rares en hiver et au début du printemps. Mais avec l'augmentation de la température de l'eau 6 a12C◦, atteignent des densités élevés de 200 a 500 individus /l **(Pennak, 1989)**. Les populations dans l'étang diminuent de façons

importantes leurs effectifs en été. Par contre, en automne, il peut y avoir une seconde pulsation de la population avant la diminution en hiver.

### 4.4.5. *Régime alimentaire*

Les daphnies sont des organismes filtreurs considérés comme des consommateurs primaires. elles sont phytophages et bactériophages **(Hadas et al, 1983).**Elles apprécient les eaux riches en matières organiques dissoutes ou en suspensions et peu polluées par les micropolluantes chimiques **(Mugel,M et Férard.J,1978).**La nourritures est collectées plus particulièrement à l'aide des 3eme et 4eme pattes thoraciques foliacées, garnie d'un peigne de longues soies **( Amoros.C,1984)** et qui assurent un courant d'eau entre les deux valves de la carapace. Les particules ainsi piégées sont transférées via un sillon alimentaires jusqu'à la bouche **(Héla.T,2013)**.




**Figure II-17 :** *Daphnia magna*

**(Massarin, 2010)**

# CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES

## 1. Choix des points de prélèvements

Quatre bassins de prélèvements ont été retenus au niveau de la ferme « TITTERI AQUACOLE » pour effectuer notre étude.

Ces points ont été choisis dans le but d'établir la qualité organoleptique , physicochimique des eaux piscicoles .les bassins de prélèvements sont comme suit :

- ✓ **Bassin N°1 :** Bassin d'élevage du poisson Clarias.
- ✓ **Bassin N°2 :** Bassin d'élevage du poisson Tilapia.
- ✓ **Bassin N°3 :** Bassin d'élevage du poisson d'ornement.
- ✓ **Bassin N°4 :** Bassin d'élevage du Daphnie.

## 2. Choix des paramètres analysés

Vingt un paramètres ont été suivis durant notre étude à savoir: 02 paramètres organoleptiques, 19 paramètres physicochimiques. Ces paramètres sont parmi les paramètres les plus utilisés lors d'une analyse qualitative des eaux. Ce choix est également limité par la disponibilité du matériel et des réactifs dans le laboratoire dans lequel nous avons effectué nos analyses (Algérienne des Eaux (ADE)-Médéa).

## 3. Méthodes de prélèvement

Les échantillons d'eau piscicole ont été prélevés le 02/03/2020 au niveau des quatre bassins dans la ferme *TITTERI AQUACOLE* (Commune Benchicaou - Médéa).

## 4. Méthodes d'analyses physicochimiques

### *4.1. Prélèvement et conservation des échantillons*

Les échantillons prélevés pour les analyses physicochimiques sont mis dans des bouteilles en plastiques d'une capacité de 1500 ml pour une analyse physicochimique les échantillons peuvent être conservé pendant une durée de 24h à 4°C.**(Figure III-1).**




**Figure III-1**: Flacons du prélèvement. **(Originale, 2020)**

### *4.2. Procédure pour les prélèvements*

- Ouvrir le robinet et laisser couler l'eau pendant 1 ou 2 min.
- Rincer la bouteille 2à 3 fois avec l'échantillon a analysé.
- Remplir la bouteille avec l' l'échantillon a analysé.
- Fermer la bouteille et l'identifier en marquant l'adresse et l'heure
- Remplir la fiche d'identification de l'échantillon d'eau.
- Acheminer les prélèvements au laboratoire.

### *4.3. Détermination du pH*

Pour cette détermination, nous utilisons une méthode électrométrie avec électrode combinée dans un pH mètre.

- **Matériel**

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

- **Mode opératoire**

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.

### *4.4. Conductivité, Température, Salinité et Taux des sels dissous (TDS)*

La conductivité électrique d'une eau est une mesure du courant électrique conduit par les ions présents dans l'eau. Elle dépend de la concentration, nature des ions, de la température et de la viscosité de la solution. La conductivité d'une solution est définie comme la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1cm2 de surface et séparées l'une de l'autre de 1cm. L'unité de la conductivité électrique est le siemens par mètre (S/m) mais elle est généralement exprimée en micro-siemens par centimètre (µS/cm).

La mesure du TDS, la salinité ainsi que la température est faite à l'aide du même appareil que celui qui détermine la conductivité électrique. **(ADE-Médéa, 2020)**

- **Expression des résultats**

L'appareil donne la valeur de la conductivité électrique en µs /cm, la valeur de la température en °C, la valeur de salinité en mg/l et la valeur des TDS en mg/l**.**

### *4.5. Détermination de la turbidité*

- **Matériel**

Turbidimètre optique et électronique de marque HACH modèle 2100N.

- **Méthode**

1) Agiter bien l'échantillon à analyser, verser quelques millilitres dans la cuvette rincée à l'avance avec l'eau distillée jusqu'au la flèche indiquée dans cette dernière.

2) Fermer la cuvette et bien la séchée et mettre dans leur place spécialisé, fermer le capot de turbidimètre et lisez la première valeur qui s'affiche dans l'écran.

3) Les résultats sont exprimés en NTU (Nephlo Turbidité Unité).

### *4.6. Détermination de l'oxydabilité au permanganate de potassium (la matière organique)*

- **Réactifs**

- Acide sulfurique.
- Permanganate de potassium.
- Sulfates ferreux ammoniacal.

- **Matériel**

- Burette de 25 à 50 ml utilisée pour solution $KMnO_4$.
- Matériel courant de laboratoire : fioles, pipettes, béchers.

- **Méthode**

1) Dans un Erlenmeyer à col large on introduit 100 ml d'eau a analysée puis on rajoute 10 ml d'Acide Sulfurique et quelques grains de Potter et on porte à l'ébullition (1ère ébullition).
2) Ajouter 10 ml de Permanganate de potassium et porter à ébullition pendant 10 minutes (2ème ébullition) .
3) Refroidir puis ajouter 10 ml de sulfates ferreux ammoniacal la couleur devient transparente.
4) Titrer avec $KMnO_4$ jusqu'au virage de couleur de la solution en rose clair puis noté le volume
5) Faire un témoin avec de l'eau distillée (V0).

- **Expression des résultats**

Les résultats sont calculés avec la formule suivante : **$(O_2) = V\text{-}V_0$ mg/l**, où:

- **V:** est le volume de KMnO4 consommé après le dosage des échantillons.
- **V0:** est le volume de KMnO4 consommé après le dosage du témoin avec de l'eau distille.

### *4.7. Détermination résidu sec (RS)*

- **Matériel :**
  - Capsule en porcelaine, en verre borosilicaté ou, de préférence, en silice ou en platine.
  - Balance permettant d'effectuer la pesée de la capsule et de son contenu.
  - Etuve réglable à 100-105°C ou 175-185°C.
- **Méthode**

1) Tarer une capsule préalablement lavée, rincer avec l'eau distillée et dessécher.
2) Prélever 100 ml d'eau à analyser.
3) Porter à l'étuve à 105°C pendant 24 heures.
4) Laisser refroidir pendant ¼ heures au dessiccateur.

Peser immédiatement et rapidement. **(ADE-Médéa, 2020)**

- **Mesure et calcul des résultats**

Le résidu sec à 100-105°c, exprimé en milligrammes par litre, est donné par l'expression:

**$(M_1\text{-}M_0)*1000/V$**

**$M_0$ :** La masse, en milligramme de la capsule vide.

**$M_1$:** La masse, en milligrammes, de la capsule et de son contenu après étuvage à 100-105°C.

**$M_2$:** La masse en milligramme, de la capsule et de son contenu après étuvage à 175-185°C.

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

### *4.8. Détermination de la somme de calcium et magnésium (TH)*

- **Réactifs**
  - Solution titrée à 0,01 mol/l d'Ethylène Diamine Tétra-Acétique (EDTA).
  - Solution chlorure d'ammonium (NH4Cl).
  - Noir d'Erichrome, (indicateur).
- **Matériel**
  - Burette de 25 à 50 ml utilisée pour l'EDTA
  - Matériel courant de laboratoire: fioles, pipettes, béchers.
- **Méthode**

1) Prélever une prise d'essai de 50 ml de l'échantillon, ajouter 4 ml de la solution ($NH_4Cl$) et une pincée d'indicateur.

2) Bien mélanger, la solution doit se colorer en rose.

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

4) La couleur ne doit plus changer avec l'ajout d'une goutte supplémentaire de la solution d'EDTA.

- **Exploitation des résultats** : Les résultats sont calculés en utilisant Excel 2007

### *4.9. Détermination de calcium*

- **Réactifs**

Solution titrée à 0,01 mol/l d'Ethylène Diamine Tétra-Acétique (EDTA).

Solution d'hydroxyde NaOH.

Murexide, (indicateur).

- **Matériel**
  - Burette de 25 à 50 ml utilisée pour l'EDTA
  - Matériel courant de laboratoire: fioles, pipettes, béchers.
- **Méthode**

1) Prélever une prise d'essai de 50 ml de l'échantillon, ajouter 2 ml de la solution d'hydroxyde NaOH (2N) et une pincé d'indicateur (Murexide), la solution doit se colorer en rose. Bien mélanger le tout.

2) Titrer avec la solution d'EDTA, en versant lentement. Le virage est atteint lorsque la couleur devient nettement violette.

3) La couleur ne doit plus changer avec l'ajout d'une goutte de la solution d'EDTA.

- **Mesures et calcul du résultat :**

La teneur en calcium, exprimée en mg /l, est donnée par l'équation

**Ca = C1×V1×A / *Fe*1000*F**

- **C1** : concentration, exprime en mole par litre, de la solution EDTA, soit 0,01.
- **V0** : est le volume, en millilitres, de la prise d'essai, soit 50ml.
- **V1** : est le volume, en millilitres, de la solution d'EDTA, utilisé pour le dosage.
- **A** : est la masse atomique du calcium (40.08g).
- **Fe** : facteur de correction du titre.
- **F** : facteur de dilution.

### *4.10. Détermination du sodium et de potassium*

- **Méthode par spectrométrie d'émission de flamme**

La photométrie à flamme est un des procédés les plus rapides et sensibles connus aujourd'hui pour le dosage des cations alcalins : $Na^+$, $K^+$, $Ca^+$, $Ba^+$, $Li^+$.

L'analyse se fait en partant de leurs solutions.

- **Mesures**

1) Allumer l'appareil à l'aide du bouton vert (power).

2) Ouvrir la bouteille du gaz.

3) Allumer la flamme à l'aide du bouton noir « IGNITION » sans lâcher le doigt jusqu'à l'affichage « FLM » en rouge.

4) Faire passer de l'eau distillée.

5) Optimiser la flamme si elle est jaune à l'aide du bouton « fuel » jusqu'à ce que la couleur devienne bleu violacée.

6) Optimiser à zéro à l'aide du bouton « Blank ».

7) Laisser se stabiliser 5 à 10 minutes.

8) Une fois qu'elle se stabilise à zéro, retirer la cuvette d'eau distillée et la remplacer par une autre cuvette remplie par une solution étalon de $Na^+$ à 30 mg/l ou du $K^+$ à 10 mg/l.

9) Optimiser à 30 mg/l (ou 10 mg/l) à l'aide du bouton « fine ».

10) Retirer la cuvette remplie par l'eau distillée et la remplacer par une cuvette remplie par une solution étalon de « $Na^+$ » ou de « $K^+$ » à 30 mg/l (ou 10 mg/l) et vérifier si l'écran affiche 30 (ou 10).

11) Retirer la cuvette et la remplacer par une autre cuvette remplie d'eau distillée.

12) A la fin, passer aux échantillons jusqu'à ce que la valeur affichée sur l'écran est stable (3 essais pour chaque échantillon).

- **Expression des résultats**

Le résultat est donné directement en mg/l.

## 4.11. *Détermination des chlorures*

- **Réactifs**
  - Solution de nitrate d'argent ($AgNO_3$) à 0,02 mol/l.
  - Solution d'indicateur de chromate de potassium (K2CrO4) à 100 g/l.
  - Solution étalon de chlorure de sodium (NaCl) à 0,02 mol/l.
- **Matériel**
  - Burette.
  - Pipettes.
  - Fioles.
  - Bécher.
- **Méthode**

1) Introduire 100 ml de l'échantillon dans une fiole ou dans un bécher.

2) Ajouter 1 ml d'indicateur de chromate de potassium. La solution doit se colorer en jaune bien mélanger.

3) Titrer la solution par addition goutte a goutte de solution de nitrate d'argent jusqu'a ce que la solution prenne une couleur rougeâtre.

4) Après addition d'une goutte de solution de Chlorure de Sodium cette coloration doit disparaître.

## *4.12. Détermination des sulfates*

- **Réactifs**

1- Solution stabilisante.

2- Solution de chlorure de baryum ($BaCl_2$) à 0,01N

- **Matériel**
  - Fioles.

- Pipettes.
- Spectrophotomètre de marque HACHE (DR4000/U).

➢ **Méthode**

1) Introduire 20 ml d'eau a analysée puis on complète jusqu'a 100 ml avec de l'eau distillée.

2) Ajouter 5ml de solution stabilisante et 2 ml de chlorure de baryum ($BaCl_2$).

3) Agiter énergétiquement, la couleur de solution devient blanche.

➢ **Lecture**

Les résultats sont réalisés à l'aide d'un spectrophotomètre **(ADE-Médéa, 2020).**

### *4.13. Détermination des phosphates*

➢ **Réactifs**

- Réactif mélange.
- Acide ascorbique.

➢ **Matériel**

- Verrerie (fioles et pipettes).
- Spectromètre UV-Visible de marque HACH (DR4000/U).

➢ **Méthode**

1- Introduire 40 ml d'échantillon, dans une fiole jaugée 50 ml

2- Dans un bécher on mélange 3,75 ml d'acide ascorbique et 11,25 ml de réactif mélange (a+b).

3- Compléter le volume avec l'eau distillée.

4- On met la fiole à l'étuve 80°C pendant 20 minutes.

➢ **Lecture**

Les résultats se réalisent à l'aide d'un Spectrophotomètre UV/Visible de marque HACHE.

### *4.14. Détermination des nitrites*

➢ **Réactif**

- Réactif mixte

➢ **Matériel**

- Matériel courant de laboratoire : verrerie (fioles et pipettes …)

➢ Spectrophotomètre UV -Visible permettant des mesures a une longueur d'onde de 540 nm.

- **Méthode**

1) Introduire 50 ml d'échantillon, ajouter 1 ml du réactif mixte et attendre au moins 20 minutes. L'apparition de la coloration rose indique la présence des $NO_2$.

2) Mesurer l'absorbance de chaque étalon a la longueur d'onde (environ 540 nm).

3) Effectuer parallèlement au dosage, un essai à blanc en suivant le même opératoire en utilisant les mêmes quantités des réactifs mais en employant le même volume approprie d'eau distillée a la place de la prise d'essai.

- **Expression des résultats**

Les résultats sont affichés directement par le spectromètre en mg/l des nitrites.

### *4.15. Détermination des nitrates*

- **Réactifs**

- Solution de Salicylate de sodium à 0.5 %
- L'acide sulfurique concentre.
- L'eau distillée.
- Double tartrate de sodium et de potassium.

- **Matériel**

- Balance analytique.
- Capsules de 100 ml.
- Pipettes 10ml, 5ml, 2ml, 1ml
- Poires à pipeter.
- Etuve pour séchage.
- Spectrophotomètre UV-Visible.

- **Méthode**

1) Introduire 10ml d'eau à analyser.

2) Ajouter 1 ml de solution de Salicylate de sodium à 0.5 %

3) Evaporer à sec au bain marie ou a l'étuve 75 - 88°C.

4) Prendre le résidu avec 2 ml d'acide sulfurique concentre.

5) Laisser reposer 10 minutes.

6) Ajouter 15 ml d'eau distillée.

7) Ajouter 15 ml de double tartrate de sodium et de potassium.

 **Exploitation des résultats**

Faire la lecture au spectromètre UV-Visible a la longueur d'onde de 415 nm **(ADE-Médéa, 2020)**

### *4.16. Détermination de l'ammonium*

- **Réactifs**

- Réactif Nesseler
- Réactif double tartrate

- **Matériel**

- Matériel courant de laboratoire : verrerie (fioles et pipettes).
- Spectrophotomètre UV/Visible.

- **Méthode**

1) Prélever 40 ml d'échantillon à analyser, ajouté dans l'ordre

2) 2 ml de réactif Nesseler et 2 ml de réactif double tartrate.

3) Après 20 minutes on fait la lecture (couleur jaune verdâtre).

- **Expression des résultats**

Les résultats sont affichés directement par le spectrophotomètre en mg/l d'ammonium **(ADE-Médéa, 2020).**

# CHAPITRE IV : RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS

## I. RESULTATS DES PARAMETRES ORGANOLEPTIQUES

Les résultats de l'analyse des paramètres organoleptiques des rejets piscicoles (mars 2020) sont représentés sur le Tableau IV-1 :

**Tableau IV-1**: Résultats des analyses organoleptiques des eaux prélevées au niveau de la ferme TITTERI AQUACOLE (mars 2020)

| Bassins / Paramètres organoleptiques | Bassin n°1 | Bassin n°2 | Bassin n°3 | Bassin n°4 |
|---|---|---|---|---|
| **Couleur** | Présence +++ | Présence + | Présence + | Présence ++ |
| **Odeur** | Présence ++ | Absence | Présence + | Présence + |

### 1. La couleur

D'après les résultats du tableau IV-1 on constate que la colorisation est différente d'un bassin a l'autre dont elle est foncé dans le B1 où se trouve les poissons de Clarias par contre elle est claire dans le deuxième et le troisième bassin (B2 Tilapia, B3 Poissons ornementales). On constate aussi que la coloration est moyenne dans le quatrième bassin ou se trouve la daphnie (crustacé).

### 2. L'odeur

Pour l'odeur on remarque une forte odeur pour les rejets du B1 qui contient l'élevage de Clarias, et ce malgré la présence d'un dispositif de filtration. L'odeur devient faible au niveau du B3 et B4. Par contre, dans le B2 on ne ressent aucune odeur.

## II. RESULTATS DES PARAMETRES PHYSICOCHIMIQUES AU NIVEAU DES DIFFERENTS BASSINS

Les résultats de l'analyse des paramètres physicochimiques des rejets piscicoles (mars 2020) sont représentés sur le Tableau IV-2 :

**Tableau IV-2** : Résultats des analyses physicochimiques des eaux prélevées au niveau de la ferme TITTERI AQUACOLE (mars 2020)

| Bassins / Paramètres | B1 | B2 | B3 | B4 | Moy | Ecartype | Les normes des eaux tièdes | Qualité des eaux brutes de la ferme |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Température de l'eau (°C)** | 18,4 | 19,9 | 19,2 | 17 | 18,63 | 1,24 | 8<T<30 | 18,01 |
| **pH** | 7,12 | 7,67 | 7,66 | 7,91 | 7,59 | 0,33 | 5 à 9 | 8,47 |
| **Conductivité électrique (µS/cm)** | 1479 | 226 | 957 | 1021 | 920,75 | 518,23 | <3000 | / |
| **Salinité (mg /L)** | 0,7 | 0 | 0,3 | 0,4 | 0,35 | 0,29 | / | 1,2 |
| **La turbidité (NTU)** | 26,8 | 3,47 | 6,44 | 5,63 | 10,59 | 10,88 | / | / |
| **TDS (mg/L)** | 1500 | 224 | 961 | 1078 | 940,75 | 530,95 | / | / |
| **MO (mg/L en O2)** | 13,74 | 2,96 | 4,76 | 8,66 | 7,53 | 4,77 | / | / |
| **RS (mg/L)** | 1100 | 200 | 700 | 500 | 625,00 | 377,49 | / | / |
| **TH (mg/L)** | 543 | 140 | 399 | 380 | 365,50 | 167,02 | / | / |
| **Calcium (mg/L)** | 153,51 | 35,27 | 105,01 | 99 | 98,20 | 48,53 | / | / |
| **Magnésium (mg/L)** | 38,88 | 12,64 | 33,29 | 32,32 | 29,28 | 11,47 | / | / |
| **Sodium (mg/L)** | 270 | 15 | 140 | 135 | 140,00 | 104,16 | / | / |
| **Potassium (mg/L)** | 133,5 | 10,8 | 54 | 46,2 | 61,13 | 51,78 | / | / |
| **Chlorures (mg/L)** | 8,1 | 3,2 | 7,7 | 10,2 | 7,30 | 2,95 | / | / |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Sulfates (mg/L)** | 585,55 | 416,35 | 566,15 | 545,5 | 528,39 | 76,46 | <200 | / |
| **Phosphates (mg/l)** | 4 | 0 | 0,34 | 4 | 2,09 | 2,22 | / | / |
| **Nitrites (mg/L)** | 0,071 | 0,0816 | 0,0649 | 0,076 | 0,07 | 0,01 | <0,5 | 0,0486 |
| **Nitrates (mg/L)** | 1,439 | 0,443 | 0,562 | 0,487 | 0,73 | 0,47 | / | 0,3612 |
| **Ammonium (mg/L)** | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,00 | <1 | 0,0015 |

## 1. La température de l'eau

Selon le tableau IV-2 et la figure IV-1 on constate que les températures des eaux dans le B2 et le B3 sont presque les mêmes (B2 = 19.9°C, B3= 19.2°C) dépassant légèrement la valeur de l'eau brute de la ferme (18.01 °C). Par contre les valeurs enregistrées pour le B1 et le B4 (B1=18,4 °C ; B4=17°C) sont proches de la température des eaux brutes de la ferme. Ces températures peuvent être liées au chauffage des eaux effectué au niveau de la ferme.

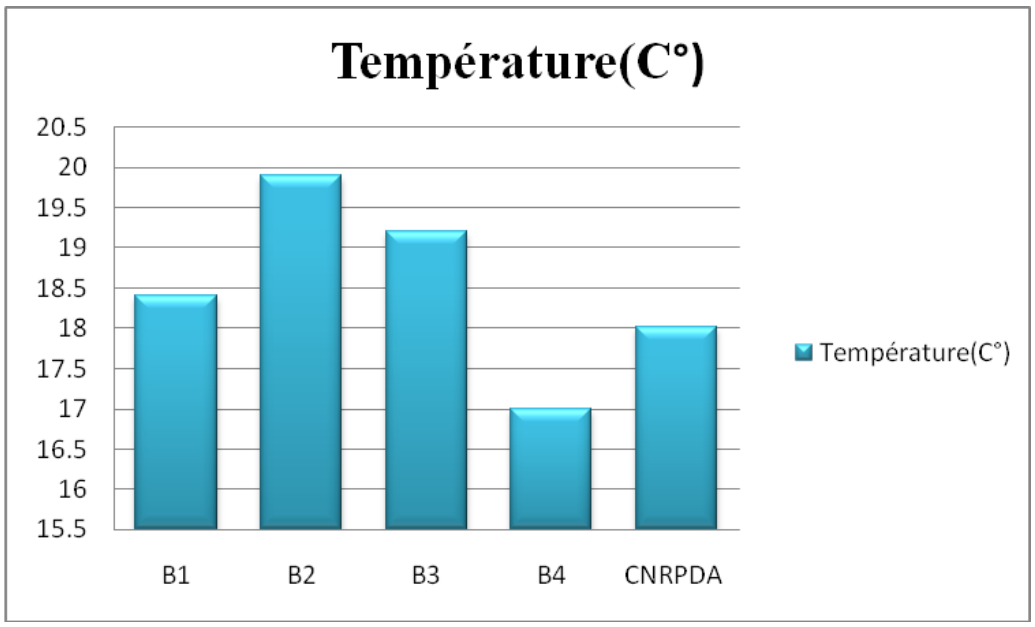



**Figure IV-1:** Variations des températures de l'eau (°C) au niveau des quatre bassins d'étude

## 2. Le pH

Les résultats obtenus (Tableau IV-2 et figure) montrent que les valeurs du pH des quatre bassins sont peu éloignées avec une valeur maximale notée au niveau du B4 (7.91) et une valeur minimale enregistrée dans le B1 (7.12). Ces valeurs restent inférieures aux normes des

eaux tièdes marocaines (5 à 9) et aussi inférieures par rapport aux valeurs du pH des eaux brutes de la ferme (8.47).

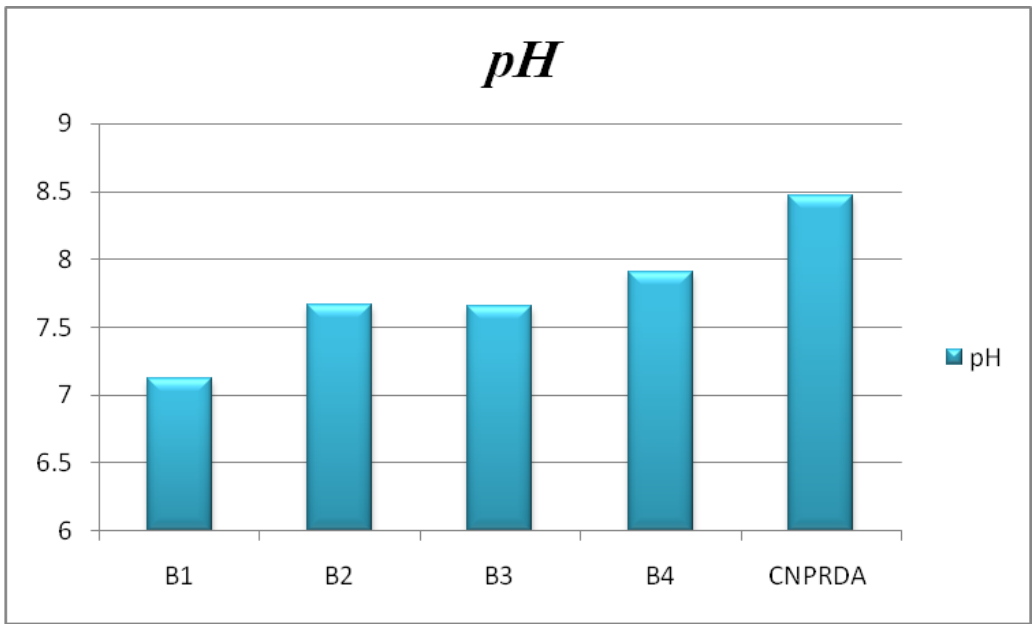



**Figure IV-2**: Variations du pH de l'eau au niveau des quatre bassins d'étude.

### 3. La conductivité électrique

Au vu de nos résultats ces derniers montrent que les valeurs de conductivité électrique se situent entre une valeur maximale (1479 µS/cm) située au niveau du B1 due probablement aux fortes concentrations des sels dissous **(Rodier et al., 2009)**. Par contre, on remarque que la valeur minimale (226 µS/cm) se trouve au niveau du B2. Tout de même, ces valeurs restent inférieures aux normes marocaines (<3000µS/cm).

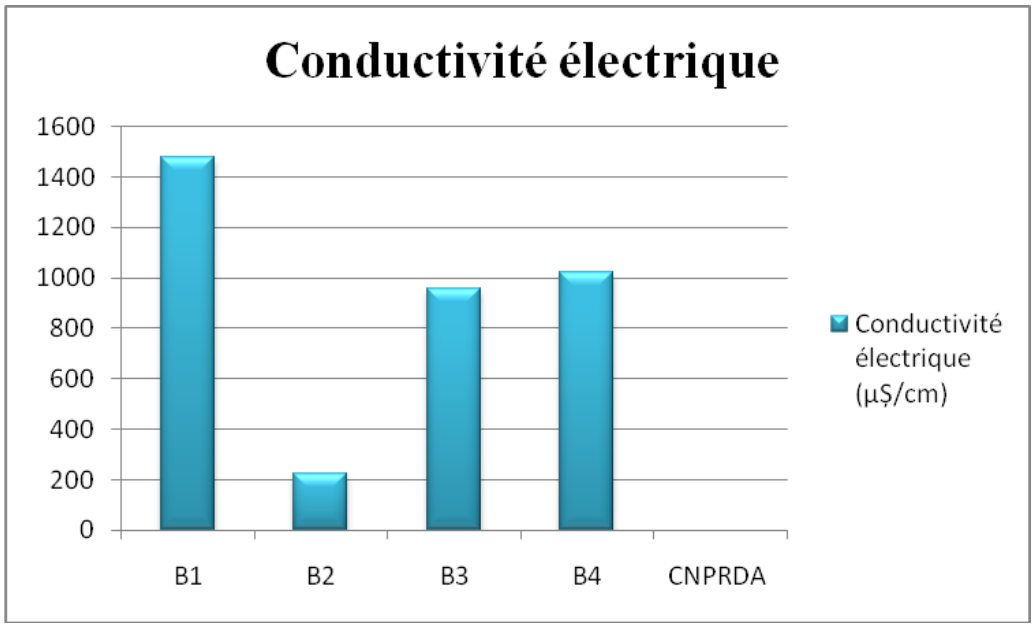


**Figure IV-3** : Variation des valeurs de la Conductivité électrique (µS/cm) au niveau des quatre bassins d'étude

## 4. La salinité

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

D'après les résultats du tableau IV-2 on peut noter qu'au niveau des bassins B3 et B4 les concentrations des sels sont presque les mêmes respectivement de 0.3 et 0.4 mg/l alors que la valeur maximale est enregistrée dans le B1 (0.7 mg /l). Par contre la concentration des sels est nulle dans le B2 (B2=0 mg/l). Ces valeurs restent au dessous de la valeur de la salinité des eaux brutes de la ferme (1.2 mg/l). Ces valeurs sont dues probablement aux différents aliments (Clarias : 60% protéine animale et Tilapia : 50% protéine animale) ainsi que la quantité et la qualité des rejets excrétés par les différents poissons d'élevage.

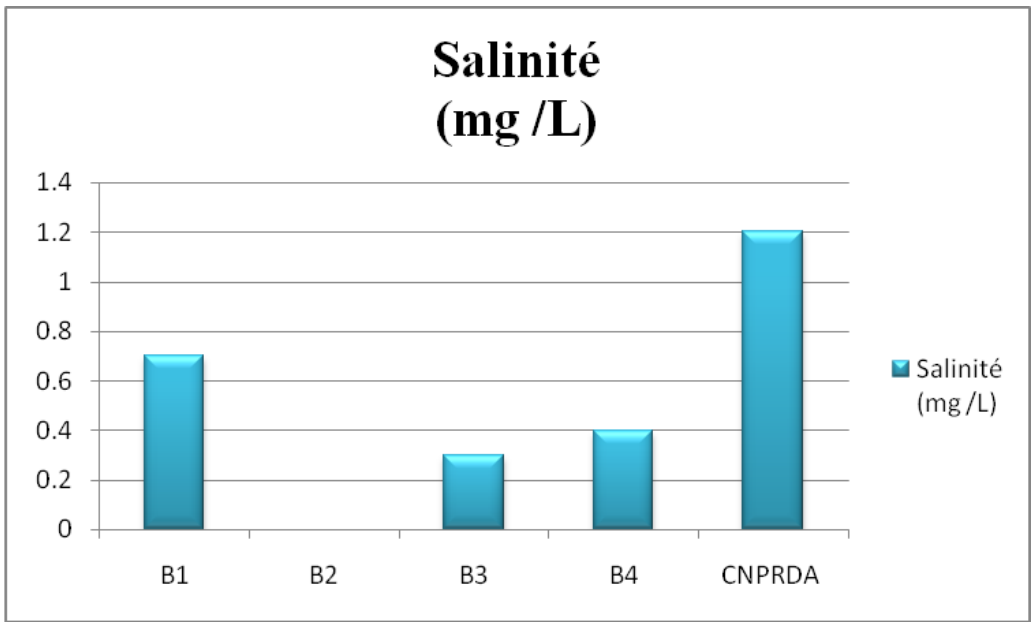



**Figure IV-4**: Variation des valeurs de la salinité au niveau des quatre bassins d'étude

## 5. La turbidité

La turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes. Dans les eaux, elle est causée par la présence de matières en suspension (MES) **(Rejsek, 2002).**

D'après le tableau IV-2 et la figure IV-5 on constate que la valeur maximale de la turbidité est enregistrée dans le B1 (26,8 NTU) qui contient un élevage de Clarias ce qui peut être expliqué par la présence des composés organique ou inorganique ainsi que d'autres

micro-organismes **(INSPQ, 2003).** Par ailleurs, l'intensité de la turbidité est proportionnelle à la concentration en sulfates. La valeur minimale est enregistrée dans le B2 (3.47 NTU) qui comporte un élevage de Tilapia qui est une espèce filtreuse. Ce paramètre ne présente pas une valeur normative dans notre bibliographie retenue.

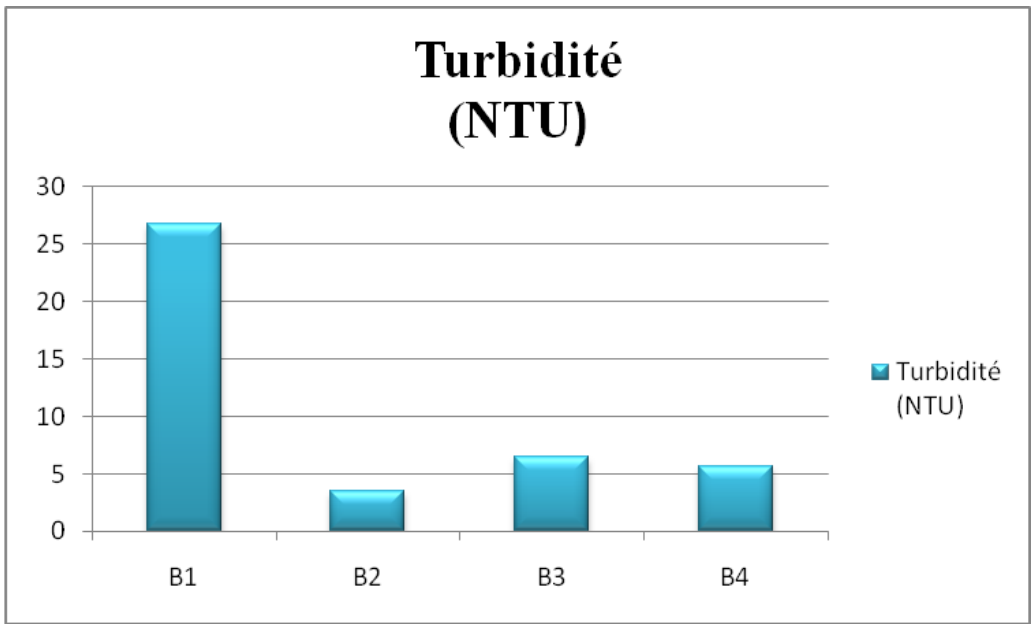



**Figure IV-5**: Variation des valeurs de la turbidité (NTU)
au niveau des quatre bassins d'étude

## 6. 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 dissoutes dans l'eau. Les concentrations de TDS dans l'eau varient considérablement selon les régions géologiques en raison des différences de solubilité des minéraux. **(O.M.S, 2004).**

D'après nos résultats les bassins B1 et B4 sont les plus concentrés en sels minéraux (B1=1500mg/l et B4=1078mg/l) cela peut être causé par la quantité d'aliments et leur mode de distribution. Cependant, B2 est le moins concentré en TDS (B2=224mg/l) on suppose que Tilapia est une espèce qui filtre le milieu. Le bassin B3 quant à lui, enregistre une valeur moyenne (961mg/l) relativement proche de celle de B4.

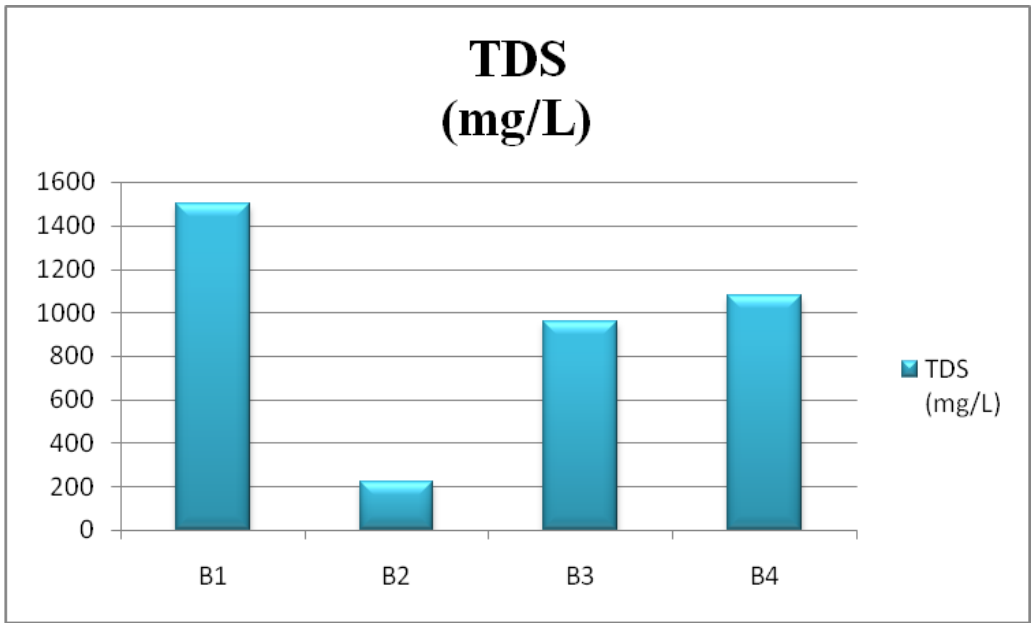



**Figure IV- 6**: Variation des valeurs de TDS (mg/l) au niveau des quatre bassins d'étude

## 7. La matière organique

D'après le tableau IV-2 et la figure IV-7 on observe qu'il y a une grande différence entre les quatre bassins où la valeur maximale de MO se trouve au niveau du B1 (13.74 mg/l en $O_2$) où se trouve l'élevage de Clarias celle-ci suivant un régime alimentaire basé sur 60% des protéines animales et 40% glucide, alors que la valeur minimale de MO se trouve au niveau du B2 (2.96 mg/l en $O_2$) qui contient l'élevage de Tilapia tout en connaissant que cette dernière est une espèce filtreuse **(Kestemont, et al. 1989).**

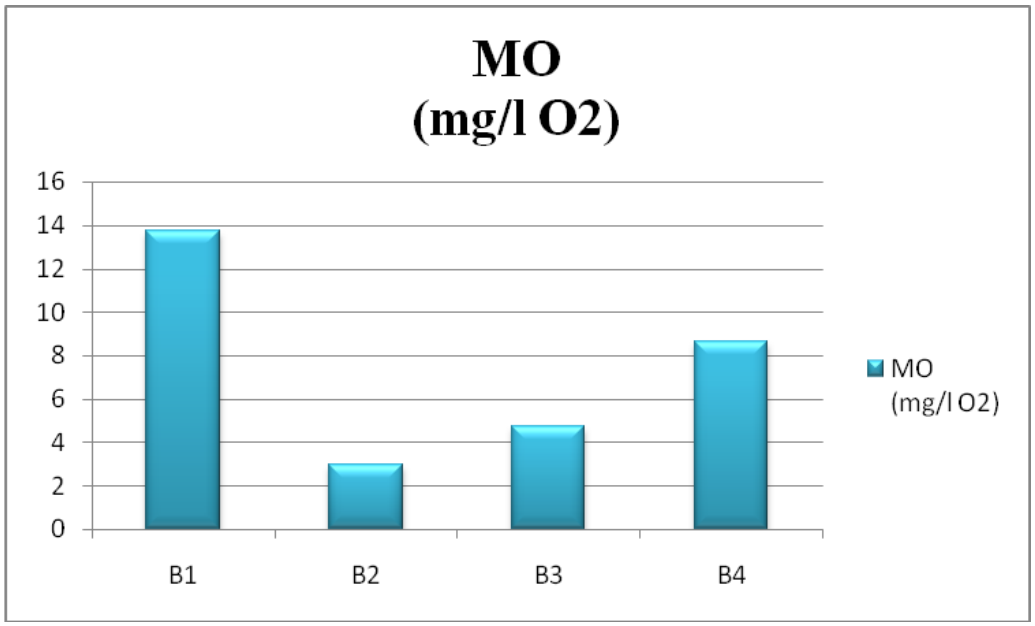



**Figure IV -7** : Variation des valeurs de la matière organique (mg/L en O2) de l'eau au niveau des quatre bassins d'étude.

## 8. Les résidus secs

La détermination du résidu sec sur l'eau non filtrée permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension, non volatiles, obtenues après une évaporation d'eau. Une eau dont la teneur en résidus secs est extrêmement faible peut être inacceptable à la consommation en raison de son goût insipide **(Naimi et Allaoua, 2017)**

L'évolution des valeurs des résidus secs (tableau IV-2) montre que le B1 présente la valeur la plus forte (1100 mg/l) par rapport aux B3 et B4 qui ont des valeurs (B3=700 et B4=500 mg/l). Par contre la valeur la plus faible se présente dans le bassin B2 (200 mg/l). Ces variations sont dues probablement à la nature de l'espèce (B1: Clarias espèce polluante, B2: Tilapia espèce filtreuse).

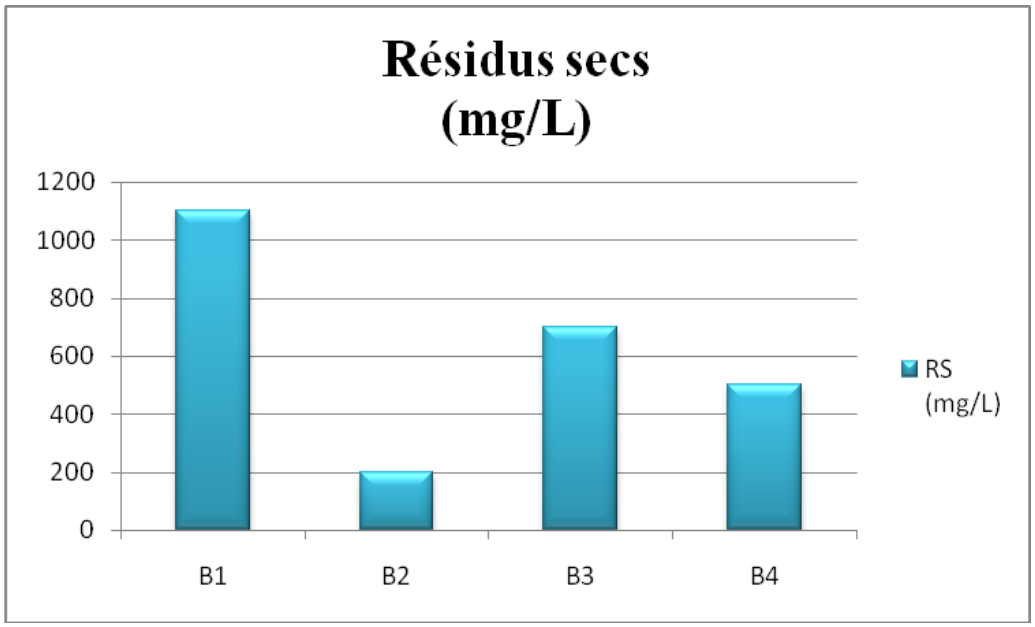



**Figure IV -8**: Variation des valeurs des résidus secs (mg/l) de l'eau au niveau des quatre bassins d'étude.

## 9. Le Titre Hydrotimétrique (TH)

D'après les résultats du tableau IV-2 et la figure IV-9 celles-ci montrent que la valeur maximale (543 mg/l) due aux concentrations élevées de calcium, magnésium et sodium est enregistrée dans le B1 et la valeur minimale (140 mg/l) est enregistrée dans le B2 suivie par des valeurs presque les mêmes qui se situent respectivement à 399 mg/l et 380 mg/l dans le B3 et le B4.

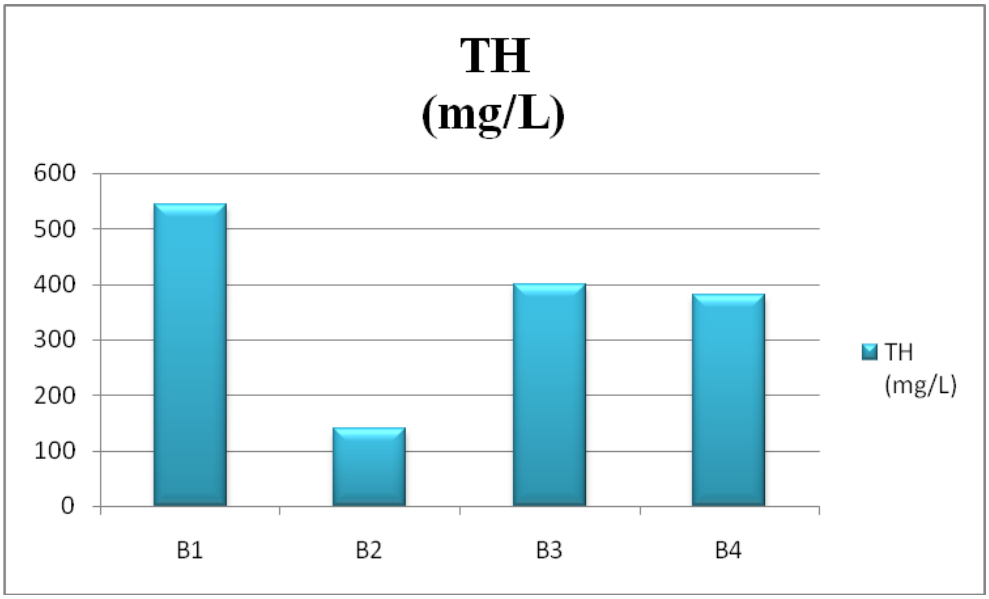



**Figure IV-9**: Variation des valeurs de TH (mg/l)
au niveau des quatre bassins d'étude.

## 10. Le calcium

Le calcium est un élément de la dureté de l'eau, les eaux chargées de calcium sont dures et celles qui sont faiblement chargés sont douces **(Belagoun et Daya, 2015).**

D'après les données illustrées dans le tableau IV-2 et la figure IV-10, il s'avère que le B1 enregistre la plus grande valeur (153.51 mg/l) suivi par le B3 (105.01 mg/l) et le B4 (99 mg/l), probablement que ces teneurs ont pour origine les matières fécales des poissons constituées de calcium et de phosphore **(Roque d'Orbcastel, 2008)**. Alors que le B2 se caractérise par la plus faible valeur en calcium (35.27 mg/l) par rapport aux autres bassins précédemment cités.

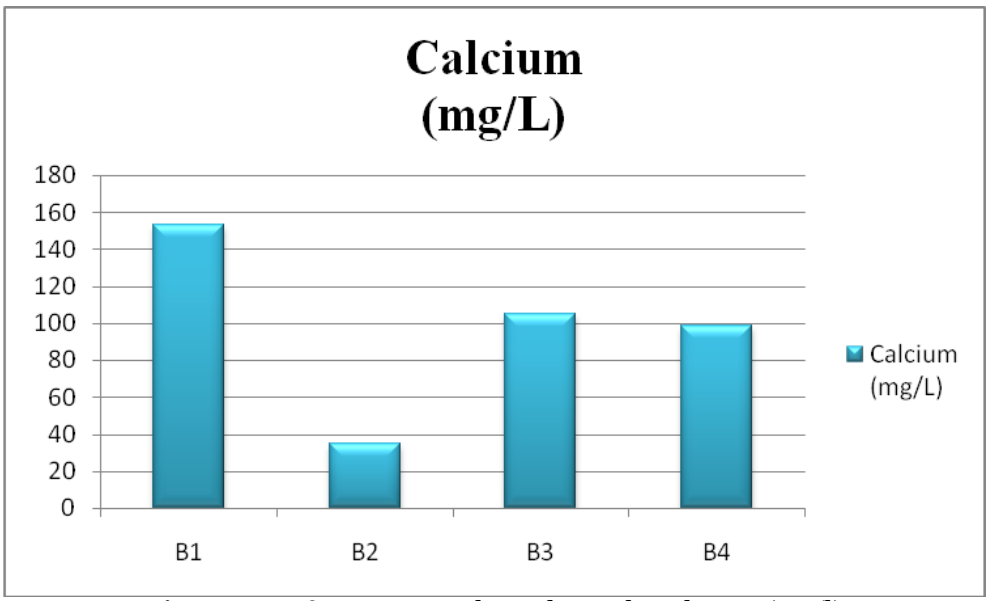



**Figure IV-10**: Variation des valeurs de calcium (mg/l)
au niveau des quatre bassins d'étude.

## 11. Le magnésium

A partir du tableau IV-2 et de la figure IV-11, on peut remarquer que les bassins B1, B3 et B4 ont des valeurs peu éloignées (B1=38.88 mg/l, B3=33.29mg/l , B4=32.32mg/l). Ces valeurs sont dues peut être au magnésium excrété en abondance dans les urines (**GARIDOU, 1994).** Par contre le bassin B2 a une faible valeur de magnésium B2=12.64 mg/l.

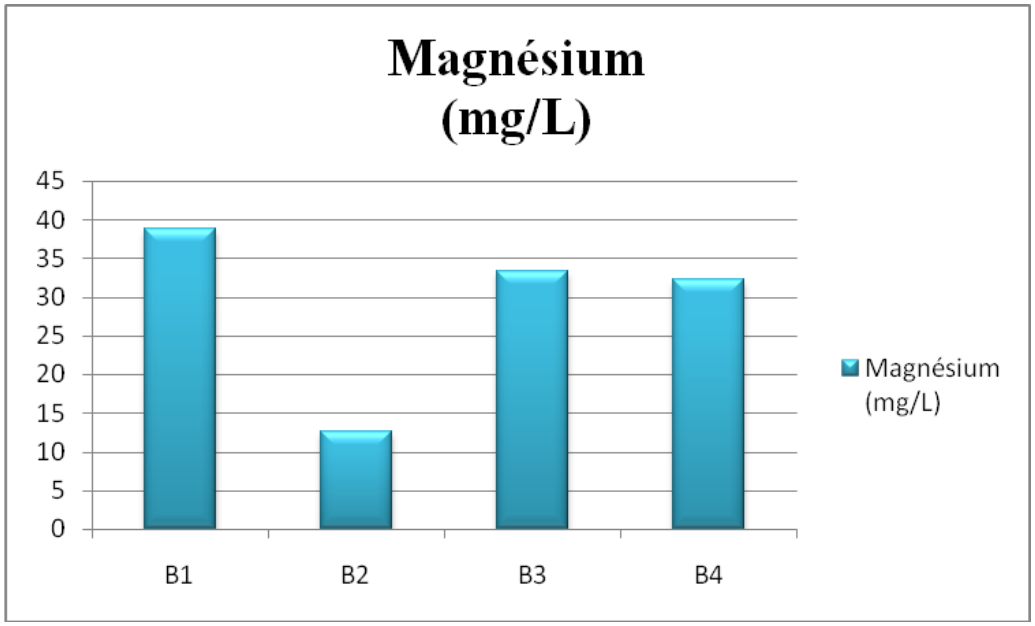



**Figure IV -11**: Variation des valeurs de magnésium (mg/l ) au niveau des quatre bassins d'étude.

## 12. Le sodium

Le sodium est un métal alcalin. Son origine peut être naturelle (mer, terrain salé....); humaine (10 à 15g NaCl dans les urines/jour) ou industrielle (potasse, industrie pétrolière,….). Les eaux très riches en Sodium deviennent saumâtres. **(Naimi & Allaoua, 2017)**

D'après le tableau IV-2 et la figure IV-12 le bassin B1 enregistre une concentration maximale du sodium (270 mg/l) celle-ci est suivie par celle du B3 (140mg/l) et du B4 (135mg/l). Ces résultats sont probablement dus aux déchets des poissons (urées). Au niveau du B2 une concentration minimale du sodium (15 mg/l) est enregistrée cette diminution peut revenir probablement à la quantité d'aliments.

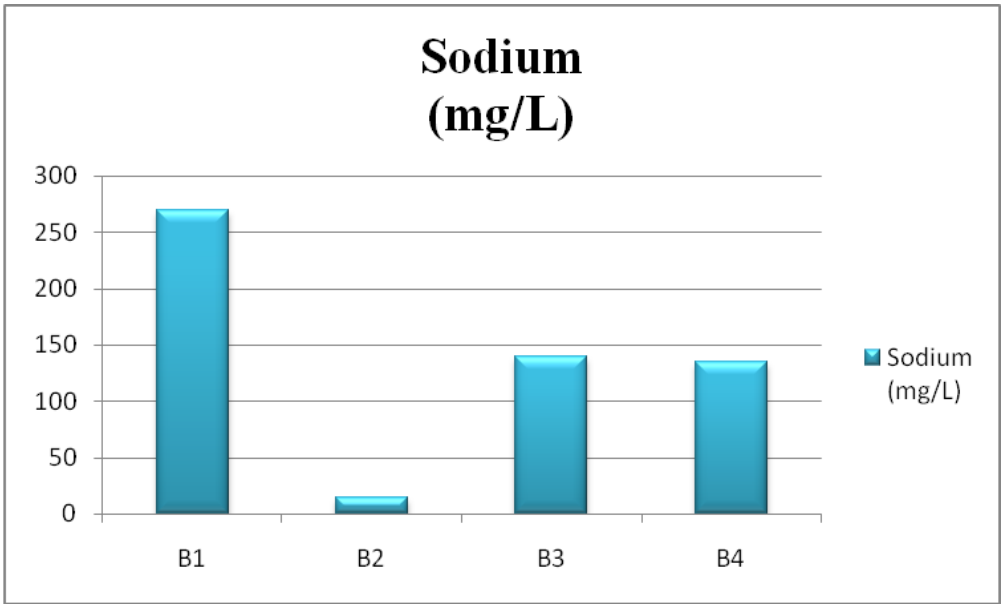



**Figure IV- 12**: Variation des valeurs de sodium (mg/l)
au niveau des quatre bassins d'étude.

## 13. Le potassium

Le potassium est un métal alcalin, étroitement rattaché au Sodium à tel point, qu'il est rarement analysé comme un constituant à part dans les analyses de l'eau. Sa présence est moins répandue dans la nature **(Naimi et Allaoua, 2017).**

A partir des résultats obtenus on observe que le B1 enregistre la plus grande concentration en potassium (133.5mg/l) suivie par des concentrations relativement proches, Celles-ci se situent entre 54mg/l et 46.2mg/l respectivement notées pour le bassin B3 et le bassin B4, alors que le bassin B2 présente une faible concentration du potassium estimée à 10.8 mg/l.

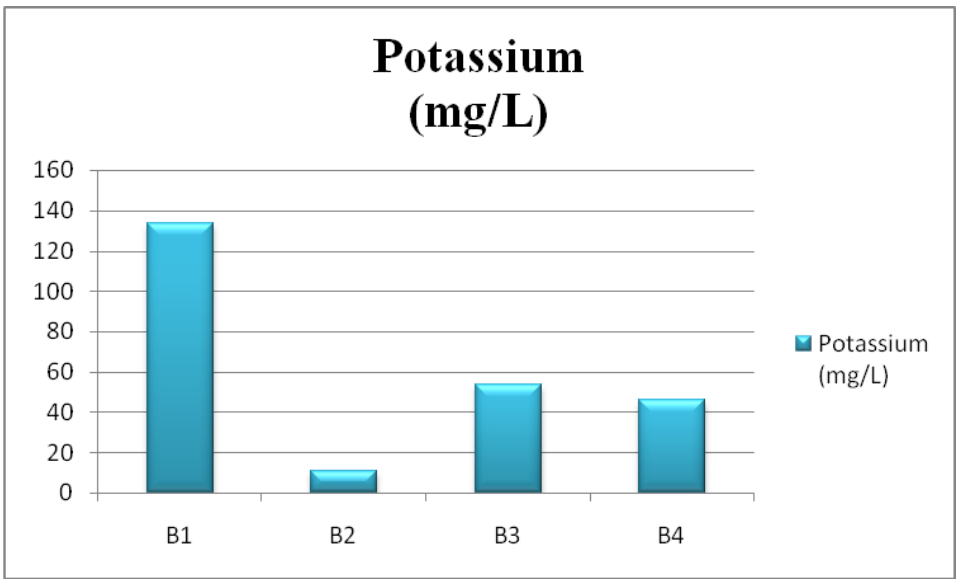



**Figure IV -13**: Variation des valeurs de potassium (mg/l)
au niveau des quatre bassins d'étude.

## 14. Les chlorures

Selon le tableau IV-2 et la figure IV-14 on note une présence maximale des chlorures dans le bassin B4 avec une teneur de 10.2mg/l celui-ci contenant une population de crustacés (Daphnie) suivie par des teneurs moyennes fluctuantes entre 8.1 mg/l pour le B1 et 7.7 mg/l pour le B3, puis une présence minimale des chlorures est enregistrée dans le B2 avec une teneur de 3.2mg/l (bassin est composée de Tilapia). Les concentrations des chlorures sont essentiellement associées à celles en sodium **(Ramade, 2000)**.

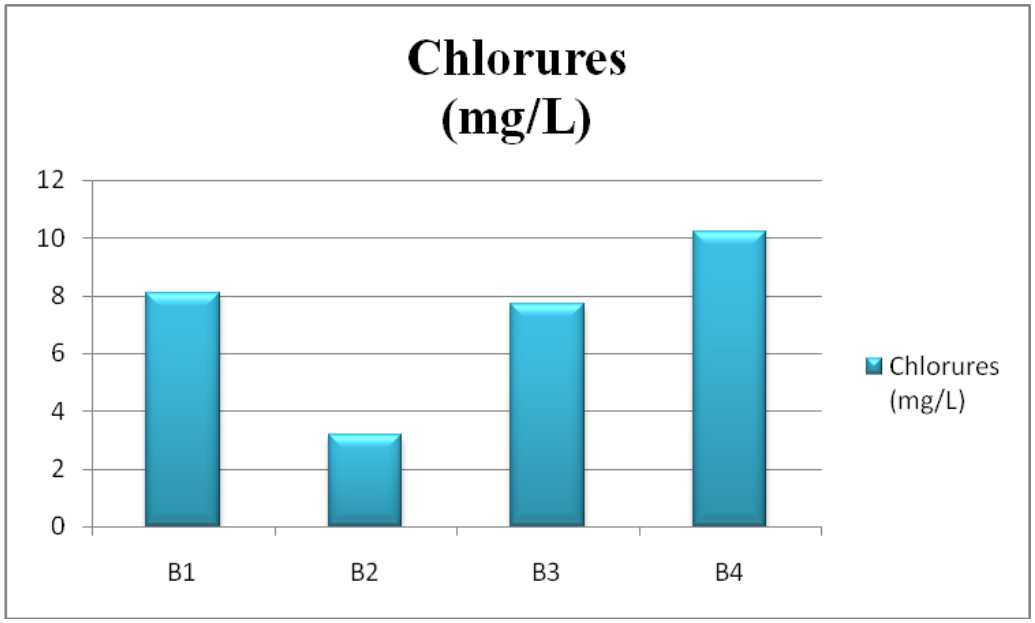



**Figure IV- 14**: Variation des valeurs de chlorures (mg/l)
au niveau des quatre bassins d'étude.

## 15. Les sulfates

Les ions sulfates sont des composés naturels des eaux liés aux cations majeurs: calcium, potassium et sodium généralement les ions des sulfates pourraient provenir de la dissolution du gypse ($CaSO_4$, $2H_2O$) **(Rodier et al., 2009).**

D'après le tableau IV-2 et la figure IV-15 les concentrations observées au niveau de trois bassins sont relativement proches celles-ci se situent entre 585.55mg/l et 566.15 et 545.5 respectivement notées pour le B1 et B3 et B4, pour le bassin B2 on observe une concentration moins importante (416.35mg/l). Toutes les concentrations précédentes citées sont supérieures à la norme marocaine relative aux eaux tièdes. On suppose que le non renouvellement de l'eau a causé cette augmentation des sulfates. Par ailleurs, les ions divalents comme les sulfates, les phosphates, ou le magnésium sont également excrétés en abondance dans les urines (**Garidou, 1994).**

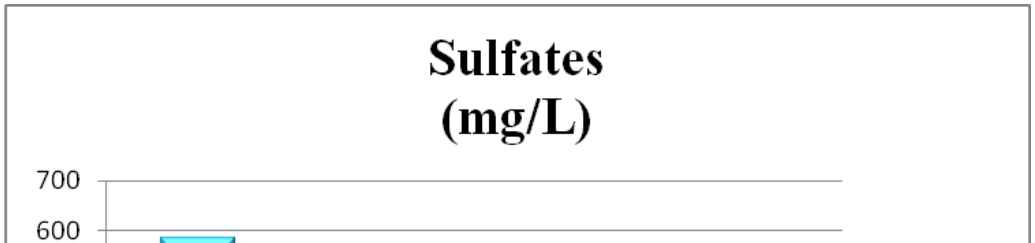


**Figure IV-15**: Variation des valeurs de sulfates ( mg/l)
au niveau des quatre bassins d'étude.

## 16. Les phosphates

D'après le tableau IV-2 et la figure IV-16 on peut constater que la concentration des phosphates est presque similaire avec une valeur maximale de (4mg/l) pour le B1 et B4 d'où la raison de cette concentration de phosphate est probablement liée à l'aliment non consommé et les fèces des poissons **(Merican et Philippes, 1985; Gaujous, 1995)**, alors que cette valeur diminue pour le B3 (0.34mg/l) et elle devienne nulle au niveau du B2.

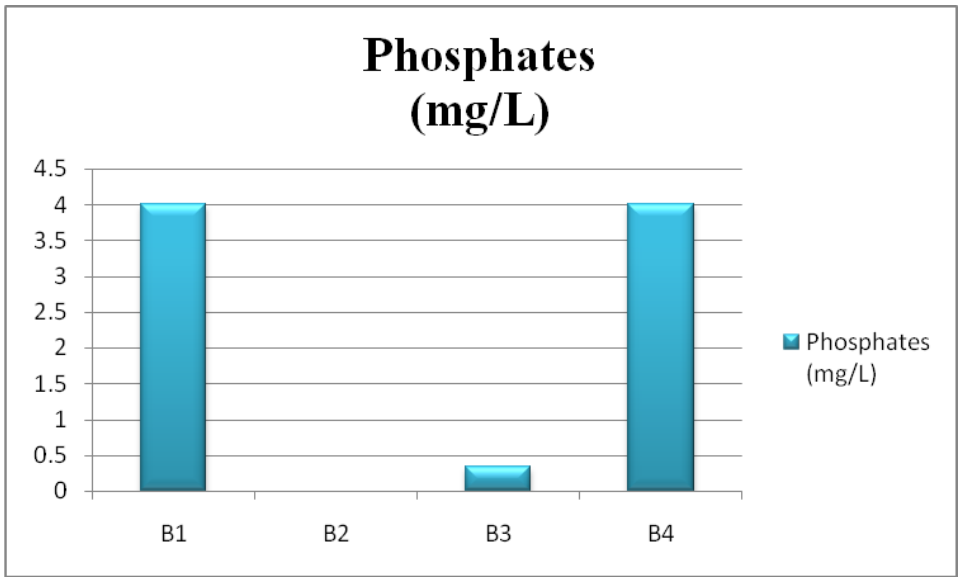



**Figure IV- 16** : Variation des valeurs de phosphates (mg/l)
au niveau des quatre bassins d'étude.

## 17. Les nitrites

D'après les résultats du tableau IV-2 et la figure IV-17 on observe une concentration maximale des nitrites au niveau du B2 avec une valeur de 0.0816 mg/l et une concentration minimale au niveau du B3 avec une valeur de 0.0649 mg/l. Ces valeurs restent supérieures aux concentrations des nitrites des eaux brutes de la ferme (0.0486 mg/l) et inférieures par rapport à la norme marocaine pour les eaux tièdes des rejets piscicoles.(<0,5mg/l). Les faibles concentrations en nitrites pourraient être expliquées par le fait que l'ion nitrite $NO^{-2}$ est un composé intermédiaire entre l'ammonium et nitrates et qui est instable en présence de l'oxygène **(Thomas, 1985)**.

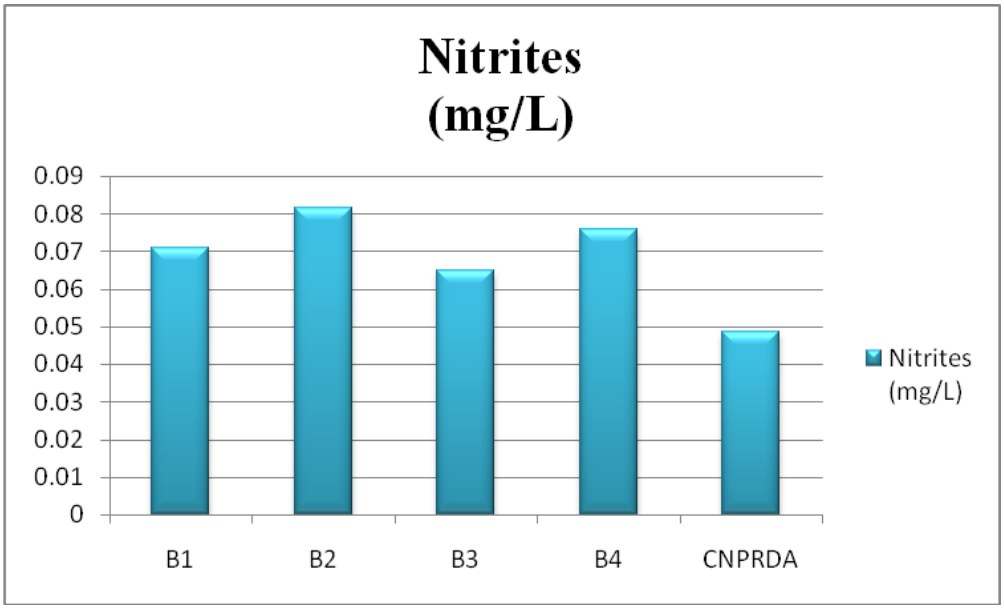



**Figure IV-17**: Variation des valeurs de nitrites (mg/l) au niveau des quatre bassins d'étude

## 18. Les nitrates

A partir du tableau IV-2 et la figure IV-18 on remarque que les valeurs des nitrates varient entre une valeur maximale (1.439mg/l) au niveau du bassin B1 due peut être à la protéine digérée et aux aliments non ingérés. Ainsi la nitrification permet l'oxydation de l'ammoniaque principal produit de l'excrétion azotée dont la forme non ionisée est hautement toxique pour les poissons en nitrates **(Tomasso, 1994)** ou dont l'eau n'est pas suffisamment renouvelée, et une valeur minimale de 0.443mg/l pour le bassin B2. Les concentrations des nitrates dépassent la concentration des nitrates des eaux brutes de la ferme (0.361mg/l).

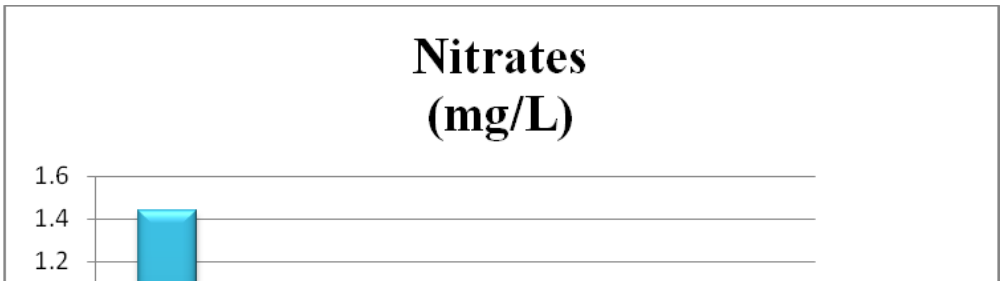


**Figure IV-18**: Variation des valeurs de nitrates(mg/l)
au niveau des quatre bassins d'étude.

## 19. L'ammonium

D'après le tableau IV-2 et la figure IV-19 on remarque que la concentration de l'ammonium est constante dans les quatre bassins avec une valeur 0.6mg/l. Ces valeurs sont très supérieures par rapport aux concentrations d'ammonium des eaux brutes de la ferme qui présente une valeur de 0.0015 mg/l et inférieures également aux normes du Maroc relatives aux rejets piscicoles. Ces valeurs élevées peuvent revenir à la décomposition des protéines naturelles contenues dans le phytoplancton et les micro-organismes. L'ammonium se trouve dans les eaux naturelles avec des valeurs variant de 0.1-10 mg/l **(Taghezout, 2015).**

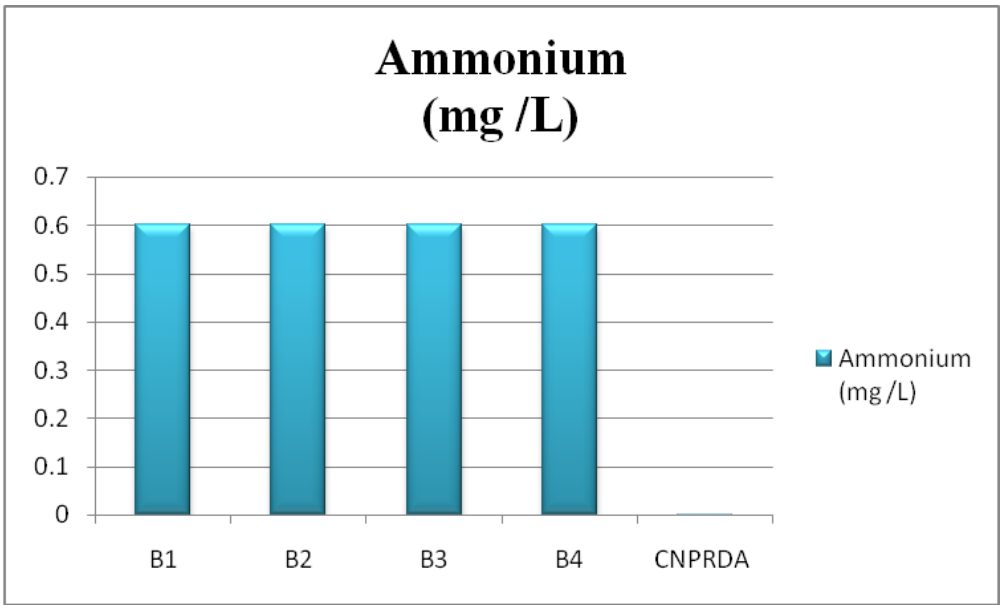



**Figure IV-19**: Variation des valeurs de l'ammonium (mg/l)
au niveau des quatre bassins d'étude.

# DISCUSSION

Afin de comparer la qualité des eaux piscicoles par rapport à d'autres résultats des eaux piscicoles à l'échelle internationale nous avons utilisés les valeurs des paramètres physico-chimique et organoleptique pour chaque bassin (4 bassins).

D'après le tableau on remarque que les eaux dans les quatre bassins sont toujours trouble surtout dans le bassin B1 cette coloration peut être causée par les déchets excrétés en particulier dans pour le cas du B1 où se trouve le poisson Clarias alors qu'on suppose que le non renouvellement des eaux au niveau des bassins aggrave cette situation. Par ailleurs, la couleur des eaux est due parfois à des acides humiques, grosses molécules contenant des cycles aromatiques ou poly aromatiques avec des fonctions hydroxyles ou acides. (**Roland, 2010).** Le bassin B1 a une forte odeur par rapport au bassin B3 et B4 . Cette mauvaise odeur est due aux déchets excrétés par le poisson Clarias et le non renouvellement des eaux de bassin. **Roland, (2010).** l'odeur et la saveur anormales sont dues à des molécules organiques contenues en très faibles quantités dans les eaux. Ces molécules peuvent êtres soit des molécules d'origines naturelles : métabolites d'algues, d'actinomycètes…soit d'origines de pollutions domestiques ou industrielles.

D'après nos résultats la concentration des sels dissous est la plus élevée au niveau du B1 (0.7 mg /l) causée probablement par le régime alimentaire de Clarias (60% protéines animales, 40% glucides) et le non renouvèlement de l'eau au niveau des bassins de la ferme. Cette forte salinité conduit généralement à une conductivité maximale dans ce bassin, Par contre, la concentration des sels est nulle dans le bassin B2 avec une conductivité minimale ce bassin est occupée par des individus de Tilapia qui est une espèce filtreuse. D'après **Bendjeddou (2013); Barkat (2016),** l'élévation de la conductivité de l'eau est due de la forte concentration en sels dissous. En outre et du fait de la proportionnalité des concentrations des différents ions, la conductivité permet de déterminer la salinité avec une grande précision. **Rodier et al. (2009).**

Par ailleurs, le TDS ainsi que les concentrations du calcium, magnésium, sodium, potassium, chlorure, et sulfate sont les plus importants au niveau du B1 (Clarias) ce qui peut être expliqué par la quantité d'aliments réservée à cette espèce et son mode de distribution (manuelle). Par contre, on remarque que le TDS est moins élevé au niveau du B2 où la production de Tilapia est effectuée (espèce filtreuse).

Concernant les rejets azotés (nitrites, nitrates, ammonium), les valeurs obtenues pour les nitrites se trouvent entre 0,0649 et 0,0816mg/l valeurs supérieures par rapport aux valeurs

brutes de la ferme. Pour les nitrates, celles-ci les valeurs se situent entre 0,443 et 1,439mg/l valeurs largement au dessus des valeurs brutes des eaux de la ferme. Au fait, les valeurs de nitrates pourraient être expliquées par le fait que les ions nitrites $NO^{-2}$ est un composé intermédiaire entre l'ammonium et nitrates et qui est instable en présence de l'oxygène **(Thomas, 1985).** Alors que les faibles valeurs des nitrites et les fortes valeurs des nitrates observées peuvent s'expliquer par une oxydation des nitrites en nitrates. Ajouté à cela, le fait que les principaux produits d'excrétion sont généralement des composés azotés **(Coulibaly et al 2019).**

Par ailleurs on note des concentrations stables d'ammonium qui peuvent résulté d'une part de la décomposition des déchets et excréments issus des poissons et d'autre part du reste d'aliments non consommés par les poissons **(Bahri, 2009)**..

Pour les concentrations des phosphates (0-4mg/l) on remarque qu'il ya une différence remarquable entre les quatre bassins. Cette différence est probablement liée à l'aliment non consommé et les fèces **(Merican et Philips, 1985).** Le phosphore ingérée par les poissons peut provenir soit des ions phosphates dissous dans l'eau soit du phosphore dans l'alimentation **(Garidou, 1989).**

Pour la matière organique une variabilité est enregistrée pour les concentrations au niveau des quatre bassins (2,96-13,74mg/l en $O_2$). Cette variabilité est probablement due soit à la quantité d'aliments dans les différents bassins et la nature des rejets excrétés par les poissons, soit aux molécules organiques dissoutes provenant de la dégradation d'organismes morts, et l'excrétion d'organismes vivants. Une teneur élevée en matières organiques devra toujours faire suspecter une contamination microbienne. **(Rodier et al., 2009).**

# CONCLUSION

A l'issue de cette étude qui a porté sur l'évaluation de la qualité des eaux piscicoles de quatre bassins localisés dans la ferme «*TITRI AQUACOLE*» à Benchicaou par l'analyse de 02 paramètres organoleptiques et 19 paramètres physico-chimiques durant une seule campagne de prélèvement effectuée le 02 mars 2020 contrainte imposée par les mesures de la pandémie (Covid-19) qui continuent jusqu'à ce jour.

D'après les différentes analyses et résultats obtenus, il ressort en premier lieu que l'eau des quatre bassins est trouble et de mauvaise odeur pour la majorité des bassins. Pour ces paramètres organoleptiques on peut déduire le gradient de qualité organoleptique décroissant suivant:

**QUALITE ORGANOLEPTIQUE: B2 <B3<B4<B1.**

Pour les résultats de l'analyse physicochimique, il s'avère tout d'abord que sur le plan physique ces résultats ont illustré que la température de l'eau des bassins varie entre 17- 19.9 °C alors que les eaux brutes de la ferme se trouvent à 18.01°C. Ces valeurs sont acceptables.

Pour le pH, les eaux des bassins présentent un pH neutre à légèrement alcalin (7.12-7.91) et une conductivité électrique oscillant entre 226µS/cm et 1479 µS/cm, valeur maximale enregistrée au niveau du B1 où se trouve l'élevage du poisson Clarias. En outre, il se montre que la turbidité obtenue est variable entre 3.47- 26.8 NTU cette valeur maximale est notée au niveau du B1. Ces résultats des paramètres suscités sont conformes aux normes Marocaines admises pour les eaux tièdes piscicoles. Le gradient décroissant se présente comme suit :

**QUALITE PHYSIQUE (T°, pH, Turbidité, Conductivité): B2 < B4<B3<B1.**

Sur le plan chimique, les différentes résultats de cette étude ont montré que la salinité atteigne une valeur maximale au niveau du B1 (0.7 mg/l) celle-ci ne dépasse pas la valeur des eaux brutes de la ferme (1.2mg/l). Pour la matière organique obtenue elle est comprise entre les limites 2.96 et 13.47 mg/l respectivement pour les bassins B2 (Tilapias) et B1 (Clarias). Cependant, les concentrations en résidus secs se situent 200 mg/l (B2) et 1100 mg/l (B1). Alors que pour le TH, la concentration maximale est enregistrée au niveau du B1 (543 mg/l) et la concentration minimale (140 mg/l) est notée au niveau du B2.

Pour le calcium, cet élément est moins élevé au niveau du B2 (35.27mg/l) alors qu'il le plus élevé au niveau du B1 (153.51 mg/l). Le sodium est plus concentré au niveau du

B1 (270 mg/l) et il est moins concentré au niveau du B2 (15 mg/l). Pour le potassium le minimum relevé (10.8 mg/l) est enregistré au niveau du B2 alors que le maximum se situe au niveau du bassin B1 (133.5mg/l).

Les chlorures se situent entre 3.2 mg/l (B2) et 10.2 mg/l (B4). Ce bassin contient la Daphnie (micro crustacé). Pour les sulfates, ils sont enregistrés avec une faible teneur au niveau B2 (416.35 mg/l) contenant le Tilapia et une forte teneur dans le B1 (585.55mg/l) contenant le poisson chat africain (Clarias).

Les phosphates sont absents au niveau du bassin B2 alors que la teneur maximale est enregistrée au niveau du bassin B1 (4 mg/l).

Les nitrites enregistrés varient entre une concentration minimale (0.071mg/l) au niveau du B1 alors que la concentration maximale (0.0816mg/l) est notée au niveau du bassin B2. Ces résultats ne dépassent pas les normes marocaines, par contre ils sont supérieurs à la teneur des eaux brute de la ferme (0.0486mg/l).

Quant aux nitrates les teneurs fluctuent entre la teneur minimale (0.443 mg/l) au niveau du B2 et la teneur maximale (1.439 mg/l) au niveau du B1. Ces teneurs dépassent la teneur des eaux brute de la ferme (0.3612 mg/l).

Les concentrations d'ammonium sont partout identiques (0.6 mg/l). Ces teneurs sont plus fortes par rapport à la valeur des eaux brutes de la ferme (0.0015 mg/l) mais restent en dessous des normes marocaines pour les eaux tièdes piscicoles.

Enfin, le gradient décroissant de la qualité chimique des rejets piscicoles se présente comme suit :

**QUALITE CHIMIQUE**

**(Salinité, TDS, MO, RS, TH, Ca, Mg, Na, K, Cl, $SO_4^{2-}$, $PO_4^{3-}$, $NO^{2-}$, $NO^{3-}$, $NH_4^+$):**

**B2 < B4 ≅ B3 < B1**

**QUALITE GLOBALE DES REJETS PISCICOLES DE LA FERME**

**B2 < B4 ≅ B3 < B1**

**Rejets de Tilapia < Rejets Daphnie ≅ Rejets poissons d'ornement < Rejets de Clarias**

Cependant, on peut supposer que les causes probables de cette qualité des eaux contenues dans les quatre bassins de la ferme sont les suivants:

- Le non renouvellement des eaux au niveau des bassins.
- La quantité et le mode de distribution d'aliments pour le poisson (méthode traditionnelle manuelle).
- Mode d'élevage (intensif).
- Manque de moyens.
- Manque de spécialistes dans le domaine d'aquaculture.

En outre, on doit préciser que ces différents rejets piscicoles ne sont pas rejeté dans l'environnement extérieur de la ferme au contraire ces rejets sont recyclés dans des bassins réservés spécialement à cette tache à l'intérieur ce qui peut être considérer comme un point positif pour la ferme et l'investisseur.

Enfin et pour conclure, on se permet de recommander quelques points à améliorer tels que:

- Améliorer nos connaissances sur la biologie et l'écologie des espèces cultivées
- Compléter nos analyses physico-chimiques par d'autres paramètres (DBO5, DCO ,MES , ….etc.)
- Effectuer une étude bactériologique au niveau des rejets des eaux piscicoles de la ferme.
- Etaler la période d'étude sur d'autres mois voir d'autres années de suivi.
- Faire une étude comparative avec d'autres rejets provenant des fermes aquacoles en Algérie.

Pour la ferme aquacole on se permet de proposer les points suivants dans le but d'améliorer la culture tout en préservant notre environnement :

- Installation d'un laboratoire dans la ferme.
- Installation d'une station d'épuration des rejets piscicoles. Au fait, le renouvellement des eaux selon le mode d'élevage apparait indispensable (exemple : super intensive demande un renouvellement des eaux 400%/heure pour une densité de 300 poissons par $m^3$).
- À la fin, essaie de motiver les éleveurs pour l'extension de leurs élevages et d'améliorer leurs technicités par les différents programmes de formations et de vulgarisation, ainsi l'acquisition de nouveaux matériels qui va faciliter leur travail.

# RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**ABDOULAYE, D, N., KHADIJETTOU M, M, S., et Ould SID'AHMED OULD KANKOU M. 2013.** Contribution a l'etude de la qualite physicochimique de l'eau de la rive droite du fleuve. *Larhyss Journal n° 12*. pp. 71-83.

**ADE. 2019 :** Algérienne Des Eaux.

**ANDI. 2015** : Agence nationale dudéveloppement etdel'investissement de la Wilaya de Médéa. pp 10-23.

**ANONYME 1, 2019. (**http://www.poisson-aquaculture.fr/especes-marines-et-nouvelles/les-especes-elevees/,2019)

**ANONYME 2, 2020** . Impact des activités aquacoles sur l'environnement (http://www.environnement.gouv.qc.ca/milieu_agri/aquacole/index.htm)

**BAHRI. A,2009.** Contribution à la valorisation des eaux aquacoles dans l'amélioration de la production de l'oignon et de la laitue (cas de Kefes Soltane Ouargla). Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Sciences Agronomiques. Université Kasdi-Merbah- Ouargla, 99p.

**BALARIN J.D. et HATTON J.D. 1979:** Tilapia: A guide to their biology and Culture in Africa. Unit of Aquatic Pathobiology, Starling University,174 p.

**BARNABE G, 1991.** Base biologique et écologique de l'aquaculture pp14-66

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

**BENIDIRI.R, 2017**. Création d'un projet piscicole, Université Abou bekr Belkaid Tlemcen.

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

**BEVERIDGE. M.C.M, PHILLIP. M.J, CLARKEl. R.M., 1991.** A quantitative and qualitative assessment of wastes from aquatic animal production. In: Brune, D.E., Tomasso, J.R. (Eds.),Aquaculture and Water Quality. Advances in World Aquaculture, vol. 3. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA: pp506-533.

**BLANCHETONl.J-P, DOSDAT.A, DESLOUSl PAOLIl.J-M.** Minimisation des rejets biologiques issus d'élevages de poissons. PP68-78.

**BOUCHIBTI.KH,2020.**les déférentes types de pollutions(www.pollution.com).

**BOURAS.A, 2014.**Contribution à l'étude de l'effet des eaux d'oued Rhumel en aval de l'hôpital Ibn badis sur les paramètres de cycle de vie de Daphnie magna.

**CHAPMA. A., 2003.** Culture of hybrid Tilapia: reference profile. *IFAS extension.* University of Florida. Edis:86p.

**COULIBALY.S, KOUAME N'GORAN.V, BOUA ATSE.C, 2019.** Etude Comparative de la Qualite des Eaux des Etangs et du Barrage d'une Ferme Piscicole en Etang au Sud-Est de la Côte d'Ivoire. European Scientific Journal August 2019 edition Vol. 15, No.24 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431.17p.

**DAS, A. B. et RATHA, B. K. 1996.**Physiological adaptative mechanisms of catfish (*Siluroidei*)to environmental changes. Aquatic Living Ressources.pp135-143.

**DE.2020** : D'érection de l'environnement.

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

**DIANI.S, HANNICHE.N, 2017**. Contribution à l'étude des variations climatiques et leurs impacts sur le couvert végétal dans l'Atlas Blidéen (cas de la zone contrale de PNC).

**EL YAZGHI.M ,2003**. Arrêté du ministre chargé de l'aménagement du territoire, de l'eau et de l'environnement n°2028-03 du 10 ramadan 1424 (5 novembre2003) fixant les normes de qualité des eaux piscicoles.

**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. Hydroécologie Santé, eau et environnement. 152p.

**ELODIE, R., 2014.** Turbidité et risques dans le bassin versant de la Doubégué (Burkina Faso). Bulletin de l'association de géographes français journale. Article. p360.

**EUZEN. A, EYMARD. L et Gaill. F, 2013.** Le développement durable à découvert , Incidences des activités humaines sur les milieux 16. Pollution des milieux aquatiques PERRODIN. Y p. 242-243.

**FAO. 2008.** Climate change and food security :aframe work document .110pp.

**FAO :** Le développement de l'aquaculture en Algérie en collaboration avec la FAO-bilan 2008-2016**.**

**FERMON Y, 2009.** La pisciculture de subsistance en étangs en Afrique : Manuel technique, A C F - INTERNATIONAL NETWORK.

**GARIDOU.C, 1994.** Quantification des rejets d'une ferme piscicole de Loup *(Dicentrarchus labrax L.)* Bilans de masse: N, P, et C.

**GAUJOUS. D, 1995**. La pollution des milieux aquatiques : aide-mémoire. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 220p.

**GUILLAUME. J, KAUSHIK.S , BERGOT. P., METAILLER. R.1999**. Bases de la nutrition des animaux aquatiques : physiologie digestive et digestibilité des nutriments. Nutrition et alimentation des poissons et crustacés. Éditions INRA-IFREMER, 489 pp71-75.

**GOWEN.R.J.,BRADBURY.N.B,1987.** The ecological impact of salmonid farming in coastal waters:a review.Oceanography and Marine Biology Annual Review, 25:pp 563-575.

**GUY OUELLET.1999.** Les rejets des stations piscicoles et leurs impacts environnementaux.

**HADJ DJILANI .B et TIGHRINE. L, 2018.** De la mise en place d'un protocole d'élevage piscicole dans un bassin d'agro-irrigation.

**IMOROU TOKO.I, 2007**.Amélioration de la production halieutique des trous traditionnels à poissons (whedos) du delta de l'ouléma (Sud Bénin) par la promotion de l'élevage des poissons chats Clarias gariepunus et Heterobrancheus Longifilis. Thèse de doctorat, FUNDP, 186p.

**IRE, 2008 :** Élevage. Impact des rejets piscicoles.

**JIMENEZ DEL RIOIMENEZ.M, RAMAZANOV.Z, GARCIA-REINAG.1996**. *Ulva rigida* (Ulvales,Chlorophyta) tank culture as biofilters for dissolved inorganic nitrogen from fishpond effluents. Hydrobiologia, 326: pp61-66.

**KEBAL.A et BAILICH.R, 2019.** Contribution a l'étude de la qualité organoleptique, physicochimique et bactériologique des eaux provenant de trois sources de la ville de Médéa.

**KAUSHIK.S.J,1990**. Nutrition et alimentation des poissons et contrôle des déchets piscicoles. La pisciculture française, 101: 14-23.

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

**LACROIX. E**, **2004**. Pisciculture en Zone Tropicale, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit.

**LE BERRE.M,1989**.Faune de Sahara : poissons, amphibiens, reptiles, Tome1.Ed.Chaubaud, France , 332p.

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

**LEVEQUE.C ,PAUGY.D, 1999**. Les poissons des eaux continentales africaines : diversité , écologique , utilisation par l'homme .Ed IRD.Paris (France), 521p.

**MERZOUG, S. E. 2009.** Etude de la qualité microbiologique et physicochimique de l'eau de l'écosystème lacustre Garaet Hadj-Taher (Benazzouz, wilaya de Skikda)., Université 08 Mai 1945 de Guelma. Magister. Hydro-écologie Santé, eau et environnement. 158p.

**MPRH (M**inistère de la **P**êche et des **R**essources **H**alieutiques) ,**2006.** Schéma Directeur Développement des Activités de la Pêche et l'Aquaculture, Horizon 2025.

**MPRH, 2008**. Horizon schéma directeur de développement des activités de la pêche et de l'aquaculture.

**MPRH, DGPA.2018.** Pêche et aquaculture en Algérie, situation et enjeux économiques.

**NAIMI, M., et ALLAOUA, O. 2017.** Contrôle de qualité microbiologique et physicochimique de l'eau de source Chiffa. Université Yahia Fares Médéa. Master.98p.

**O.M.S., 2004.** Directives de qualité pour l'eau de boisson. **(**3 éd). Vol 1. Organisation mondiale de la sante. Genève. 110p.

**O.M.S., 2017.** Directives de qualité pour l'eau de boisson (4 éd). Intégrant le premier additif.Genève. 564p.

**ONS** (**O**ffice **N**ational de **S**tatistiques), Décembre 2018.

**PULLIN, R.S.V. et LOWE Me CONNEL, R.H. (1982):** The biology and culture oftilapias. ICLARM, ConferenceProceedings, 7 Manila, Philippines, 432p.

**POUGET.M, 1972**.Etude Agro – Pédologique de la Région d'OUZERA (MEDEA).

**RAMADE, F. 2011.** Introduction à l'écochimie. Tec & Doc. Lavoisier : Paris. 791p.

**RAMADE.F,2000.** Dictionnaire encyclopédique des pollutions.Ediscience international, pp284, 327,428.

**RODIER, J., LEGUBE, B., MERLET, N., et coll. 2009.** L'Analyse de l'eau (9 éd.). DUNOD. 1579p.

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

**SOHOU Z. et HOUEDJISSIN R. C. et AHOYO N. R. A,2009**. La pisciculture au Bénin : de la tradition à la modernisation, Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin Numéro 66 .p 57

**TEUGELS, G.G., 1986**. A systematic revision of the African species of genus *Clarias*(Pisces ;Clariidae). Annales du Musée Royal d'Afrique Centrale, pp1-119.

**TEUGELS, G. G. 1996.**Taxonomy, phylogeny and biogeography of catfishes (*Ostariophysi*,*Siluroidei*): an overview. Aquatic Living Ressources.pp9-34.

**THOMAS.O, 1985**. Métrologie des eaux résiduaires. Ed.Cebedoc/Tec et Doc. 11 liège - 75384.Paris.