REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE YAHIA FARES MEDEA

MÉMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention d'un diplôme de Master

Spécialité : **ECOLOGIE**

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE L'EFFICIENCE DE DEUX ALIMENTS A BASE DE FARINE DE POISSON (PREPARE , COMMERCIALISE) SUR LA CROISSANCE DU TILAPIA DU NIL (*Oreochromis niloticus*) AU NIVEAU DE LA FERME « TITTERI AQUACOLE »- MEDEA.

Présenté et soutenu le 23/06/2022 par:

M^elle^ **ACHAB Rihab &** M^elle^ **DAIRI Ouidad**

Devant le jury composé de:

Présidente	Mme. **NABI. F**	M.C.A	UYF-MEDEA
Examinateur	Mr. **MASMOUDI. M**	M.C.B	UYF-MEDEA
Promoteur	Mr. **BELHADJ. H**	M.C.B	UYF-MEDEA
Co-promoteur	Mr. **BOUDJEBBOUR. A**	M.C.B	UYF-MEDEA

***Année universitaire*: 2021-2022**


بسم الله الرحمن الرحيم

Remerciements

D'abord, nous rendons grâce à ***ALLAH***
le Tout Miséricordieux, le très Miséricordieux.
Ce travail n'aura pas pu être réalisé sans la contribution de nombreuses personnes que nous remercions très sincèrement pour leur aide et pour leur soutien.
Nos vifs remerciements et notre profonde gratitude s'adresse à notre promoteur **Mr. Belhadj Hichem** qui a accepté de nous encadrer. Nous le remercions infiniment pour son aide, ses orientations, sa patience et sa correction sérieuse de ce travail.

Nous tenons également à exprimer nos sincères remerciements à notre Co- Promoteur **Mr. Boudjebbour Abdelmadjid**, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir lieu sans son aide.
Nous remercions les membres de jury qui nous ont fait honneur et ont bien voulu examiné ce modeste travail **Mme. Nabi Fahima** et **Mr. Masmoudi. M**
Nous tenons à exprimer notre respect, et nos profondes gratitudes à l'ensemble de nos enseignants du Département des sciences de la nature et de la vie, pour avoir prodigué un enseignement de qualité et à chercher toujours à le perfectionner.
Nous tenons à remercier également **Mr Benkortbi Amine**,
le Directeur de la ferme « TITTERI-AQUACOLE » qui nous a ouvert les portes de sa ferme pour réaliser ce travail ainsi les employés de la ferme pour leur aide.
Nos plus sincères remerciements vont aussi à **Mme. Chemli Madiha** ingénieur en aquaculture pour son aide, ses orientations et aussi à **Mme. Chafiee** Chef d'Antenne DPRH-Médéa.
Et enfin nous remercions tous ceux qui ont participé de près ou de loin pour la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Au nom de dieu Je dédie ce mémoire

À mes très chères parents Omrane et Naima

qui ont su me soutenir tout long de mes études,

qui sans eux je n'aurai pu effectuer ce travail.

À mon chère frère Mouhamed pour son encouragement

À mes très chères sœurs Sara et Hasnae pour leur soutien moral

À toute ma famille

À mon chère binôme Widad

À tous mes profs qu'ils m'ont appris durant toutes mes années d'étude.

Notre dédicace va également à ceux qui ont participé De près

ou de loin à l'aboutissement de nos

efforts.

Rihab



Dédicaces

À l'aide de dieu tout puissant, qui m'a tracé le chemin de ma vie,

J'ai pu réaliser ce travail que je dédie :

À mes chères parents Mokhtar et Rabia pour leurs prières,

pour leur patiente, pour leur soutien tout au long de ma vie.

À mon chère frère Noureddine pour son encouragement

À mes sœurs Zhaira et son mari Kader, Nadjah

et son mari Mouhamed et à ma petite sœur Racha.

À Mon neveu Amir et ma nièce Maria

Sans oublier mon binôme Rihab

À toute la famille, Dairi et Madani, à mes oncles

et tantes. À tous mes enseignants,

je leurs exprime ma profonde gratitude.

À tous les étudiants de l'Ecologie promo

2021-2022 Et tous ceux que j'aime.

Widad

RESUME

La présente étude est effectuée au niveau de la ferme piscicole « Titteri aquacole » qui sise à Benchicao (Wilaya de Médéa). Notre étude a pour objectif de déterminer l'efficacité d'un aliment testé (préparé) sur la croissance des poissons (fingerlings) de Tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*), la démarche est basée sur une comparaison entre deux aliments l'un est préparé, l'autre est un aliment commercial.

Le régime expérimental que nous avons adopté est formulé à base de farine de poisson, son de blé, semoule, huile et complément multivitaminés, fabriqué au niveau du laboratoire de l'université Yahia Farès Médéa.

Vingt poissons de *O. niloticus* de poids moyen entre (11,80-15g) ont été séparés sur quatre aquariums chaque aquarium contient cinq poissons mâles ou femelles, deux aquariums alimentés par l'aliment que nous avons préparé et les deux autres par l'aliment utilisé au niveau de la ferme aquacole le suivi a duré 78 jours.

Les résultats obtenus ont montré que les paramètres physico-chimiques tels la température, pH, conductivité électrique et salinité, sont favorables pour l'élevage de cette espèce. Au contraire l'oxygène dissous a montré de très faibles concentrations par rapport à la concertation optimale pour l'élevage de Tilapia.

D'autre part, les résultats de cette étude ont pu montrer que les meilleures performances de croissance ont été observées chez les poissons mâles nourris avec l'aliment commercial (ACM) alors que les plus faibles performances de croissance ont été enregistrées chez les poissons femelles nourris avec l'aliment testé (ATF).

Mots clés: *Oreochromis niloticus*, aliment fabriqué, aliment commercial, paramètres zootechniques, indices de croissance, ferme « Titteri aquacole », Benchicao - Médéa.

ملخـــــص

أجريت هذه الدراسة في مزرعة أسماك "تيطري لتربية المائيات" الواقعة في بن شيكاو (ولاية المدية). تهدف دراستنا إلى تحديد فعالية الطعام المختبر (المعد) على نم و أسماك البلطي النيلي (اصبوعية الشكل) ويستند النهج إلى مقارنة بين غذائين تم تحضير أحدهما، والآخر هو غذاء تجاري.

النظام الغذائي التجريبي الذي اعتمدناه مصنوع من دقيق السمك ونخالة القمح والسميد والزيت ومكملات الفيتامينات المتعددة، الذي تم صناعته على مستوى مخبر جامعة يحيى فارس المدية.

تم فصل عشرين سمكة من اسماك البلطي النيلي بمتوسط وزن يتراوح بين (11,80-15 غرامًا) على أربعة أحواض مائية يحتوي كل حوض مائي على خمسة أسماك من الذكور أو الإناث، حوضين مائيين تم تغذيتهما بالطعام الذي أعددناه والحوضين الاخرين تم تغذيتهما بواسطة الطعام المستخدم على مستوى المزرعة استمرت المتابعة 78 يومًا.

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن المعايير الفيزيائية والكيميائية مثل درجة الحرارة ودرجة الحموضة والتوصيل الكهربائي والملوحة، مواتية لتربية هذا النوع. على العكس من ذلك، أظهر الأكسجين المذاب تركيزات منخفضة للغاية مقارنة بالتركيز المثالي لزراعة البلطي.

من ناحية أخرى، تمكنت نتائج هذه الدراسة من إظهار أن أفضل أداء نمو لوحظ على الأسماك الذكور التي تغذت على الأعلاف التجارية في حين تم تسجيل أدنى أداء نمو على الأسماك الإناث التي تغذت على أعلاف المخبر (المعد).

الكلمات المفتاحية: أغذية مصنعة، أغذية تجارية، سمك البلطي النيلي، معاملات النمو، مؤشرات النمو، "تيطري لتربية المائيات" بن شيكاو، المدية.

ABSTRACT

This study is being conducted at the "Titteri Aquacole" fish farm located in Benchicao (State of Medea). Our study aims to determine the efficacy of a food tested (prepared) on the growth of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*), the approach is based on a comparison between two foods one is prepared, the other is a commercial food.

The experimental diet we have adopted is formulated with fish meal, wheat bran, semolina, oil and multivitamin supplement, made at the laboratory of the University Yahia Farès Medea.

Twenty fish of *O. niloticus* of average weight between (11,80-15g) were separated on four aquariums each aquarium contains five male or female fish, two aquariums fed by the food we prepared and two by the food used at the farm level «Titteri» the follow-up lasted 78 days.

The results obtained showed that physico-chemical parameters such as temperature, pH, electrical conductivity and salinity are favorable for the breeding of this species. On the contrary, dissolved oxygen showed very low concentrations compared to the optimal consultation for Tilapia breeding.

On the other hand, the results of this study may have shown that the best growth performance was observed in male fish fed with commercial feed (ACM) whereas the lowest growth performance was recorded in female fish fed with the food tested (ATF).

Keywords: *Oreochromis niloticus*, manufactured food, commercial food, zootechnical parameters, growth index, farm «Titteri aquacole», Benchicao, Médéa.

SOMMAIRE

Dédicaces 4

Dédicaces 5

Liste des Tableaux 12

Liste des Figures 13

Liste des abréviations 16

INTRODUCTION 1

CHAPITRE Ⅰ:SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE 3

1. Généralités sur l'aquaculture 3

1.1. Définition de l'aquaculture 3

1.2. Objectifs de l'aquaculture 3

1.3. L'aquaculture dans le monde 4

1.4. L'aquaculture en Algérie 7

1.5. Avantages et inconvénients de l'aquaculture 8

2. Généralités sur la pisciculture 9

2.1 Définition de la pisciculture 9

2.2. La pisciculture dans le monde 10

2.3. L'objectif de la pisciculture 11

2.4. Les espèces les plus utilisées en pisciculture dans les eaux douces 11

2.5. Impact de la pisciculture sur l'environnement 13

3. Généralités sur le Tilapia 14

3.1. Culture du tilapia en Algérie 14

3.2. Présentation de l'espèce étudiée *Oreochromis niloticus* 16

3.4. Systématique 19

3.5. Biologie du Tilapia du Nil 19

3.6. Répartition géographique 25

3.7. L'alimentation de Tilapia du Nil 27

3.8. Pré-grossissement du Tilapia du Nil 32

3.9. Grossissement du Tilapia du Nil 32
3.10. Risques pathologiques 33
3.11. Qualité de la chair du poisson 33
3.12. Intérêt économique 35
CHAPITRE II :MATERIEL ET METHODES 38
1. PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE 38
A/ PRESENTATION DE LA WILAYA DE MEDEA **38**
A.1. Situation géographique 38
A.2. La géomorphologie 39
A.3. L'Hydrologie 39
A.4. Synthèse climatique de la région 40
B/ PRESENTATION DE LA COMMUNE DE « BENCHICAO» **41**
B.1. Situation géographique 41
B.2. Synthèse climatique de la commune de Benchicao 42
C/ Description de la ferme piscicole « TITTERI AQUACOLE »..... **46**
2. Matériels et Méthode 48
2.1. Objectif 48
2.2. Matériel biologique 48
2.3. Matériel 48
2.4. Les routines associées á l'expérimentation 49
2.5. Préparation de l'aliment testé 50
2.6. L'alimentation du poisson 52
2.7. Les paramètres suivis 54
2.7.1. Les paramètres physicochimiques 54
2.7.2. Les paramètres zootechniques 54
2.7.3. Les indice de croissance 54
2.8. Les analyses statistiques 56
CHAPITRE III :RESULTATS ET INTERPRETATIONS 51

1. Evolution par rapport aux aquariums 59

1.1. Evolution des paramètres physico-chimiques 59

1.2. Evolution des paramètres zootechniques 64

2. Evolution temporelle 67

2.1. Evolution des paramètres physico-chimiques 67

2.2. Evolution des paramètres zootechniques 70

3. Evolution par rapport au sexe 72

4.Corrélation et régression 76

5. Les indices de croissance de poissons 78

DISCUSSION 86

CONCLUSION 93

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 98

ANNEXES 105

Liste des Tableaux

N°	Titre	Page
01	Les principales espèces de poissons élevées dans le monde.	**6**
02	La production totale de l´aquaculture en Algérie par tonnes pendant la période entre 2006 – 2012.	**8**
03	Avantages et inconvénients de l'aquaculture en Algérie.	**8**
04	Les espèces les plus utilisées en pisciculture dans les eaux douces.	**11**
05	Impact négative de l'aquaculture sur l'environnement et les sociétés.	**13**
06	Nombre de Tilapia introduits au Sud Algérien.	**16**
07	Quelques critères de qualité d'eau pour la pisciculture des Tilapias.	**21**
08	Critères de qualité de l'eau optimale pour la croissance de Tilapia.	**22**
09	Besoins théoriques en protéines et en lipides et en glucides digestibles.	**30**
10	Besoin quantitatifs en acides aminés essentiels d'*O.niloticus.*	**30**
11	Besoins vitaminiques d'*O.niloticus* en mg/kg d'aliment.	**31**
12	Besoin d'*O.niloticus* en minéraux.	**31**
13	Les principales maladies affectant le tilapia du Nil sont citées dans le tableau ci-dessous.	**33**
14	Composition chimique et valeur nutritionnelle de 100g du chair du Tilapia du Nil.	**34**
15	Informations géographiques concernant la wilaya de Médéa.	**39**
16	les précipitations mensuelles de la zone d'étude durant la période 1990-2015.	**42**
17	Température mensuelles maximale (Max), Minimale (Min) et moyennes (moy) en °C de la zone d'étude 1990-2015.	**44**
18	Les caractéristiques du bassin d'élevage de tilapia dans la ferme.	**47**
19	La composition de l'aliment testé dans la préparation du régime alimentaire expérimentée et la composition de l'aliment commercialisé.	**50**
20	Résultats des analyses physicochimiques de l'eau au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM).	**59**
21	Résultats des paramètres zootechniques au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM).	**64**
22	Résultats des indices de croissance au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM).	**78**

Liste des Figures

N°	Titre	Page
01	Distribution de la part de l'aquaculture par grandes régions géographiques.	**4**
02	Production mondiale de poisson d'élevage destiné à la consommation et de plantes aquatiques cultivées.	**5**
03	Production aquacole mondiale des principaux groupes d'espèces de poissons en 2010.	**5**
04	Evolution de la Production Aquacole globale en Algérie (tonnes) (2000-2017).	**7**
05	Cages piscicoles de pleine mer.	**9**
06	Etangs piscicoles en Chine.	**9**
07	Evolution de la consommation apparente de poisson et de fruits de mer en Algérie (kg/hab/an).	**10**
08	Principales espèces produites en aquaculture dans le monde en 2012 (FAOSTAT).	**12**
09	Carte indiquant les lieux d'introduction d'*O.niloticus* en Algérie.	**15**
10	La production de tilapia du Nil en Algérie par wilaya (2007-2016).	**16**
11	Tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*).	**17**
12	caractéristiques morphologiques d'*Oreochromis niloticus.*	**18**
13	Tête de Tilapia nilotica.	**18**
14	*Oreochromis niloticus.*	**19**
15	Le cycle de tilapias incubateurs buccaux.	**24**
16	Les papilles génitales du Tilapia femelle (a) et mâle (b).	**24**
17	Femelle d'*Oreochromis niloticus* en phase d'incubation buccale (a) et ses œufs (b).	**25**
18	Tilapia du Nil femelle incubant des larves dans sa cavité buccale.	**25**
19	Production mondiale de tilapia de pêche et d'élevage.	**26**
20	Principaux pays producteurs du Tilapia du Nil.	**26**
21	Introduction d'*Oreochromis niloticus* dans le monde.	**27**
22	Farine de poisson.	**28**
23	Son de blé.	**29**
24	Production de Tilapias et *Cichlideés.*	**36**
25	Localisation de la Wilaya de Médéa.	**38**
26	Carte des classes d'altitude.	**39**

27	Carte des bassins versants de la wilaya de Médéa.	**40**
28	La commune de Benchicao.	**41**
29	Diagramme représentant les précipitations de la wilaya de Médéa pour la période 1990-2015.	**42**
30	Carte pluviométrique (Nord Algérie).	**43**
31	Diagramme représentant les températures maximales, minimales et moyennes de la commune de Benchicao (1990-2015).	**44**
32	Diagramme ombrothermique de la zone d'étude (1990-2015).	**44**
33	Position de Benchicao sur Climagramme d'Emberger (1955) Pour la période 1990-2015.	**45**
34	la ferme piscicole « TITTERI AQUACOLE ».	**46**
35	Aquarium 100 L.	**48**
36	Multi-paramètre (Consort 113768).	**48**
37	Balance.	**49**
38	Filet du poisson.	**49**
39	Dispositif expérimental d'élevage.	**50**
40	Tamis, moulinette, balance, bécher.	**51**
41	Récipient.	**51**
42	Les ingrédients de l'aliment testé.	**52**
43	Séchage de l'aliment testé.	**52**
44	L'aliment testé.	**52**
45	Aliment commercial.	**53**
46	Ration journalière de l'aliment commercial.	**53**
47	Pesé de la ration journalière.	**53**
48	Ration journalière de l'aliment testé.	**53**
49	Mesure de taille des poissons.	**53**
50	Mesure des paramètres physico-chimiques.	**53**
51	Mesure de la longueur totale LT.	**54**
52	Évolution de température moyenne de l'eau au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM).	**61**
53	Évolution de pH moyen au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM).	**61**
54	Évolution de conductivité moyenne au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM).	**62**
55	Évolution de salinité moyenne au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM).	**62**
56	Évolution de d'Oxygène dissous moyen au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM).	**63**

57 Évolution de poids moyen au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM). **65**

58 Évolution de taille moyenne au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM). **65**

59 Évolution de la quantité moyenne d'aliment au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM). **65**

60 Évolution des valeurs de température de l'eau au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM). **68**

61 Évolution des valeurs de pH au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM). **68**

62 Évolution des valeurs de conductivité électrique au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM). **69**

63 Évolution des valeurs de salinité au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM). **69**

64 Évolution des valeurs d'Oxygène dissous au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM). **70**

65 Évolution de poids au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM). **71**

66 Évolution de taille au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM). **71**

67 Évolution de quantité d'aliment au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM). **71**

68 Évolution de poids au niveau des Deux aquariums (ATF, ACF). **74**

69 Évolution de poids au niveau des deux aquariums (ATM, ACM). **74**

70 Évolution de taille au niveau des Deux aquariums (ATF, ACF). **75**

71 Évolution de taille au niveau des deux aquariums (ATM, ACM). **75**

72 Les valeurs de poids moyen initial au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM). **80**

73 Les valeurs de poids moyen final au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM). **80**

74 Les valeurs de gain moyen quotidien au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM). **81**

75 Les valeurs de gain de poids au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM). **81**

76 Les valeurs d'indice de conversion alimentaire au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM). **82**

77 Les valeurs de taux de croissance spécifique au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM). **82**

78 Les valeurs de taux de survie au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM). **83**

79 Les valeurs de taux de mortalité au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM). **83**

Liste des abréviations

‰ : Pour mille.

µS/cm : Microsiemens par centimètre.

CE : Conductivité électrique.

CMV : complexe minéral vitaminique.

CNRDPA : centre national de recherche et de documentation pour la pêche et l'aquaculture.

D.E Direction de l'environnement de la wilaya de Médéa.

FAO : Food and Agriculture Organization of the United Nations.

g : grammes.

GH : Growth hormon.

GMQ : Gain moyen quotidien.

GP : Gain de poids.

IC : indice de conversion Alimentaire.

LS : Longueur standard.

LT : Longueur totale.

MPRH : Ministère de la pêche et des ressources halieutiques.

NO_2^- : Nitrites.

NO_3 : Nitrates.

O.niloticus : *Oreochromis niloticus.*

ONM : Office nationale de météorologie.

pH : Potentiel Hydrogène.

Pmf : poids moyen final.

Pmi : poids moyen initial.

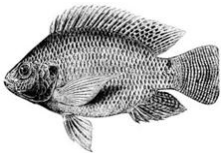
Ppm : partie par million.

QA : quantité d'aliment.

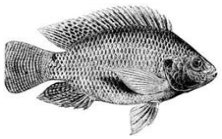
Q2 : Le quotient pluviométrique.

TCS : Taux de croissance spécifique.

T°C : Température en degré Celsius.



Introduction



INTRODUCTION

L'aquaculture occupe au sein de l'agriculture une place particulière puisqu'elle génère des produits (poissons, crustacés, mollusques, algues) de même nature que ceux issus de la pêche maritime et continentale à partir des ressources naturelles avec des prix raisonnables **(Lazard, 2005).**

Depuis longtemps l'homme exploite les ressources hydriques pour satisfaire ses besoins principalement pour l'alimentation, la production d'électricité, ainsi que pour la pêche et l'aquaculture. Les premiers essais aquacoles ont commencé avant 4000 ans en Égypte par la production de Tilapia du Nil (**FAO, 2017).** En Algérie, l'élevage de Tilapia est une activité nouvelle; l'introduction de cette espèce est très récente (mai 2001) **(Ait Hamouda, 2005)**.

L'aquaculture a le même objectif que l'agriculture, à savoir l'augmentation de la production alimentaire pour atteindre un niveau supérieur à celui de la production naturelle. Actuellement, la pisciculture assure une partie toujours grandissante de la production mondiale de poissons, qui a augmenté de 3,9% en 1970 à 31,9% en 2003. **(Carballo et al., 2008).**

En aquaculture, l'alimentation représente plus de 50% du coût total de la production. L'apport d'aliment constitue ainsi un maillon essentiel de l'activité aquacole. Une bonne alimentation permet d'optimiser la croissance des poissons et de minimiser les rejets qui sont des sources de pollution du milieu d'élevage **(Slembrouck et al., 1991; Gourene, 2002).**

Le poisson, dont le tilapia, est une denrée alimentaire très appréciable pour sa valeur gustative et nutritive. Il constitue une source précieuse de protéines aisément digestibles à valeur biologique élevée. Il est aussi un excellent vecteur d'oligo-éléments et de vitamines. **(Fontagné-Dicharry et Médale, 2010)**. Il est le deuxième poisson d'eau douce le plus cultivé au monde (après la carpe) **(FAO, 2018).**

À propos du tilapia du Nil, ce dernier est une espèce originaire du Nil peuplant également les bassins du Niger, du Volta et du Sénégal **(Philippart et Ruwet, 1982)**. Grâce à ses caractéristiques intéressantes en aquaculture et en tenant compte de sa bonne adaptation aux milieux extrêmes et variés, de sa facilité de reproduction en captivité et de sa large valence écologique, ce poisson a fait l'objet de divers essais d'élevage et connaît actuellement

une vaste distribution dans tous les continents depuis les années 60 **(Azaza, 2009; Dhraief et al., 2010).**

Dans ce contexte plusieurs études ont été effectuées sur l'élevage de Tilapia du Nil et sur son alimentation. Dans le monde nous pouvons citer par exemple: **Dhraief et al. (2010), Kimou et al. (2016), Kreman et al. (2020).**

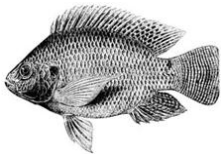
En Algérie, plusieurs travaux scientifiques ont contribués sur le même thème citons**: Ait Hamouda (2005), Al dilaimi (2009), Alliouche (2010), Dergal (2015), Benidiri (2017), Hocine (2017), Boukhris (2018), Boumaraf (2019), Gasmi et Zid, (2019), Abed et Beloufa, (2019), Gouarh et Meflah, (2019), Mohammed Bouziane et Smaili (2020).**

À cet effet, la présente étude se fixe comme objectifs de comparer l'effet de deux aliments à base de farine de poisson (aliment testé et aliment commercial) sur la croissance et le grossissement d'un poisson d'élevage Tilapia de Nil « *Oreochromis niloticus* » élevés dans les mêmes conditions au niveau d'une ferme aquacole privée.

Dans ce travail, nous essayerons de répondre à quelques questions autour de cette thématique, telles que : les conditions d'élevage de Tilapia du Nil au niveau de la ferme sont-elles favorables pour le grossissement de ce poisson ? quel est l'aliment le plus efficient sur la croissance du Tilapia de Nil, quel est le sexe du poisson qu'on peut choisir dans un objectif de production et qui donne dans ce cas le meilleur rendement « poids et taille » ?

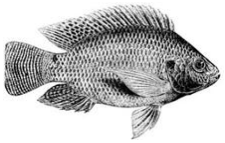
Ce manuscrit et après cette introduction se divise en trois chapitres :

- ✓ Le premier chapitre traite d'une façon globale des généralités sur l'aquaculture, la pisciculture et l'espèce étudiée.
- ✓ Le deuxième chapitre présente la zone d'étude et le protocole expérimental.
- ✓ Le troisième chapitre interprète et discute les résultats obtenus
- ✓ Enfin une conclusion générale viendra clore ce travail.



Chapitre I:

Synthèse Bibliographique



1. Généralités sur l'aquaculture

1.1. Définition de l'aquaculture

Le terme aquaculture est défini par la commission européenne comme étant l'élevage et la culture d'organismes aquatiques mettant en œuvre des techniques visant à augmenter, au-delà des capacités naturelles de milieu, la production des organismes en question. Selon la FAO "L'aquaculture consiste dans l'élevage d'organismes aquatiques y compris poissons, mollusques, crustacés et plantes aquatiques" **(Billard, 2005).**

Par aquaculture, on entend différents systèmes de culture de plantes et d'élevage d'animaux dans des eaux continentales, côtières et maritimes, qui permettent d'utiliser et de produire des espèces animales et végétales diverses et variées. **(Benidiri., 2017)**.

1.2. Objectifs de l'aquaculture

L'aquaculture implique certaines formes d'intervention dans le processus d'élevage pour améliorer la production telles que, le stockage régulier, l'alimentation, la protection contre les prédateurs. **(FAO, 2001).**

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

Dans les pays industrialisés, c'est l'obtention de produits aquatiques très appréciés et de haute valeur commerciale que la pêche ne peut pas fournir en quantité suffisante. En Europe occidentale et au Japon c'est le Saumon, la Truite, le Loup, la Daurade, les algues, Crevettes, Perles, ... En outre, dans ces pays il y a une forte demande sur les produits ayant des caractéristiques diététiques (faible teneur en graisse, richesse en vitamines et oligoéléments).

Dans les pays en voie de développement, l'objectif est de produire des protéines animales que les élevages traditionnels ne peuvent fournir en quantité suffisante du fait de la surpopulation ou de la désertification des sols. L'Inde, par exemple, connaît une production d'espèces tropicales très appréciées **(Benidiri, 2017).**

L'objectif ultime de l'aquaculture est de développer pleinement son potentiel pour:

- ✓ Que les communautés prospèrent et les populations soient en meilleure santé.

- ✓ Offrir plus de possibilités d'améliorer les moyens de subsistance, en améliorant les revenus et la nutrition.
- ✓ Promouvoir l'autonomisation des aquaculteurs et des femmes **(FAO, 2020)**

1.3. L'aquaculture dans le monde

En 2016, la production aquacole mondiale (y compris la culture de plantes aquatiques) s'élevait à 110,2 millions de tonnes. La production totale se décomposait comme suit : 80,0 millions de tonnes de poisson de consommation; 30,1 millions de tonnes de plantes aquatiques et 37 900 tonnes de produits non alimentaires. La contribution de l'aquaculture à la production mondiale cumulée de la pêche de capture et de l'aquaculture n'a cessé d'augmenter: elle est passée de 25,7% en 2000 à 46,8% en 2016.

L'essor de l'élevage d'espèces d'animaux aquatiques dont on fournit l'alimentation l'a emporté sur celui des espèces non nourries dans l'aquaculture mondiale. La part des espèces non nourries dans la production totale d'animaux aquatiques a diminué progressivement de 10 points entre 2000 et 2016, pour atteindre 30,5%. **(FAO, 2018).**

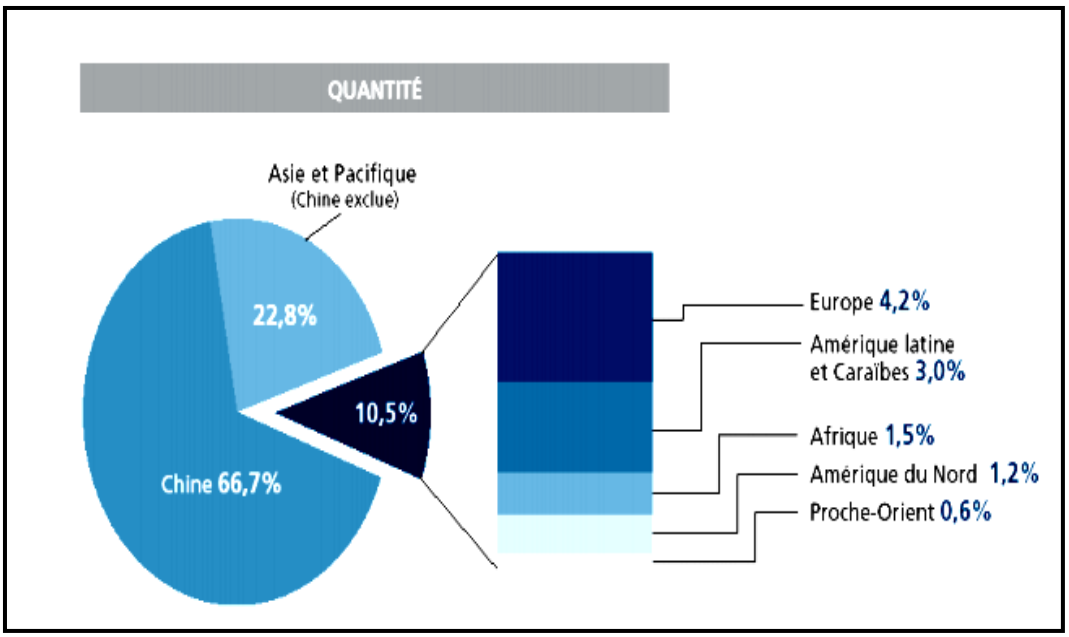


Figure 01 : Distribution de la part de l'aquaculture par grandes régions géographiques **(FAO, 2008)**

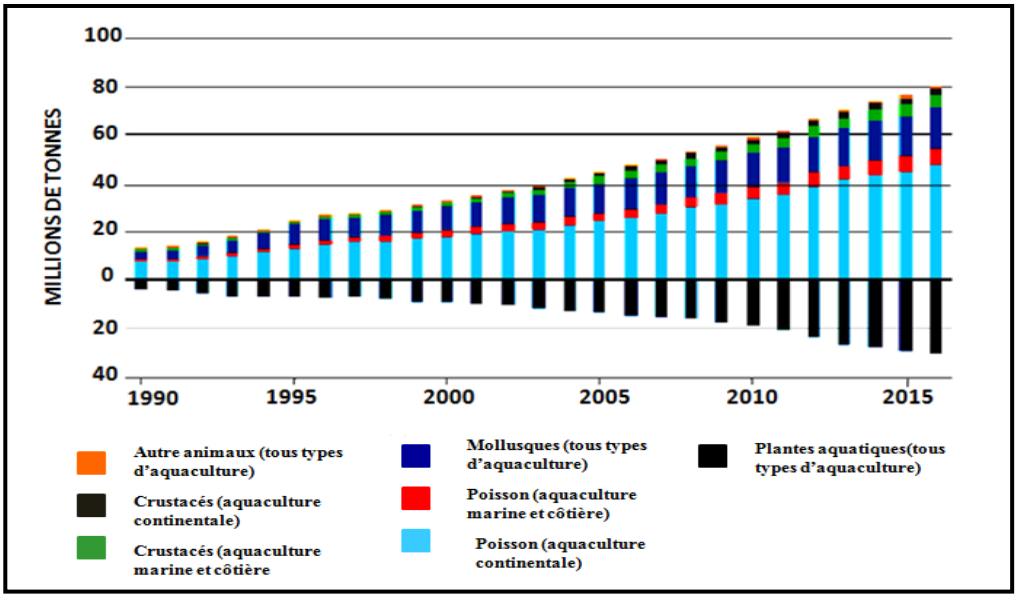


Figure 02 : Production mondiale de poisson d'élevage destiné à la consommation et de plantes aquatiques cultivées **(FAO, 2018)**

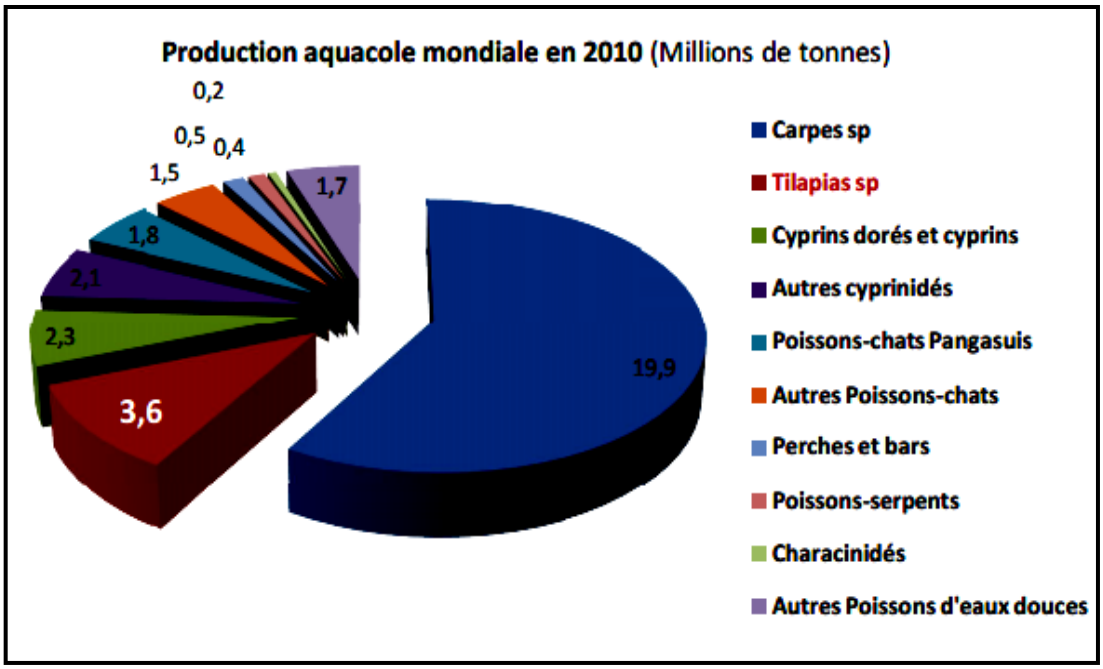


Figure 03 : Production aquacole mondiale des principaux groupes d'espèces de poissons en 2010 **(FAO, 2012)**

Tableau 01 : Les principales espèces de poissons élevées dans le monde **(FAO, 2018)**

Catégories	2010	2012	2014	2016	% du total (2016)
Poissons					
Carpe herbivore *(Ctenopharyngodon idellus)*	4 362	5 018	5 539	6 068	11
Carpe argentée *(Hypophthalmichthys molitrix)*	4 100	4 193	4 968	5 301	10
Carpe commune *(Cyprinus carpio)*	3 421	3 753	4 161	4 557	8
Tilapia du Nil *(Oreochromis niloticus)*	2 537	3 260	3 677	4 200	8
Carpe à grosse tête *(Hypophthalmichthys nobilis)*	2 587	2 901	3 255	3 527	7
Carassius spp.	2 216	2 451	2 769	3 006	6
Catla *(Catla catla)*	2 977	2 761	2 770	2 961	6
Poissons d'eau douce nca *(Osteichthyes)*	1 378	1 942	2 063	2 362	4
Saumon de l'Atlantique *(Salmo salar)*	1 437	2 074	2 348	2 248	4
Labéo Roho *(Labeo rohita)*	1 133	1 566	1 670	1 843	3
Pangasius spp.	1 307	1 575	1 616	1 741	3
Chano *(Chanos chanos)*	809	943	1 041	1 188	2
Tilapias nca *(Oreochromis [(=Tilapia]* spp.)	628	876	1 163	1 177	2
Clarias spp.	353	554	809	979	2
Poissons marins nca *(Osteichthyes)*	477	585	684	844	2
Carpe de Wuchang *(Megalobrama amblycephala)*	652	706	783	826	2
Truite arc-en-ciel *(Oncorhynchus mykiss)*	752	883	796	814	2
Cyprinidés nca *(Cyprinidae)*	719	620	724	670	1
Carpe noire *(Mylopharyngodon piceus)*	424	495	557	632	1
Poisson tête de serpent *(Channa argus)*	377	481	511	518	1
Autres poissons	5 849	6 815	7 774	8 629	16
Total poissons	38 494	44 453	49 679	54 091	100

1.4. L'aquaculture en Algérie

L'aquaculture en Algérie est relativement récente. Selon le biologiste français «Novella» les premiers essais furent en 1880 au niveau de l'embouchure d'Arzew **(FAO, 2004).**

L'aquaculture algérienne connaît actuellement un grand essor en matière de production. Plusieurs plans et programmes de développement ont été élaborés permettant ainsi le démarrage de plusieurs projets privés d'aquaculture dans différentes filières d'activité.

La production aquacole actuelle provient de :

- ★ La pisciculture marine en bassin et en cages flottantes pratiquée par des opérateurs privés.
- ★ La conchyliculture pratiquée par des opérateurs privés produisant quelques dizaines de tonnes de moules méditerranéennes et d'huîtres creuses.
- ★ La pêche continentale exercée par des concessionnaires privés au niveau des barrages et des retenues collinaires, pour des espèces telles que la carpe commune, les carpes chinoises, le sandre, le black bass et le barbeau.
- ★ La pisciculture intégrée à l'agriculture exercée au niveau des exploitations agricoles par des agriculteurs, pour des espèces telles que Tilapia
- ★ La pêche lagunaire en eau saumâtre et en eau douce dans l'Est du pays est pratiquée par un concessionnaire privé, selon le cahier des charges signé par ce dernier, dans le cadre d'une préservation de la zone qui a un statut particulier. Les espèces capturées sont diverse (dorade royale, mulets, anguille, sole, bar européen, sar, palourde, huître, marbré, crevette caramote, carpes commune et chinoises) **(Abed et Beloufa, 2019).**

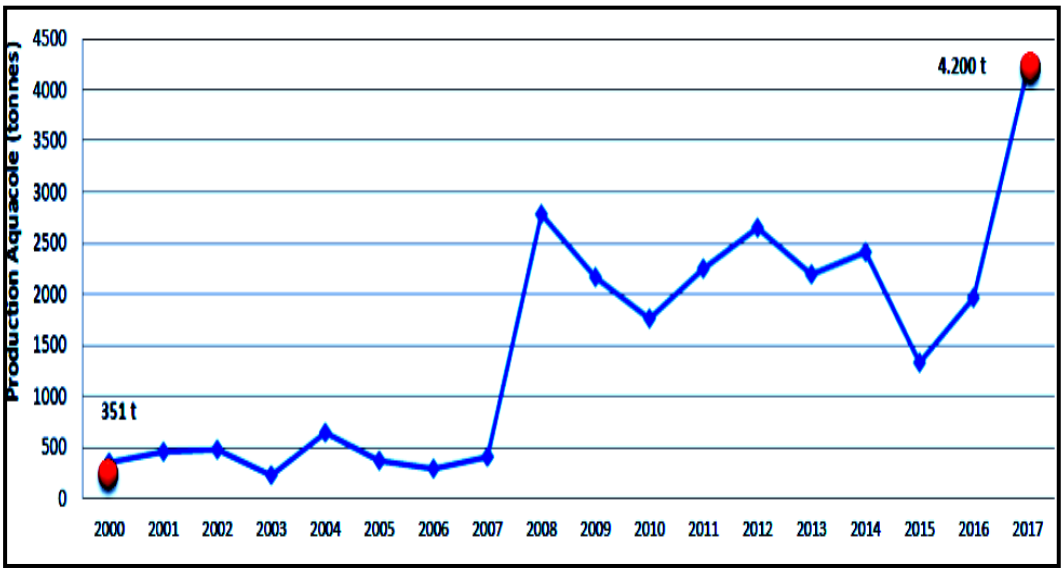


Figure 04 : Evolution de la Production Aquacole globale en Algérie (tonnes) (2000-2017) (**DGPA, 2018)**

Tableau 02 : La production totale de l´aquaculture en Algérie par tonnes pendant la période entre 2006 – 2012 **(Statistiques MPRH, 2014)**

Type d'aquaculture / Années	Aquaculture d'eau douce	Aquaculture d'eau de mer	Pêche Continentale	Pêche lagunaire	Total
2006	33,348	15,650	174,801	64,5	288
2007	18,210	44,385	316,652	25,78	405
2008	283,220	4,958	2 392,993	98,73	2780
2009	267,675	46,340	1 706,601	1 42,125	2163
2010	219,548	119,183	1 344,390	75,621	1759
2011	27,661	199,649	1 987,565	31,459	2246
2012	14,007	366,583	2 258,433	90,17	2648

1.5. Avantages et inconvénients de l'aquaculture

Les principaux avantages et inconvénients de l'aquaculture sont représentés dans le tableau 3.

Tableau 03 : Avantages et inconvénients de l'aquaculture en Algérie **(CNDPA, 2004)**

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

2. Généralités sur la pisciculture

2.1 Définition de la pisciculture

La pisciculture est une des branches de l'aquaculture qui désigne l'élevage des poissons en eaux douces, saumâtres ou salées. La pisciculture a été inventée en Chine, le premier traité de pisciculture y fut écrit par Fan Li en 473. **(F.A.O, 2008).** La pisciculture est l'élevage, l'élaboration, d'un animal appelé «poisson». Comme tout élevage, elle est plus ou moins difficile suivant l'espèce de poisson qu'on élève. **(Arrignon, 1993).** Selon **FAO (2008)** Il existe deux familles principales de pisciculture :

. * **La production intensive** en bassin artificiel ou cages, dans lesquels les poissons sont exclusivement nourris avec de l'aliment apporté par le pisciculteur.



Figure 05 : Cages piscicoles
de pleine mer **(Benidiri, 2017).**

* **La production** en étang (**extensive**), avec un bassin en terre, dans lequel les poissons se nourrissent complètement ou partiellement à partir de la production biologique du milieu.



Figure 06 : Etangs piscicoles en Chine **(Benidiri, 2017).**

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

2.2. La pisciculture dans le monde

Selon la FAO, la pisciculture d'eau douce mondiale a produit 23 millions de tonnes (tonnes métriques) en 2003. La carpe, le tilapia et le silure ont représenté 74,7% et 2% de cette production, respectivement. La carpe a toujours été l'espèce dominante dans la pisciculture d'eau douce cependant le ratio de spécialisation pour l'élevage de la carpe (c'est-à-dire le pourcentage de la production de carpes par rapport au total de la pisciculture en eau douce) à travers le monde a décliné passant de 80% en 1985-89 à 77% en 2000-2003.

En comparaison de la carpe, les ratios de spécialisation pour l'élevage du tilapia et du silure ont été relativement faibles. Alors que le ratio pour le tilapia a augmenté, passant de 4,8% en 1985-89 à 6,9% en 2000-2003, le ratio du silure a décliné de 4,0 à 2,3%. **(FAO, 2013).**

- **La pisciculture en Algérie**

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) **(MPRH, 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, 2014)**.

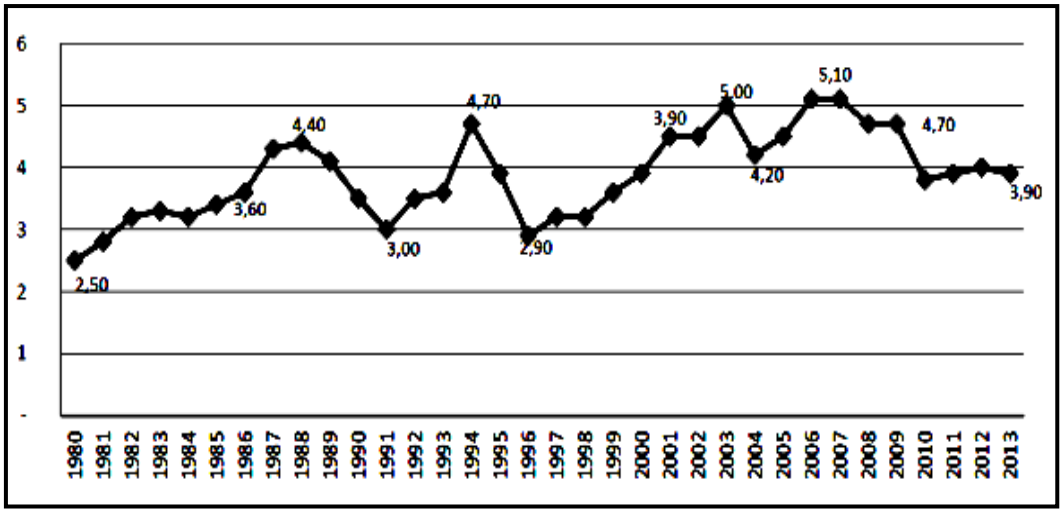


Figure 07 : Evolution de la consommation apparente de poisson et de fruits de mer en Algérie (kg/hab/an) **(FAO/STAT, 2015)**

2.3. L'objectif de la pisciculture

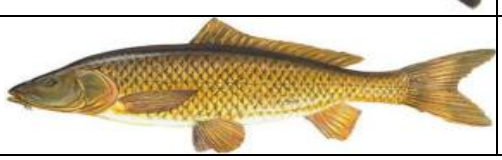
L'objectif de la pisciculture n'est pas de remplacer la pêche mais de compléter ses apports en maintenant le niveau de consommation actuel, compte tenu de l'augmentation de la population mondiale. Toutefois, cet objectif doit être poursuivi dans le respect des contraintes environnementales, de la santé du consommateur et de la bioéthique. **(Ghaouaci, 2016).**

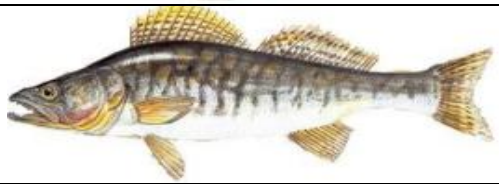
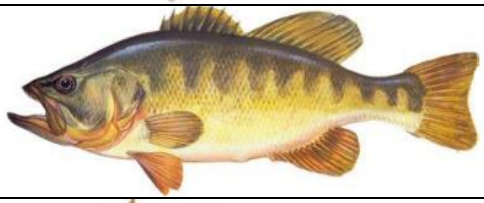
La pisciculture offre de nombreux avantages :

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

2.4. Les espèces les plus utilisées en pisciculture dans les eaux douces

Tableau 04 : Les espèces les plus utilisées en pisciculture dans les eaux douces **(MPRH, 2009 et 2018)**

Espèce		Régime alimentaire	Période de frai
Carpe commune *Cyprinus carpio*		Omnivore	Mars-Juin
Carpe Herbivore *Ctenopharyngodon idella*		Herbivore	Mai-Juin
Carpe argentée *Hypophtalmichthys molitrix*		Omnivore	Mai-Juin

Carpe à grande bouche *Aristichthys noblis*		Omnivore	Mai-Juin
Mulet *Mugil Céphalus*		Omnivore	Mai-septembre
Tilapia *Oreochromis niloticus*		Omnivore	Mai-Juin
Sandre *Stizostedion lucioperca*		Carnivore	Mai-Juin
Black bass *Micropterus salmoides*		Carnivore	Avril–Juin
Silure africain *Clarias gariepinus*		Omnivore	Avril – Juin

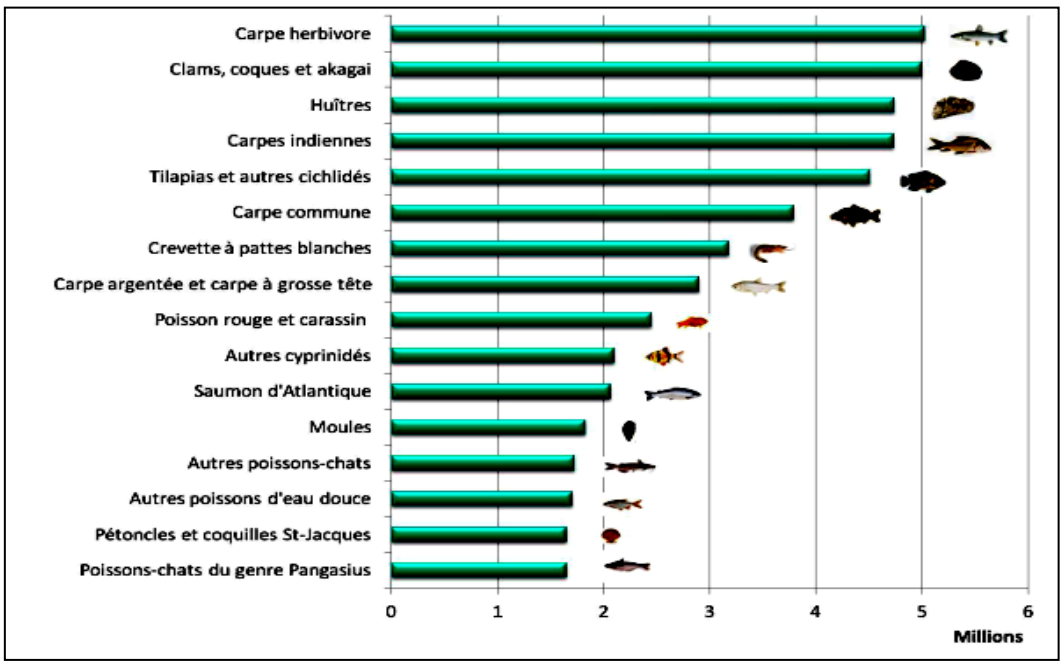


Figure 08 : Principales espèces produites en aquaculture dans le monde en 2012 **(FAOSTAT) (Robert M., 2014)**

2.5. Impact de la pisciculture sur l'environnement

Tableau 05 : Impact négative de l'aquaculture sur l'environnement et les sociétés (**Billard, 2005).**

Impact négatifs sur :	Impacts	Possibilités de réduction des impacts
L'environnement	Altération de la qualité de l'eau par des rejets (+ N P turbidité) Eutrophisation	Recyclage intégral, zéro rejet, systèmes intégrés (co-culture)
	Surcharge organique dans les sédiments	
	Dissémination de pathogènes	Mesures de biosécurité
	Prélèvements sur stocks pêchés pour fabrication de farine	Gestion durable des stocks minotiers Récupération des pêches accessoire
	Diminution de la biodiversité	
	Structures d'élevage altérant le paysage	
Les espèces natives	Echappées de conspécifiques pouvant entrainer des pollutions génétiques	Meilleure contention
	Echappés d'espèces étrangères à la faune locales	Restriction des introductions
	Introduction de nouvelles pathologies	Quarantaine et certification
Les ressources naturelles	Mortalités accessoires de larves	Pêches plus sélectives
	Prélèvements d'espèces qui sont proies pour les stocks pêchés	Gestion de ces stocks en conséquence
	Surexploitation des stocks minotiers	Gestion durable de ces stocks
	Consommation d'eau de surface Pertes par évaporation sur les étangs Usage des eaux souterraines	Gestion durable de l'eau

	fossiles	
L'homme et la santé humaine	Antibiorésistance due à la consommation de poissons traités aux antibiotiques	Limitations strictes d'antibiotiques dans l'aliment pour poisson
	Formation de microalgues toxiques	
Les sociétés humaines	Compétition avec autres usages	**Co-gestion des ressources**
	Usage de cultures vivrières (soja) dans les aliments pour poisson	

3. Généralités sur le Tilapia

Les tilapias sont, après la carpe, le deuxième groupe le plus important de poissons d'élevage au monde. Ils sont le pilier de nombreux pisciculteurs pauvres en ressources **(Eknath et al, 1993)**. Parmi les tilapiines, le tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus* L.) est la plus importante espèce de poisson d'élevage.

Depuis le siècle dernier, le nombre d'espèces de tilapia a fortement augmenté avec la découverte d'espèces nouvelles, ce qui a conduit les systématiciens à revoir régulièrement la taxonomie de ce genre. Le rapport d'analyse de la situation du marché 2017, a estimé que 180 000 tonnes de tilapia (entier et en filet) ont été commercialisées sur le marché international entre janvier et mars 2017, soit un volume d'environ 10 pour cent inférieur à celui de l'année précédente. Les principaux importateurs de tilapia étaient les États-Unis d'Amérique, le Mexique, la Côte d'Ivoire et l'Iran, et les principaux exportateurs étaient la Chine, la province chinoise de Taiwan, la Thaïlande et l'Indonésie**. (Chowdhury, 2011; Daudpota et al., 2014; FAO, 2018).**

3.1. Culture du tilapia en Algérie

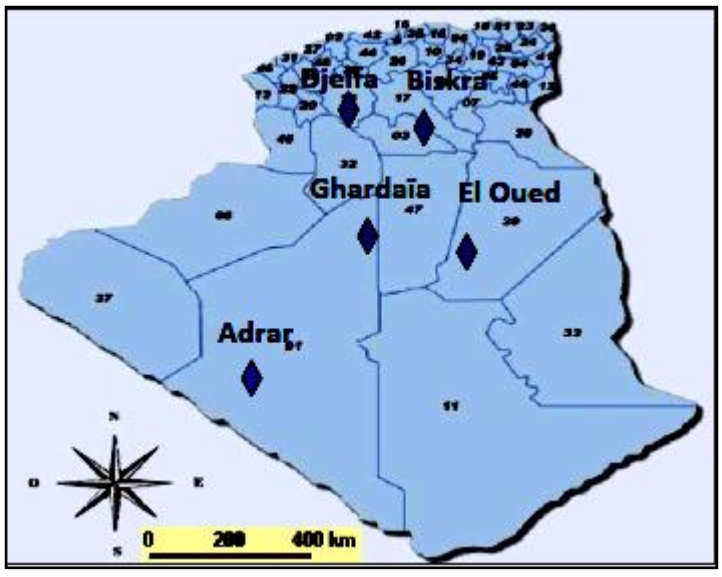
En Algérie, l'espèce Tilapia est élevée en raison de sa rusticité aux conditions climatiques et surtout en zone saharienne dont la température de l'eau et la salinité stimulent sa croissance et sa reproduction **(Cherif et Djoumakh, 2015).**

L'office national de développement et de production aquacole (**O.N.D.P.A**.) et les responsables de l'instance égyptienne des ressources halieutiques sont parvenus à un accord sur l'introduction du Tilapia en Algérie. Suite au succès de la première expérience concernant le lancement en 2001 de la production du tilapia en Algérie, une cargaison, estimée à 1,5 tonne d'alevins de tilapia a était livrée. Ces alevins destinés pour le repeuplement des barrages, bassins, et rivières, ont bien supporté le climat froid, des régions nord d'Algérie.

Ensuite, l'Algérie est maintenant passée à l'étape de la production artificielle. Il s'agit de la création de fermes spécialisées dans la culture du tilapia selon des techniques modernes (par des promoteurs privés, de quelques 30 fermes aquacoles pour l'élevage du Tilapia).

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). **(Benammar, 2017)**.

La disponibilité en eau, les nombreux bassins et canaux d'irrigation ont permis de planifier le développement d'un pôle d'aquaculture 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. **(FAO, 2018)**.



^

Figure 09 : Carte indiquant les lieux d'introduction d'*O.niloticus* en Algérie **(Alliouche, 2010)**

Tableau 06 : Nombre de Tilapia introduits au Sud Algérien **(FAO, 2002)**

Années	Nombre d'individus cultives
2002	3952 individus
2003	1003 individus
2004	4071 individus

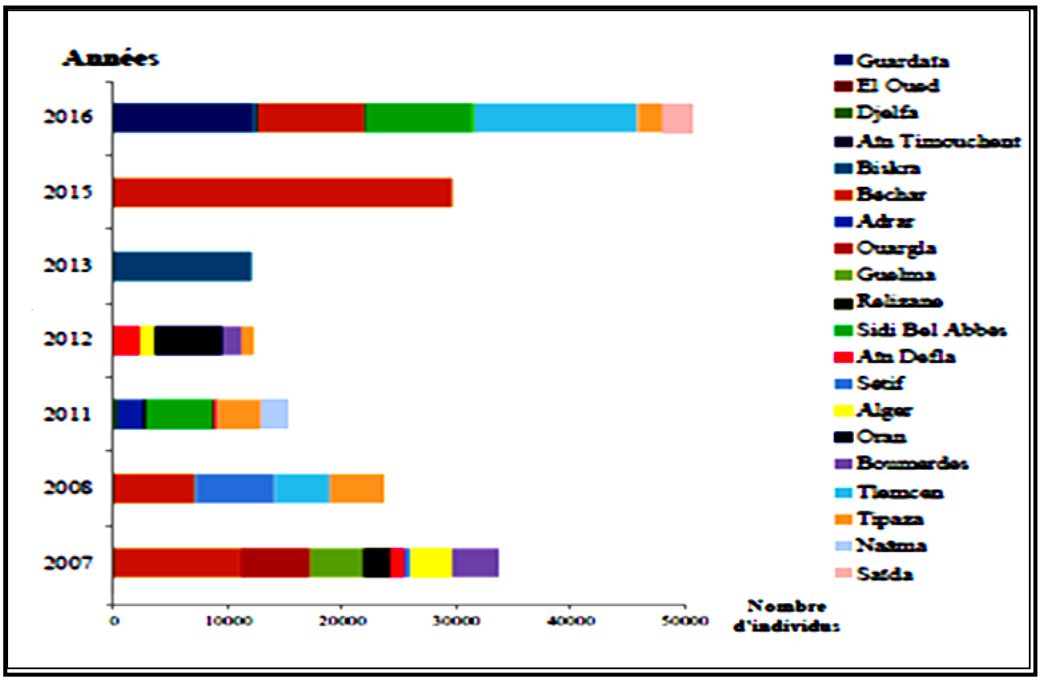


Figure 10 : La production de tilapia du Nil en Algérie par wilaya (2007-2016) **(CNRDPA, 2017)**.

3.2. Présentation de l'espèce étudiée *Oreochromis niloticus*

Notre modèle d'étude est un poisson d'eau douce, originaire du continent africain. Il a été introduit durant la deuxième moitié du 20ème siècle dans plusieurs régions du monde telles que les régions tropicales, subtropicales et tempérées **(Lazard, 1990)**.

Le terme Tilapia est d'origine africaine, il provient du mot "thiape" qui veut dire poisson. Il est aussi utilisé pour désigner un groupe de poisson appartenant à la famille des *Cichlidés* élevé à des fins commerciales. L'élevage des tilapias existe depuis plus de 2500 ans **(Chapman, 2003).**

Les tilapias sont des poissons rustiques qui présentent une grande prolificité. Ce sont des poissons d'eaux chaudes, douces ou saumâtres **(Lazard, 1990).**



Figure 11 : Tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*)
(Achab et Dairi, 2022)

• Poids max **: 6 kg**

• Taille max **: 60 cm**

• Période de frai **: Mai –Juin**

• Omnivore **(MPRH, 2009).**

3.3. Caractères morphologiques

O. niloticus appartenant au groupe des poissons incubateurs buccaux uni-parentaux maternels. **(Trewavas, 1983)**

A l'état naturel le tilapia du Nil présente des rayures verticales noires et blanches. La nageoire dorsale est formée d'une seule pièce constituée de 17 à 18 épines et de 12 à 14 rayons souples (**FAO 2013).**

- ✓ un nombre élevé de branchiospines fines et longues (18 à 28 sur la partie inférieure du premier arc branchial, et 4 à 7 sur la partie supérieure);
- ✓ une incubation buccale et une garde uni-parentale maternelle;
- ✓ sur chaque côté du corps, il existe deux lignes latérales. La 1ère ligne latérale va de l'opercule jusqu'au 3⁄4 de la longueur totale du corps, la 2ème ligne située en –dessous commence à la queue et va jusqu'au 3⁄4 du corps **(Ndiaye, 2017).**

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

a. Bouche.

b.Narines.

c. Yeux.

d. Nageoire dorsale.

e. Nageoire caudale.

f. Nageoire anale.

g. Nageoires ventrales.

i. Nageoires pectorales.

J. Opercule

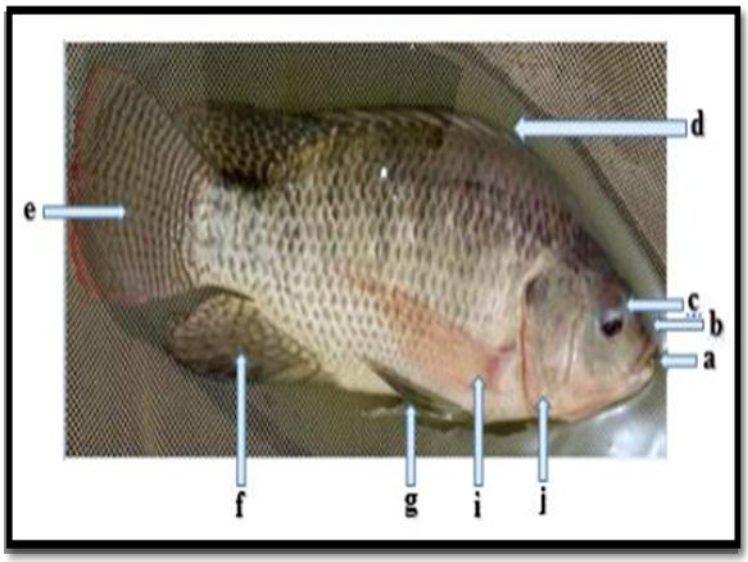


Figure 12 : Caractéristiques morphologiques ***d'Oreochromis niloticus*** **(Badiane, 2018).**

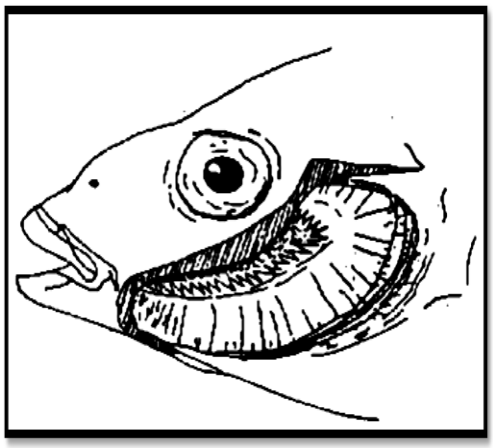


Figure 13 : Tête de Tilapia nilotica **(Pullin, 1988)**

3.4. Systématique

Cette espèce appelée Tilapia du Nil appartient la famille des *Cichlidés.* Le groupe des tilapias occupe le deuxième rang mondial des poissons d'élevage après les carpes. **(Efole ewoukem, 2011)**. La position systématique de Tilapia du Nil *Oreochromis niloticus* adoptée ici est inspirée de **Bailly (2009)** :

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



Figure 14 : *Oreochromis niloticus* **(Cherif et Guechache, 2018)**

- **Noms vernaculaires**

* Nom FAO : Anglais - Nile tilapia, Français - tilapia du Nil, Espagnol - tilapia del Nilo **(FAO, 2018).**

* En Algérie, il est appelé **tilapia** aussi et en arabe **Balti** (سمك البلطي النيلي)

3.5. Biologie du Tilapia du Nil

3.5.1. Exigences écologiques

O.niloticus est une espèce très tolérante vis-à-vis des conditions du milieu, ce qui explique qu'elle a colonisé des milieux très variés **(FAO, 2013).**

Ce type de O.niloticus peut s'adapter à toutes les différences de l'environnement aquatique car il peut résister à des températures allant jusqu'à 40°C, c'est ce que montre les études sur le terrain et en laboratoire **(Pullin et Lowe-McConnel, 1982).**

A/ Température

Le Tilapia est un poisson thermophile, se rencontre en milieu naturel entre 13,5 et 33°C mais l'intervalle de tolérance thermique observé au laboratoire est plus large de 7 à 41°C pendant plusieurs heures. Quant à la température optimale de reproduction elle se situe entre 26 et 28°C, le minimum requis étant 22°C **(Assemian et Gourene, 1998).**

Tilapia du Nil est un poisson bentho-pélagique, qui vit dans les eaux chaudes. Son origine tropical et subtropical reflète ses exigences thermiques; la croissance de ce poisson cesse à une température inférieure à 16 °C et ne peut pas survivre au-delà de quelques jours à des températures inférieures à 10 °C **(Chervinsk, 1982).** Tandis qu'il tolère des hautes degrés de température; supérieure à 40 °C **(Azaza, 2004).**

B/ Potentiel d'hydrogène (pH)

De même, la tolérance aux variations de pH est très grande puisque l'espèce se rencontre dans des eaux présentant des valeurs de pH de 5 à 11. Le pH idéal étant situé entre 6,5 et 8,5 **(Malcom et al., 2000).** Les meilleures conditions sont proches de la neutralité **(Benidiri, 2017).**

Lorsque le pH atteint 2 à 3, un comportement de stress physiologique apparaît avec une nage rapide, une accélération des mouvements operculaires, une remontée en surface pour avaler l'air, une incapacité de contrôler la position du corps et enfin la mort du poisson **(Malcolm et al., 2000).**

C/ Salinité

Espèce relativement euryhaline supportant des salinités de 0,015 ‰ à 30 ‰ **(Malcolm et al, 2000).**Toutefois, au-delà de 20 ‰, l'espèce subit un stress important qui la rend sensible aux maladies, réduisant sa compétitivité par rapport à d'autres espèces. La reproduction serait inhibée en eau saumâtre à partir de 15 à 18 ‰. **(Malcom et al, 2000).**

D/ Oxygène dissous (O_2 dissous)

Le niveau d'oxygène dissous dans l'eau est de première importance pour toutes les espèces de poissons. La pointe critique de consommation d'oxygène pour O. niloticus est à 3,1mg/l. Entre 3,1 et 2,6 mg/l, la consommation d'oxygène est uniforme, mais au-dessous la concentration peut être mortelle. Une basse teneur en oxygène et l'accroissement du taux de

respiration subséquente augmentent les besoins en énergie du poisson. Toutefois, *O.niloticus* survit durant plusieurs heures à des teneurs en oxygène très faibles de l'ordre de grandeur de 0,1mg/l (**Benabdellah, 2011).** L'optimum requis est de 5mg/l **(Malcom et al., 2000).**

E/ Composés azotés

En pisciculture, l'intoxication par l'ammoniaque est étroitement liée au pH, dont l'augmentation entraine la transformation d'une quantité importante de l'ammoniaque totale sous sa forme toxique (NH_3**) (Azaza, 2004).** La concentration des déchets métaboliques azotés excrétés par les branchies et l'urine dépend essentiellement de la température, de la taille des individus ainsi que de la quantité et la qualité de l'aliment distribué. Cette concentration doit être maintenue inférieure au seuil critique d'*O.niloticus*, en ne dépassant pas les 15 mg/l pour les nitrates, 2 mg/l pour les nitrites et 0,95 mg/l pour l'ammoniaque total **(Malcolm et al., 2000).** Une concentration létale en NH_3-NH_4^+ (mg/l) > 4 à pH 7,3-7,5 et une turbidité acceptable de 13000 ppm ont été mentionnées **(Balarin et Hatton, 1979).**

F/ La photopériode

La photopériode agit sur la croissance via le système endocrinien. En effet, une photopériode optimale de 18h stimule la sécrétion de l'hormone de croissance (GH) chez *O. niloticus* **(Mélard, 1986).** Les larves sont plus sensibles à la photopériode que les alevins et les juvéniles car, exposées à une longue période d'éclairement (18-24h), elles ont une meilleure croissance et une efficience alimentaire significativement plus importante que celles exposées à une durée de luminosité courte ou intermédiaire entre 6-12h **(El-Sayed et Kawanna, 2004).**

Tableau 07: Quelques critères de qualité d'eau pour la pisciculture des Tilapias **(Balarin et Hatton, 1979)**

Paramètres physico-chimiques de l'eau	**Valeurs**
Gamme de température (°C)	**8-40**
pH : gamme de tolérance	**5-11**
Salinité %0 <	**< 20 – 35**
Limite létale en oxygène (mg/l)	**2-3**
Concentration létale en CO_2 (mg/l)	**> 72,6**
Concentration létale en NH_3-NH_4^+ (mg/l)	**> 4 à pH 7,3 - 7,5**
Turbidité (ppm)	**13 000**

Tableau 08 : Critères de qualité de l'eau optimale pour la croissance de Tilapia

Paramètres physico-chimiques de l'eau	Valeurs	Références
Température (°C)	**24-28**	**(Lacroix, 2004)**
pH	**6,5-8.5**	**(Malcom et al., 2000)**
Salinité (g /l)	**0,015 à 30**	**(Malcom et al., 2000)**
Oxygène dissous (mg/l)	**>5**	**(Malcom et al., 2000)**

3.5.2. La croissance

En général, *O. niloticus* est connu pour sa croissance rapide et présente un indice de croissance plus performant que les autres espèces de tilapia. Sa durée de vie est relativement courte (4 à 7 ans), sa vitesse de croissance est extrêmement variable selon les milieux. Dès que les individus atteignent l'âge de maturité, les sujets mâles présentent une croissance plus rapide que les femelles et atteignent une taille nettement supérieure, dans de petites surfaces (**Benzidane, 2012).** Les tilapias peuvent atteindre un poids de 450 g en huit mois et un poids de 850 g en une année. **(Assemian et Gourene, 1998).**

3.5.3. La reproduction

Lorsque les conditions abiotiques deviennent favorables, les adultes migrent vers la zone littorale peu profonde et les mâles se rassemblent en arène de reproduction sur une zone en pente faible à substrat meuble, sablonneux ou argileux où ils délimitent chacun leur petit territoire et creusent un nid en forme d'assiette creuse **(FAO, 2002).**

Une femelle mature (3 à 4 mois) peut pondre une fois toutes les 3 à 4 semaines. C'est pour cela que les femelles d'*O. niloticus* grossissent sensiblement moins vite que les mâles:

- Elles produisent une grande quantité d'œufs.
- Pendant toute la période de l'incubation buccale, la femelle se nourrit mal.

La période de reproduction de d'*O. niloticus* est potentiellement continue pendant toute l'année, si la température de l'eau est supérieure à 22°C **(Al Dilaimi, 2009).**

Le tilapia atteint sa maturité sexuelle quand il mesure entre 10 et 30 cm de longueur totale. Le cycle de reproduction dépend quant à lui de la latitude et la ponte est plus fréquente vers les hautes latitudes. Il correspond souvent à la saison des pluies. Les femelles frayent dans leur nid et incubent les œufs dans leur bouche. Comme chez de nombreuses espèces de tilapias, le nid est une dépression circulaire creusée dans le sable. Il peut mesurer jusqu'à 1 m de diamètre et 0,5m de profondeur. Le diamètre du nid fait en moyenne le double de la longueur du mâle qui le creuse. Les mâles marquent leur territoire et défendent leurs nids. Les lots d'œufs sont pondus dans le nid. Fécondés de façon externe, ils sont ensuite recueillis par les femelles qui les incubent pendant 5 à 7 jours dans leur bouche. Les juvéniles y restent jusqu'à ce que leur vésicule vitelline soit résorbée. Selon leur taille, les femelles peuvent incuber jusqu'à 200 œufs. Les œufs sont grands et ovoïdes (en forme de poire) et les alevins mesurent environ 4 mm de long à la naissance **(Trewavas, 1983).**

3.5.4. La sexualité

Il est assez difficile de reconnaitre les mâles des femelles chez *O. niloticus*, surtout quand ils sont petits. Il faut qu'ils pèsent plus de 30 grammes avant de le reconnaitre à l'œil nu de façon certaine.

On peut reconnaitre le sexe des *O.niloticus* par l'examination de la papille génitale. Chez les mâles, la papille est protubérante, en forme de cône et porte un pore urogénitale à l'extrémité. Chez la femelle, elle est petite, arrondie avec une fente transversale au milieu (pore génital) et un pore urinaire à l'extrémité **(Al Dilaimi, 2009).**

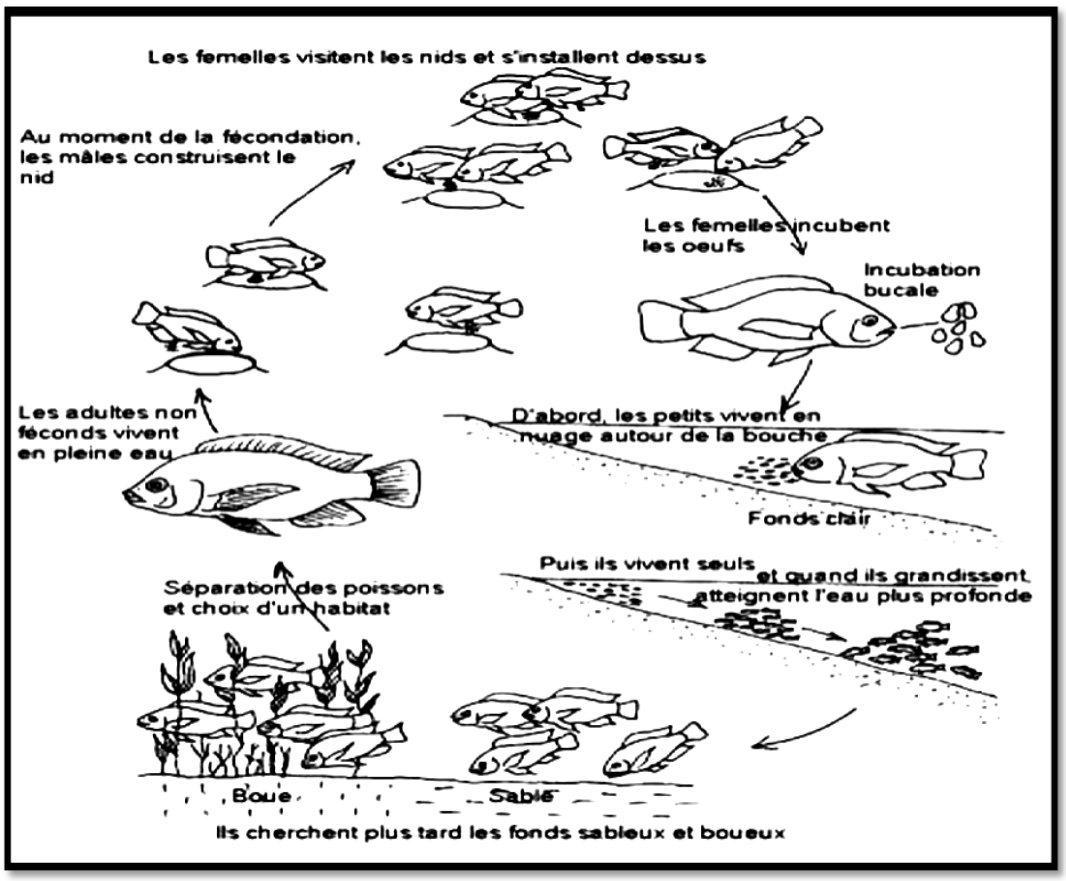


Figure 15 : Le cycle de tilapias incubateurs buccaux **(Lacroix, 2004).**

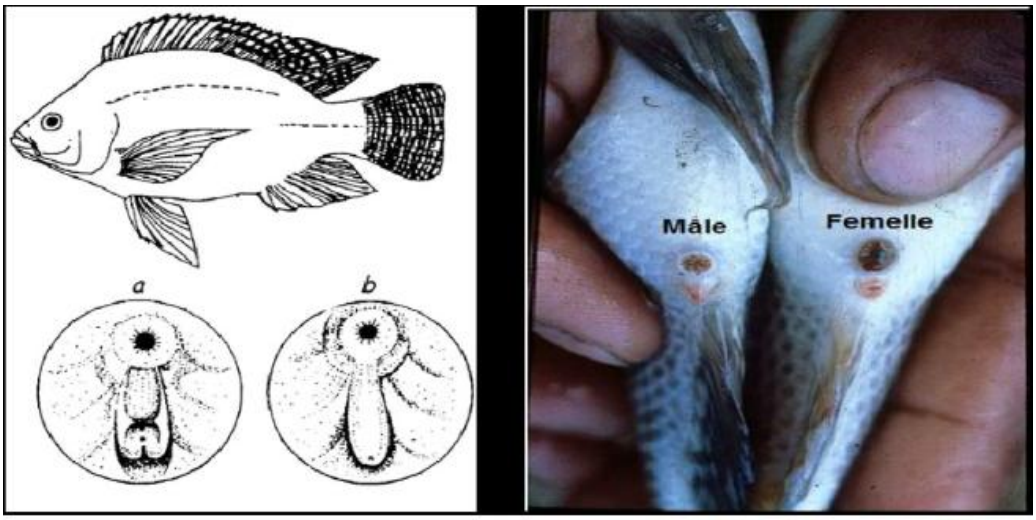


Figure 16: Les papilles génitales du Tilapia femelle (a) et mâle (b) **(FAO, 1995)**

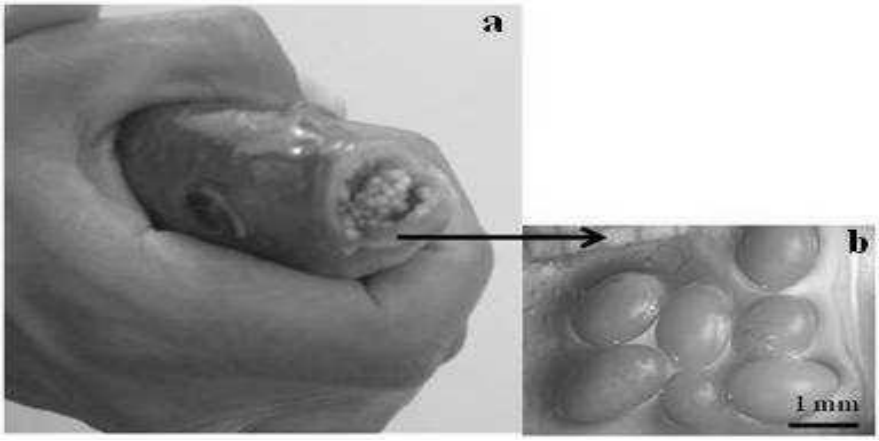


Figure 17: Femelle d'*Oreochromis niloticus*
en phase d'incubation buccale (a) et ses œufs (b) **(Dhraief et al., 2010)**



Figure 18 : Tilapia du Nil femelle incubant des larves
dans sa cavité buccale**. (Benidiri, 2017)**

3.6. Répartition géographique

Tilapia du Nil est une espèce tropicale d'eau douce et d'estuaire. Elle préfère les eaux peu profondes et tranquilles sur le bord des lacs et les rivières larges avec la végétation suffisante **(FAO, 2018),** ainsi que les eaux fraiches d'une profondeur de 0-6 m. **(Froese et Pauly, 2017).**

Aire de répartition naturelle : Bassin du Tchad, du Nil, du Niger et du Jourdain.

Le tilapia du Nil (*O. niloticus*) est originaire d'Afrique et son aire de répartition naturelle est strictement africaine recouvrant l'ensemble de la zone nilo-soudanienne, la zone éthiopienne de la vallée du grand rift est-africain, le nord de la vallée du rift est africain. **(Bezault et al., 2011).**

Cette espèce est également cultivée, hors de sa zone originelle puisqu'elle a été introduite de part le monde et est couramment cultivée à travers les tropiques et les sous-

tropiques. On la trouve dans les lacs, les fleuves et les pisciculturesaussi bien d'Amérique centrale (Guatemala, Mexique, Nicaragua, Honduras, Costa Rica, Panama), d'Amérique du Sud (Brésil), d'Amérique du Nord (Etats Unis, etc...) et d'Asie (Sri Lanka, Thaïlande, Bengladesh, Vietnam, Chine, Hong Kong, Indonésie, Japon, Philippines), ce qui lui vaut une distribution actuelle pan-tropicale **(Welcomme, 1988).** Elle est également cultivée dans les eaux chaudes industrielles en régions tempérées. C'est le cas en Europe, en Allemagne, en 1977 et en Belgique en 1980 **(Al Dilaimi, 2009).**

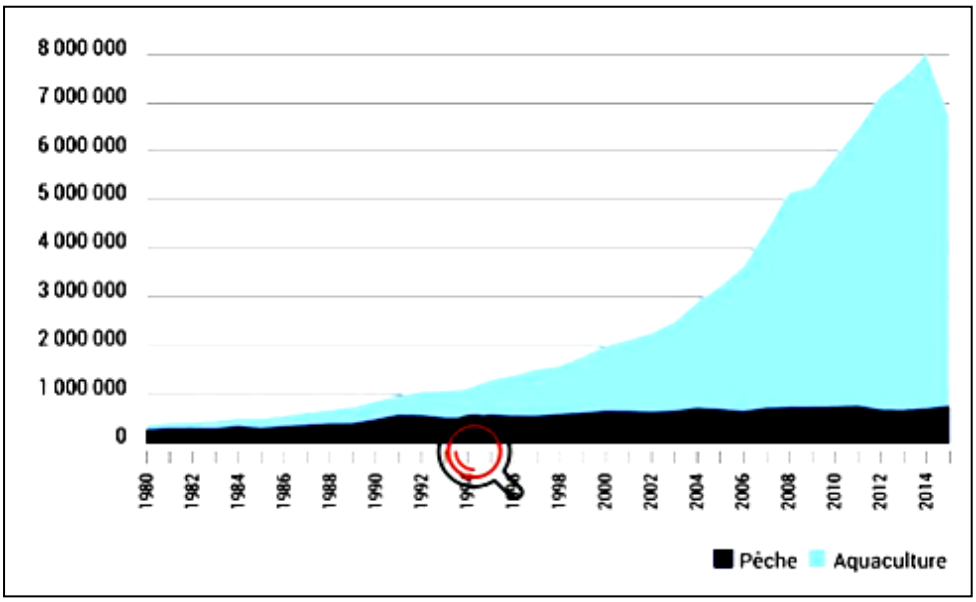


Figure 19 : Production mondiale
de tilapia de pêche et d'élevage **(FAO, 2019).**



Figure 20 : Principaux pays producteurs
du Tilapia du Nil **(FAO, 2006).**

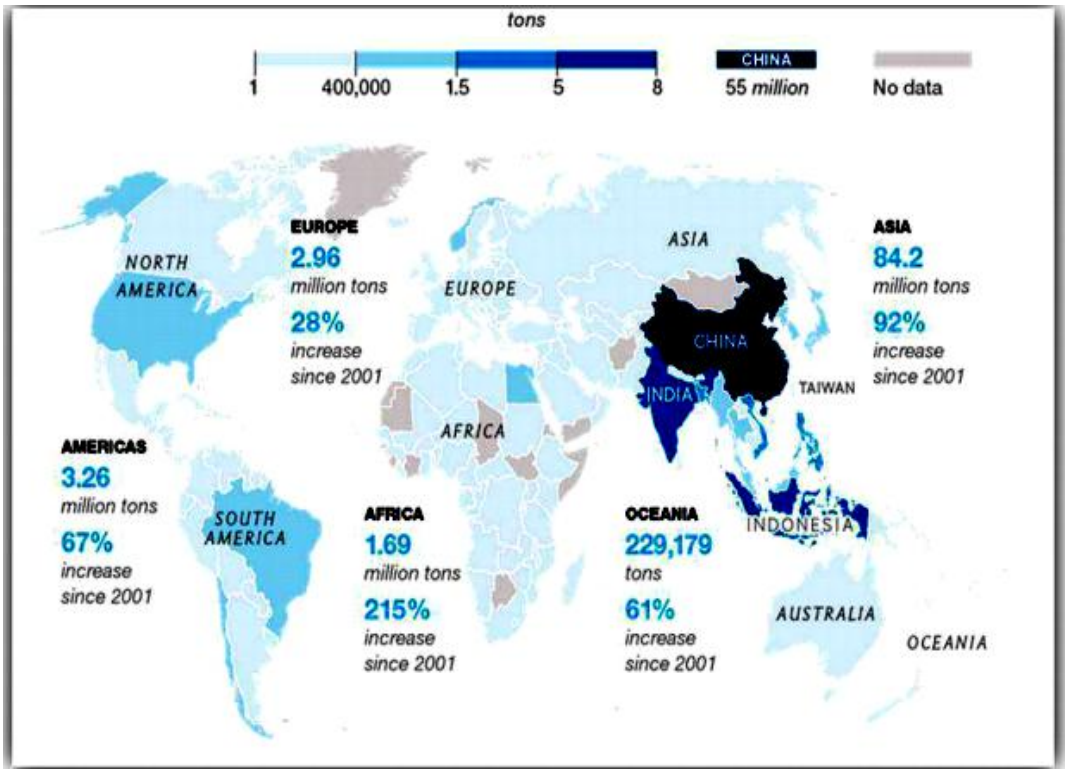


Figure 21: Introduction d'*Oreochromis niloticus* dans le monde**.**
(https://www.nationalgeographic.com/foodfeatures/aquaculture/, 2022)

3.7. L'alimentation de Tilapia du Nil

Dans le milieu naturel, *O. niloticus* est un poisson omnivore à tendance herbivore. Son régime alimentaire est constitué de phytoplancton représenté par les Chlorophycées, Cyanophycées, Euglonophycées, etc. Il peut consommer du sédiment, riche en bactéries et en diatomées, ainsi que du zooplancton, des insectes aquatiques et toutes sortes de sous-produits agricoles dont le son de riz, les tourteaux de coton, et de soja.., etc. **(Benabdellah ,2011).**

En milieu artificiel (système de pisciculture), cette espèce est pratiquement omnivore, valorisants divers déchets agricoles (tourteaux d'oléagineux, drèches de brasserie, etc.), tirant part des excréments de volailles, de déchets ménagers, acceptant facilement des aliments composés sous forme de granulés **(Benzidane, 2012).**

Les besoins en différents nutriments varient selon l'âge et la taille de poisson, la protéine est le principal composant d'un aliment de tilapia surtout dans les premiers jours de vie où le pourcentage atteint 50% de la matière sèche de l'aliment, puis la proportion va diminuer pour atteindre 30% pour les adultes. Pour les autres nutriments (lipides, glucide, vitamine, fibres et

minéraux) ont un pourcentage plus ou moins stable pour les différents stades de vie **(Zaatout, 2007).**

La valeur nutritive d'un aliment est basée sur les différentes matières premières qui le composent, ces derniers sont soit d'origine animale ou végétale.

a. La farine de poisson

En 2001, la production de farine de poisson devrait, selon les prévisions, s'établir à 5,4millions de tonnes, soit 12% de moins qu'en 2000 **(Zaatout, 2007).**

Toute farine fabriquée à base de poissons constitue une source de protéines bien adaptée aux poissons car très riche en acides aminés indispensables (AAI) dont le profil correspond remarquablement aux besoins de ces derniers. Le type de la farine est fonction de la qualité de protéines qui dépend des parties de poissons utilisées dans sa fabrication (entre 58 à 70%). On distingue 3 types de farine: type 62 (58 à 63 %); 65 (63 à 68 %); 70 (68 à 70%) **(Abadli, 2010).**



Figure 22: Farine de poisson
(Achab et Dairi, 2022)

- **Avantages**
  - Très bonne source protéique;
  - Très bonne source de minéraux essentiels (calcium, magnésium et oligo-éléments) et de vitamines (à l'exception de l'acide ascorbique)
  - Riche en acides gras essentiels
  - Absence de composants cellulosiques.
  -

- **Inconvénients**
  - Risque de contamination bactérienne si le produit est mal conservé ou non stérilisé.
  - Durée de conservation limitée.
  - Onéreux.

b. Son de blé

Il est essentiellement constitué de l'enveloppe de grain de blé qui sont après séparation traitées par un aplatisseur. Il se présente sous la forme de petites écailles. En fonction de la taille de ces écailles, on distingue les sons gros et les sons fins.

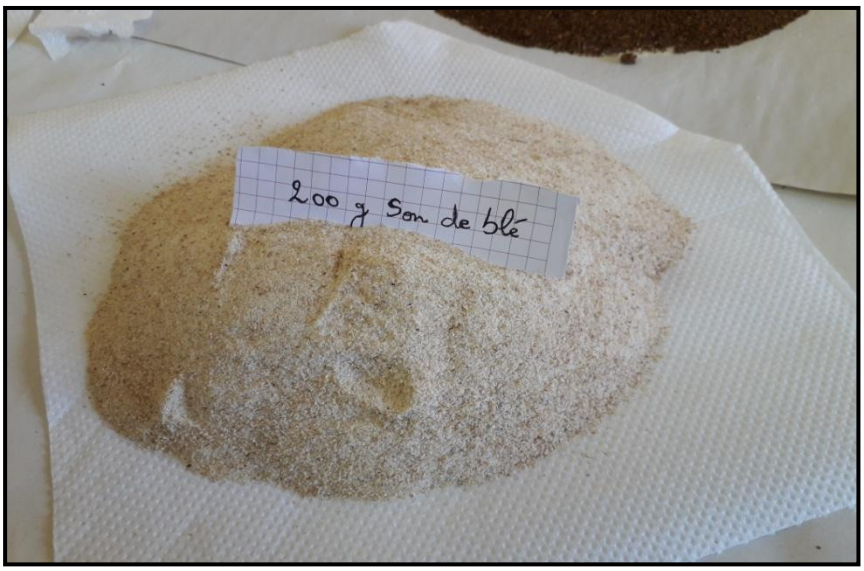


Figure 23: Son de blé **(Achab et Dairi, 2022)**

- **Avantages**
  - Très riche en fibre alimentaire
  - Relativement riche en matières azotées
  - Disponible dans le marché avec un prix raisonnable.
- **Inconvénient**
  - Moyennement riche en cellulose (10%)

c. Autres besoins nutritionnels d'Oreochromis niloticus

Tableau 09: Besoins théoriques en protéines et en lipides et en glucides digestibles **(New, 1987 et Barnabe, 1991)**.

Les besoins	Alevins jusqu'à 0,5g	Poissons de 0,5g à 35g	Poissons de 35g à la taille marchande
Protéines	50%	35%	30%
Lipides	10%	8%	6%
Glucides digestibles	25%	25%	25%

Chaque protéine est constituée de l'enchainement linéaire d'un nombre précis d'unités élémentaires: les acides aminés **(Auffray et Jacquard,1998).** Le tableau ci-dessous indique les besoins quantitatifs d'*O.niloticus* en acides aminés essentiels.

Tableau 10: Besoin quantitatifs en acides aminés essentiels d'*O.niloticus* **(D'après Santiago et Lovell, 1988).**

Acides aminés essentiels	Besoin minimum (% des protéines)
Arginine	4,2
Histidine	1,7
Isoleucine	3,1
Leucine	3,4
Lysine	5,1
Méthionine	2,7
Phénylalanine	3,8
Thréonine	3,6
Tryptophane	1,0
Valine	2,8

d. Les vitamines

Ces vitamines sont utilisées en très petites quantités, leur absence est marquée par l'observation d'états pathologiques, caractérisés aujourd'hui comme des états de carence. L'apport de la vitamine impliquée supprimait les symptômes de carences (COMBS, 1992). le tableau 6 indique les besoins vitaminiques d'Oreochromis niloticus.

Tableau 11: Besoins vitaminiques d'*O.niloticus* en mg/kg d'aliment.

Vitamines	Besoins (mg/kg d'aliment)	Signes de déficience	Références
Cyanocobalamine (vitamine B 12)	Non nécessaire	------	**Limsuwan et Lovell, 1982**
Acide ascorbique (vitamine C)	1250	Scoliose, lordose, croissance réduite,diminution de l'efficacité de réparation des blessures, hémorragie,exophtalmie, anémie .	**Soliman et al., 1994**
Vitamine E	50-100	Anorexie, croissance réduite, faible efficacité d'ingestion, hémorragie de la peau et des nageoires, dégénération musculaire, mortalités élevés.	**Satoh et al.,1987**

L'ajout de vitamine C au dessus des besoins minimaux nécessaires dans l'aliment peut être bénéfique à la santé et à la résistance aux mortalités **(Halver et sandnes, 1989).**

e. Minéraux

Les minéraux sont des nutriments inorganiques requis en quantités variables, selon leurs rôles physiologique et métabolique **(Campbell, 1985).** Tout comme les animaux terrestres, les poissons ont besoin de minéraux qui sont des constituants de certains tissus (formations squelettiques surtout) ou de certaines molécules, servant aussi de cofacteurs enzymatiques et participent à l'équilibre ionique intra et extracellulaire ainsi qu'à la régulation des fonctions endocrines **(Kaushik et al., 1994).** (Tableau 12).

Tableau 12: Besoin d'*O.niloticus* en minéraux.

Minéraux	Besoins	Références
Phosphore	4,6g/kg d'aliment	**Beveridge et al., 2000**
Magnésium	0,5 – 0,65 g/kg d'aliment	**Reigh et al., 1991**
Zinc	30 mg/kg d'aliment	**Eid et Ghoneim, 1994**
Calcium	0,65% de la matière sèche	**Guillaume et al., 1999**
Manganèse	12ppm	**Guillaume et al., 1999**
Cuivre	3,5ppm	**Guillaume et al., 1999**

f. Importance de l'alimentation

Selon Rodrigue, (2020)

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

g. Effet de l'aliment

La composition et les caractères organoleptiques influent sur la consommation volontaire, l'excès de glucides, l'augmentation de la densité énergétique de l'aliment et le déséquilibre entre les acides aminés indispensables du poisson entraînent une chute de l'appétit **(Luquet et Kaushih ,1986).**

h. L'eau

L'eau joue un rôle capital dans l'utilisation de la matière sèche de l'aliment. Elle régule le transit, favorise l'élimination des déchets et permet l'apport d'oxygène. Il faut par conséquent éviter la pollution de l'eau. La teneur en eau a également un effet sur la sensibilité et la durée de conservation de l'aliment **(Luquet et Kaushih, 1986).**

3.8. Pré-grossissement du Tilapia du Nil

Cette phase consiste à amener les alevins jusqu'à leur transfert en étang de grossissement. Elle se pratique en bacs circulaires hors sols avec un diamètre d=4m (S=12m²). Compte tenu de la petite taille des poissons on peut travailler à des densités relativement élevées en tenant toujours compte de la biomasse et de la charge au m^3 obtenus en fin de phase. Les croissances seront directement liées aux conditions d'élevage (densités, alimentation, milieu). A la fin de cette phase, les survies sont de l'ordre de 85 à 90%. Il faut compter 30 à 40 jours sous une température de 25 °C à 28 °C pour obtenir des poissons de ±50g en conditions « standards » à partir d'alevins de ± 5g **(Benidiri, 2017).**

3.9. Grossissement du Tilapia du Nil

Le grossissement représente l'ultime phase d'élevage avant la récolte et la commercialisation. Elle concerne la croissance du poisson du ±50g à la taille de

commercialisation qui peut être très variable (200g à 800g). En gros, on peut évaluer la croissance du tilapia à 2 à ≥ 4g par poisson et par jour.

Pendant cette phase, les paramètres d'élevages adéquats sont une température de 28°C à 35°C dans des bassins circulaires de diamètre de d=5,2 m² (S=20m²) avec une densité de 45kg/m² et un taux de survie de 98% **(Benidiri, 2017).**

3.10. Risques pathologiques

Comme toutes les espèces aquatiques, le tilapia du Nil peut être sensible à une série de maladies résultant de la prolifération de certains organismes pathogènes **(Tableau 13).**

Tableau 13: Les principales maladies affectant le tilapia du Nil sont citées dans le tableau ci-dessous **(FAO, 2005).**

Maladie	Agent	Type
Septicémie à Aeromonas mobiles (MAS)	Aeromonas hydrophila & espèces voisines	Bactérie
Vibrioses	Vibrio anguillarum & autres espèces	Bactérie
Columnaris	Flavobacterium columnare	Bactérie
Edwardsiellose	Edwardsiella tarda	Bactérie
Streptococcies	Streptococcus iniae & Enterococcus sp.	Bactérie
Saprolégniose	Saprolegnia parasitica	Champignon
Ciliés	Ichthyophthirius multifiliis; Trichodina & autres	Parasite protozoaire
Trématode monogénétique	Dactylogyrus spp.; Gyrodactylus spp	Parasite protozoaire

3.11. Qualité de la chair du poisson

Le poisson est un produit carné dont la qualité nutritionnelle est proche de celle de la viande. La chair du poisson contient en moyenne 70 à 80% d'eau, 16 à 22% de protéines, et des lipides en quantité très variable allant de 0,5 à 20% selon les espèces et leur alimentation **(Médale, 2005).** La chair est très pauvre en glucides, sous forme de glycogène, sa teneur est généralement inférieure à 1%. La teneur en collagène est faible, habituellement inférieure à 3% **(Regost, 2001).** De plus, la chair des poissons se distingue de celle des autres animaux producteurs de viande à la fois par l'organisation structurale des muscles et par ses composants **(Médale, 2009).**

Chez le tilapia produit localement une importante proportion de protéines. Elle est de l'ordre de 17,3%. La proportion lipidique du tilapia algérien est très faible, elle est inférieur à

0,5%. La majeure proportion du tilapia est marquée par le taux élevé de l'humidité (> 80%). L'activité de l'eau, facteur déterminant pour la croissance bactérienne, est de l'ordre de 0,99 dans l'*Oreochromis niloticus* algérien **(Degral, 2015).**

Tableau 14 : Composition chimique et valeur nutritionnelle de 100g de la chair du Tilapia du Nil.
(Projet Composition nutritionnelle des produits aquatiques, 2007)

		Moyenne	**Mini**	**Maxi**
Valeur nutritionnelle	Valeur calorique en Kcl/100g	93	84	98
	Valeur calorique en Kj/100g	392	335	413
	Humidité en g/100g	78,5	77	80
	Cendre en g/100g	0,8	0,6	0,9
	Protides en g/100g	18,1	17,4	19,4
	Glucides en g/100g	0,5	0,1	1,6
	Lipides totaux en g/100g	2,1	1,5	2,7
	Cholestérol en mg/100g	39,5	32,5	43,5
Vitamines	Vitamine A µg/100g	< 2	-	-
	Vitamine E en mg/100g	0,93	0,73	1,16
	Vitamine D en µg/100g	15,61	<0,5	53,60
	Vitamine B1 en mg/100g	<0,04	-	-
	Vitamine B2 en mg/100g	0,05	0,04	0,07
	Vitamine B5 en mg/100g	0,68	0,41	26
	Vitamine B6 en mg/100g	0,23	0,18	0,30
	Vitamine B12 en mg/100g	1,07	0,13	1,77
	Caroténoïde totaux mg/100g	-	-	-
	Sodium en mg / 100g	28,3	23,9	29,8

Minéraux et oligoéléments	Calcium en mg / 100g	8,2	7,5	9,1
	Potassium en mg / 100g	282	229	331
	Magnésium en mg / 100g	25,4	23,8	27,2
	Fer en mg / 100g	0,27	0,21	0,35
	Cuivre en mg / 100g	<0,1	-	-
	Zinc en mg / 100g	0,32	0,28	0,35
	Manganèse en mg / 100g	<0,1	-	-
	Phosphore en mg / 100g	131	118	148
	Iode en µg / 100g	6	3	13
	Sélénium en µg / 100g	18	12	23
	Chlorures en mg / 100g	-	-	-
Acides gras	AG saturés mg / 100g	565	387	751
	AG monoinsaturés mg / 100g	643	456	809
	AG polyinsaturés mg / 100g	440	356	561
	Dont oméga 6 mg / 100g	278	157	485
	Dont oméga 3 mg / 100g	158	75	271

3.12. Intérêt économique

• *Oreochromis niloticus* il est le poisson le plus vendu sur la planète.

• *Oreochromis niloticus* sont des poissons exotiques consommés en abondance partout dans le monde.

•La dénomination tilapia s'applique en réalité à différents poissons blancs appartenant à la famille des *Cichlideés*, et notamment *Oreochromis niloticus*.

• Le Tilapia est le poisson d'élevage par excellence: c'est une des principales espèces d'aquaculture en Asie, en Afrique et en Amérique du sud. Il est le 2ème poisson d'élevage au niveau mondial, après la carpe. C'est un poisson très rentable. **(FAO, 2018)**

• En 2009 le Tilapia était élevé dans plus de 75 pays.

• Les pays plus grands producteurs étant la Chine, la Thaïlande, les Philippines, l'Indonésie, Taïwan, l'Égypte, la Colombie, Cuba, le Mexique **(Fig. 24).**

• 40% à 50% de la production mondiale de tilapia proviendraient de Chine. Ce qui ne va pas sans poser de problèmes vu le nombre de fraudes dans cette filière piscicole. Les fermes d'élevage assurent à elles seules la moitié de la production mondiale.

• Une part d'autant plus remarquable que le tilapia, originaire d'Afrique, n'a été introduite qu'en 1978 en Chine, dans la province centrale du Hubei **(FAO, 2018).**

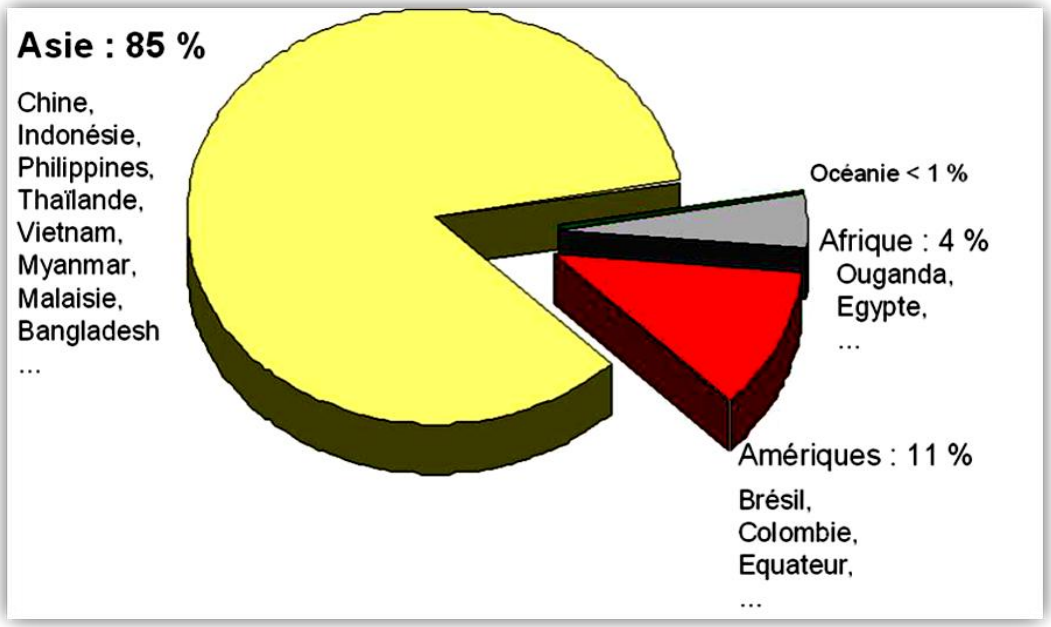


Figure 24 : Production de Tilapias et *Cichlideés*
(FAO, 2018).



Chapitre II :

Matériel et Méthodes



1. PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE

A/ PRESENTATION DE LA WILAYA DE MEDEA

A.1. Situation géographique

La wilaya de Médéa est l'une des dix wilayas de la région Nord-centre. Le Chef-lieu de la wilaya est située à 88 km à l'Ouest de la capitale, Alger. Elle s'étend sur une superficie de 8.775,65 Km². Située au cœur de l'Atlas Tellien, la wilaya de Médéa est caractérisée par une altitude élevée et un relief mouvementé enserrant quelques plaines assez fertiles mais de faible extension pour s'estomper ensuite aux confins des hautes plaines steppiques, en une série de collines mollement ondulées. Une telle position stratégique a fait de Médéa une zone de transit principale et un trait d'union entre le Tel et le Sahara, d'une part, et entre les hauts Plateaux de l'Est et ceux de l'Ouest, d'autre part. 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.
- Les wilayas de M'sila et Bouira à l'Est. **(D.E-Médéa, 2022).**

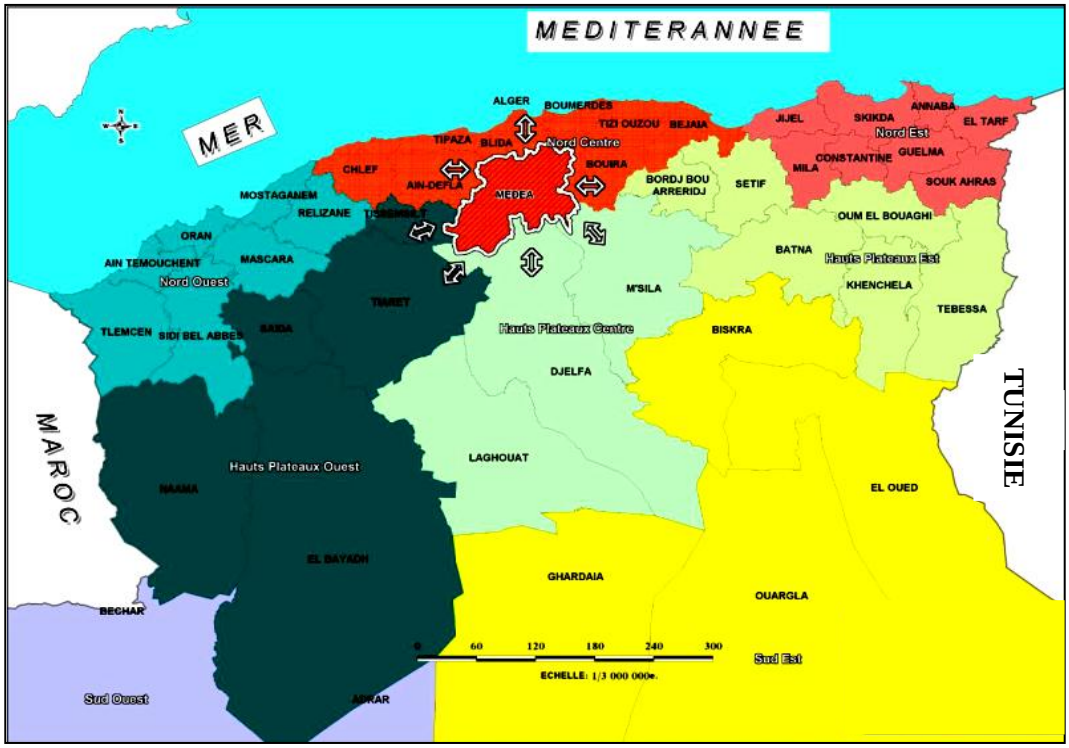


Figure 25: Localisation de la Wilaya de Médéa
(D.E-Médéa, 2022)

A.2. La géomorphologie

Enserrée entre les longitudes 2° 10′ et 3° 2.0′ Est et les latitudes 35° 26′ et 36° 30′ Nord, la wilaya de Médéa se situe au centre géographique de l'Algérie du Nord et occupe la partie centrale du Tell qui s'étend de des monts de Bouira à l'Est à ceux de L'Ouarsenis à l'Ouest et allant des versants sud de l'Atlas Blidéen au Nord jusqu'aux premiers contacts des monts du Titteri avec les Hautes-plaines au Sud. Un relief contrasté, constitué de montagnes de l'Atlas tellien, du plateau de Médéa et de la plaine des Béni Slimane **(D.E-Médéa, 2022).**

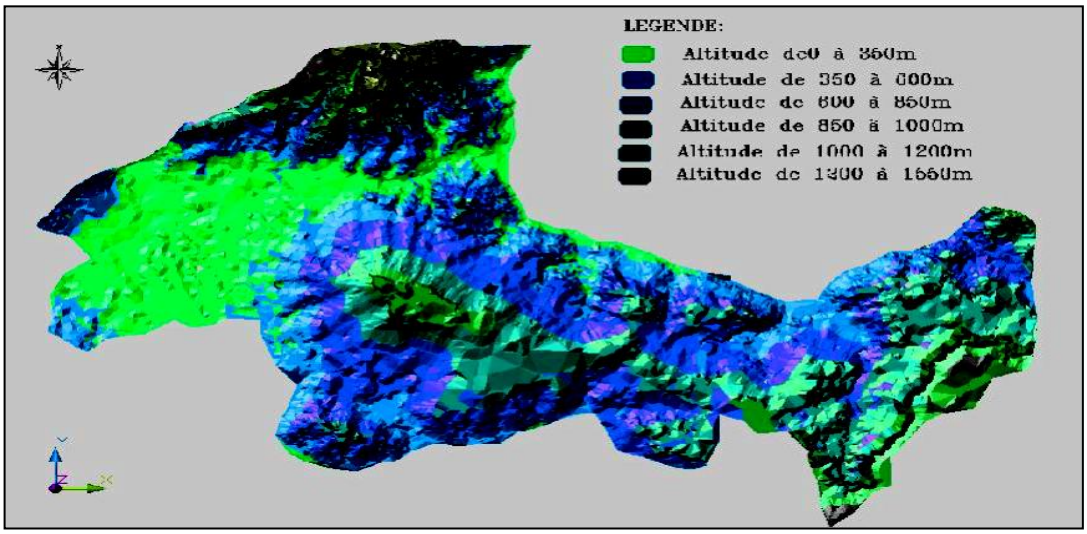


Figure 26 : Carte des classes d'altitude **(D.E Médéa, 2022)**

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

Tableau 15 : Informations géographiques concernant la wilaya de Médéa **(D.E- Médéa, 2022)**

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

A.3. L'Hydrologie

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

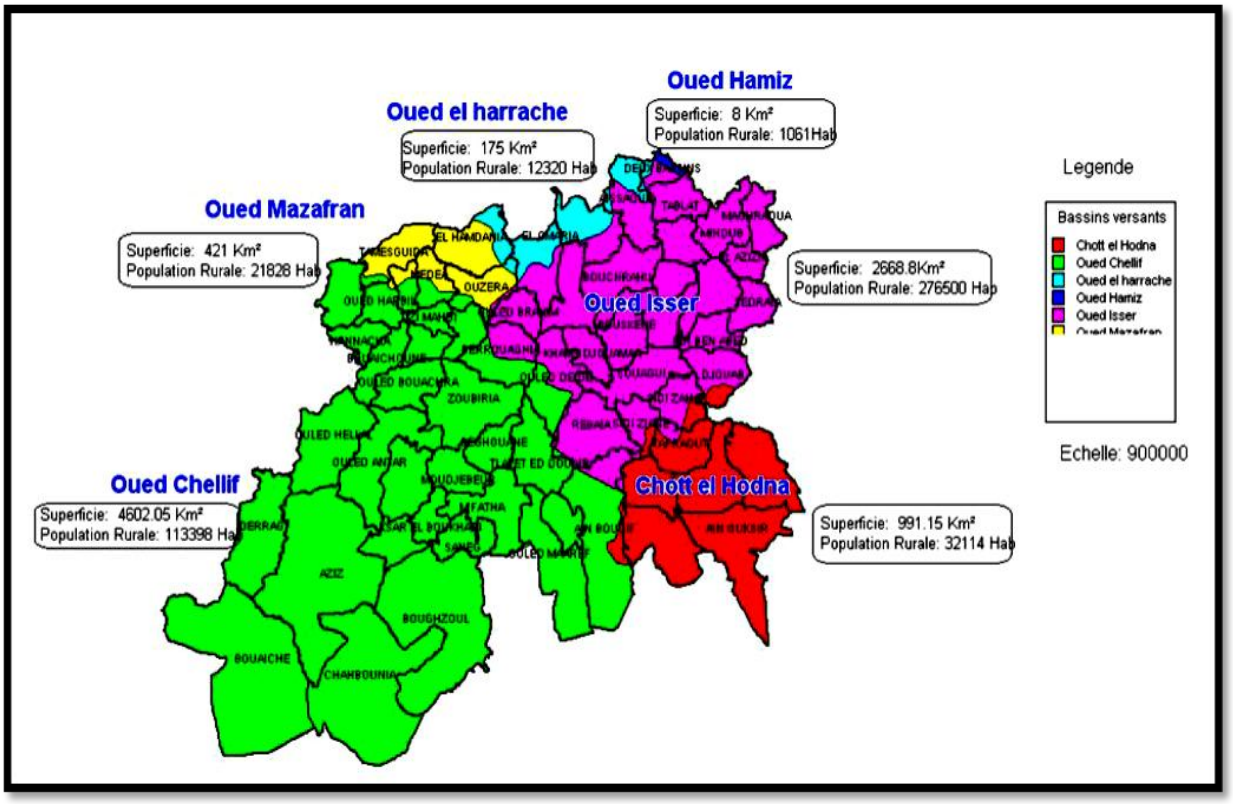


Figure 27: Carte des bassins versants de la wilaya de Médéa
(Services Hydrauliques – Médéa, 2021).

A.4. Synthèse climatique de la région

Les facteurs de disposition du climat

- L'altitude qui atteint 1240 m au-dessus du niveau de la mer (sommet de Benchicao).
- La position sur les monts de l'Atlas tellien.
- L'exposition aux vents et aux vagues de courants venant de l'Ouest**(D.E-Médéa, 2022).**

La wilaya de Médéa est caractérisée par un climat méditerranéen semi-continental, froid et humide en hiver, tempéré au printemps, chaud et sec en été, avec une moyenne de pluviométrie élevée. La pluviométrie est caractérisée par son intensité et son irrégularité avec une moyenne annuelle des précipitations de 800mm, particulièrement en mois Décembre, Janvier et Février. La neige quant à elle, recouvre régulièrement les hauteurs de Benchicao, situées à une altitude de 1240 m, Taguenssa commune d'Ouled Hellal et Ain Diss à la commune d'Ain Boucif **(Boulesnam et Boufatah, 2015).** La neige, le gel sont des agents climatiques qui caractérisent le climat de la région. Ils ont parfois des effets néfastes sur l'agriculture, la mécanique des sols et les infrastructures. La moyenne des températures entre les mois les plus froids et les mois les plus chauds varie entre 6,45°C et 24,6°C. **(D.E Médéa, 2022).** Médéa appartient à l'étage bioclimatique sub-humide avec des Hivers froids et des

Etés chauds. Malgré la proximité de la mer, l'effet de continentalité se fait ressentir dans la région.

B/ PRESENTATION DE LA COMMUNE DE « BENCHICAO»

B.1. Situation géographique

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

La commune de Benchicao est limitée :

- Au Nord par la commune d'Ouzera
- A l'Est par les communes de Berrouaghia et ouled Brahim
- Au Sud par les communes de Berrouaghia et Zoubiria- A l'Ouest par les communes de si Mahjoub et Tizi Mahdi **(D.E- Médéa, 2022).**

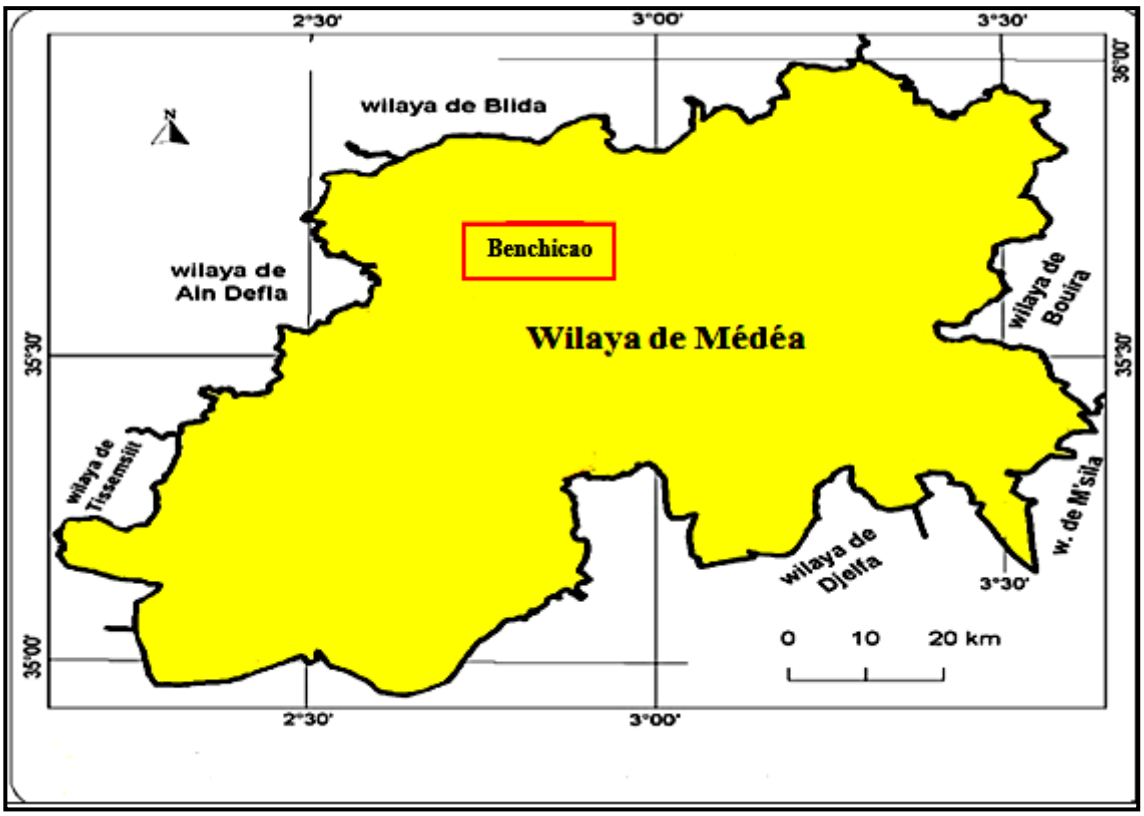


Figure 28 : La commune de Benchicao **(D.E- Médéa, 2022)**

B.2. Synthèse climatique de la commune de Benchicao

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

Le climat de la région de Benchicao est caractérisé par :

a. Un automne assez doux et pluvieux.

b. Un hiver très froid, pluvieux, neigeux avec des gelées noires.

c. Un printemps assez pluvieux avec quelques gelées tardives (gelées blanches).

d. Un été sec et chaud. **(ONM-Médéa, 2020)**

Pour la synthèse climatique nous avons utilisés des données climatiques de la station **ONM-Médéa, 2020** pour la période 1990-2015

Les précipitations

La moyenne annuelle de pluie calculée pour cette période (1990-2015) est égale à 541,44mm//an.

Tableau 16 : les précipitations mensuelles de la zone d'étude durant la période 1990-2015 **(ONM, Médéa, 2020).**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Ann
P (mm)	75.54	55.52	33.11	68.8	37.51	5.97	13.38	4.05	29.69	56.58	88.86	72.37	541.4

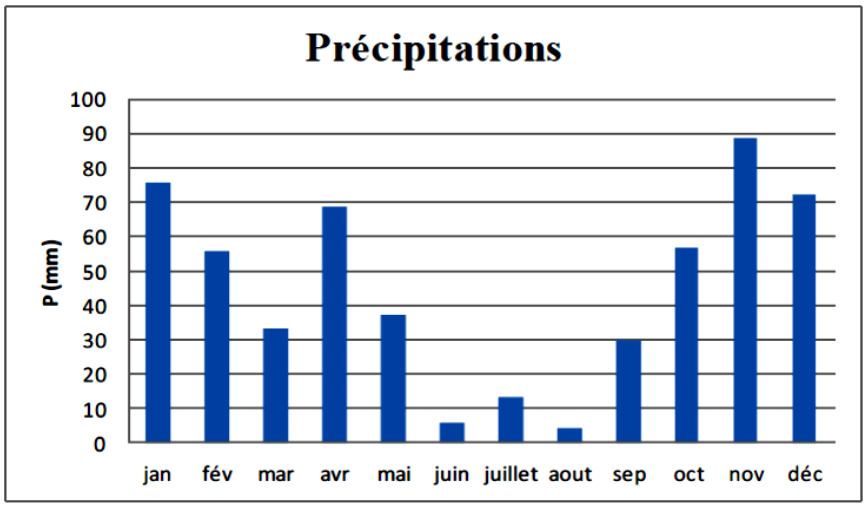


Figure 29 : Diagramme représentant les précipitations de la wilaya de Médéa pour la période 1990-2015 **(ONM-Médéa, 2020).**

D'après le diagramme, la moyenne annuelle des précipitations calculée au cours de la période 1990-2015 est égale à 541.44mm/an. La période pluvieuse s'étale du mois d'octobre jusqu'au mois d'avril avec un maximum pluviométrique qui atteint le 88,86 mm au mois de novembre, les mois de juin, juillet et août sont les mois les plus secs avec un minimum enregistré en mois d'Aout atteignant 4,05 mm.

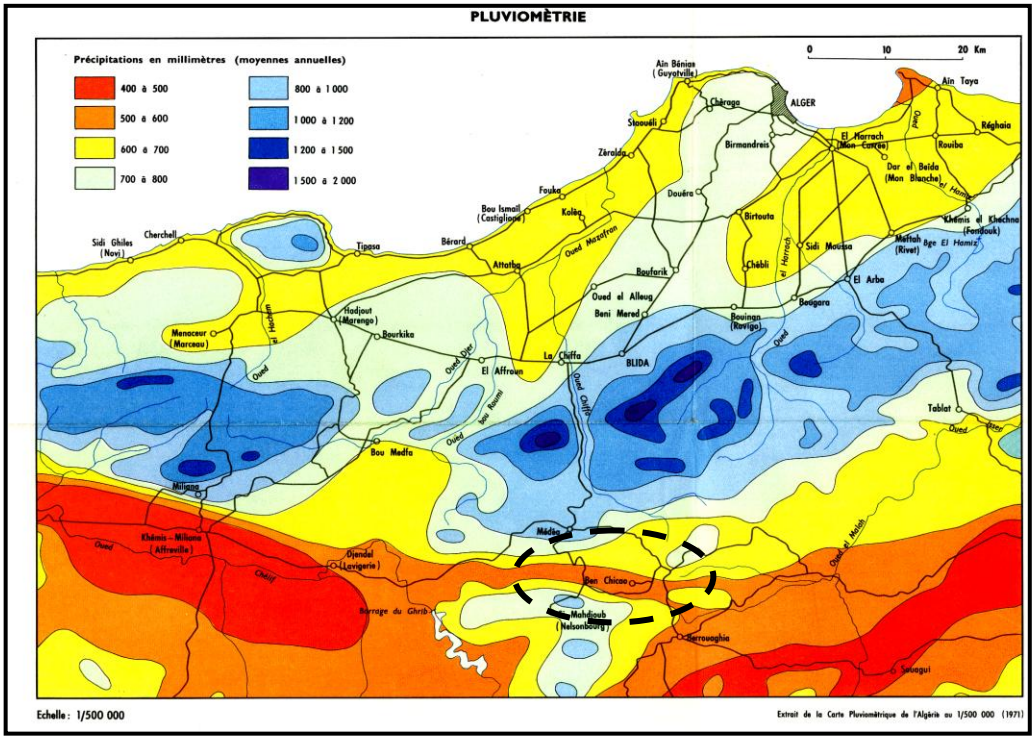


Figure 30: Carte pluviométrique (Nord Algérie)
(D.E- Médéa, 2022)

Les températures

Les températures de la zone étude (période 1990-2015) sont récapitulées dans le Tableau 17, elles éprouvent d'énormes balancements au cours des mois de l'année. Les températures sont exprimées par les températures des minimas du mois le plus froid (m) et les températures des maximas du mois le plus chaud (M) ainsi que les températures moyennes. Les températures moyennes mensuelles ont un minimum (1.005°C) en janvier et un maximum (M) en juillet (35,23°C) **(ONM-Médéa, 2020).**

Tableau 17: Température mensuelles maximale (Max), Minimale (Min) et moyennes (moy) en °C de la zone d'étude (1990-2015) **(ONM-Médéa, 2020)**

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Annuel
T max	8.71	9.71	14.2	15.5	22.6	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	9.80	10.92	15.94	22.8	26.1	25.5	18.37	12.66	7.56	5.44	13.75

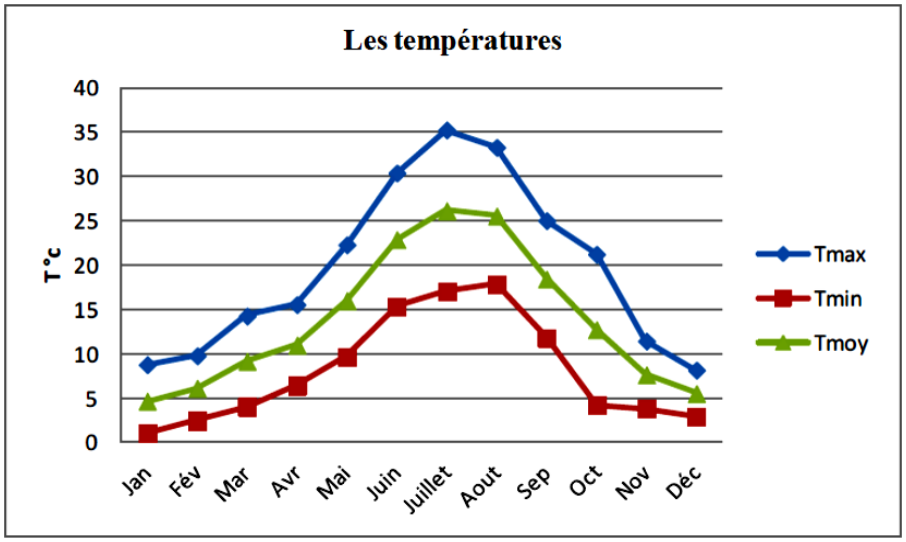


Figure 31 : Diagramme représentant les températures maximales, minimales et moyennes de la commune de Benchicao (1990-2015) **(ONM-Médéa, 2020)**

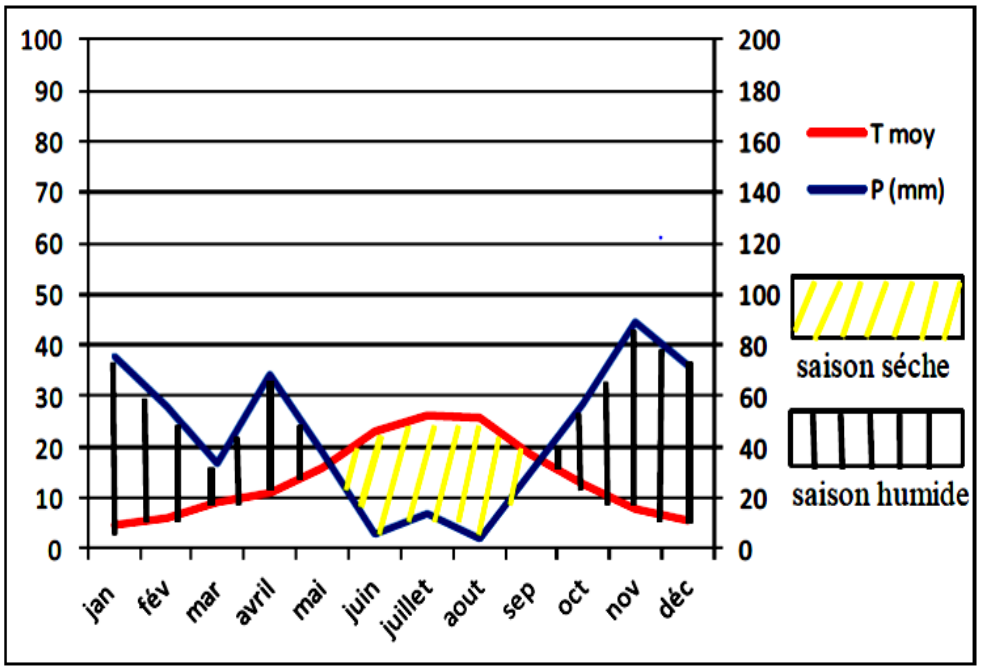


Figure 32: Diagramme ombrothermique de la zone d'étude (1990-2015). **(ONM-Médéa, 2020)**

Le diagramme ombrothermique, fait ressortir deux périodes :

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

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 et al., 1975).** A partir du Q_2, Emberger a classé la région méditerranéenne en cinq étages bioclimatiques (sahariens, arides, sub humides et humides). Le Q_2 a été formulé de la façon suivant : **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 = Q_2 = **58,78.**

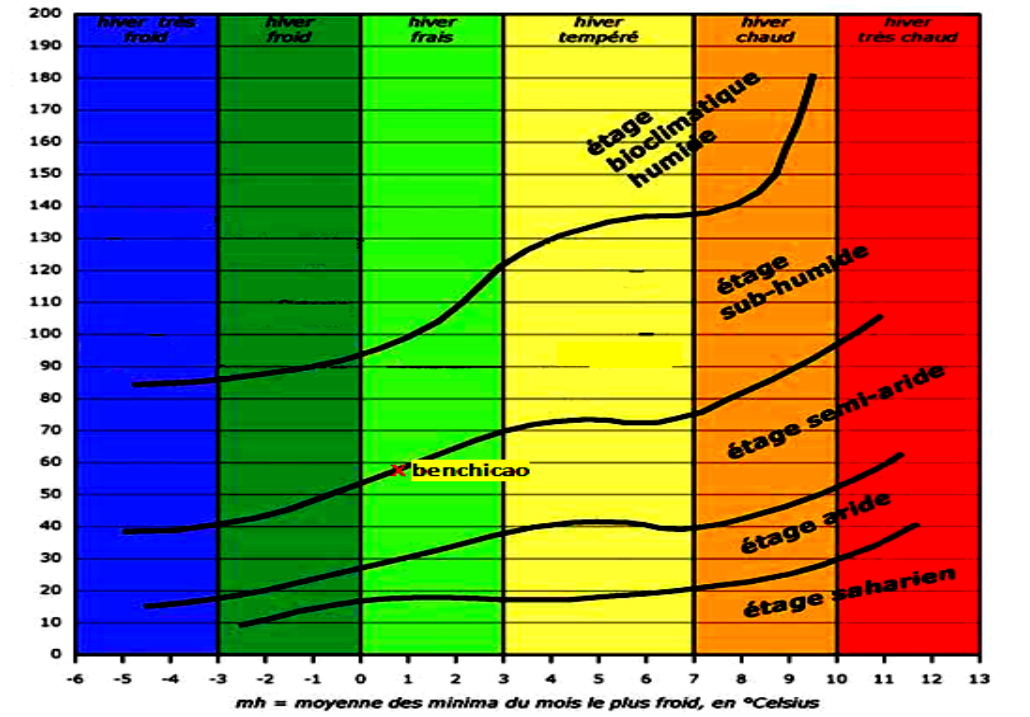


Figure 33 : Position de Benchicao sur Climagramme d'Emberger (1955)
Pour la période 1990-2015 **(ONM-Médéa, 2020 et D.E Médéa, 2022)**

D'après la figure n°33 la commune de Benchicao est située dans l'étage bioclimatique **Subhumide à Hiver Frais.**

C/ Description de la ferme piscicole « TITTERI AQUACOLE »

Notre étude est effectuée au niveau de la ferme aquacole qui se situe à Benchicao (Wilaya de Médéa). L'étude du projet montre que cette ferme piscicole est conçue pour une capacité de production de 300 tonnes/an destinés à la consommation dont le Tilapia, le Clarias ainsi que des poissons d'ornement en élevage intensif dans des bassins spécialement conçus pour la pisciculture. 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 **«TITERI AQUACOLE»** a bénéficiée d'une formation pour 22 stagiaires de la région (agents piscicoles) au niveau du centre de formation professionnel de Berrouaghia en collaboration avec le DPRH de Médéa et Ain Defla.



Figure 34 : La ferme piscicole « TITTERI AQUACOLE » **(Originale, 2022)**

a. Objectifs du projet

Ce projet prévoit la mise en place d'une ferme aquacole d'une capacité de 300 tonnes par an. 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, Sandre et Carpe et poissons d'ornements.

- Production annuelle : 300 tonnes

- Surface totale de la concession : 6400 m^2

- **Site :** Benchicao Centre

b. Identité du demandeur

Promoteur : Sarl TITTERI AQUACOLE

Siège social : Benchicao

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

c. Problèmes et contraintes naturelles : La station d'étude est située 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, Sandre et Carpe est une installation en circuit fermé chauffée par des chaudières à gaz.

Tableau 18 : Les caractéristiques du bassin d'élevage de tilapia dans la ferme**.**

Hangar N°1 –A–

Longueur(m)	**3**
Largeur(m)	**3**
Hauteur(m)	**3**
Nombre de bassins	**12**
Contenance	**27 M^3**
Phase d'élevage	**Grossissement**
Charge / m^3	**30 kg**

Il est prévu un locale de 50 m² pour l'aquariophilie de divers espèces dans des aquariums de dimension **:** Longueur **(0,8 m)** Largeur **(0,4 m)** Hauteur **(0,4 m).**

2. Matériels et Méthode

2.1. Objectif

L'objectif de notre travail est de faire une comparaison entre deux régimes alimentaires, et voir leurs effets sur la croissance des poissons (fingerlines) d'*Oreochromis niloticus*, à savoir:

- ✓ Aliment Testé (préparé) à base de protéine animale (farine de poisson).
- ✓ Aliment commercialisé local à base de protéine animale (farine de poisson) provenant de la wilaya de Boumerdes.

2.2. Matériel biologique

Les poissons de notre étude proviennent de ferme piscicole commerciale: **« TITTERI AQUACOLE Médéa ».** A cet effet, 20 poissons de tilapia du Nil *Oreochromis niloticus* sont récoltés d'un bassin d'élevage de ce poisson (10 mâles + 10 femelles). Ces vingt poissons seront répartis par la suite sur quatre aquariums.

2.3. Matériel



Figure 35 : Aquarium 100 L **(Achab et Dairi, 2022)**



Figure 36 : Multi-paramètre (Consort 113768) **(Achab et Dairi, 2022)**





Figure 37 : Balance **(Achab et Dairi, 2022)** **Figure 38 :** Filet **(Achab et Dairi, 2022)**

2.4. Les routines associées á l'expérimentation

- Quatre aquariums d'un volume de 100 L de dimension sont utilisés de 0,8 m de longueur, de 0,4 m de largeur et de 0,4 m de hauteur.
- Après vidange complète de ces aquariums, le nettoyage se fait manuellement pour éliminer des déchets et résidus qui existent au fond.
- Remplissage des quatre aquariums par l'eau de sonde (85 L).
- Installation des thermostats et des pompes d'oxygène pour garder une température optimale et une bonne oxygénation.
- L'aliment est distribué manuellement aux poissons trois fois par jour.
- Nous changeons 10% de l'eau dans les aquariums tous les 5 jours.
- Changement de l'eau des aquariums complétement après 1 mois.
- 4 aquariums : 2 nourris par l'aliment commercial (de la ferme) et 2 par l'aliment testé (fabriqué) (Les mâles et les femelles sont séparés).
- 5 poissons dans chaque aquarium : commercial (5femelles/5mâles) Testé (5femelles/5mâles).

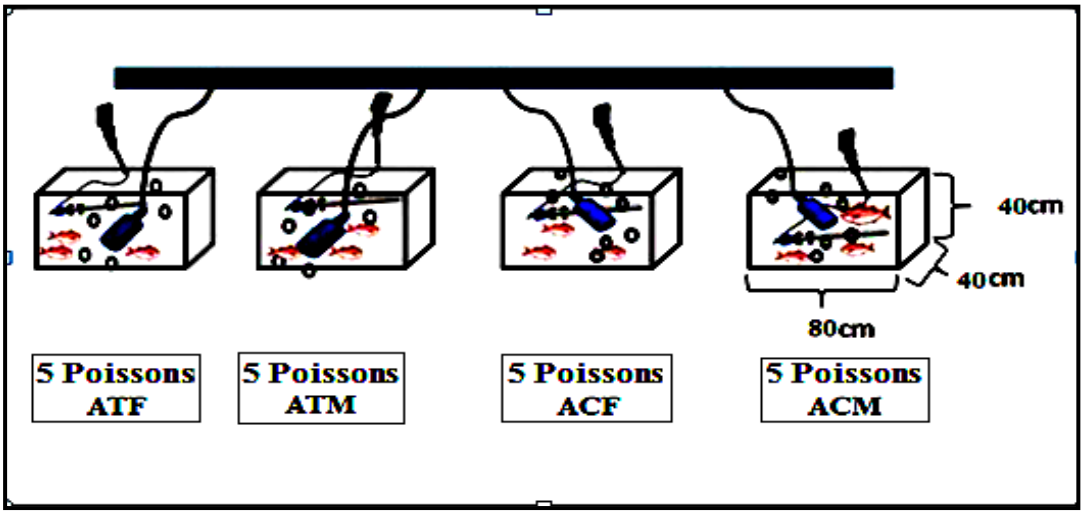


Figure 39 : Dispositif expérimental d'élevage.

ATF : Aquarium contenant l'aliment testé (femelles).
ATM : Aquarium contenant l'aliment testé (mâles).
ACF : Aquarium contenant l'aliment commercial (femelles).
ACM : Aquarium contenant l'aliment commercial (mâles).

2.5. Préparation de l'aliment testé

2.5.1 Matériel de fabrication d'aliments

- Balance
- Recépions
- Moulinette
- Bécher
- Tamis
- Hachoir
- Mixeur

La composition des deux aliments est présentée dans le tableau 19.

Tableau 19 : Composition des deux aliments à base de farine de poisson

Composition de l'aliment testé	Composition de l'aliment commercial
Farine de poisson Semoule moyen Son de blé Huile de table Eau Maïzena Sel CMV	Farine de poisson Son de blé Soja Riz Prémix



Figure 40 : Tamis, moulinette, balance, bécher
(Achab et Dairi, 2022)



Figure 41 : Récipient
(Achab et Dairi, 2022)

2.5.2. Etape de préparation de l'aliment testé

L'aliment fabriqué (Testé) est à base de farine de poisson principale source de protéine animale la semoule et le son de blé sources de protéines végétales. Ces trois matières premières constituent les principales sources d'énergie.

- ✓ Broyage des ingrédients secs en fines particules forme de poudre (farineuse).
- ✓ Tamisage des ingrédients avec un tamis
- ✓ Pesée des ingrédients sur une balance selon la formule de l'aliment à préparer.
- ✓ Ensuite, les ingrédients sont mélangés à la main dans un recépions (les ingrédients sec d'abord).
- ✓ Puis on ajoute l'huile de table, enfin en hydrate le mélange par l'eau jusqu'à atteindre une bonne homogénéité.
- ✓ Par la moulinette on fait ressortir l'aliment préparé sous forme de granulats.
- ✓ Puis on laisse sécher le tout sur du papier absorbant.



Figure 42 : Les ingrédients de l'aliment testé **(Achab et Dairi, 2022)**



Figure 43 : Séchage de l'aliment testé **(Achab et Dairi, 2022)**



Figure 44 : L'aliment testé **(Achab et Dairi, 2022).**

2.6. L'alimentation du poisson

L'aliment est distribué manuellement aux poissons trois fois par jour: le matin, à midi et le soir comme suit: 8h ; 12h et 15h donc la ration alimentaire (RA) est fractionnée en 3 repas avec un taux de nourrissage de 5 % du poids moyen.

- 4 aquariums dont: 2 alimentés par l'aliment commercial: AQ males et AQ femelles et les deux autres aquariums sont alimentés par l'aliment testé (ou fabriqué).



Figure 45 : Aliment commercial **(Achab et Dairi, 2022)**



Figure 46 : Ration journalière l'aliment commercial **(Achab et Dairi, 2022)**



Figure 47: Pesé de la ration journalière **(Achab et Dairi, 2022)**



Figure 48 : Ration journalière de l'aliment testé **(Achab et Dairi, 2022)**



Figure 49 : Mesure de taille des poissons **(Achab et Dairi, 2022)**

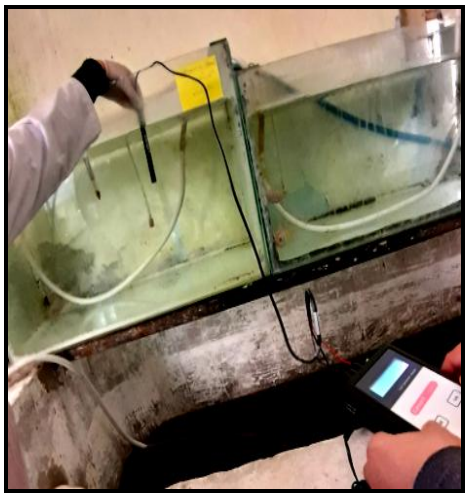


Figure 50 : Mesure des paramètres physico-chimiques **(Achab et Dairi, 2022)**

2.7. Les paramètres suivis

Le suivi des différents paramètres (physicochimiques et zootechniques) est effectué chaque 10 jours au niveau de la ferme durant la période allant du 01mars2022 jusqu'au 17mai2022 (voir tableaux annexe II).

2.7.1. Les paramètres physicochimiques

Pour l'analyse des différents paramètres physicochimiques de l'eau (T°, pH, conductivité électrique, salinité, oxygène dissous), nous avons utilisé un multi-paramètre de Consort 113768**.**

2.7.2. Les paramètres zootechniques

Pour la mesure des paramètres zootechniques (poids total, taille moyenne, quantité d'aliment distribuée).

- **Poids total**

On récolte les poissons des aquariums séparément et on les mets dans un récipient et on mesure le poids total dans chaque aquarium par une balance.

- **Taille moyenne**

La longueur (ou la taille) des poissons furent mesurés en cm de l'extrémité de la bouche à la fin du pédoncule caudal **(LT).**

La taille est mesurée par une règle graduée (ichtyomètre).

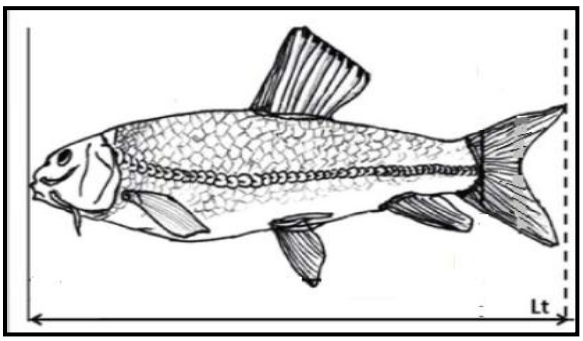


Figure 51 : Mesure de la longueur totale LT **(Cherif et Guechache, 2018)**

- **Quantité d'aliment distribué**

La quantité d'aliment est mesurée en fonction du poids totale à l'aide d'une balance (QA= poids total × 0,05).

2.7.3. Les indice de croissance

Pour estimer la croissance des poissons au cours de l'expérimentation et caractériser l'efficacité alimentaire mise en essai, différents paramètres zootechniques et indices. Ces paramètres ont été calculés conformément à la procédure de **Khwuanjai et Pornchai (1997), Kanangire (2001), Bamba et al. (2007).**

- **Poids moyen initial**

Le poids moyen initial (Pmi) est calculé en faisant le rapport de la biomasse initiale par le nombre initial de poissons.

Pmi (g) = Biomasse initiale (g) / Nombre initial de poissons

- **Poids moyen final**

Le poids moyen final **(Pmf)** est calculé en faisant le rapport de la biomasse finale par le nombre final de poissons.

Pmf (g) = Biomasse finale (g) / Nombre final de poissons

- **Gain moyen quotidien**

Le gain moyen quotidien (GMQ) ou taux de croissance journalier (TCJ) représente le gain moyen de poids quotidien obtenu durant la durée de l'élevage**.** Ce coefficient permet d'évaluer l'efficacité des aliments utilisés sur la croissance des poissons **(Gouarh et Meflah, 2019).**

GMQ (g/j)= (Poids moyen final –Poids moyen initial)/Durée de l'expérimentation

- **Gain de poids**

C'est la quantité de poids gagnée par les individus au cours de l'élevage par rapport à leur poids initial.

Gp (g) = Pf – Pi

Gp: gain de poids (g)

Pf: Poids corporel final (g)

Pi: Poids corporel initial (g)

- **Taux de croissance spécifique**

Le taux de croissance spécifique (TCS) donne la vitesse instantanée de croissance des poissons.

TCS (% / j) = [(Ln (Pmf (g) - Ln (Pmi (g)) × 100 / Durée d'expérimentation]

- **Indice de conversion alimentaire (IC)**

Ce coefficient permet d'évaluer l'efficacité des aliments utilisés pour la croissance des poissons **(Gouarh et Meflah, 2019).** C'est la quantité d'aliment durant toute la période de l'expérience sur le gain de poids :

IC = Qa/Gp

IC : Indice de conversion alimentaire

Qa : Quantité d'aliment distribué (g)

Gp : Gain de poids (g)

- **Taux de survie (TS).**

Ce taux a permis de connaître l'effet de la substitution sur la suivie des poissons.

TS en%= (Nombre d'individu en fin d'expérimentation/Nombre d'individu initial) x 100

- **Taux de mortalité (TM)**

Mortalité (%) = 100 – Survie%

2.8. Les analyses statistiques

Les statistiques sont un ensemble de méthodes permettant de décrire et d'analyser, de façon quantifiée des phénomènes repérés par des éléments nombreux, de même nature, susceptible d'être dénombrés et classés **(Bernard,1996)**. Les dimensions de Tilapia (la taille, le poids, la quantité d'aliment et les paramètres physico-chimiques seront examinées à base des paramètres statistiques.

Durant cette étude est dans l'objectif de donner plus de visibilité à nos résultats obtenus nous avons utilisés certains tests statistiques. Ces derniers ont été effectués par un logiciel qui est **IBM SPSS Statistics version20**.

• Le Test T pour échantillons indépendants permet de comparer la moyenne de deux groupes d'observations. Idéalement, pour ce test, les sujets doivent être attribués de manière aléatoire à deux groupes, de manière à ce que toute différence dans la réponse soit due au traitement (ou à un manque de traitement) et non pas à d'autres facteurs. Donc ce Test est utilisé pour analyser la différence entre les différentes observations (ou moyennes)

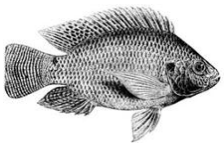
• Les corrélations bivariées calculent le coefficient de corrélation de Pearson, le rho de Spearman avec leurs seuils de signification. Les corrélations mesurent comment les variables

ou les ordres de rang sont liés. Avant de calculer un coefficient de corrélation, parcourez vos données pour rechercher les valeurs éloignées (qui peuvent provoquer des résultats erronés) et les traces d'une relation linéaire. Le coefficient de corrélation de Pearson est une mesure d'association linéaire. Deux variables peuvent être parfaitement liées, mais si la relation n'est pas linéaire, le coefficient de corrélation de Pearson n'est pas une statistique appropriée pour mesurer leur association. Donc ce test est utilisé pour vérifier l'existence, la qualité et la force d'une relation linéaire entre certaines variables

- La régression linéaire estime les coefficients de l'équation linéaire, impliquant une ou plusieurs variables indépendantes, qui estiment le mieux la valeur de la variable dépendante. Ce test est utilisé pour analyser l'impact (ou l'effet de certaines variables indépendantes sur une variable dépendante) **(IBM SPSS Statistics version20, 2022)**.



Chapitre III : Résultats et Interprétations



1. Evolution par rapport aux aquariums

1.1. Evolution des paramètres physico-chimiques

Le tableau ci–dessous montre les résultats de l'analyse des paramètres physico-chimiques de l'eau au niveau des quatre aquariums d'élevage *d'O niloticus.*

Tableau 20: Résultats des analyses physicochimiques de l'eau au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM) de l'expérimentation (mars2022-mai2022)

		ATF	ATM	ACF	ACM
T de l'eau (°C)	Max	26,60	26,60	28,00	27,10
	Moy ± ET	24,29 ± 2.42	24,31 ± 2.30	24,98 ± 2,69	24,79 ± 2,55
	Min	20,30	21,00	20,90	21,00
pH	Max	8,27	8,22	8,38	8,31
	Moy ± ET	7,99 ± 0.17	7,93 ± 0.23	8,13 ± 0.18	8,08 ± 0.13
	Min	7,72	7,44	7,80	7,87
Conductivité (µs/cm)	Max	1700	1700	1950	2030
	Moy ± ET	1078,89 ± 312,80	1017,78 ± 375,65	1156,44 ± 365,68	1220,33 ± 388,57
	Min	781	405	910	873
Salinité (g/l)	Max	0,9	0,8	0,9	1,07
	Moy ± ET	0,53 ±0,17	0,49 ± 0,19	0,57 ± 0,17	0,59 ± 0,23
	Min	0,40	0,20	0,40	0,40
O_2 dissous (mg/l)	Max	0,93	1,38	1,50	1,52
	Moy ± ET	0,93	1,38	1,50	1,52
	Min	0,93	1,38	1,50	1,52

ATF : Aquarium contenant l'aliment testé (femelles).
ATM : Aquarium contenant l'aliment testé (mâles).
ACF : Aquarium contenant l'aliment commercial (femelles).
ACM : Aquarium contenant l'aliment commercial (mâles).
Max : maximum, **Min :** minimum, **Moy :** moyenne, **ET :** écart type

a) La température de l'eau

Le tableau n°20 et la figure n°52 illustrent les variations de la température moyenne au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM) de cette étude.

D'après ces résultats les températures de l'eau varient entre une valeur moyenne minimale de 24,29±2,42 °C (ATF) et une valeur moyenne maximale de 24,98±2,69°C (ACF).

La variation de la température de l'eau dans les différents aquariums est liée au chauffage des eaux effectumé par la chaudière à gaz au niveau de la ferme piscicole (voir figure annexe III n°6). Ces températures enregistrées restent au dessous des températures de l'eau proposées pour l'élevage optimal de Tilapia et qui se situent entre 24-28°C selon **Lacroix (2004)**.

b) Le pH

Ce paramètre physico-chimique est important en milieu aquatique. La croissance des poissons d'eau douce est meilleure en eau neutre ou alcaline qu'en eau acide **(Brusler et al., 2004)**. Les mensurations montrent que le pH dans les aquariums est compris entre une valeur moyenne minimale de 7,93±0,23 (ATM) et une valeur moyenne maximale de 8,13±0,18 (ACF). Ces valeurs restent inférieures aux normes préconisées pour l'élevage optimal du poisson du Nil qui se situent entre un pH de 6,5 à 8,5 **(Malcolm et al., 2000).**

c) La conductivité électrique

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes, elle permet l'évalu00ation globale des ions présents dans l'eau. Elle augmente avec la teneur en sels électrolysables dissous, avec les mobilités de ses ions **(Arrignon, 1998).**

D'après les résultats de la conductivité électrique (tableau n°20 et figure n°54), les valeurs enregistrées pour ce paramètre oscillent entre une valeur moyenne minimale de 1017,78±375,65 µS/cm (ATM) et une valeur moyenne maximale de 1220,33±388,57 µS/cm (ACM). Ces résultats restent inférieurs aux normes marocaines des eaux piscicoles limitées pour ce paramètre à <3000 µS/cm.

Quand la conductivité est supérieur à 1000µS/cm la minéralisation devient élevée **(Rodier et al., 2009).** Dans notre étude la conductivité électrique des quatre aquariums est >1000 µS/cm donc la minéralisation est élevé.

d) La salinité

La salinité est essentiellement la quantité de sels minéraux dissous dans l'eau **(Alcántar-Vázquez et al., 2014).** Les analyses de ce paramètre font ressortir une valeur moyenne minimale de 0,49 ± 0,19 g/l (ATM) et une valeur moyenne maximale de 0,59±0,23 g/l (ACM). Sachant que le Tilapia est une espèce euryhaline supportant des salinités de 0,015 g/l à 30 g/l **(Malcolm et al., 2000).**

e) L'oxygène dissous (O_2)

L'oxygène dans l'eau dépend principalement de la température **(Bruslér et Quignard, 2004)**. Il reste un facteur primordial pour la vie du poisson.

La concentration d'oxygène dissous (O_2) pour les eaux d'aquariums varie entre une valeur moyenne minimale de 0,93mg/l **(**ATF**)** et une valeur moyenne maximale de 1,52 mg/l **(**ACM**)**. Cependant, l'oxygène dissous est injecté artificiellement au niveau de nos aquariums (pompe d'oxygène voir figure n°7 annexe III). Cette concentration reste stable durant toute la période d'étude peut être à cause du matériel du dosage (panne d'électrode suspectée) et ces valeurs sont largement inférieures aux normes optimales de la croissance *d'O.niloticus* (>5 mg/l) pour **Malcolm et al., (2000).**

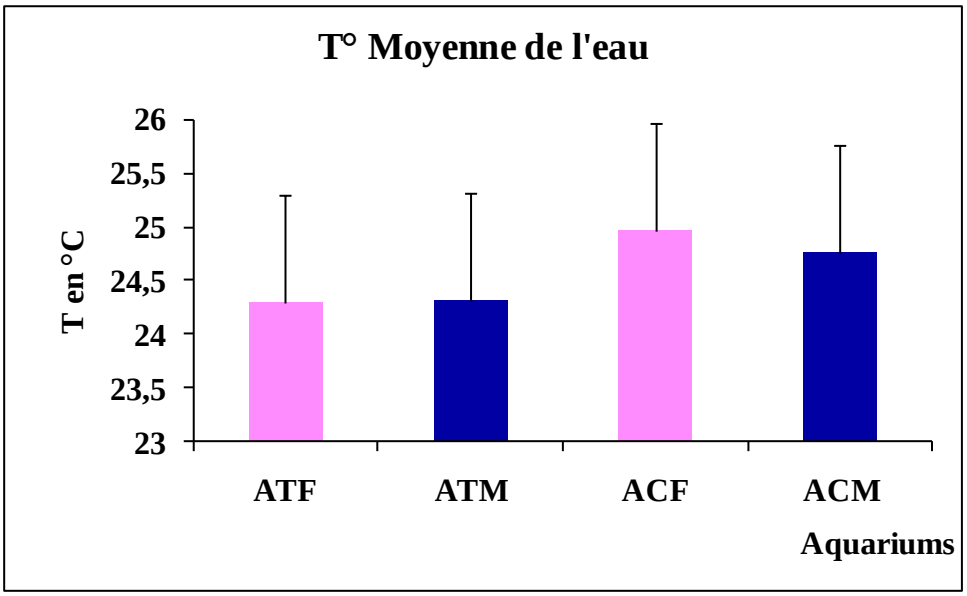


Figure 52 : Évolution de température moyenne de l'eau au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM) de l'expérimentation (mars2022-mai2022).

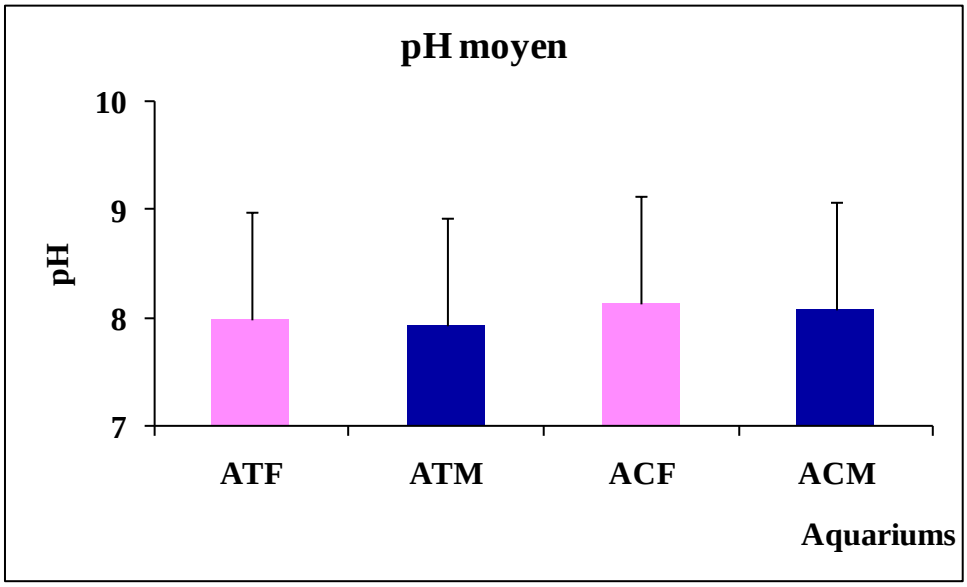


Figure 53 : Évolution de pH moyen au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM) de l'expérimentation (mars2022-mai2022).

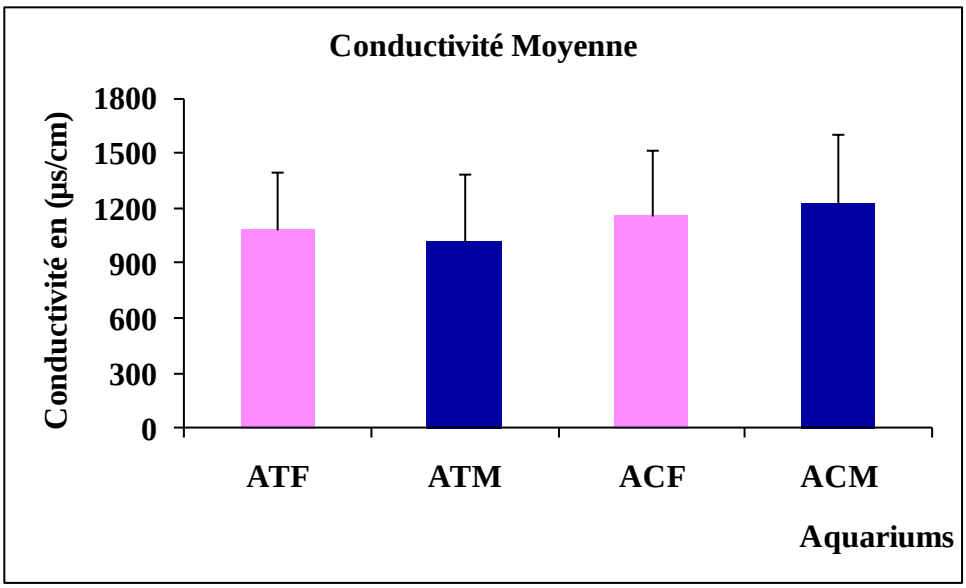


Figure 54 : Évolution de conductivité moyenne au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM) de l'expérimentation (mars2022-mai2022).

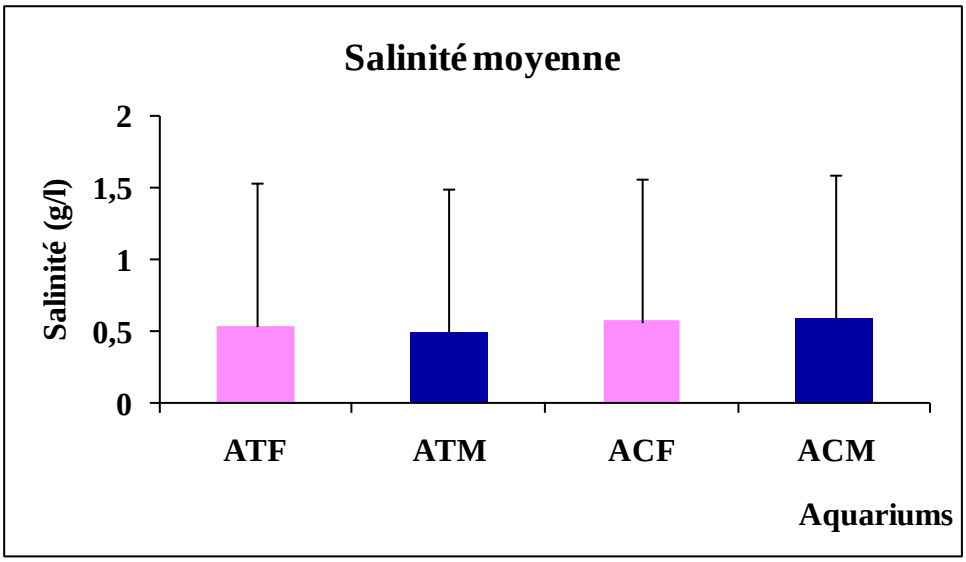


Figure 55 : Évolution de salinité moyenne au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM) de l'expérimentation (mars2022-mai2022).

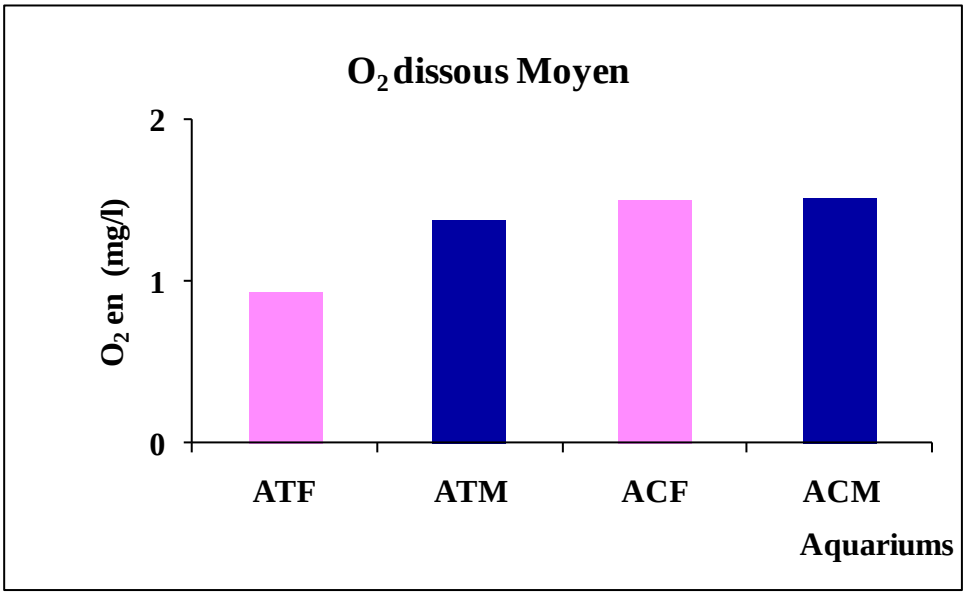


Figure 56 : Évolution d'Oxygène dissous moyen au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM) de l'expérimentation (mars2022-mai2022).

f) Analyses statistiques

Les résultats du Test–t montrent qu'il y a une différence significative (p=0,019) entre le pH dans les différents aquariums par rapport à la qualité d'aliment. C'est à dire que le pH dans l'aquarium alimenté par le produit commercial diffère significativement de celui alimenté par le produit testé. (Voir tableau n°13 annexe II).

Par ailleurs, les résultats du test des rangs de Mann-Whitney montrent qu'il n'y a pas de différence significative (p>0,05) en ce qui concerne la température, la salinité et la conductivité entre les différents aquariums par rapport à la qualité d'aliment, cependant il y a une différence significative en ce qui concerne l'oxygène (p<0,05) entre les différents aquariums par rapport à la qualité d'aliment. (Voir tableau n°15 annexe II).

1.2. Evolution des paramètres zootechniques

Le tableau n° 2 montre les résultats des paramètres zootechniques des poissons dans les aquariums d'élevage *d'O niloticus*.

Tableau 21 : Résultats des paramètres zootechniques au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM) de l'expérimentation (mars2022-mai2022)

		ATF	ATM	ACF	ACM
Poids total (g)	**Max**	125,75	148,26	142,70	205,21
	Moy ± ET	90,68 ±21,45	111,12±27,52	98,5 ± 26,98	130,09±44,19
	Min	59,45	75,00	59,00	70,24
Taille moyenne (cm)	**Max**	11,40	11,80	11,90	13,80
	Moy ± ET	10,11 ± 1,05	10,72 ± 1,03	9,87 ± 1,33	11,38 ± 1,73
	Min	8,40	9,00	8,10	8,90
Aliment distribué (g)	**Max**	6,29	7,31	6,18	8,86
	Moy ± ET	4,40 ± 1,08	5,32 ± 1,27	4,65 ± 1,14	6,07 ± 1,81
	Min	2,95	3,75	2,95	3,50

ATF : Aquarium contenant l'aliment testé (femelles).
ATM : Aquarium contenant l'aliment testé (mâles).
ACF : Aquarium contenant l'aliment commercial (femelles).
ACM : Aquarium contenant l'aliment commercial (mâles).
Max : maximum, **Min :** minimum, **Moy :** moyenne, **ET :** écart type

a) Le poids total

Selon la figure n°57 illustrant les variations du poids total des poissons au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM) de cette étude. On remarque que les poissons au niveau de l'aquarium ACM ont enregistré la valeur moyenne la plus élevée (130,09±44,19 g) par rapport aux poissons des autres aquariums. Cependant, la valeur moyenne la plus faible correspond aux poissons provenant d'ATF avec une valeur moyenne qui atteint 90,68 ±21,45g.

b) La taille moyenne

D'après le tableau n°21 et la figure n°58 on remarque que la taille moyenne minimale est notée pour les poissons de l'ACF (9,87±1,33 cm) alors que la taille moyenne maximale de 11,38±1,73 cm correspond aux individus de l'ACM.

c) L'aliment distribué

D'après la figure n° 59 on remarque que la quantité moyenne minimale d'aliment distribué est enregistrée au niveau de l'aquarium ATF (4,40±1,08g) où on a enregistré également le poids moyen minimal durant toute l'expérience (90,68±21,45g), alors que la quantité moyenne d'aliment distribué la plus élevée se situe au niveau de l'ACM (6,07g±1,81) où le poids moyen maximal est noté correspondant à 130,09±44,19g.

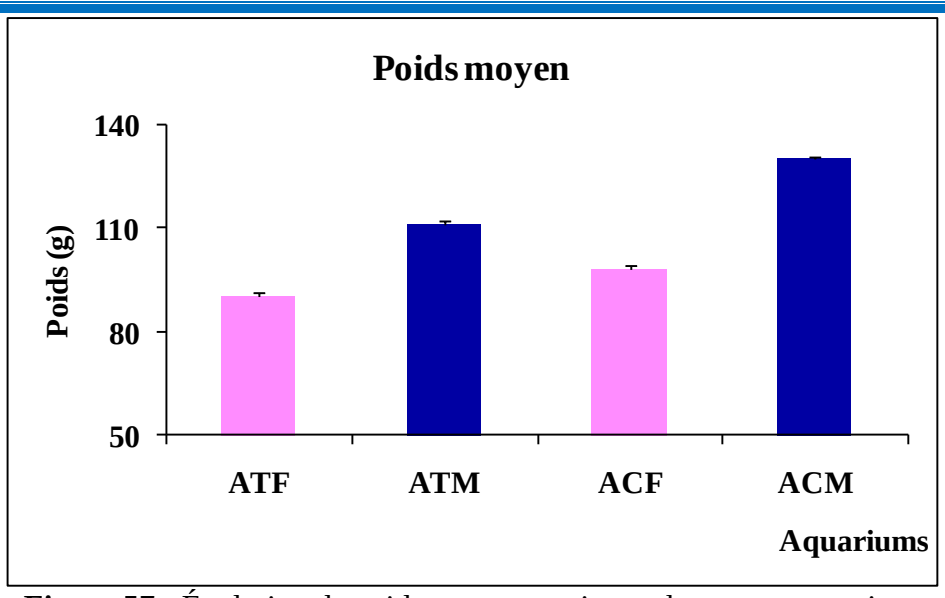


Figure 57 : Évolution de poids moyen au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM) de l'expérimentation (mars2022-mai2022).

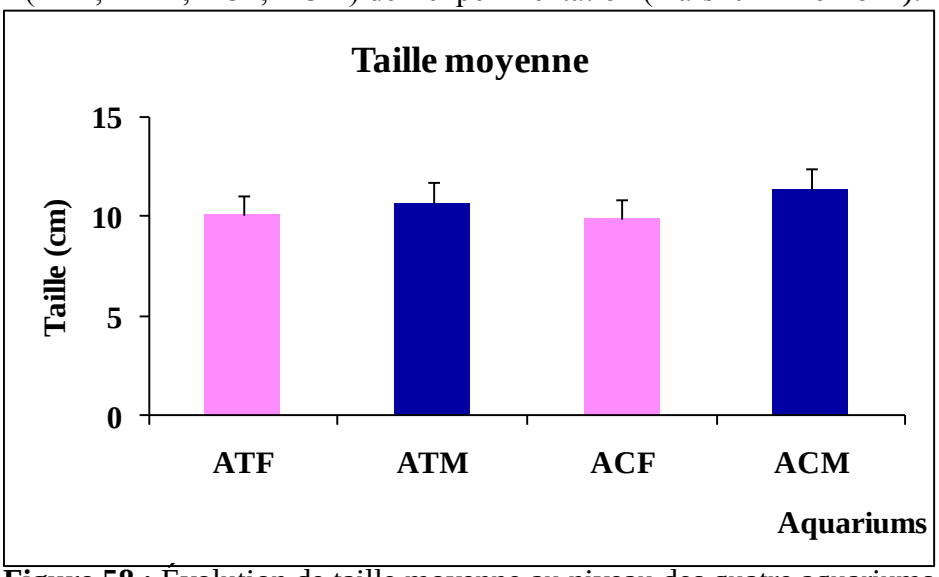


Figure 58 : Évolution de taille moyenne au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM) de l'expérimentation (mars2022-mai2022).

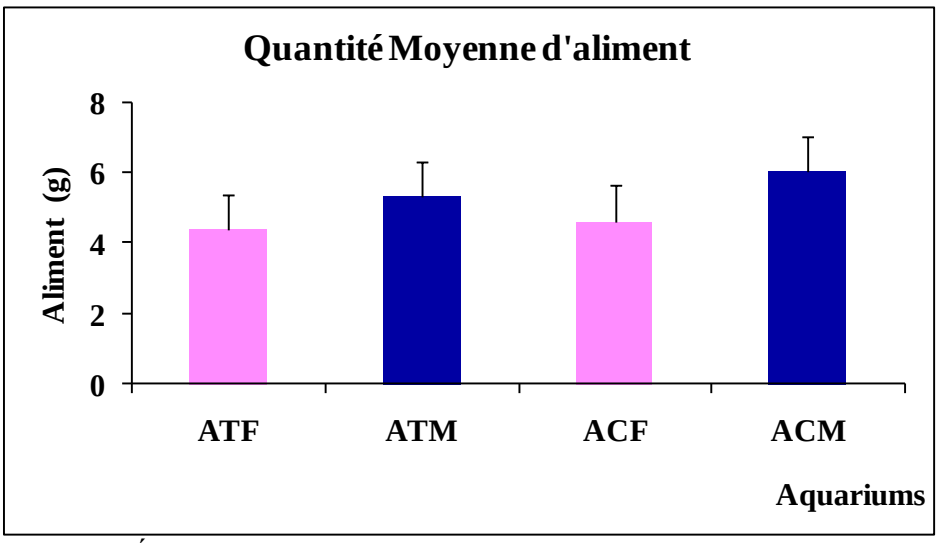


Figure 59 : Évolution de la quantité moyenne d'aliment au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM) de l'expérimentation (mars2022-mai2022).

d) Analyses statistiques

Les résultats de l'analyse statistique (Test-t) montrent qu'il n'y a pas de différence significative (p=0,235) entre l'évolution des poids des poissons nourris par l'aliment commercial et ceux nourris par l'aliment testé.

Les résultats du même test (test –t) montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre l'évolution des tailles des poissons nourris par l'aliment commercial et ceux nourris par l'aliment testé (p=0,665) (Voir tableau n°11 annexe II).

En outre, les résultats obtenus du Test-t montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre les quantités d'aliments dans les différents aquariums par rapport à la qualité d'aliment (p=0,339) (Voir tableau n°13 annexe II).

Les résultats du Test–t révèlent qu'il y a une différence significative (p=0,019) entre les quantités d'aliments dans les différents aquariums par rapport au sexe des poissons. Ce qui veut dire que la quantité d'aliment dans l'aquarium des femelles diffère significativement de celui des males (Voir tableau n°14 annexe II).

2. Evolution temporelle

2.1. Evolution des paramètres physico-chimiques

a) La température de l'eau

D'après la figure n°60 présentant les variations de la température de l'eau par rapport aux dates de prélèvement, on observe que les variations de ce paramètre sont semblables au niveau des quatre aquariums ce qui est probablement du fait que la température est un paramètre contrôlé au niveau de la ferme (chaudière à gaz). Les valeurs se trouvent entre 20,3 et 21°C au début de l'expérimentation (début mars 2022). Ces températures connaissent une augmentation générale jusqu'à la fin avril2022 puis une diminution générale se fait sentir au prélèvement du 10/05/22. Cette diminution est suivie d'une augmentation générale lors du prélèvement du 17/05/22 où celles-ci se situent entre 26,2-26,8 °C.

b) Le pH

Le pH caractérise l'acidité ou l'alcalinité de l'eau **(Malcolm et al, 2000).** La figure n°61 résume les mesures de pH durant les 78 jours de cette étude. D'après cette figure, le pH varie légèrement au niveau des différentes aquariums mais celui-ci reste entre des valeurs neutres (7,44-7,87) à légèrement alcalins (8,22-8,38).

c) La conductivité électrique

La figure n° 62 indique que la conductivité électrique est fluctuante durant cette étude. On enregistre les valeurs maximales en date du 31/03/22 (1700-2030 µS/cm) alors les valeurs minimales (405-873µS/cm) sont notées en date du 11 mars et 17 mai2022.

d) La salinité

La figure n° 63 représentant les variations de la salinité identiques pour les eaux des quatre aquariums, les valeurs les plus élevées sont enregistrées au 31mars2022 (0,8-1,07g/l) alors que les valeurs les plus faibles (0,2-0,4g/l) sont inscrites au 11mars et au 17mai2022.

e) Oxygène dissous

La concentration de l'oxygène dissous reste stable pendant les 78 jours, d'après la figure n°64 les valeurs maximales (1,52 mg/l) correspondent aux eaux d'ACM et les valeurs minimales (0,93 mg/l) correspondent aux eaux de l'ATF.

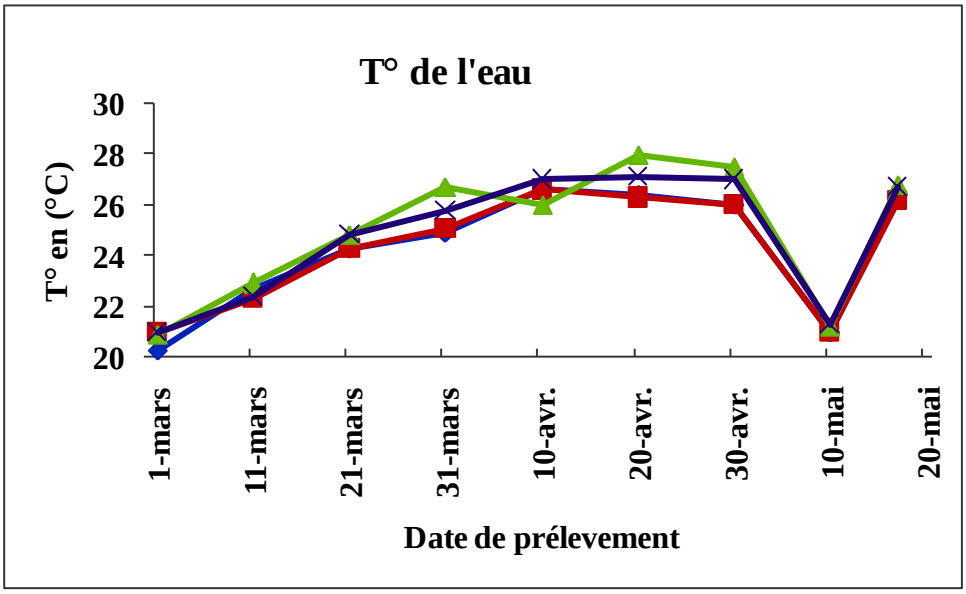


Figure 60 : Évolution des valeurs de température de l'eau au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM) de l'expérimentation (mars2022-mai2022).

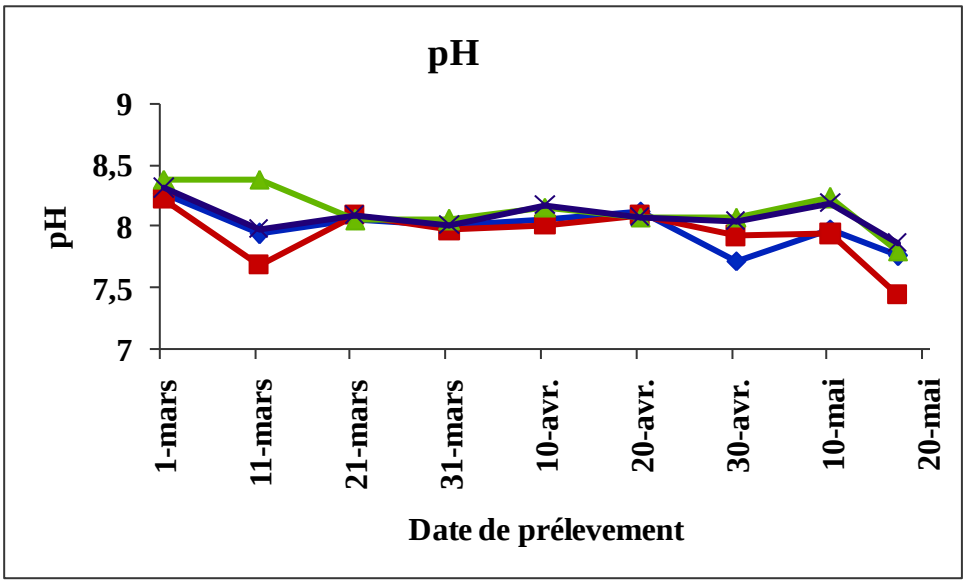


Figure 61 : Évolution des valeurs de pH au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM) de l'expérimentation (mars2022-mai2022).

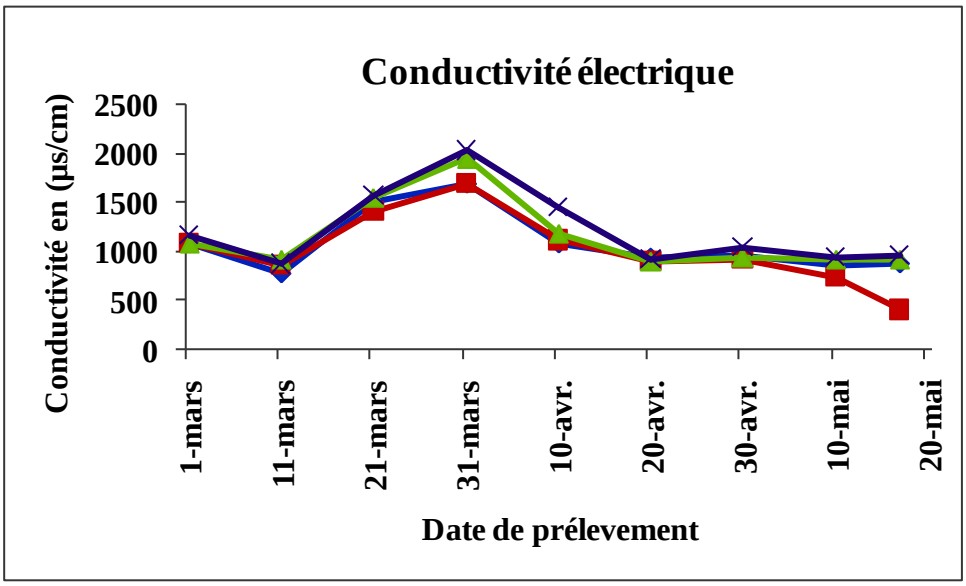


Figure 62 : Évolution des valeurs de conductivité électrique au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM) de l'expérimentation (mars2022-mai2022).

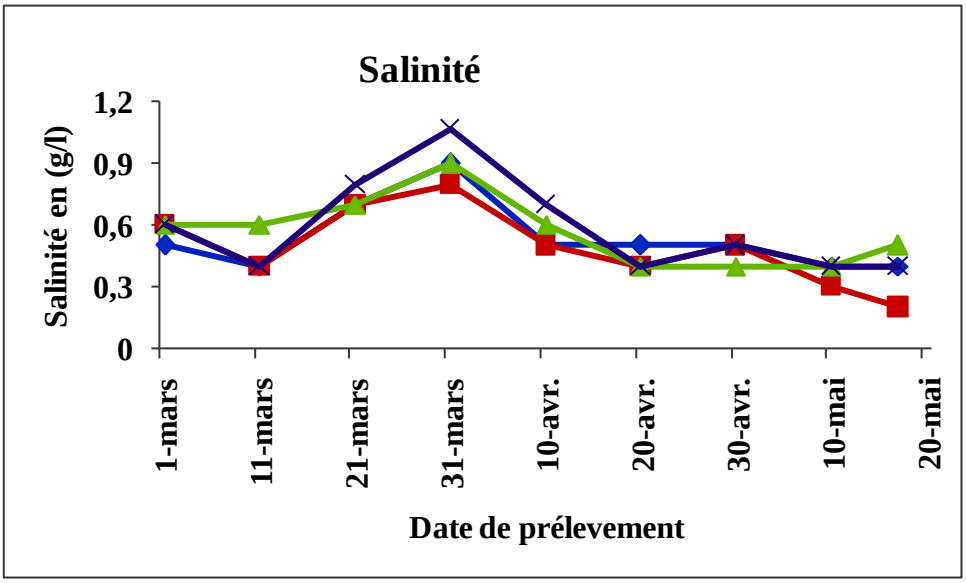


Figure 63 : Évolution des valeurs de salinité au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM) de l'expérimentation (mars2022-mai2022).

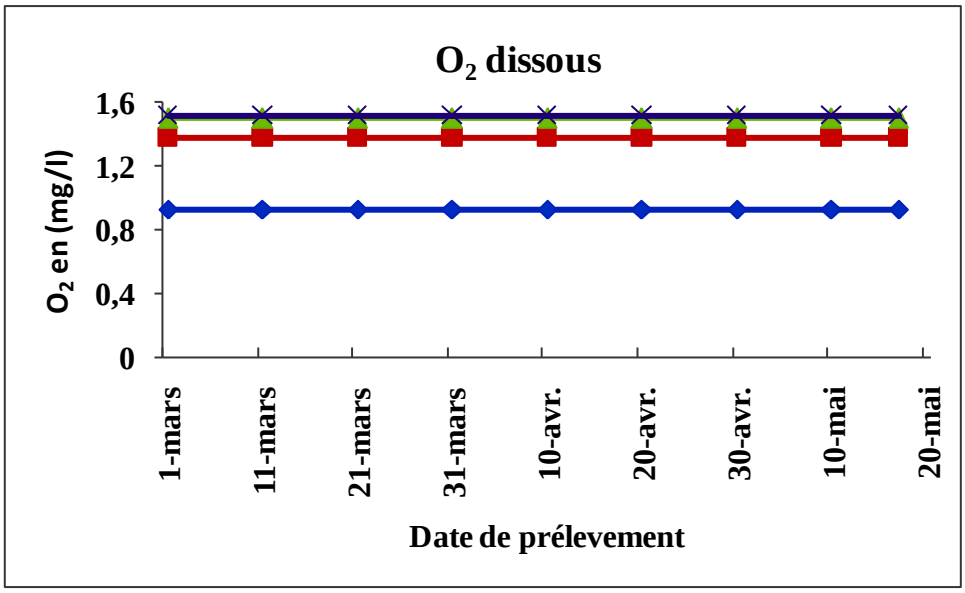


Figure 64 : Évolution des valeurs d'Oxygène dissous au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM) de l'expérimentation (mars2022-mai2022).

2.2. Evolution des paramètres zootechniques

a) Le poids total

Les résultats relatifs aux poids des poissons d'élevage sont résumés dans la figure 65. Nous avons enregistré le poids minimal (05individus) au niveau d'ACF au début de l'expérimentation (01mars2022) avec une valeur de (59g), à l'inverse le poids maximal a été inscrit à la fin de cette étude (17 mai 2022) au niveau de l'ACM (205,21 g).

b) La taille moyenne

Les résultats relatifs à la taille des poissons sont résumés dans la figure 66. D'après cette dernière on observe que les tailles moyennes minimales des poissons s'observent au 1mar2022 (8,10-9cm). Alors que les tailles moyennes maximales (11,40-13,80cm) s'observent à la fin de cette étude au 17mai2022.

c) La quantité d'aliment

D'après la figure n° 67 on constate que la quantité d'aliment distribué varie en fonction et elle est proportionnelle au poids du poisson. Les plus faibles quantités d'aliment distribué sont enregistrées au début de cette étude (2,95-3,75 g) où les poids minimaux sont également notés, alors que les quantités d'aliment distribué sont les plus élevés à la fin de cette étude (17mai2022) où les poids maximaux sont également notés (à l'exception de l'ATF le maximum d'aliment est distribué au 30/04/2022).

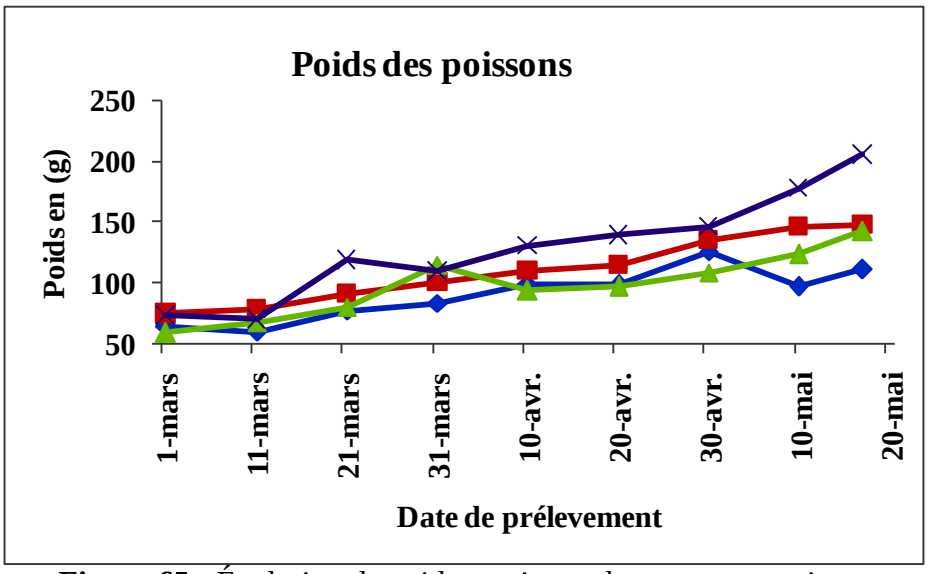


Figure 65 : Évolution de poids au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM) de l'expérimentation (mars2022-mai2022).

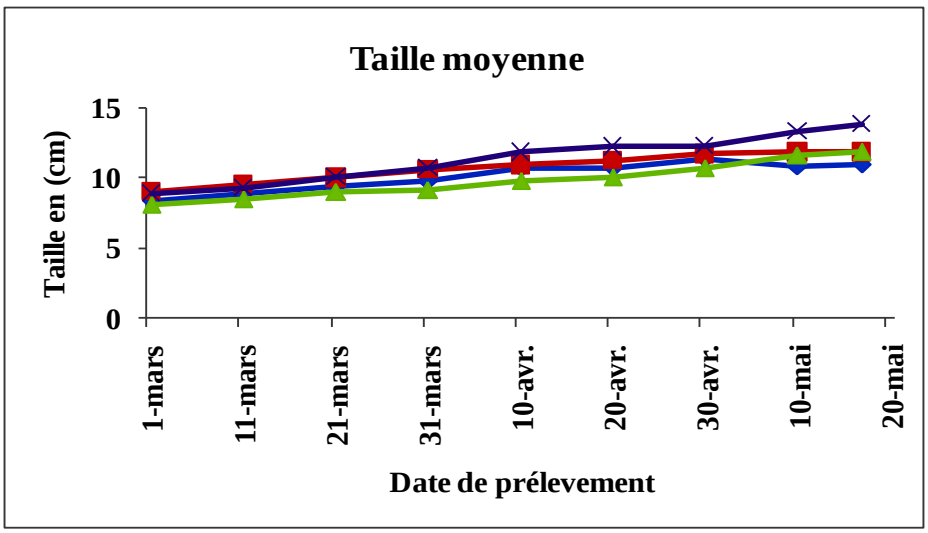


Figure 66 : Évolution de taille moyenne au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM) de l'expérimentation (mars2022-mai2022).

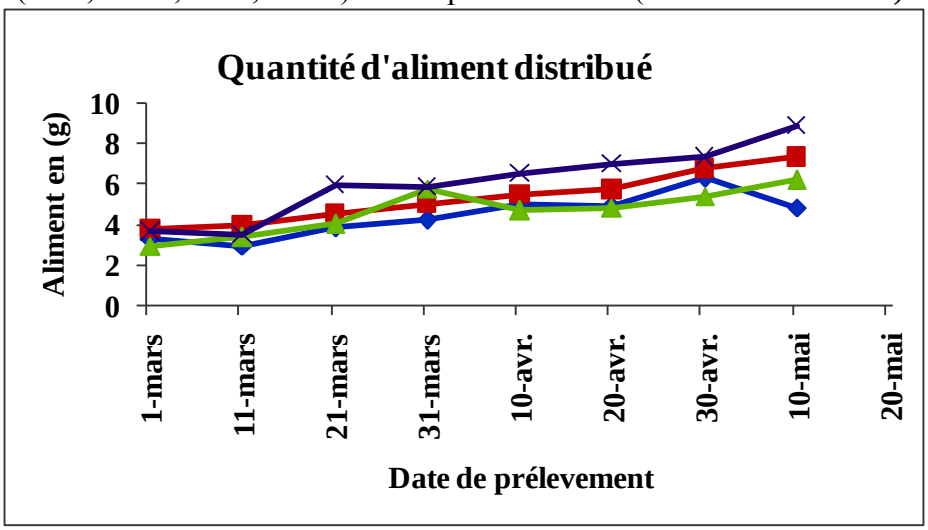


Figure 67 : Évolution de quantité d'aliment distribué au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM) de l'expérimentation (mars2022-mai2022).

ATF ATM ACF ACM

3. Evolution par rapport au sexe

a) Le poids

La figure n° 68 indique l'évolution du poids des poissons femelles au niveau des deux aquariums (ATF, ACF). A première vue les courbes présentent une évolution progressive plus ou moins identiques chez les deux lots de femelles mis à part quelques différences de prise de poids observées.

Au démarrage de cette étude le poids des femelles (ATF) était de 65g, ce poids diminue légèrement lors du 11ème jour d'expérimentation (11mars2022) pour atteindre la valeur minimale enregistrée (59,45 g). Par la suite une augmentation du poids est notée pour atteindre un poids maximal le 30 avril (125,75 g) suivi par une légère diminution qui s'observe durant les dates du 30 avril et 10 mai 2022 dont on suppose que cette diminution est liée à la production des œufs chez certaines femelles au niveau de cet aquarium (voir figure n°8 annexe III) selon **Trewavas (1983).** Les mâles ayant de meilleures performances de croissance que les femelles, ceci est dû à la particularité du processus de la reproduction chez la femelle (incubation buccale). Concernant le poids des femelles au niveau de l'ACF celui-ci commence par une valeur du poids total (5individus) de 59 g notée au 1er mars2022 pour atteindre un poids final de 142,70g enfin de l'expérimentation (17mai2022).

Par ailleurs, la figure n° 69 montre que les poids enregistrés pour les males au niveau des deux aquariums évoluent progressivement en fonction des dates de prélèvement avec des valeurs légèrement supérieures pour les males de l'ACM par rapport aux males de l'ATM. Le poids total des males (ATM) commence avec 75 g pour atteindre un poids total final de 148,26g après 78 jours d'expérimentation. Le poids total des males (ACM) débute avec 73 g pour atteindre un poids total final de 205,21 g.

b) La taille

La figure n°70 montre un développement presque similaire entre la taille moyenne des femelles d'ATF et la taille moyenne des femelles d'ACF.

La taille moyenne d'ATF commence à partir de 8,40cm pour atteindre une taille moyenne finale de 11,40cm après 78 jours d'expérimentation. Cependant, la taille moyenne d'ACF commence à partir de 8,10cm pour atteindre une taille moyenne finale pour ces femelles qui atteint 11,90cm enfin d'expérimentation (17mai2022).

En outre, la figure n°71 résume l'évolution des tailles moyennes chez les poissons males au niveau des deux aquariums (ATM, ACM). Cette évolution est marquée par une allure progressive des tailles avec une supériorité enregistrée pour les males ACM par rapport aux

males ATM. La taille moyenne des males d'ATM commence à partir 9,00cm (1 Mars2022) pour atteindre une taille moyenne finale de 11,80cm après 78 jours d'expérimentation (17mai2022). Pour les males d'ACM la taille moyenne débute avec 8,90cm pour se retrouver avec une taille moyenne finale de 13,80 cm le 17mai2022.

c) Analyses statistiques

Les résultats du Test-t supposent qu'il y a de différence significative entre l'évolution des poids chez les poissons mâles et les poissons femelles (p=0,017).

Les résultats du Test-t supposent également qu'il y a une différence significative (p=0,02) entre l'évolution des tailles chez les poissons mâles et les poissons femelles (Voir tableau n°12 annexe II).

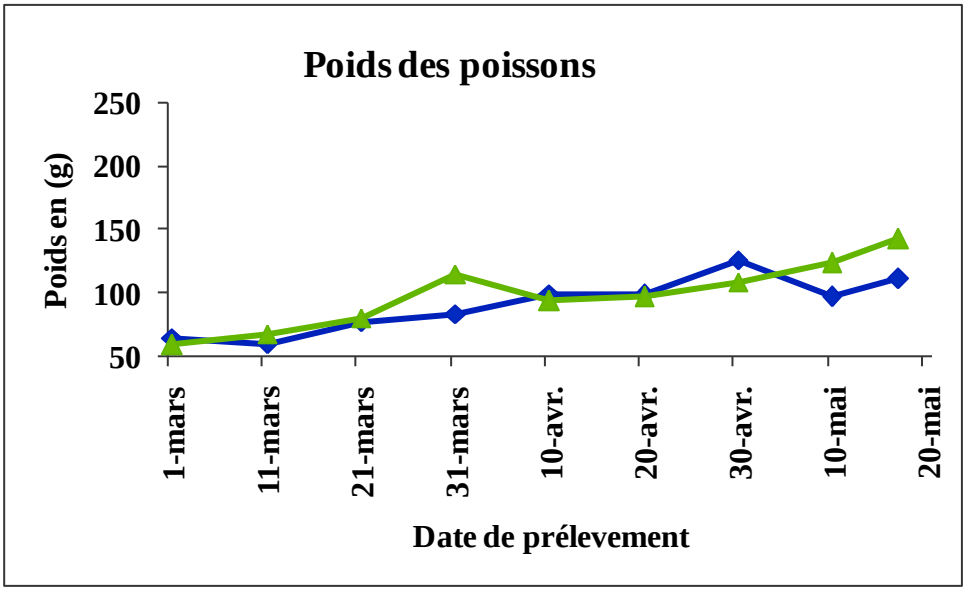


Figure 68 : Évolution de poids des poissons femelles
au niveau des deux aquariums (ATF, ACF)
de l'expérimentation (mars2022-mai2022).

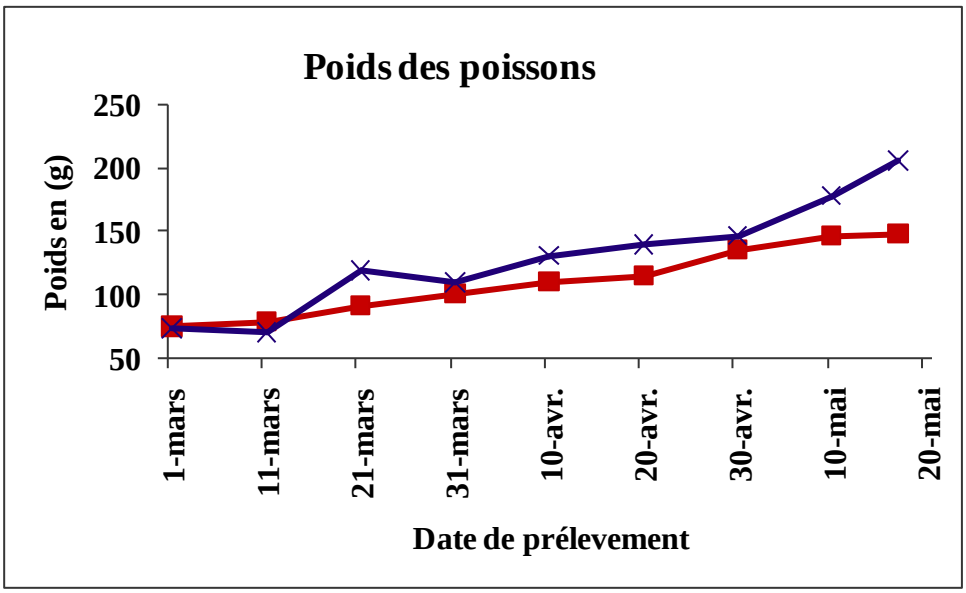


Figure 69 : Évolution de poids des poissons mâles
au niveau des deux aquariums (ATM, ACM)
de l'expérimentation (mars2022-mai2022)

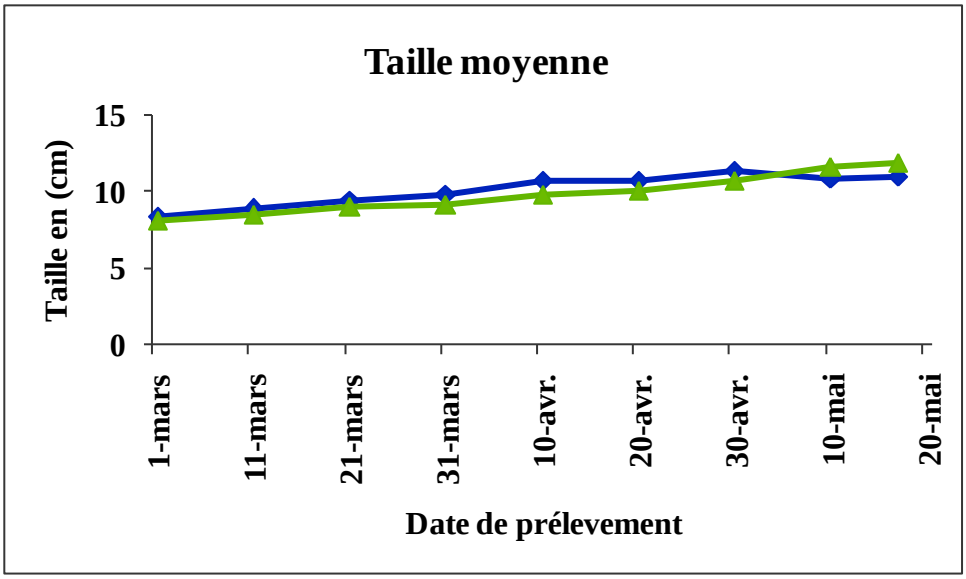


Figure 70 : Évolution de taille moyenne des poissons femelles au niveau des deux aquariums (ATF, ACF) de l'expérimentation (mars2022-mai2022).

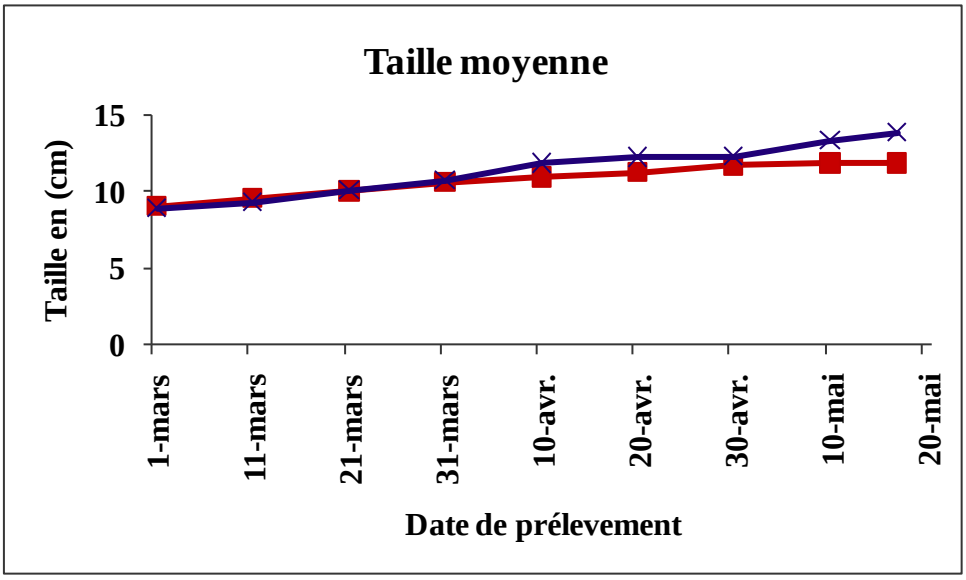


Figure 71 : Évolution de taille moyenne des poissons mâles au niveau des deux aquariums (ATM, ACM) de l'expérimentation (mars2022-mai2022).

4.Corrélation et régression

a) Les corrélations

Une des conditions d'application du test de corrélation de Pearson est que les variables doivent provenir d'une population normale. Cependant les résultats obtenus révèlent que seulement les variables: poids, taille, pH et quantité d'aliments suivent significativement une distribution normale. Pour les autres variables, on appliquera le test non paramétrique (Coefficient de Spearman).

Concernant la corrélation de Pearson, les résultats de l'analyse statistique se présentent comme suit:

- L'existence d'une **très forte corrélation positive et significative** entre **l'évolution des poids des poissons et la quantité d'aliments** soit r=0,999, c'est, par ailleurs, une valeur significative puisque p=0,000≤0,05.
- L'existence d'une **forte corrélation positive** entre **l'évolution des tailles des poissons et la quantité d'aliments** soit r=0.931, c'est aussi une valeur significative puisque p=0,000 (Voir tableau n°18 annexe II).

Concernant, les résultats du Coefficient de Spearman, ces derniers montrent:

- qu'il existe **une faible corrélation significative** entre **l'évolution des poids et le sexe** soit ρ= –0,374 avec p = 0,024≤0,05. (Le poids des mâles est plus important que celui des femelles). La même déduction en ce qui concerne les tailles avec ρ= –0,367 et p = 0.028≤0,05. (la taille des mâles est plus importante que celle des femelles) (Voir tableau n°19 annexe II).

b) La régression

On a utilisé la méthode de pas à pas afin d'éliminer le problème de colinéarité de certaines variables. Par ailleurs, cette méthode supprime les variables non significatives.

1) Pour la variable dépendante Poids

Selon les résultats obtenus par l'analyse statistique, **la variable poids pourrait dépendre significativement** de deux variables seulement, soit : **la quantité d'aliments et la salinité** ; deux modèles peuvent être alors suggérés :

- Poids prédit = 0,42 + 3,987×quantité d'aliments ; avec une p-value =0.000 (dans ce cas la quantité d'aliments a un effet significatif sur l'évolution des poids), ou bien :

- Poids prédit = 0,523 + 3,974×quantité d'aliments+0,735×salinité avec p-value =0,03≤ 5% (dans ce cas, la quantité d'aliments et la salinité ont un effet significatif sur l'évolution des poids) (Tableau n°20 en annexe II).
- D'après les résultats obtenus (voir tableau n°21 annexe II), le second modèle est un peu plus pertinent que le premier puisque le coefficient de détermination dans le premier modèle est évalué à 0,998 c'est à dire que 99,8% de l'évolution des poids est expliquée par la quantité d'aliments tandis que le coefficient de détermination dans le second modèle est évalué à 0,999 c'est à dire que 99.9% de l'évolution des poids des poissons est expliquée par la quantité d'aliments et la salinité.
- Les autres variables sont exclues à cause de la colinéarité ou parce qu'elles ne sont pas significatives (voir tableau n°22 annexe II).

2) Pour la variable dépendante Taille

Selon le tableau n° 24 voir annexe III , **la variable taille pourrait dépendre significativement de trois variables**, soit : **la quantité d'aliments, la conductivité et l'oxygène** ; trois modèles peuvent être alors suggérés:

- Taille prédite = 6.055+0.835×quantité d'aliments ; avec une p =0.000 (dans ce cas la quantité d'aliments a un effet significatif sur l'évolution des tailles)
- Taille prédite = 6.784+0.830×quantité d'aliments–0.01×conductivité avec p-value≤ 0,05 (dans ce cas, la quantité d'aliments et la conductivité ont un effet significatif sur l'évolution des tailles)
- Taille prédite = 7.464+0.864×quantité d'aliments–0.01×conductivité–0.696×O_2 avec p-value≤0,05 (dans ce cas, la quantité d'aliments, la conductivité et l'oxygène ont un effet significatif sur l'évolution des tailles) (Voir tableau n°24 en annexe II).

D'après les résultats obtenus pour cette variable taille. **Le troisième modèle est plus pertinent** que le second et le premier modèle puisque son coefficient de détermination est le plus grand c'est-à-dire que 90.9% de l'évolution des tailles peut être expliquée par la quantité d'aliments, la conductivité et l'oxygène tandis que le coefficient de détermination dans le second modèle est évalué à 0.894 c'est à dire que 89.4% de l'évolution des tailles des poissons peut être expliquée par la quantité d'aliments et la conductivité. Dans le premier modèle le coefficient de détermination est égal à 0,868 c'est à dire que 86.8% de l'évolution des tailles des poissons peut être expliquée par la quantité d'aliments. (Voir tableau n°25 en annexe II).

Pour les autres variables sont exclues à cause de la colinéarité ou parce qu'elles ne sont pas significatives (voir le tableau n°26 annexe II).

5. Les indices de croissance de poissons

Le tableau ci –dessous montre les résultats des indices de croissance dans les aquariums d'élevage *d'O niloticus.*

Tableau 22 : Résultats des indices de croissance au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM) de l'expérimentation (mars2022-mai2022)

	ATF	ATM	ACF	ACM
Pmi (g)	13,00	15,00	11,80	14,60
Pmf (g)	22,18	29,65	28,55	41,04
GMQ (g/j)	0,59	0,94	1,07	1,70
GP(g)	9,18	14,65	16,75	26,44
IC	3,84	2,90	2,22	1,84
TCS (%/j)	0,69	0,87	1,13	1,33
TS (%)	100,00	100,00	100,00	100,00
TM (%)	0,00	0,00	0,00	0,00

a) Le poids moyen initial (Pmi)

La figure n°72 montre que le poids moyen initial d'*Oreochromis* était différent au démarrage de cette étude vu l'hétérogénéité de la population et l'impossibilité d'avoir un poids initial identique. Au début de l'expérimentation les Pmi sont comme suit : Pmi (ATM) = 15,00g, Pmi (ACM) = 14,60 g, Pmi (ATF) =13,00g et Pmi (ACF) = 11,80g.

b) Poids moyen final (Pmf)

La figure n°73 résume les valeurs finales du poids moyen au terme de notre étude, nous avons trouvé Pmf (ACM) = 41,04 g, Pmf (ATM) = 29,65 g, Pmf (ACF) = 28,55g et Pmf (ATF) = 22,18 g.

c) Gain de masse corporelle (GP)

Cet indice, appelé couramment gain de poids moyen, permet d'évaluer la croissance pondérale des poissons pendant un temps donné. Rappelons qu'l est calculé à partir de la formule: **Gain de poids moyen (g) = Poids moyen final (g) – Poids initial moyen (g)**

Le tableau n°22 et la figure n° 74 illustrent le gain de poids moyen pour chaque lot de poissons nourris avec les deux aliments testé et commercial et révèle que l'ACM présente une avance notable GP (ACM) =26,44g par rapport aux autres aquariums. Ensuite GP (ACF)

=16,75g suivi par GP (ATM) = 14,65g alors que GP (ACF) présente la valeur la plus faible égale à GP (ACF) = 9,18g.

d) Gain moyen quotidien (GMQ)

Au vu du tableau n° 22 et la figure n° 75 on enregistre que: GMQ (ATF) = 0,59 g/j, GMQ (ATM) = 0,94 g/j, GMQ (ATF) = 1,07 g/j et GMQ (ACM) = 1,70 g/j. On remarque que les poissons nourris avec l'aliment testé (ATF, ATM) ont présenté un GMQ inférieur à celui des poissons nourris avec l'aliment commercial (ACF, ACM).

e) Indice de conversion alimentaire (IC)

La mensuration de cet indice permet d'évaluer l'efficacité des aliments utilisés pour la croissance des poissons. La figure n°76, représente les variations de (IC) pour les quatre aquariums, l'aliment testé (ATF, ATM) semble être le moins efficace avec IC(ATF) = 3,84 et IC(ATM) =2,90 tandis que l'évaluation de l'indice de conversion pour l'aliment commercialisée montre que cet aliment est efficace avec IC (ACF)=2,22et IC (ACM) = 1,84.

f) Taux de croissance spécifique (TCS)

En ce qui concerne les taux de croissance spécifique (TCS) illustrés dans le tableau n°3 et la figure n°77. Durant les 78 jours d'expérience, les poissons nourris avec l'aliment commercial ont présenté un TCS supérieur à ceux des poissons nourris avec l'aliment testé : TCS (ACF)= 1,13%/j et TCS(ACM)= 1,33%/j supérieure à TCS (ATF)= 0,69%/j et TCS (ATM)=0,87%/j.

g) Taux de survie (TS)

Selon la figure n°78 et au cours de l'expérience réalisée, le taux de survie des poissons dans les différents aquariums était stable jusqu'à la fin de expérimentation (TS=100% au niveau de chaque aquarium).

h) Taux de mortalité (TM)

Selon la figure n°79 et au cours de l'expérience réalisée, le taux de mortalité des poissons dans les différents aquariums était stable jusqu'à la fin de expérimentation (TM= 0% au niveau de chaque aquarium).

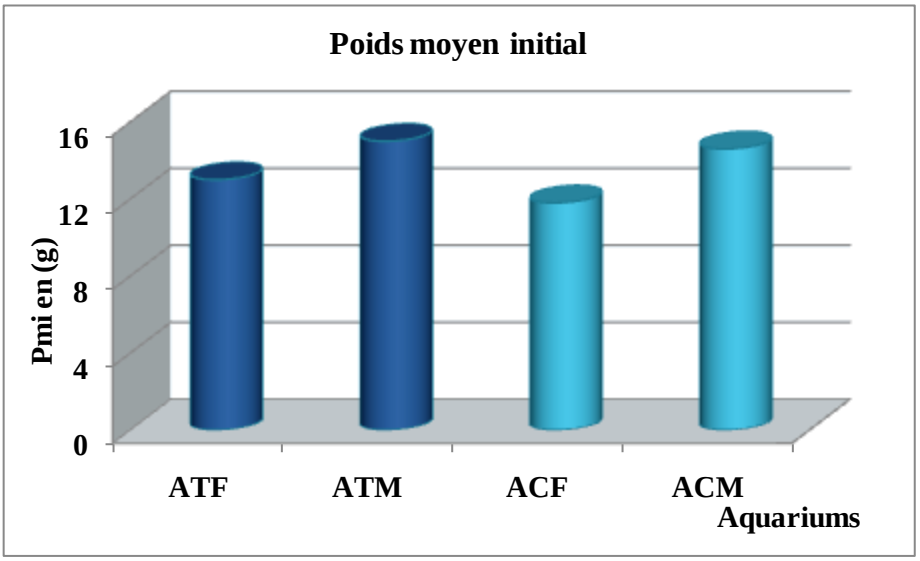


Figure 72 : Les valeurs de poids moyen initial au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM) de l'expérimentation (mars2022-mai2022).

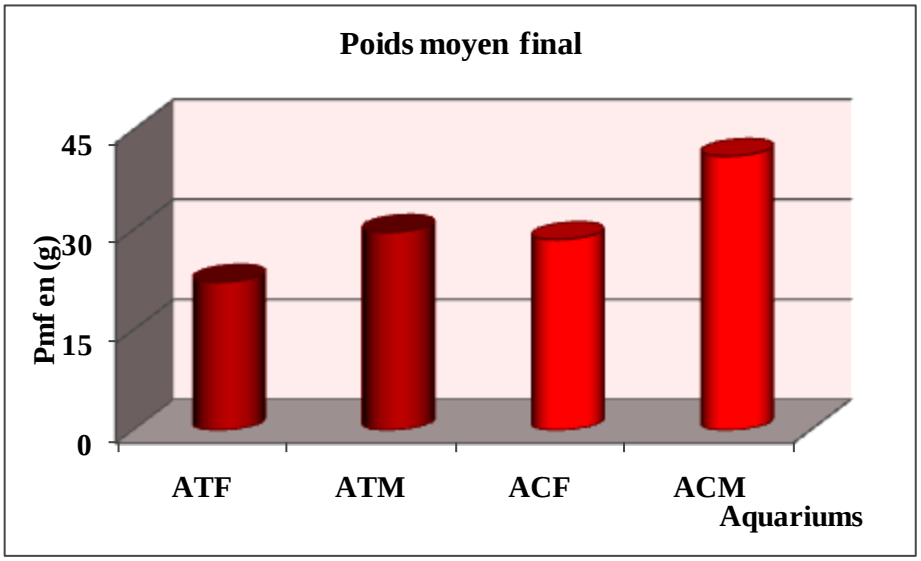


Figure 73 : Les valeurs de poids moyen final au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM) de l'expérimentation (mars2022-mai2022).

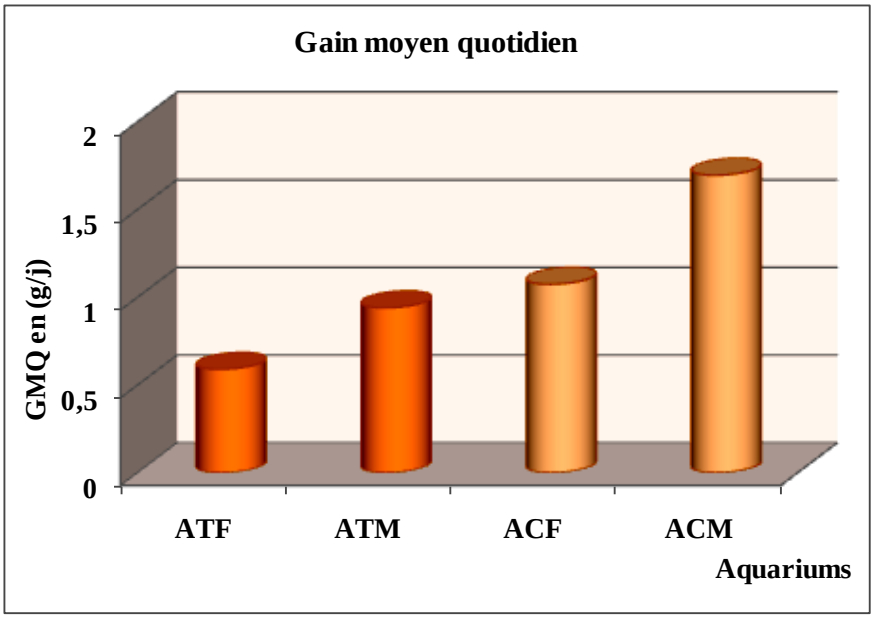


Figure 74 : Les valeurs de gain moyen quotidien au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM) de l'expérimentation (mars2022-mai2022).

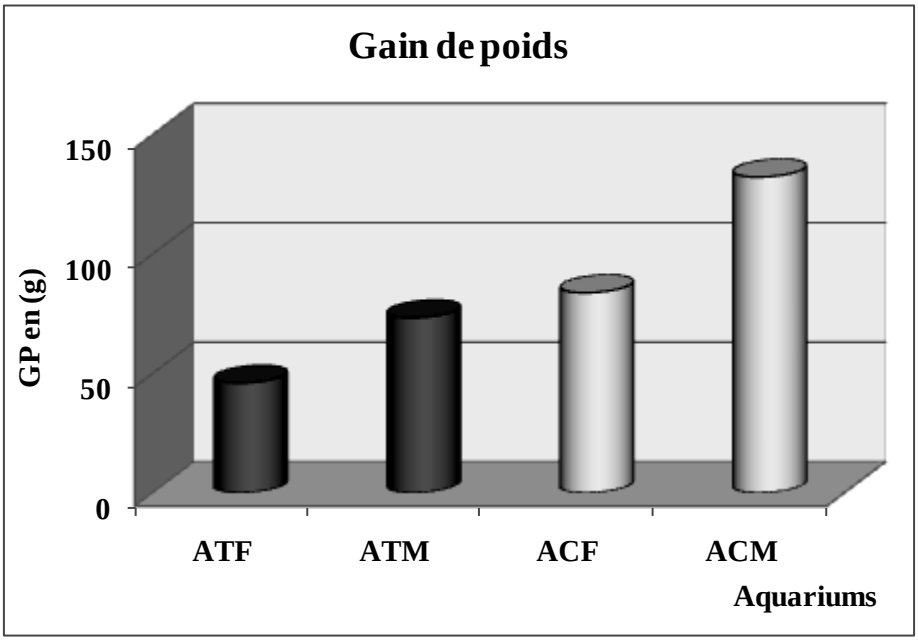


Figure 75 : Les valeurs de gain de poids au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM) de l'expérimentation (mars2022-mai2022).

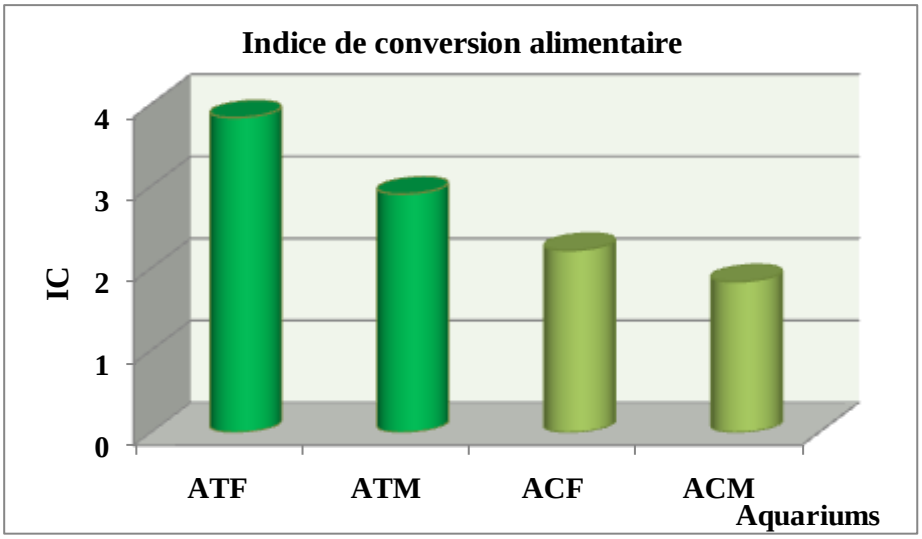


Figure 76 : Les valeurs d'indice de conversion alimentaire au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM) de l'expérimentation (mars2022-mai2022).

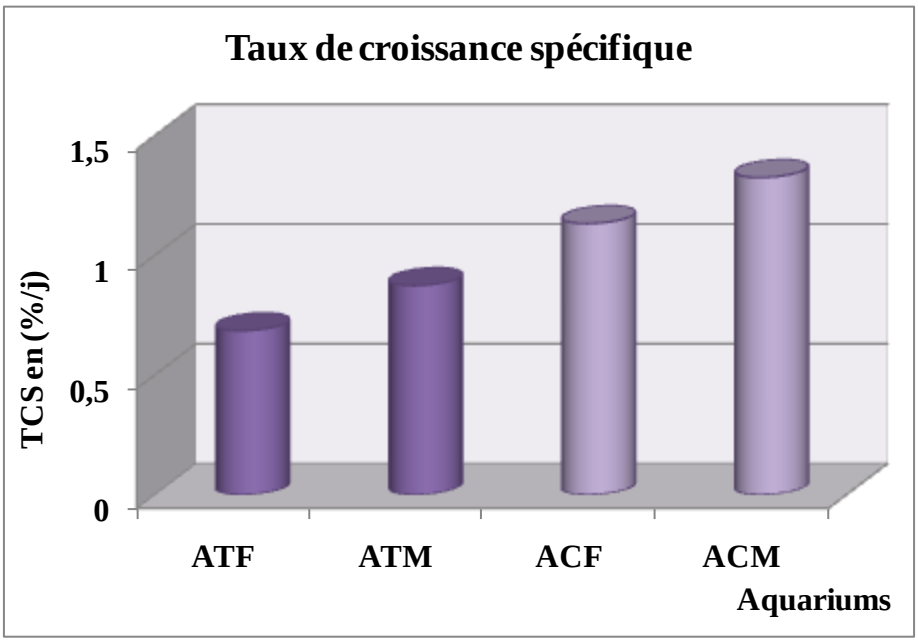


Figure 77 : Les valeurs de taux de croissance spécifique au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM) de l'expérimentation (mars2022-mai2022).

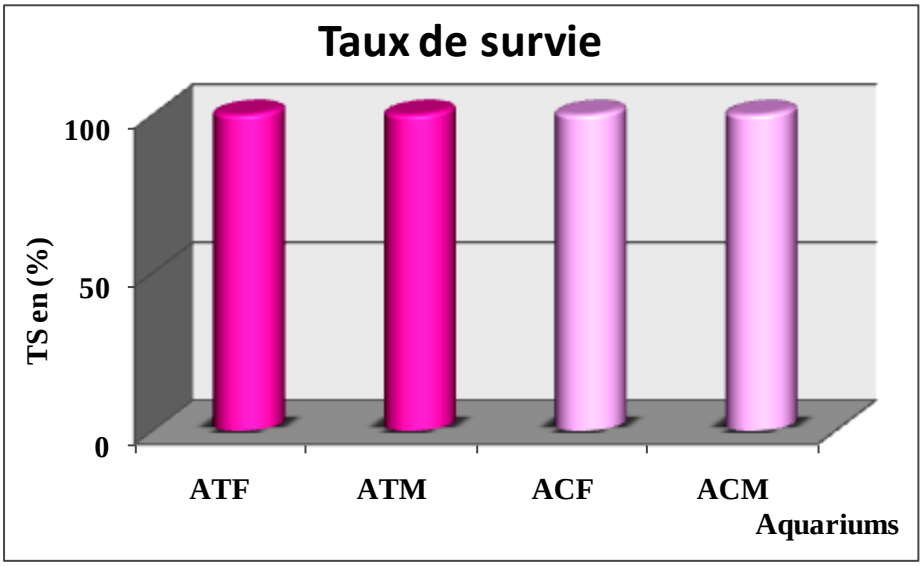


Figure 78 : Les valeurs de taux de survie au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM) de l'expérimentation (mars2022-mai2022)

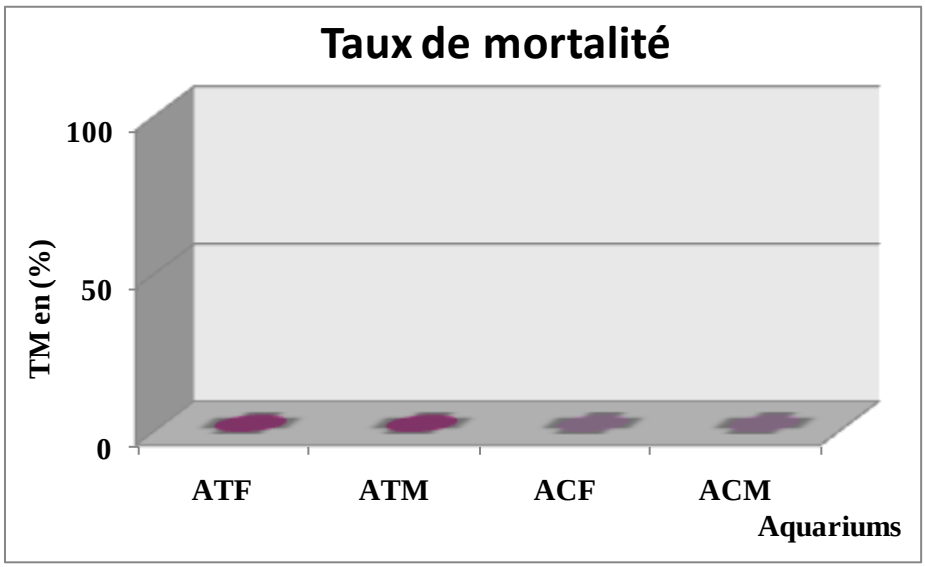
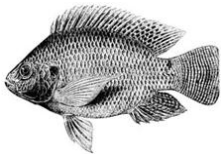


Figure 79 : Les valeurs de taux de mortalité au niveau des quatre aquariums (ATF, ATM, ACF, ACM) de l'expérimentation (mars2022-mai2022).



Discussion



Discussion

Dans le présent travail, nous avons essayé de préparer un aliment qui répond aux besoins nutritionnels d'un poisson d'élevage Tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*) à base de farine de poisson et de comparer son effet sur la croissance de cette espèce par rapport à un autre aliment commercialisé lui-même à base de farine de poisson, celui déjà utilisé au niveau de la ferme aquacole.

La pratique expérimentale s'étendait du 01mars jusqu'à 17mai 2022, 20poissons récoltés du bassin d'élevage de Tilapia au niveau de la ferme piscicole «Titteri aquacole» - Médéa, ces individus sont répartis sur 4 aquariums où chaque aquarium contient 5 poissons de sexe mâle ou femelle, deux aquariums sont alimentés par l'aliment testé (préparé) et les deux autres sont alimentés par l'aliment commercialisé.

Chez les poissons la croissance est une fonction physiologique spécifique. *Oreochromis niloticus* est connue pour sa croissance rapide et présente un indice de croissance plus performant que les autres espèces de tilapia **(Kestemontet al., 1989).**

L'activité de nourrissage et la prise alimentaire de tilapia sont fortement influencés par les facteurs environnementaux tels que l'oxygène dissous, la température, la lumière et la disponibilité alimentaire **(Kestemont et Baras, 2001; Madrid et al., 2001; Houlihan et al., 2001).**

A cet effet, La température constitue un élément important pour la croissance intervenant dans le métabolisme du tilapia. Elle joue un rôle majeur dans la solubilité des gaz et dans la dissociation des sels dissous, donc sur la détermination de la conductivité et du pH, d'où l'importance de la connaître avec une bonne précision **(Rodier, 2005)**.Une élévation de celle-ci produit une augmentation de la vitesse de croissance **(Ait Hamouda, 2005).**

Concernant notre étude la température est contrôlée au niveau de la ferme par une chaudière à gaz (voir figure n°6 annexe III), les valeurs moyennes enregistrées de ce paramètre se situent entre 24,29 ± 2.42 et 24,98 ± 2,69°C.Nos résultats sont inférieurs à ceux obtenus par **Alliouche (2010)** qui rapportent des températures entre 24,10- 26,80°C.Nos valeurs restent dans l'intervalle recommandé pour l'élevage optimal de Tilapia et qui se situent entre 24-28°C pour **Lacroix (2004)**. Le tilapia est un poisson bentho-pélagique, qui vit dans les eaux chaudes. Son origine tropical et subtropical reflète ses exigences thermiques; la croissance de ce poissons cesse à une température inférieure à 16°C et ne peut pas survivre

au-delà de quelques jours à des températures inférieures à 10°C **(Chervinsk, 1982**). Selon **Ndour et al. (2011)** l'optimum de température pour la croissance d'*O.niloticus* est situé entre 26-30 °C. Selon la **FAO (2013)** *O.niloticus* est un Thermophile, cette espèce en conditions naturelles se rencontre dans des eaux entre 14 et 33°C. En conditions de laboratoire, la tolérance est plus large: de 7°C à 41°C. La fourchette optimale se situe entre 25 et 30°C. *Oreochromis* est un poisson eurytherme qui peut supporter des grandes variations de la température de l'eau **(CTA, 2017).** De même, d'autres travaux ont montré que les hautes températures (supérieures à 32°C) entrainent une baisse de la croissance car elles provoqueraient une accélération du transit intestinal et une réduction considérable de la digestibilité et de l'assimilation des éléments nutritifs **(Pandit et Nakamura, 2010)**. D'après **Azaza et al. (2008)** la température de l'eau exerce un large spectre d'actions sur la prise alimentaire, le métabolisme, la croissance et la survie des poissons**.**

La tolérance aux variations de pH est très grande puisque ce poisson se rencontre dans des eaux présentant des valeurs de pH de 5 à 11. L'idéal étant situé entre 6,5 et 8,5. Lorsque le pH atteint 2 à 3, un comportement de stress physiologique apparaît chez ce poisson avec une nage rapide, une accélération des mouvements operculaires, une remontée en surface pour avaler l'air, une incapacité de contrôler la position du corps et enfin la mort du poisson **(Malcolm et al., 2000)**. La croissance des poissons d'eau douce est meilleure en eau neutre ou alcaline qu'en eau acide **(Brusler et al., 2004)**. Les meilleures conditions sont proches de la neutralité mais la tolérance est de 5 à 11 **(FAO, 2013**). Pour notre expérimentation le pH reste entre des valeurs neutres à légèrement alcalins (7,93±0.23 et 8,13±0.18). Ces résultats sont presque similaires à celles obtenus par **Alliouche (2010)** qui présente un pH de 8,02 à 8,71. Nos valeurs sont supérieures aux résultats obtenus par **Gouarh et Meflah (2018)** avec un pH de 7,51 à 7,61. Le pH influe sur la prise alimentaire, lorsqu'il est optimal il augmente la consommation volontaire de l'aliment chez le poisson **(Luquet et Kaushih, 1986).**

Selon **Arrignon (1998)** la conductivité permet l'évaluation globale des ions présents dans l'eau. Elle augmente avec la teneur en sels électrolysables dissous, avec les mobilités de ses ions. Pour **Rodier et al. (2009)** la mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre son évolution. Ce paramètre est fluctuant durant cette étude entre 1017,78±375,65µS/cm et 1220,33±388,57µS/cm. Ces valeurs restent dans l'intervalle recommandé (<3000 µS/cm) pour l'élevage du poisson du Nil **(normes marocaines des eaux piscicoles).** Ces résultats sont probablement liés à celles de la salinité dans l'eau des aquariums. La minéralisation des eaux

d'aquariums est élevée car la conductivité électrique a été supérieure à 1000 µS/cm **(Rodier et al., 2009)** ce qui témoigne d'une bonne minéralisation des eaux.

Concernant la salinité qui est un facteur écologique propre aux biotopes aquatiques caractérisant leur teneur en NaCl et autres sels dissous dans l'eau **(Ramade, 2011)**. Ce facteur représente essentiellement la quantité des sels minéraux dissous dans l'eau **(Alcántar-Vázquez et al., 2014).** Les tilapias sont généralement plus tolérants à une salinité élevée. **(Popma et Masser, 1999)**. Elles peuvent survivre dans des eaux dont la salinité est proche de 11,5 g/l **(Mashaii et al., 2016).** Les mensurations moyennes de ce paramètre sont comprises entre 0,49±0,19g/l et 0,59±0,23g/l durant la période d'expérimentation, ces valeurs sont inférieures aux résultats obtenus par **Boukhris (2018)** qui présente des teneurs variant entre 4 et 4,5 g/l et à celles de **Gouarh et Meflah (2018)** présentant des valeurs entre 2,98-2,99 g/l. Nos valeurs présentent une différence légère par rapport à celles obtenus par **Alliouche (2010)** se situant entre 0,20-0,30 g/l, mais restent conformes aux limites de tolérance se trouvant entre 0,015 et 30g/l selon **Malcolm et al. (2000).**

Les concentrations en oxygène dissous sont généralement faibles et varient entre 0,93 et 1,52 mg/l elles sont très éloignées par rapport aux valeurs enregistrées par **Cherif et Guechache (2015)** oscillant entre 5,33-5,62 mg/l et par rapport à celles de **Alliouche (2010)** celles-ci fluctuant entre 5,00-7,04 mg/l. L'oxygène dissous est injecté artificiellement au niveau de nos aquariums (pompe d'oxygène, voir figure n°7 annexe III). Cette concentration reste quasiment stable durant toute la période d'étude peut-être à cause du matériel du dosage (panne d'électrode suspectée). Ces valeurs ne respectent pas les normes européennes de la qualité des eaux piscicoles fixées par la Directive n°2006/44/EE qui exigeant une concentration en oxygène dissous> à 3 mg/L.

Toutefois, les faibles valeurs d'oxygène dissous ne sont pas dans la gamme défavorable pour la croissance des tilapias. Sachant qu'une haute turbidité abaisse le niveau d'oxygène **(Baralin, 1979). Kestemont et al. (1989)** et **Mélard(1999)** ont rapporté qu'une teneur en oxygène dissous supérieure à 3 mg/L constitue l'optimum pour une bonne croissance de tilapia. Pour **Malcolm et al. (2000)** l'optimale de la croissance *d'O. Niloticus* est>5 mg/l). Plusieurs auteurs **(Mélard et Philippart, 1980; Leveque et Quensiere, 1988)** ont rapporté que les concentrations voisines de 0,1 mg/L sont tolérées par les tilapias. L'exposition du poisson à des taux réduits d'oxygène dissous et à des valeurs élevées de nitrates le stresse, le prédispose aux pathologies infectieuses et augmente le taux de mortalité au sein des élevages **(El-Shafai et al., 2004)**.

Selon **Pullin et Lowe-Mcconnel, 1982; Fishelson et Yaron, 1983 et Plisnier et al., 1988,** *T. nilotica* est une espèce relativement euryèce et eurytope adaptée à de larges variations des facteurs écologiques du milieu aquatique et colonisant des milieux extrêmement variés. En outre, il est bien connu que la croissance des poissons (taille et poids) est aussi influencée par de nombreux autres facteurs dont l'alimentation (qualité et quantité d'aliment) **(Boyd et Tucker, 1998)**.

Les performances zootechniques observées chez les poissons pendant notre expérimentation révèlent que les poids totaux et les tailles moyennes ont une évolution différente par rapport aux deux aliments (testé et commercialisé) et par rapport au sexe durant les différentes dates de prélèvement.

Pour ce qui est des poids moyens des poissons, durant notre expérimentation étaient de 130,09±44,19g (ACM), 111,12±27,52g (ATM), 98,5±26,50g (ACF) et 90,68±21,45g (ATF). Les performances de croissance élevées sont généralement celles observés chez les poissons mâles par rapport aux poissons femelles, d'après **Moreau (1979)**, les individus mâles présentent une croissance nettement plus rapide, que les femelles et atteignent une taille nettement supérieure.

Chez les poissons mâles, il apparait que ceux nourris par l'aliment commercial ont une prise de poids plus importante par rapport aux mâles nourris par l'aliment testé ou fabriqué.

Chez les femelles on observe que les femelles nourris par l'aliment commercial ont une prise de poids plus importante par rapport aux femelles nourris par l'aliment testé, cette différence de prise du poids chez les femelles peut s'expliquer d'une part par l'aliment ou par l'incubation buccale (production des œufs) observée chez quelques individus femelles au niveau d'ATF. Pour **Al Dilaimi (2009)** pendant toute la période de l'incubation buccale, la femelle se nourrit mal. Une femelle mature (3 à 4 mois) peut pondre une fois toutes les 3 à 4 semaines. C'est pour cela que les femelles d'*O. niloticus* grossissent sensiblement moins vite que les mâles. Selon **Ait Hamouda (2005)** une grande partie de l'énergie de la femelle est investie dans la production d'ovules, l'incubation des œufs et la garde des jeunes larves. Selon **Benzidane (2012)** dès que les individus atteignent l'âge de maturité, les sujets mâles présentent une croissance plus rapide que les femelles et atteignent une taille nettement supérieure, dans de petites surfaces**. Trewavas (1983)** a rapporté que les mâles ayant de meilleures performances de croissance que les femelles, ceci est dû à la particularité du processus de la reproduction chez la femelle (incubation buccale). Chez le tilapia la

croissance des mâles est beaucoup plus rapide que celle des femelles, dans les meilleures conditions **(Assemian et Gourene, 1998).** La diminution de l'appétit pourrait également résulter de phénomènes orosensoriels (goût ou texture de l'aliment) **(Burel et al., 2014).**

Pour ce qui est des tailles moyennes des poissons au niveau des quatre aquariums nous avons noté un développement presque similaire. On remarque que la taille évolue en fonction de l'évolution du poids des poissons au cours de l'expérimentation. Les tailles moyennes étaient de 11,38±1,73cm (ACM), 10,72±1,03cm (ATM), 10,11±1,05cm (ATF), 9,87±1,33cm (ACF). Chez les poissons mâles, il apparait que les mâles nourris par l'aliment commercial ont une taille moyenne plus importante par rapport aux mâles nourris par l'aliment testé. Par contre chez les poissons femelles on observe que les femelles nourris par l'aliment testé ont une taille moyenne plus importante par rapport aux femelles nourris par l'aliment commercial. Selon **Moreau (1979)** et **Trewavas (1983)** les individus mâles présentent une croissance nettement plus rapide, que les femelles et atteignent une taille nettement supérieure. Une femelle mature (3 à 4 mois) peut pondre une fois toutes les 3 à 4 semaines. C'est pour cela que les femelles d'*O.niloticus* grossissent sensiblement moins vite que les mâles. Selon **Baroiller et D'Cotta (2001) et Beardmore et al. (2001**), la croissance des mâles est meilleure par rapport aux femelles.

Le poisson mange quand il a faim, dirigée par le jour et la nuit sa consommation représente près de 3% de son poids vif avec des extrémités de 1% à 5% exemple poisson nocturne **(Luquet et Kaushih, 1986).** *T.* nilotica se nourrit naturellement du phytoplancton, d'algues bleu-vertes et de micro-faunes benthiques. Même si *T.* nilotica préfère des diètes riches en fibres, la nourriture artificielle doit contenir tous les éléments nutritifs et surtout des protéines animales ou végétales **(Lengendre et Bernard, 1988).** L'alimentation agit sur la croissance via trois paramètres: la qualité de l'aliment, le taux de nourrissage et la fréquence de nourrissage **(Ait Hamouda, 2005).**

Les quantités moyennes d'aliment distribué durant notre expérience sont comme suite: 6,07±1,81g (ACM), 5,32±1,27g (ATM), 4,65±1,14g (ACF), 4,40±1,08g (ATF). Par ailleurs, la différence observée entre la croissance des poissons ATF, ATM, ACF, ACM est fort probablement due à la composition des aliments, à ce propos on rappelle que l'aliment testé est composé de: Farine de poisson, Semoule moyen, Son de blé, Huile de table, Eau, Maïzena, Sel, CMV alors que l'aliment commercialisé est constitué de: Farine de poisson, Son de blé, Soja, Riz, Prémix. A première vue et sans tenir compte des pourcentages de chaque ingrédient on peut remarquer que l'aliment commercial contient deux ingrédients supplémentaires (Soja

et Riz) par rapport à l'aliment préparé, or la qualité de ces ingrédients ainsi que la quantité notamment pour la farine de poisson est inconnue pour nous malgré son importance. **Bamba et al. (2005); Köprücü et Özdemir (2005)** indiquent en plus que la digestibilité d'un aliment dépend de la nature des ingrédients utilisés. Ils mentionnent que des ingrédients peuvent paraître d'excellentes sources de nutriments, mais de faible valeur nutritive, à cause de la variabilité de leurs coefficients de digestibilité, d'absorption et de la disponibilité des nutriments (acides aminés, minéraux). **Melard (1999)** rapporte que les coefficients de digestibilité protéique de soja chez *Oreochromis niloticus* est de 96% contre 87% pour la farine de poisson. Selon **Abadli (2010)** le type de la farine est fonction de la qualité de protéines qui dépend des parties de poissons utilisées dans sa fabrication (entre 58 à 70%).

Pour estimer la croissance des poissons au cours de cette expérimentation et de caractériser l'efficacité alimentaire mise en essai, différents indices de croissance ont été utilisé. Ces indices ont été calculés conformément à la procédure de **Khwuanjai et Pornchai (1997), Kanangire (2001), Bamba et al. (2007).**

Pour le poids moyen initial et final en comparant nos résultats à d'autres résultats de travaux antérieurs, le poids moyen initial (11,80±5,40 - 15,00±5,50g) et le poids moyen final (22,18±4,29 - 41,04±8,84g) pour notre étude sont nettement supérieurs que ceux enregistrés par **Mohammed Bouziane et Smaili (2020)** Pmi (2,03-2,36g) et Pmf (7,76-13,73g) ou par **Gouarh et Meflah (2018)** qui ont enregistré un Pmi de (1,34-1,36g) et un Pmf (6,06- 8,08g). En outre, nous remarquons que nos régimes alimentaires testés au niveau de la ferme ont un effet positif sur le gain moyen quotidien (G.M.Q.) chez nos Tilapias durant les deux expériences celui-ci se situe entre 0,59-1,70g/j nos résultats sont au fait supérieurs à ceux obtenus par **Alliouche (2010)** (0,35-0,39g/j) ou par **Mohammed Bouziane et Smaili, (2020) (**0,13 – 0,26g/j).

Les valeurs de gain de poids (GP) enregistrées dans la présente étude sont sensiblement supérieures avec GP (9,18- 26,44g) à celles obtenues par **Gouarh et Meflah (2018)** avec GP (4,71-6,73g) ou à celles relevées par **Mohammed Bouziane et Smaili (2020)** avec des GP (5,68 - 11,62g).

L'indice de conversion alimentaire (IC) est un facteur qui renseigne sur la qualité d'aliment et permet d'évaluer l'efficacité des aliments utilisés pour la croissance des poissons. Nos résultats sont plus au mois élevés (1,84-3,84) une fois comparés aux résultats obtenus par **Alliouche (2010)** (2,17-2,42) qui a préparé un aliment à base de farine de poisson. D'après

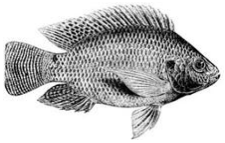
philippart et al. (1979) et O'Connor et al. (1985), plus la valeur du IC est réduite mieux l'aliment est utilisé et converti par le poisson.

Concernant le taux de croissance spécifique (TCS), nos résultats obtenus sont de 0,69-1,33%/j, de ce fait elles sont inférieures à ceux obtenus par **Alliouche (2010)** qui se situent entre 2,58-2,99 %/j et ceux de **Mohammed Bouziane et Smaili (2020)** qui varient entre 2,71-4,16%/j.

Les taux de survie et de mortalité obtenus pour la présente étude respectivement de 100% et 0% montrent que nos Tilapias ont bien répondu à tous les traitements expérimentaux effectués. Aucun des aliments testés n'a présenté donc de toxicité pour *O. niloticus*. Ces taux sont légèrement supérieurs aux taux de survie de 90% qui sont généralement admis en élevage **(Zaatout, 2007).** Nos résultats de taux de survie sont supérieurs à ceux de **Alliouche (2010)** qui se situent entre (86,67-100%) et à ceux de **Mohammed Bouziane et Smaili (2020)** qui varient entre (93,33-100%).



Conclusion



Conclusion

Le poisson constitue aujourd'hui une source importante d'aliments nutritifs et de protéines animales pour une grande part de la population mondiale.

Le tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*) est l'un des tous premiers poissons élevés par l'humanité**.** Il constitue un des poissons intéressants pour la pisciculture du fait des caractéristiques suivantes: reproduction naturelle aisée et succession rapide des générations, croissance rapide, régime omnivore, rusticité (résistance au manque d'oxygène, aux manipulations et aux maladies), qualité alimentaire et organoleptique. Ses caractéristiques biologiques en font un poisson adaptable à des systèmes d'élevage diversifiés et son alimentation, à partir des niveaux les plus bas de la chaine alimentaire, en fait un poisson peu coûteux à produire.

Notre étude s'est déroulée sur une période de 78 jours du mois de Mars au mois de Mai 2022 au niveau de la ferme piscicole «Titteri aquacole» sise à Benchicao (Wilaya de Médéa), où 20 poissons d'*Oreochromis niloticus* (de couleur rouge qui est un hybride) sont répartis sur 4 aquariums, chaque aquarium contient 5 poissons de sexe mâle ou femelle, deux aquariums sont alimentés par l'aliment testé (préparé) et les deux autres sont alimentés par l'aliment commercialisé. Le suivi des paramètres physico-chimiques et les paramètres zootechniques (poids-aliments-tailles) est fait avec un pas de 10 jours.

Cette étude a souligné l'efficacité d'un aliment testé (préparé) sur la croissance de Tilapia du Nil (*Oreochromis Niloticus*). Cette démarche est basée sur une comparaison entre deux aliments (testé ou fabriqué et commercialisé ou celui de la ferme). Les deux types d'aliments sont à base de farine de poisson avec quelques différences dans les ingrédients de chaque aliment (aliment testé ou fabriqué: farine de poisson, son de blé, semoule, huile, maïzena, sel, CMV; aliment commercial: farine de poisson, son de blé, soja, riz, prémix).

Le suivi des facteurs abiotiques représentés par l'analyse des différentes paramètres physico-chimiques de l'eau (T°, pH, CE, salinité, O_2 dissous) nous a permis de déterminer la qualité de l'eau au niveau de la ferme piscicole. D'après nos résultats comparés aussi aux normes de **Malcolm (2000)** on a remarqué que les valeurs obtenues de ces paramètres sont généralement favorables pour l'élevage du Tilapia mis à part l'oxygène dissous (très faible valeurs) qui ne respecte pas ces normes utilisés par **Malcolm (2000).** Ce problème est peut être lié à l'appareil de mesure de ce paramètre (électrode) ceci n'exclu pas que l'injection

artificielle de l'oxygène au niveau de nos aquariums (pompe d'oxygène) est parfois mal contrôlée.

Le suivi de la température de l'eau au niveau des quatre aquariums durant cette expérience font ressortir le gradient décroissant suivant: **ACF>ACM >ATM > ATF**.

Pour le pH les valeurs enregistrées sont comme suit: **ACF>ACM>ATF>ATM**. Rappelons que le pH des aquariums est neutre à légèrement alcalin.

La mesure de la conductivité nous a donné le gradient décroissant suivant: **ACM >ACF >ATF>ATM**. L'eau des aquariums au niveau de la ferme est bien minéralisée.

Concernant la salinité des eaux, elle présente des valeurs presque similaires avec le gradient suivant: **ACM>ACF> ATF> ATM**.

Pour l'oxygène dissous on a enregistré le gradient décroissant suivant: **ACM>ACF>ATM>ATF**.

Concernant le suivi des paramètres zootechniques, globalement et d'après nos résultats, on a remarqué que les valeurs du poids moyens sont comme suit: **ACM (130,09±44,19g)>ATM (111,12±27,52g)>ACF (98,5±26,98g)>ATF (90,68±21,45g).**

En outre, les tailles moyennes étaient de: **ACM(11,38±1,73cm)>ATM (10,72±1,03cm)>ATF (10,11±1,05cm)>ACF (9,87±1,33cm)**.

Pour ce qui est de la quantité d'aliment distribuée elle a présentée le gradient décroissant suivant: **ACM (6,07±1,81g)>ATM(5,32±1,27g)>ACF(4,65±1,14g)>ATF (4,40±1,08g).**

Cela signifie que la taille et la quantité d'aliment distribué évoluent en fonction de l'évolution du poids des poissons au cours de l'expérimentation.

Les résultats des analyses statistiques montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre la T°, la salinité, la conductivité électrique, l'évolution de poids, l'évolution des tailles et les quantités d'aliment, par rapport à la qualité d'aliment (aliment testé -aliment commercial). En outre, les statistiques montrent qu'il y a des différences significatives entre le pH, l'oxygène dissous par rapport à la qualité d'aliment. Des différences significatives ont été obtenues entre l'évolution des poids, des tailles et des quantités d'aliment par rapport au sexe de poisson.

Le test de corrélation a démontrée qu'il y a une très forte corrélation positive et significative entre l'évolution des poids des poissons et la quantité d'aliments et une forte corrélation positive entre l'évolution des tailles des poissons et la quantité d'aliments. Donc il existe une très forte relation linéaire positive et significative entre l'évolution des poids des poissons et la quantité d'aliments et une forte relation linéaire positive et significative entre l'évolution des tailles des poissons et la quantité d'aliments.

Les résultats du coefficient de Spearman, ont, par ailleurs, montré qu'il n'y a pas de relation significative entre l'évolution des poids, ni celle des tailles avec la qualité de l'aliment.

En outre et d'après les résultats de la régression pour la variable dépendante poids, le second modèle (Poids prédit = 0.523+3.974quantité d'aliments 0.735salinité) est un peu plus pertinent que le premier, puisque le coefficient de détermination dans le second modèle est évalué à 0,999 c'est à dire que 99.9% de l'évolution des poids des poissons est expliquée par la quantité d'aliments et la salinité.

D'après les résultats obtenus pour la variable taille, le troisième modèle (Taille prédite = 7.464+0.864quantité d'aliments 0.01conductivité 0.696$O_{2)}$ est plus pertinent que le second et le premier modèle puisque son coefficient de détermination est le plus grand c'est-à-dire que 90.9% de l'évolution des tailles peut être expliquée par la quantité d'aliments, la conductivité et l'oxygène dissous.

Notre étude s'est basée également sur l'utilisation des indices de croissance tels que: GMQ, GP, IC, TCS, TS, TM. D'après nos résultats, ces indices sont résumés comme suit:

Pour le gain moyen quotidien (GMQ) et le gain de poids (GP) et le taux de croissance spécifique (TCS), le gradient obtenu se présente comme suit: **ACM>ACF>ATM>ATF**.

Pour l'indice de conversion alimentaire (IC): le gradient décroissant s'affiche ainsi: **ATF>ATM>ACF>ACM**. Tandis que pour le taux de survie, celui-ci est identique dans tous les aquariums et il est égale à 100%.

Autrement dit:

- ★ Les deux aliments (commercialisé et préparé) sont satisfaisants et présentent de bons taux de croissance, de bon taux de croissance spécifiques et de bon taux de survie.
- ★ Les résultats de croissance sont acceptables pour l'aliment testé ce qui est encourageant pour la fabrication de cet aliment par l'investisseur ou par un débutant dans cette filière.
- ★ Les analyses statistiques ont confirmé qu'il n'y a pas une différence significative entre les deux aliments pour leur effet sur la croissance.
- ★ L'aliment testé ou fabriqué durant cette étude est moins chère (160DA/Kg) que l'aliment commercialisé (180-250DA/Kg) et plus intéressant en termes de réduction du coût de production d'alimentation.

Pour terminer ce travail, nous suggérons quelques recommandations pour la ferme ainsi que pour améliorer cette étude à travers d'autres travaux scientifiques dans le futur:

Pour la ferme aquacole:

- L'installation d'un laboratoire d'analyses physico-chimique et bactériologique s'avère indispensable pour un suivi permanent des différents paramètres de l'eau ainsi que pour le suivi biologique du poisson.
- L'optimisation de la distribution de l'aliment pour confirmer sa digestion, et éviter l'accumulation de l'aliment non consommé dans le bassin de Tilapia (diminuer les rejets azotés et phosphorés).
- Pour le meilleur rendement de croissance (grossissement ou production de chair) nous recommandons une production monosexe, tout en favorisant des Tilapia mâles au lieu des femelles vu les résultats obtenus chez ces derniers, les femelles seront plutôt utilisés pour la production des alevins.

Sur le plan scientifique:

- Créer des fiches techniques de toutes les espèces cultivées au niveau de la ferme (contenant l'écologie et la biologie des espèces).
- Une étude préliminaire et approfondie sur les besoins nutritionnels de cette espèce ainsi que l'étude du coût et de la disponibilité des matières premières au niveau local en vue de l'obtention d'un bon aliment s'impose pour avoir une croissance optimale. Des régimes plus étudiés pouvant couvrir les besoins nutritionnels de cette espèce

- Approfondir cette étude en faisant d'autres analyses sur les régimes alimentaires (biochimiques, etc.)
- Compléter cette étude par une analyse de la chaire des poissons pour déterminer la qualité nutritionnelle de Tilapia nourrit par ces deux aliments ou autres.
- Essayer la formule de cet aliment sur d'autres stades de vie d'*Oreochromis niloticus.*
- Effectuer cette expérimentation sur une durée plus longue (passer du pré-grossissement au grossissement)
- Effectuer une ration journalière plus de 5% et devisée celle-ci en 4 repas au plus par jour au lieu de 3 repas par jour durant cette étude.
- Pour la réussite de la filière piscicole en Algérie, il faut aider les investisseurs ou les promoteurs dans ce domaine sur le plan financier et scientifique ou technique, ainsi une vulgarisation médiatique auprès des citoyens va encourager la consommation de poissons d'eau douce.
- Au cours de notre étude une journée de sensibilisation sur les crédits octroyés pour la filière aquaculture a été effectuée le 16/06/2022 au niveau de notre faculté. Cette initiative encourage les jeunes diplômés à mettre en œuvre leur savoir dans ce domaine.

Références bibliographiques

Abed. F, Beloufa. F ,2019. Qualité nutritionnelle du Tilapia rouge (*Oreochromis sp*) nourri par deux aliments expérimentaux Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem.

Adjanke A., 2011. Production d'alevins et gestion de ferme piscicole. Coordination togolaise des organisations paysanes et de producteurs agricoles. 39p.

Ait Hamouda, I. 2005. Contribution à l'étude de l'inversion sexuelle chez une espèce de poisson d'eau douce: Tilapia (*Oreochromis niloticus*). Mémoire d'Ingéniorat. ISMAL, Alger.

Al Dilaimi A., 2009. Détermination de la ration lipidique alimentaire optimale chez les alevins du tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*). Mémoire de magister, Université d'Oran.

Alcántar-Vázquez J P., Santos-Santos C., Moreno-de la Torre R. y C. Antonio-Estrada., 2014. Manual para la Producción de supermachos de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). UNPA-PIFI, Oaxaca. México. 81 p.

Alliouche F., 2010. Efficience de certains aliments sur la biomasse du Tilapia de Nil «*Oreochromis niloticus* » au niveau de l'animalerie. Université Houari Boumediene USTHB .

Arrignon J. 1993. Pisciculture en eau douce : le Tilapia. Edit Lavoisier, Paris, pp 21-34.

Arrigon, J. 2000. Pisciculture en eau douce : le Tilapia. Le technicien d'agriculture tropicale.

Assemian O.et Gourene G., 1998. Zootechnical characterization of strains of *Oreochromis nilotius*. Genetics and Aquaculture in Africa (Eds) Collogue et séminaire ORSTOM, 183-187p.

Azaza, M.S. 2004. Tolérance à la température et à la salinité chez le tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus* L., 1758) en élevage dans les eaux géothermales du sud tunisien, Master de la Faculté des Sciences de Tunis., 110 p.

Azaza M. S., 2009. Optimisation de l'élevage intensif du Tilapia de Nil *Oreochromis niloticus* (L., 1785), dans les eaux géothermales de Sud Tunisien : Effet de l'alimentation et de la température sur les performances de croissance. Thèse de l'Univ.Tunis.Fac.Sci. Tunis. 364p.

Bailly, N. 2009. *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). In: Froese, R. and D. Pauly. Editors. (2017). FishBase. World Register of Marine Species. À l'adresse: http://www.fishbase.us/summary/Oreochromis-niloticus.html

Balarin J.D. et Hatton J.D. 1979. Tilapia: A guide to their biology andculture in Africa. Unit of AquaticPathobiology, Stirling University, 174 p.

Bamba Y et al., 2007. Production d'*Oreochromis niloticus* avec des aliment à base de sous produit agricoles. Laboratoire d'environnement et de biologie aquatique (LEBA), UFR des sciences et gestion de l'environnement, Université d'Abobo-Adjamé, 02 BP 801 Abidjan 02(côte d'Ivoire).

Barnabe G. 1991. Bases biologiques et écologiques de l'aquaculture. Ed.Lavoisier, Paris, 500 p.

Bernard Jalabert, Marc Legendre. 1988. Biologie et écologie des poissons d'eau douce africains = Biology and ecology of african freshwater fishes .

Bauchot, M.I. &Pras, A. 1980. Guide des poissons marins d'Europe. Edition Delachaux& Nestlé. Paris. 427p.

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

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

Benidiri R.., 2017. Création d'un projet piscicole. Mem. Mas. Génie électrique et électronique. UnivTlemcen 79p.

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

Benzidane D., 2012. Effet d'une supplémentation de l'aliment avec de l'antioxydant (vitamines E et C) sur le stress oxydatif chez le tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus).* Mémoire de MAGISTER. Université d'Oran. 71p.

Billard R., 2005. Introduction à l'aquaculture , Editions Lavoisier. 235p.

Boyd C.E et Tucker C.S., 1998. Pond aquaculture water quality management. Boston Dordrecht London: Kluwer Academic Publishers, p: 700.

Boudjlal, N., 2015. Evaluation des systèmes de management de la sécurité et de la qualité de l'aquaculture du tilapia du Nil "*Oreochromis niloticus*" dans l'Ouest algérien.Thèse de doctorat *Université d'Oran1, ALGERIE*.

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

Boulesnam. F.Z, Boufatah. K, 2015. Analyse et traitement d'un glissement de terrain sur la RN n°64/PK 47+200, El Oumaria (MEDEA).

Burel C, Médale F, 2014. Guide de l'utilisation desprotéines d'origine végétale en aquaculture, Oilseeds Fats Crops Lipids 21, 1–15.

Carballo E., Van EerA. Van Schie T., Hilbrands A., 2008. La pisciculture à petite échelle en eau douce. Série Agrodok No. 15. Troixième édition .Pays Bas : Digigrafi, Wageningen.93p.

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

Cherif, I. et Djoumakh, F. 2015. Contributionà l4étude de la valeur alimentaire de l'espèce Tilapia du Nil «*Oreochromis niloticus* » (Ingéniorat)ENSSMAL, Alger,

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

Chowdhury D. K ., 2011 . Optima l feeding rate for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) MSc thesis .Department of Animal and Aquacultural Sciences, Norwegian University of Life Sciences, Pp76.

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

D audpota A. M., Kalhoro I .B ., Shah S. A., Kalhoro H., AbbasG., 2014. Effect of stocking densitie son growth, production and survival rate of red tilapia in hapa at fish hatchery ChilyaThatta, Sindh, Pakistan .J .Fish. ,2:180-186.

Dhraief M. N., Azaza M. S., Kraiem M. M ., 2010. Etude de la reproduction du tilapia du nil" *Oreochromis niloticus*"(l.) en captivité dans les eaux géothermales du sud Tunisien. 46 Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. Mer de Salammbô, 37 : 89-96.

D.E-Médéa, 2022. Direction de l'environnement.

Diogo R., 2018 : Étude comparée de la productivité de tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) en système intégré poisson-poule et non-intégré dans la commune d'Aplahoué au Sud Bénin. Benin. p.14.

D.G.F, 2018. (Direction Générale des Forêts Algérie).

DGPA, 2018. Pêche et aquaculture en Algérie, situation et enjeux économiques. Séminaire organisé dans le cadre du projet du ministère de l'agriculture et de développement rurale et de la pêche sur la planification du développement de l'aquaculture (Tunisie, Octobre 2018).

Echikh et Karali, 2004. L'aquaculture en Algérie mémoire. (ISMAL : Institut des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du littoral).

Efole ewoukem T., 2011. Optimisation biotechnique de la pisciculture en étang dans le cadre du développement durable des Exploitations Familiales Agricoles au Cameroun. Thèse de doctorat. Sous le sceau de l'Université Européenne de Bretagne. 145 p.

El Sayed, A. F. ., et Mamdouh, K. 2004. Effects of photoperiod on the performance of farmed Nile tilapia *Oreochromis niloticus*: I. Growth, feedutilization efficiency and survival of fry and fingerlings, Aquaculture. 231, 393-402.

FAO. Food and Agriculture Organization.

FAO, 1995. Handbook on small-scalefreshwater fish farming, FAO Training Series No. 24, Compiled by V. Gopalakrishnan and A.G. Coche. Département des pêches et de l'aquaculture de la FAO, Rome, Italie. 205p.

FAO, 2002. GLOBEFISH, World Production and Trade in Small Pelagics GLOBEFISH Research Program, vol. 39, 96 p.

FAO, 2004. The state of food insecurity in the world.Rome

FAO, 2005. CulturedAquaticSpecies Information Programme *Oreochromis niloticus*. CulturedAquaticSpeciesFactSheets. Texte par Rakocy, J. E. Dans: Département des pêches et de l'aquaculture de la FAO [en ligne]. Rome. http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/*Oreochromis_niloticus*/fr

FAO,2006. Publications related to aquaculture formation Algeria. http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_algeria/fr

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

FAO, 2012. La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture. [En ligne] (Sans date) Adresse URL: http://www.fao.org/docrep/016/i2727f/i2727f00.htm, consulté le 10/ 11/2012.

FAO, 2013. Le Tilapia - *Oreochromis niloticus*. Consulté à l'adresse http://www.sypagua.com/elevage-aquaculture/tilapia-*oreochromis-niloticus*/print.html

FAO, 2014. The state of world fisheries and aquaculture, opportunities and challenges. food and agriculture organization of the united nations, Rome, 2014. 223 pp

FAO, 2016. La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture. Rapport. Pp (6-8).

FAO, 2017. FAO Fisheries& Aquaculture – Culturedaquaticspeciesfactsheets – *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). Consulté le 02 juin 2018. Http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oreochromis_niloticus/en

FAO, 2018. La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture .résumé.CA0191FR /1 /07.18

FAO, 2020. Générale du secteur aquacole national Algérie.

Fishelson L et Yaron Z., 1983. Proceedings of the International Symposium on Tilapia in Aquaculture. Tel Aviv University, Tel Aviv, Palestine, p. XI.

Fricke, R., Mulochau, T. P. D., Chabanet, P., Tessier, E. &Letourneur, Y., 2009. Annotatedchecklist of the fish species (Pisces) of the Reunion, including a Red List of threatened and decliningspecies. StuttgarterBeitraegezurNaturkunde A, NeueSerie 2: 1-168.

Froese, R. et Pauly, D., 2017.*Oreochromis niloticus* summary page. Fish Base. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org.

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

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

Jauncey K, and Ross B, 1982. A Guide to Tilapia Feeds and Feeding. University of Stirling, Scotland, 111p.

Kanangire C.K., 2001. Effet de l'alimentation des poissons avec *Azolla* sur la production d'un écosystème agro-piscicole en zone marécageuse au Rwanda. These de Doctorat. Université Notre Dame de la Paix, Namur, Belgique. P: 222.

Khwuanjai H et Pornchai J.,1997. The effect of stocking density on yield, growth and mortality of African catfish (Clarias gariepinus Burchell, 1822) cultured in cages. Aquaculture, 152 p:67-76.

Köprücü K et Özdemir Y., 2005. Apparent digestibility of selected feed ingredients for Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquaculture **250** p: 308-316.

Lacroix E. 2004. Pisciculture en Zone Tropicale. GTZ & GFA Terra Systems: Hamburg.

Lazard J., 1990. L'élevage du tilapia en Afrique. Données techniques sur sa pisciculture en étang. In : Méthodes artisanales d'aquaculture du tilapia en Afrique. C.T.F.T. Départ. du CIRAD. Ed., Nogent- sur-Marne, 82 p.

Lazard, 2005. Le développement durable de l'aquaculture, l'Académie d'Agriculture de France, 2005.

Lazard J. 2009. La pisciculture des tilapias. Cahiers Agricultures, 18(2-3): 393–401. http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=21713651.

Leveque C, Quensiere J. 1988. Les peuplements Ichtyologiques des lacs peu profonds ; 303-324. In Biologie et Ecologie des Poissons d‟‟Eau Douce Africains, LEVEQUE C, Bruton MN, Scentongo GW (eds). Edition de l‟‟ORSTOM; 508p.

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

Mashaii N., Rajabipour F., Mohammadi, M., Sarsangi, H., Bitaraf, A., Hossein-Zadeh, H., & Sharif-Rohani, M. 2016. Reproduction of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* in brackish water. Journal of Applied Aquaculture, 27(4), 1–8. https://doi.org/10.1080/10454438.2015.1104943.

Mélard C., Philippart JC., 1980.Pisciculture intensive de *O. niloticus* dans les affluents thermiques d‟une centrale nucléaire en Belgique. Doc. E/11.

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

Mélard C., 1999. Choix des Sites, Qualité de l'Eau et Systèmes d'Elevage en Aquaculture. CEFRA. Université de Liège, Station d'Aquaculture de Tihange, 80p.

Moreau J., 1979. Biologie et évolution des peuplements de Cichlides introduits dans les lacs malgaches d'altitude. Thèse de Doctorat d'Etat n°38, Institut Polytechnique de Toulouse p: 301.

MPRH , 2009. Pisciculture intégrée à l'agriculture. Alger. 14p.

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

Ndiaye P., 2017. Systématique des poissons dans l'aquaculture Africaine. DocPlayer. Dehttp://docplayer.fr/20737637-Systematique-des-poissons-dans-l-aquaculture-africaine-pr-papa-ndiaye.html.

Ndour I., Le Loch F., Thiaw OT, Ecoutin J-M, Laë R, Raffray J., Sadio O., De Morais Lt., 2011. Étude du régime alimentaire de deux espèces de Cichlidae en situation contrastée dans un estuaire tropical inverse d'Afrique de l'Ouest (Casamance, Sénégal). J. Sci. Halieut. Aquat., 4: 120-133.

Novella M., 1959 . Catalogue des poissons côtes algériennes. Tome 2.Ostéoptérygiens, 2émeed. Revue et augmentée : 229p.

O'Connor TP, Roebuck BD, Peterson F. and Campbell TC., 1985. Effect of dietary intake of fish oil and fish protein on the development of L-azaserine-induced preneoplastic lesions in the rat pancreas. J. Nat Cancer Inst.75:959-

ONM. Médéa..Office nationale météorologique.

Philipart J.Cl., Mélard C. et Ruwet J.C., 1979. La pisciculture dans les effluents à la centrale nucleaire de Tihange sur la Meuse. In : Calembert V. (Ed). Problématique et gestion des eaux intérieures, Liège. 779-791.

Philippart, J.C1. et Ruwet, J.C., 1982. Ecology and distribution of Tilapias.In: The biology and culture of tilapias (Pullin et Lowe Mc Connell, Eds.). ICLARM Conference Proceedings, 7, Philippines, pp 15-59.

Plisnier P.D., Micha J.C. *et Frank V.*, 1988. Biologie et exploitation des poissons du lac IHEMA (Bassin Akagera, RWANDA) O.R.T.P.N- A.G.D, C.E.C.O.D.E.L. (UIG), U.N.E.C.E.D. (F.N.D.P), p: 212.

Pullin, R.S.V. et Lowe Meconnel, R.H., 1982. The biology and culture of Tilapias. ICLARM, Conference Proceedings, 7 Manila, Philippines, 432p.

Quignard J.P. et Tomasini, J.A., 2000. Mediterranean fish biodiversity. Biol. Mar. Medit., 7(3): 1-66.

Rodrigue Y., 2020. PMP WorldFish, Penang, Malaisie FORMULATION DES ALIMENTS COMPLETS POUR L'AQUACULTURE.

Slembrouck J., Cisse A et Kerchuen N., 1991- Etude préliminaire l'incorporation de liants dans un aliment composé pour poisson d'élevage en Côte d'Ivoire. Ivoir. Océanol. Limnol., CRO, Abidjan 1 (1): 17-22.

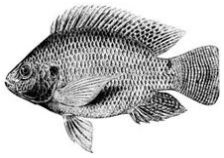
Thabet R ., 2017. Etude comparative de l'élevage du Tilapia du Nil "*Oreochromis niloticus*" entre les eaux douces et géothermales en Tunisie. Mémoire de master. Aquaculture. France : Agro Campus Ouest.61p.

Trewavas E., 1983. Tilapiine Fishes of the Genera *Sarotherodon*, *Oreochromis* and *Danakilia*. Cornell University Press, Dorchester, England.

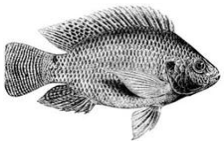
Whitehead, P.G.P., Bauchot, M.-L., Hureau, J.C., Nielsen, J. &Toryonese, E., 1986. Fishes of the northeastern Atlantic and the Mediterranean, Vol II. 515-1007. UNESCO Paris: 780-792

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

Zaatout R., 2007. Effet du régime alimentaire sur la croissance des alevins de Tilapia nilotica, Université KasdiMerbah Ouargla, 2007



Annexes



ANNEXES

Tableau 1 : Variation des températures de l'eau (°C) durant l'expérience

	Températures de l'eau (°C)			
	ATF	**ATM**	**ACF**	**ACM**
1-mars	20,3	21	20,9	21
11-mars	22,7	22,3	22,9	22,4
21-mars	24,3	24,3	24,85	24,85
31-mars	24,9	25,1	26,7	25,8
10-avr.	26,6	26,6	26	27
20-avr.	26,4	26,3	28	27,1
30-avr.	26	26	27,5	27
10-mai	21	21	21	21
17-mai	26,4	26,2	26,8	26,7

Tableau 2 : Variation de pH durant l'expérience

	pH			
	ATF	**ATM**	**ACF**	**ACM**
1-mars	8,27	8,22	8,38	8,31
11-mars	7,94	7,69	8,38	7,98
21-mars	8,05	8,09	8,05	8,09
31-mars	8,01	7,97	8,05	8,01
10-avr.	8,05	8,01	8,16	8,17
20-avr.	8,13	8,09	8,08	8,08
30-avr.	7,72	7,92	8,08	8,04
10-mai	7,98	7,94	8,23	8,19
17-mai	7,76	7,44	7,8	7,87

Tableau 3 : Variation de la CE (µS/cm) durant l'expérience

	CE (µS/cm)			
	ATF	**ATM**	**ACF**	**ACM**
1-mars	1080	1080	1090	1170
11-mars	781	865	918	873
21-mars	1510	1410	1560	1570
31-mars	1700	1700	1950	2030
10-avr.	1080	1120	1190	1450
20-avr.	940	910	910	930
30-avr.	970	930	940	1050
10-mai	850	740	920	950
17-mai	880	405	930	960

Tableau 4 : Variation des salinités (g/l) durant l'expérience

	Salinités (g/l)			
	ATF	**ATM**	**ACF**	**ACM**
1-mars	0,5	0,6	0,6	0,6
11-mars	0,4	0,4	0,6	0,4
21-mars	0,7	0,7	0,7	0,8
31-mars	0,9	0,8	0,9	1,07
10-avr.	0,5	0,5	0,6	0,7
20-avr.	0,5	0,4	0,4	0,4
30-avr.	0,5	0,5	0,4	0,5
10-mai	0,4	0,3	0,4	0,4
17-mai	0,4	0,2	0,5	0,4

Tableau 5 : Variation d'O_2 dissous (mg/l) durant l'expérience

	Oxygènes dissous (mg/l)			
	ATF	**ATM**	**ACF**	**ACM**
1-mars	0,93	1,38	1,5	1,52
11-mars	0,93	1,38	1,5	1,52
21-mars	0,93	1,38	1,5	1,52
31-mars	0,93	1,38	1,5	1,52
10-avr.	0,93	1,38	1,5	1,52
20-avr.	0,93	1,38	1,5	1,52
30-avr.	0,93	1,38	1,5	1,52
10-mai	0,93	1,38	1,5	1,52
17-mai	0,93	1,38	1,5	1,52

Tableau 6 : Variation des poids totaux (g) durant l'expérience

	poids total (g)			
	ATF	**ATM**	**ACF**	**ACM**
1-mars	65	75	59	73
11-mars	59,45	78,8	67,5	70,24
21-mars	76,84	91,27	80,5	118,78
31-mars	83,87	100,65	114,87	109,65
10-avr.	99,08	110,13	93,47	130,8
20-avr.	98,34	114,58	96,66	139,22
30-avr.	125,75	135,06	108,12	146,56
10-mai	96,9	146,35	123,7	177,37
17-mai	110,91	148,26	142,7	205,21

Tableau 7 : Variation des tailles moyennes (cm) durant l'expérience

	Taille moyenne (cm)			
	ATF	**ATM**	**ACF**	**ACM**
1-mars	8,4	9	8,1	8,9
11-mars	8,8	9,5	8,5	9,3
21-mars	9,4	10	9	10,1
31-mars	9,8	10,6	9,1	10,7
10-avr.	10,7	10,9	9,8	11,8
20-avr.	10,7	11,2	10,1	12,2
30-avr.	11,4	11,7	10,7	12,3
10-mai	10,8	11,8	11,6	13,3
17-mai	11,00	11,80	11,90	13,80

Tableau 8 : Variation des quantités d'aliment distribuées (g) durant l'expérience

	Quantité d'aliment distribué(g)			
	ATF	**ATM**	**ACF**	**ACM**
1-mars	3,25	3,75	2,95	3,65
11-mars	2,95	3,94	3,37	3,5
21-mars	3,84	4,56	4,02	5,93
31-mars	4,19	5,03	5,74	5,84
10-avr.	4,95	5,5	4,67	6,5
20-avr.	4,91	5,72	4,83	6,96
30-avr.	6,29	6,75	5,4	7,32
10-mai	4,84	7,31	6,18	8,86

Les tableaux statistiques

1-Test de normalité :

Tableau 09

Tests de normalité

	Qualité_Aliment	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
		Statistique	ddl	Signification	Statistique	ddl	Signification
Poids	Commerciale	,103	16	,200*	,968	16	,809
	Labo	,133	16	,200*	,970	16	,842
Taille	Commerciale	,127	16	,200*	,955	16	,577
	Labo	,177	16	,193	,952	16	,521
Température	Commerciale	,171	16	,200*	,863	16	,021
	Labo	,176	16	,200*	,870	16	,027
Oxygène	Commerciale	,334	16	,000	,644	16	,000
	Labo	,334	16	,000	,644	16	,000
Salinité	Commerciale	,202	16	,079	,864	16	,022
	Labo	,279	16	,002	,899	16	,077
Ph	Commerciale	,224	16	,031	,894	16	,065
	Labo	,164	16	,200*	,944	16	,407
Conductivité	Commerciale	,218	16	,041	,818	16	,005
	Labo	,230	16	,024	,863	16	,021
Quantité_Aliments	Commerciale	,106	16	,200*	,966	16	,770
	Labo	,133	16	,200*	,971	16	,855

*. Il s'agit d'une borne inférieure de la signification réelle.

a. Correction de signification de Lilliefors

Tableau 10

Tests de normalité

	Sexe	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
		Statistique	ddl	Signification	Statistique	ddl	Signification
Poids	Male	,118	16	,200*	,955	16	,580
	Femelle	,116	16	,200*	,950	16	,489
Taille	Male	,123	16	,200*	,964	16	,738
	Femelle	,167	16	,200*	,951	16	,498
Température	Male	,169	16	,200*	,849	16	,013
	Femelle	,173	16	,200*	,913	16	,131
Oxygène	Male	,334	16	,000	,644	16	,000
	Femelle	,334	16	,000	,644	16	,000
Salinité	Male	,191	16	,121	,901	16	,083
	Femelle	,209	16	,061	,851	16	,014
Ph	Male	,140	16	,200*	,955	16	,566
	Femelle	,167	16	,200*	,939	16	,332
Conductivité	Male	,192	16	,120	,887	16	,051
	Femelle	,256	16	,006	,834	16	,008
Quantité_Aliments	Male	,120	16	,200*	,956	16	,584
	Femelle	,117	16	,200*	,950	16	,485

*. Il s'agit d'une borne inférieure de la signification réelle.

a. Correction de signification de Lilliefors

t-test : comparaison des moyennes

Tableau 11

Test d'échantillons indépendants

		Test de Levene sur l'égalité des variances		Test-t pour égalité des moyennes						
		F	Sig.	t	ddl	Sig. (bilatérale)	Différence moyenne	Différence écart-type	Intervalle de confiance 95% de la différence	
									Inférieure	Supérieure
Poids	Hypothèse de variances égales	2,029	,163	1,209	34	**,235**	2,67944	2,21559	-1,82317	7,18206
	Hypothèse de variances inégales			1,209	29,687	,236	2,67944	2,21559	-1,84739	7,20628
Taille	Hypothèse de variances égales	4,797	,035	,438	34	,664	,20556	,46931	-,74819	1,15930
	Hypothèse de variances inégales			,438	28,618	**,665**	,20556	,46931	-,75484	1,16595

Tableau 12

Test d'échantillons indépendants

		Test de Levene sur l'égalité des variances		Test-t pour égalité des moyennes						
		F	Sig.	t	ddl	Sig. (bilatérale)	Différence moyenne	Différence écart-type	Intervalle de confiance 95% de la différence	
									Inférieure	Supérieure
Poids	Hypothèse de variances égales	2,941	,095	2,502	34	**,017**	5,20278	2,07938	,97696	9,42859
	Hypothèse de variances inégales			2,502	29,132	,018	5,20278	2,07938	,95080	9,45476
Taille	Hypothèse de variances égales	,517	,477	2,445	34	**,020**	1,06111	,43402	,17907	1,94315
	Hypothèse de variances inégales			2,445	32,821	,020	1,06111	,43402	,17790	1,94432

Tableau 13

Test d'échantillons indépendants

		Test de Levene sur l'égalité des variances		Test-t pour égalité des moyennes						
		F	Sig.	t	ddl	Sig. (bilatérale)	Différence moyenne	Différence écart-type	Intervalle de confiance 95% de la différence	
									Inférieure	Supérieure
Ph	Hypothèse de variances égales	,498	,485	2,474	34	**,019**	,14833	,05995	,02650	,27017
	Hypothèse de variances inégales			2,474	31,889	,019	,14833	,05995	,02620	,27047
Quantité_Aliments	Hypothèse de variances égales	1,562	,221	,971	30	**,339**	,49625	,51127	-,54791	1,54041
	Hypothèse de variances inégales			,971	27,875	,340	,49625	,51127	-,55126	1,54376

Tableau 14

Test d'échantillons indépendants

		Test de Levene sur l'égalité des variances		Test-t pour égalité des moyennes						
		F	Sig.	t	ddl	Sig. (bilatérale)	Différence moyenne	Différence écart-type	Intervalle de confiance 95% de la différence	
									Inférieure	Supérieure
Ph	Hypothèse de variances égales	,003	,959	-,871	34	**,390**	-,05611	,06441	-,18701	,07479
	Hypothèse de variances inégales			-,871	33,834	,390	-,05611	,06441	-,18703	,07481
Quantité_Aliments	Hypothèse de variances égales	1,835	,186	2,475	30	**,019**	1,17125	,47316	,20493	2,13757

	Hypothèse de variances inégales			2,475	26,684	,020	1,17125	,47316	,19987	2,14263

Test des rangs de Mann-Whitney pour les variables qui ne suivent pas significativement une loi normale

Tableau 15

Test[a]				
	Température	**Oxygène**	**Salinité**	**Conductivité**
U de Mann-Whitney	123,500	,000	136,500	123,000
W de Wilcoxon	294,500	171,000	307,500	294,000
Z	-1,222	-5,292	-,829	-1,235
Signification asymptotique (bilatérale)	**,222**	**,000**	**,407**	**,217**
Signification exacte [2*(signification unilatérale)]	,226[b]	,000[b]	,424[b]	,226[b]
a. Critère de regroupement : Qualité_Aliment				
b. Non corrigé pour les ex aequo.				

Tableau 16

Test[a]				
	Température	**Oxygène**	**Salinité**	**Conductivité**
U de Mann-Whitney	160,000	81,000	148,500	160,000
W de Wilcoxon	331,000	252,000	319,500	331,000
Z	-,063	-2,646	-,439	-,063
Signification asymptotique (bilatérale)	**,949**	**,008**	**,661**	**,950**
Signification exacte [2*(signification unilatérale)]	,963[b]	,010[b]	,673[b]	,963[b]
a. Critère de regroupement : Sexe				
b. Non corrigé pour les ex aequo.				

Corrélations

Conditions d'application du coefficient de corrélation de Pearson est la normalité des variables et l'homogénéité des variances.

Tableau 17

Tests de normalité						
	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistique	ddl	Signification	Statistique	ddl	Signification
Poids	,085	32	,200*	,966	32	**,396**
Taille	,086	32	,200*	,975	32	**,653**
Température	,162	32	,032	,890	32	,004
Oxygène	,328	32	,000	,686	32	,000
Salinité	,200	32	,002	,893	32	,004
Ph	,146	32	,083	,953	32	**,174**
Conductivité	,207	32	,001	,859	32	,001
Quantité_Aliments	,087	32	,200*	,966	32	**,409**
*. Il s'agit d'une borne inférieure de la signification réelle.						
a. Correction de signification de Lilliefors						

Corrélation de Pearson

Tableau 18

Corrélations

		Poids	Taille	Ph	Quantité_Aliments
Poids	Corrélation de Pearson	1	,943**	**-,378***	**,999****
	Sig. (bilatérale)		,000	**,023**	**,000**
	N	36	36	36	32
Taille	Corrélation de Pearson	,943**	1	**-,399***	**,931****
	Sig. (bilatérale)	,000		**,016**	**,000**
	N	36	36	36	32
Ph	Corrélation de Pearson	-,378*	-,399*	1	-,213
	Sig. (bilatérale)	,023	,016		,241
	N	36	36	36	32
Quantité_Aliments	Corrélation de Pearson	,999**	,931**	-,213	1
	Sig. (bilatérale)	,000	,000	,241	
	N	32	32	32	32

**. La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral).

*. La corrélation est significative au niveau 0.05 (bilatéral).

Corrélation de Spearman

Tableau 19

Rho de Spearman

		Poids	Taille	Sexe	Qualité_Aliment	Température	Oxygène	Salinité	Conductivité
Poids	Coefficient de corrélation	1,000	,933**	**-,374***	**-,144**	**,504****	**,297**	**-,299**	**-,124**
	Sig. (bilatérale)	.	,000	**,024**	**,401**	**,002**	**,079**	**,076**	**,473**
	N	36	36	36	36	36	36	36	36
Taille	Coefficient de corrélation	,933**	1,000	**-,367***	**-,048**	**,489****	**,207**	**-,439****	**-,268**
	Sig. (bilatérale)	,000	.	**,028**	**,780**	**,002**	**,226**	**,007**	**,114**
	N	36	36	36	36	36	36	36	36

**. La corrélation est significative au niveau 0,01 (bilatéral).

*. La corrélation est significative au niveau 0,05 (bilatéral).

La régression

On a utilisé la méthode de pas à pas afin d'éliminer le problème d'auto-corrélation des résidus et le problème de colinéarité de certaines variables.

Par ailleurs, cette méthode supprime les variables non significatives

A) Pour la variable dépendante Poids :

Tableau 20

Coefficients[a]

Modèle		Coefficients non standardisés		Coefficients standardisés	t	Sig.
		A	Erreur standard	Bêta		
1	(Constante)	**,042**	,173		,242	,811
	Quantité_Aliments	**3,987**	,033	,999	122,435	,000
2	(Constante)	**,523**	,211	,996	2,483	,019
	Quantité_Aliments	**3,974**	,029		138,871	,000
	Salinité	**-,735**	,226	-,023	-3,259	,003

a. Variable dépendante : Poids

Tableau 21

Récapitulatif des modèles

Modèle	R	R-deux	R-deux ajusté	Erreur standard de l'estimation	Changement dans les statistiques				
					Variation de R-deux	Variation de F	ddl1	ddl2	Sig. Variation de F
1	,999[a]	**,998**	,998	,26195	,998	14990,276	1	30	,000
2	,999[b]	**,999**	,998	,22794	,001	10,619	1	29	,003

a. Valeurs prédites : (constantes), Quantité_Aliments

b. Valeurs prédites : (constantes), Quantité_Aliments, Salinité

Pour les autres variables sont exclues à cause de la colinéarité ou parce qu'elles ne sont pas significatives

Tableau 22

Variables exclues[a]

Modèle		Bêta dans	t	Sig.	Corrélation partielle	Statistiques de colinéarité
						Tolérance
1	Sexe	,007[b]	,763	,452	,140	,830
	Qualité_Aliment	,007[b]	,802	,429	,147	,970
	Température	-,003[b]	-,396	,695	-,073	,899
	Oxygène	-,005[b]	-,601	,552	-,111	,914
	Salinité	-,023[b]	-3,259	,003	-,518	,981
	Ph	,003[b]	,354	,726	,066	,955
	Conductivité	-,020[b]	-2,777	,010	-,458	,999
2	Sexe	,005[c]	,627	,536	,118	,825
	Qualité_Aliment	,003[c]	,342	,735	,065	,938
	Température	,004[c]	,471	,642	,089	,827
	Oxygène	-,002[c]	-,275	,785	-,052	,899
	Ph	,005[c]	,654	,518	,123	,949
	Conductivité	,026[c]	,960	,345	,179	,071

a. Variable dépendante : Poids

b. Valeurs prédites dans le modèle : (constantes), Quantité_Aliments

c. Valeurs prédites dans le modèle : (constantes), Quantité_Aliments, Salinité

B) Pour la variable dépendante Taille :

Tableau 23

Variables introduites/supprimées[a]

Modèle	Variables introduites	Variables supprimées	Méthode
1	Quantité_Aliments	.	Pas à pas (critère : Probabilité de F pour introduire <= ,050, Probabilité de F pour éliminer >= ,100).
2	Conductivité	.	Pas à pas (critère : Probabilité de F pour introduire <= ,050, Probabilité de F pour éliminer >= ,100).
3	Oxygène	.	Pas à pas (critère : Probabilité de F pour introduire <= ,050, Probabilité de F pour éliminer >= ,100).

a. Variable dépendante : Taille

Tableau 24

Coefficients[a]

Modèle		Coefficients non standardisés		Coefficients standardisés	t	Sig.
		A	Erreur standard	Bêta		
1	(Constante)	6,055	,316		19,172	,000
	Quantité_Aliments	,835	,060	,931	14,015	,000
2	(Constante)	6,784	,396		17,123	,000
	Quantité_Aliments	,830	,054	,926	15,290	,000
	Conductivité	-,001	,000	-,162	-2,677	,012
3	(Constante)	7,464	,488		15,304	,000
	Quantité_Aliments	,864	,054	,965	16,140	,000
	Conductivité	-,001	,000	-,146	-2,538	,017
	Oxygène	-,696	,321	-,130	-2,165	,039

a. Variable dépendante : Taille

Tableau 25

Récapitulatif des modèles

Modèle	R	R-deux	R-deux ajusté	Erreur standard de l'estimation	Changement dans les statistiques				
					Variation de R-deux	Variation de F	ddl1	ddl2	Sig. Variation de F
1	,931[a]	**,868**	,863	,47898	,868	196,430	1	30	,000
2	,945[b]	**,894**	,886	,43625	,026	7,165	1	29	,012
3	,953[c]	**,909**	,899	,41090	,015	4,689	1	28	,039

a. Valeurs prédites : (constantes), Quantité_Aliments

b. Valeurs prédites : (constantes), Quantité_Aliments, Conductivité

c. Valeurs prédites : (constantes), Quantité_Aliments, Conductivité, Oxygène

Tableau 26

Variables exclues[a]

Modèle		Bêta dans	t	Sig.	Corrélation partielle	Statistiques de colinéarité
						Tolérance
1	Sexe	-,022[b]	-,303	,764	-,056	,830
	Qualité_Aliment	,147[b]	2,341	,026	,399	,970
	Température	,031[b]	,439	,664	,081	,899
	Oxygène	-,150[b]	-2,308	,028	-,394	,914
	Salinité	-,163[b]	-2,665	,012	-,444	,981
	Ph	-,085[b]	-1,265	,216	-,229	,955
	Conductivité	-,162[b]	-2,677	,012	-,445	,999
2	Sexe	-,032[c]	-,478	,637	-,090	,828
	Qualité_Aliment	,122[c]	2,061	,049	,363	,939
	Température	,093[c]	1,408	,170	,257	,813
	Oxygène	-,130[c]	-2,165	,039	-,379	,899
	Salinité	-,075[c]	-,322	,750	-,061	,070
	Ph	-,082[c]	-1,344	,190	-,246	,954
3	Sexe	-,109[d]	-1,629	,115	-,299	,679
	Qualité_Aliment	,062[d]	,715	,481	,136	,437
	Température	,087[d]	1,401	,173	,260	,811
	Salinité	-,067[d]	-,307	,761	-,059	,070
	Ph	-,040[d]	-,630	,534	-,120	,818

a. Variable dépendante : Taille

b. Valeurs prédites dans le modèle : (constantes), Quantité_Aliments

c. Valeurs prédites dans le modèle : (constantes), Quantité_Aliments, Conductivité

d. Valeurs prédites dans le modèle : (constantes), Quantité_Aliments, Conductivité, Oxygène



Figure 1 : La ferme «Titteri aquacole» **(Google Earth, 2022).**



Figure 2 : La ferme «Titteri aquacole» **(Achab et Dairi, 202**

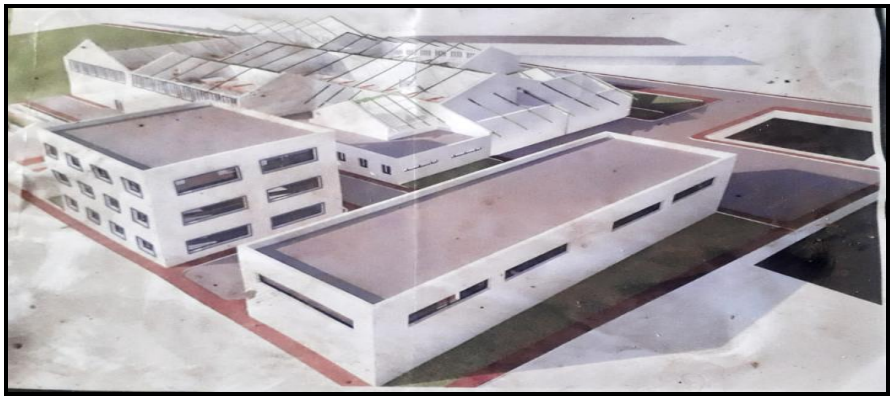


Figure 3 : Plan de la ferme «Titteri aquacole» **(Achab et Dairi, 2022)**



Figure 4 : Bassin d'élevage de Tilapia du Nil **(Achab et Dairi, 2022)**



Figure 5 : Système expérimental ATF ATM ACF ACM **(Achab et Dairi, 2022)**



Figure 6 : Chaudière à gaz
(Achab et Dairi, 2022)



Figure 7 : Pompe d'oxygène
(Achab et Dairi, 2022)



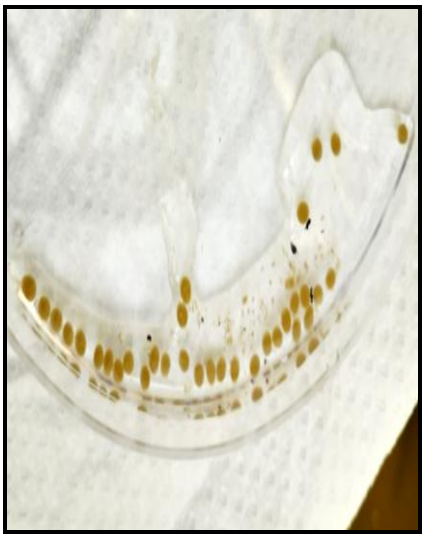


Figure 8 : Production des œufs poissons d'ATF **(Achab et Dairi, 2022)**



Figure 9 : Tilapia du Nil taille commerciale **(Achab et Dairi, 2022)**