



UNIVERSITE KASDI MERBAH, OUARGLA

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA
VIE



DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES

Mémoire de Fin d'Etudes

En vue de l'obtention du diplôme de

MASTER Professionnel

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Hydrobiologie marine et continentale

Spécialité : Aquaculture

Présenté par : - M^{elle} Amira Nesrine

- M^{elle} Ammari Assia

Thème

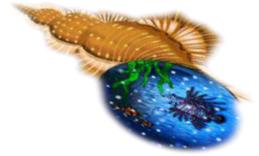
Effet de l'utilisation du Neem « Azadirachta indica » sur la différenciation sexuelle du Tilapia « Oreochromis niloticus »

Soutenu publiquement le : 03 / 07 /2021

Devant le jury :

Promoteur	M ^{elle} HIDOUCI S	M.C.B	U.K.M.-Ouargla
Co-promoteur	Mr HMIDAT M	AR	Directeur CNRDPA
Président	Mr BENALEM S	M.C.A	U.K.M.-Ouargla
Examinatrice	M ^{elle} MANAMANI R	M.A.A	U.K.M.-Ouargla

Année universitaire : 2020/2021



Remerciements

Dieu merci pour nous avoir donné la santé, la volonté et le courage sans lesquels ce Travail n'aurait pu être réalisé.

*Nos sincères remerciements s'adressent en second lieu à Madame **HIDOUCI S. (M.C.B ; Département des sciences biologiques - U.K, M.O)**, qui nous a honoré d'être notre promotrice.*

Grâce à son expérience elle nous a fait bénéficier de ces remarques pertinentes.

Les observations apportées au manuscrit ont contribué à le rendre plus concis et explicite, Nous la remercions infiniment pour ses précieux conseils, sa bonne humeur et sa disponibilité tout au long de notre stage pratique.

*Nos respects et nos reconnaissances vont à Monsieur **BENSALÉM S. (M.C.A ; Département des sciences Biologiques - U.K, M.O)**, qui nous a fait l'honneur de présider ce jury*

*Nos remerciements les plus profonds sont adressés à Madame **MANAMANI R. (M.C.B ; Département des sciences biologiques - U.K, M.O)**, pour avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Nous n'oublions jamais l'ensemble des enseignants d'**AQUACULTURE**.*

*Nous tenons à remercier en particulier M. Directeur de la station du **CNRDPA (Ouargla)** et co-promoteur **Mr HAMIDAT MOHAMED** pour toute l'aide qu'il nous a fourni.*

*Nous adressons, nos plus sincères remerciements aux personnels du **CNRDPA station Ouargla**, pour leur accueil et leur disponibilité tout au long de notre stage pratique, surtout **(GUERRIDA H, DJEBRITH.)***

*Nos remerciements et sincères reconnaissances vont à Monsieur **KHABAB A. (technicien supérieur en protection des végétaux, El Oued)**. Qui a eu l'amabilité de nous fournir la matière biologique ***NEEM et POISSON*** et apporter son aide et ses connaissances sur sa culture.*

Merci à toute personne qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail, merci pour leurs soutiens moral et matériel ainsi que pour leurs disponibilités et gentillesse.

AMIRAN

AMMARI A

Table des matières

Liste des abréviations.....	A
Listes des figures	B
Liste des tableaux	C
Introduction	2
CHAPITRE 1 : GENERALITES	
1.Biologie du Tilapia du Nil « <i>Oreochromis niloticus</i> »	5
1.1. Taxonomie.....	5
1.2. Comportement de reproduction.....	5
2.Le déterminisme et la différenciation sexuelle chez les poissons	6
2.1. Le déterminisme du sexe.....	6
2.2. La différenciation sexuelle.....	7
3.Induction d'une inversion sexuelle	8
3.1. Par les hormones stéroïdiennes	8
3.2. Par la Température	9
3.3. Hybridation.....	10
3.4. Le sexage manuel.....	10
3.5. Méthodes de stérilisation	11
3.5.1. Les manipulations génétiques : la triploïdisation	11
3.5.2. Méthodes de stérilisation envisagées : Utilisation des plantes	12
4.Le Neem	13
4.1. Classification botanique.....	13
4.2. Description de l'arbre	14

4.3. Composition chimique du Neem	16
-----------------------------------------	----

CHAPITRE 2 : MATÉRIEL ET MÉTHODES.....

2.Matériel	et	méthodes	
.....			21

2.1. Présentation du lieu d'étude	21
-----------------------------------------	----

2.2. Protocole expérimental	21
-----------------------------------	----

2.2.1. Production d'alevins	21
-----------------------------------	----

2.2.2. Traitement de masculinisation.....	23
-------------------------------------------	----

2.2.3. Préparation de l'aliment.....	23
--------------------------------------	----

2.2.4. Suivi de la qualité de l'eau d'élevage.....	24
----------------------------------------------------	----

2.2.5. Suivi des paramètres de croissance	24
-------------------------------------------------	----

2.2.6. Détermination du sexe	25
------------------------------------	----

2.3. Analyse statistique.....	27
-------------------------------	----

CHAPITRE 3 : RESULTATS.....

3.....	Résultats	
.....		29

3.1. Paramètres physico-chimiques des eaux d'élevage	29
------------------------------------------------------------	----

3.1.1. Température	29
--------------------------	----

3.1.2. pH	29
-----------------	----

3.1.3. Oxygène dissous (OD).....	30
----------------------------------	----

3.1.4. Salinité.....	31
----------------------	----

3.1.5. Nitrite	31
----------------------	----

3.2. Étude des paramètres biologiques	31
---------------------------------------------	----

3.2.1. Taux de survie	31
-----------------------------	----

3.2.2. Paramètres de croissance	31
---------------------------------------	----

3.2.3. Taux d'inversion sexuelle	34
----------------------------------------	----

CHAPITRE 4 : DISCUSSIONS.....

4.Discussion.....	39
<i>CONCLUSION.....</i>	
Conclusion.....	38
Références Bibliographiques.....	39
Annexes	48

Liste des abréviations

Abréviations	Significations
FAO	Food and Agriculture Organizations
TN	Traitement Nulle
TT	Traitement témoins
CE	Conductivité électrique
pH	Potentiel hydrogène
°C	Degré Celsius
SDAS	Station de Développement de l'Aquaculture Saharienne
T°	Température
Pmi	Poids moyen initial
Pmf	Poids moyen final
TS	Taux de survie
dS/m	Des- siemens par centimètre
GMPJ	Gain moyen de poids journalier
TCS	Taux de croissance spécifique

Listes des figures

Figures	Titres	Page
01	Tilapia du Nil mâles et femelles du même lot montrant le taux de croissance plus rapide des mâles	6
02	Processus de détermination et de différenciation sexuelle en fonction du temps chez les poissons	7
03	Méthodes utilisées par 83% des producteurs qui contrôlent le sexe du tilapia, montrant que 91,6% utilisent l'inversion hormonale du sexe	9
04	Dimorphisme sexuel de la papille Orifices uro-génital de tilapia du Nil <i>O. niloticus</i>	11
05	Production d'individus triploïdes 3n	12
06	Les utilisations possibles de Neem	14
07	Photographie d'un arbre de Neem (A) et des feuilles (B)	15
08	Fruits du neem	18
09	Fleure du neem	19
10	(A) les géniteurs femelles et (B) les géniteurs males	22
11	Les géniteurs dans la période de reproduction	23
12	(A), (B), présentation de feuille de neem	24
13	Photo de mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau d'élevage	25
14	Photos de mesure du poids(A) et de la taille des alevins (B)	26
15	Photos des gonades femelles (A) et gonades males(B)	26
16	Variations de la température de l'eau d'élevage des traitements Neem et témoin au cours de la période d'étude	27
17	Variations du pH de l'eau d'élevage de traitement Neem et témoin au cours de la période d'étude	29
18	Variations du pH de l'eau d'élevage de traitement Neem et témoin au cours de la période d'étude.	30
19	Evolution du poids moyen d' <i>Oreochromis niloticus</i> traité et témoin en fonction du temps	30
20	Variation du poids moyen d' <i>Oreochromis niloticus</i> » en fonction du traitement (T, N)	32
21	Variations du Gain de poids moyen journalier au cours de la période d'étude	32
22	Fluctuations du taux de croissance spécifique au cours de la période d'étude	33
23	Proportions de taux d'inversion chez les populations traitées (N) et témoin (T)	34
24	Proportion de mâles chez les populations traitées (N) et témoin (T)	35
25	Photos des coupes transversales des gonades femelles observées par microscope optique (X4)	36
26	Photos des coupes transversales des gonades males observée par microscope optique (X4)	37
27	Photos des coupes transversales des gonades males observée par microscope optique (X4)	37

Liste des tableaux

N°	Titres	Pages
1	La tolérance de <i>Oreochromis niloticus</i> aux paramètres physico-chimiques classiques de l'eau	7
2	Poids des géniteurs d' <i>Oreochromis niloticus</i> utilisés pour la production d'alevins	22
3	Moyennes et écart-types des paramètres physico-chimiques des eaux d'élevage	31
4	Résumé les différents paramètres de croissances suivis et calculés au cours de la période d'étude	34
5	Sexage manuel et du squash gonadique pratiqués sur les individus d' <i>Oreochromis niloticus</i>	35

Introduction

Introduction

L'aquaculture est actuellement le segment croissant de production d'aliment dans le monde. Parmi toutes les productions animales, elle est celle qui présente le plus fort taux de progression, avec près de 13% de croissance par an, et elle fournit environ 52% de la consommation mondiale en poisson (FAO., 2020).

Le tilapia du Nil est une espèce aquacole importante qui est classée au deuxième rang des poissons les plus produits avec une production mondiale annuelle de 5,6 millions de tonnes par an (Fitzsimmons, 2016).

Chez le tilapia du Nil, *Oreochromis niloticus*, la production de populations monosexes mâles est un enjeu important pour la rentabilité des élevages (Baroiller *et al.*, 2009; Singh, 2013) et est préféré au système sexuel mixte en raison du dimorphisme sexuel de la taille, les mâles étant considérablement plus gros que les femelles (Beardmore *et al.*, 2001).

En effet, chez les espèces du genre *Oreochromis* où l'incubation buccale est strictement femelle (Trewavas, 1983), l'utilisation en élevage de populations exclusivement mâles permet de bénéficier de la meilleure croissance des mâles (Beardmore *et al.*, 2001) et d'empêcher toute reproduction spontanée chez cette espèce à maturité sexuelle précoce (5-6 mois) dont le cycle est continu (mensuel) et asynchrone entre les femelles, en l'absence d'un tel contrôle, on observe alors, en milieu fermé (étangs, bacs...), une prolifération en alevins et juvéniles qui se traduit par une réduction de la croissance globale de la population en raison du surpeuplement et de la concurrence alimentaire (Beardmore *et al.*, 2001; Baroiller *et al.*, 2009).

Plusieurs méthodes ont été développées pour produire des populations monosexes mâles chez les tilapias (Baroiller *et al.*, 2009; Cnaani and Levavi-Sivan, 2009; Lozano *et al.*, 2013). Actuellement, les populations monosexes masculines sont produites principalement par les traitements androgènes (17- α méthyltestostérone). Cependant, l'utilisation de stéroïdes en aquaculture n'est pas souhaitable et elle est évitée dans de nombreux pays, sur compte de ses effets environnementaux négatifs (Baroiller *et al.*, 2009). De plus, la 17- α méthyltestostérone est assez cher et pas facilement disponible dans de nombreux pays en développement.

L'utilisation de mâles YY (Alcántar-Vázquez *et al.*, 2014) est bien moins répandue, et les autres méthodes (sexage manuel, hybrides, fortes températures) restent encore très marginales.

Selon une enquête récente (Baroiller and D'Cotta, 2018), 5% des producteurs seulement utilisent les mâles YY (coût élevé, complexité de gestion de ces géniteurs non disponibles pour beaucoup de souches d'élevage), tandis que 95% d'entre eux privilégient l'inversion hormonale.

Le développement d'approches non hormonales pour un contrôle du sexe respectant le consommateur et l'environnement nécessite d'abord une meilleure connaissance du déterminisme et de la différenciation du sexe chez les poissons et en particulier chez les tilapias.

De nombreuses plantes ont été utilisées pour produire une population majoritairement masculine de tilapia en aquaculture (Khakong *et al.*, 2011; Gabriel *et al.*, 2017; Gabriel, 2019; Ghosal and Chakraborty, 2020).

Le présent travail a pour objectif principal d'étudier l'effet des feuilles de Neem « *Azadirachta indica* » utilisé dans l'alimentation sur la différenciation sexuelle de tilapia du Nil « *Oreochromis niloticus* » afin d'obtenir une population mono sexe male.

L'expérience a été effectuée au niveau du centre de recherche et de développement de la pêche et de l'aquaculture à Hassi Ben Abdallah (CNRDPA) Ouargla.

Quatre grands axes constituent le squelette de notre travail

- **Axe 1** : des généralités sur le modèle biologique choisi, la différenciation sexuelle et l'inversion sexuelle
- **Axe 2** : concerne la partie expérimentale et explique la conduite d'élevage, et les traitements exercés sur les différents lots de poisson
- **Axe 3** : comporte les résultats obtenus
- **Axe 4** : Discussion et conclusion

CHAPITRE 1 :
GENERALITES

1. Biologie du Tilapia du Nil « *Oreochromis niloticus* »

1.1. Taxonomie

Le groupe des tilapias comprend 77 espèces (Thys Van Den Audenaerde, 1968). Il appartient au super ordre des poissons téléostéens et à la famille des Cichlidés (George, 1997). Le tilapia du Nil est originaire d'Afrique (Bezault *et al.*, 2011).

Plusieurs espèces de tilapia utilisées en aquaculture ont été introduites dans de nombreuses régions du monde tropicales, subtropicales et même tempérées durant la seconde moitié du 20^{ème} siècle (Yi and Lin, 2000). Du fait de ces introductions et de ses impressionnantes capacités d'adaptation à de nombreux milieux, le tilapia est aujourd'hui élevé dans plus de 100 pays. Le genre *Tilapia* a été décrit pour la première fois par Smith (1840). Sa classification repose en particulier sur son comportement de reproduction et parental, et ses régimes alimentaires. Trois genres sont ainsi distingués (Nelson *et al.*, 2016): *Oreochromis*, *Tilapia* et *Sarotherodon*. Le genre *Oreochromis* se caractérise par une incubation buccale exclusivement maternelle des œufs et alevins. Dans le genre *Sarotherodon*, la descendance est incubée soit exclusivement par le mâle, soit par les deux parents. Enfin, le comportement parental est un peu moins élaboré dans le genre *Tilapia* qui est un pondeur sur substrat, dont les œufs collants, sont fixés dans un nid et protégés par les deux parents qui ventilent ces œufs par des mouvements réguliers de nageoire caudale (Baroiller and Jalabert, 1989; Baroiller and Toguyeni, 2004)

Seconde production piscicole mondiale, il est devenu un produit de consommation courante dans de nombreux pays, en particulier du Sud. Trois espèces font aujourd'hui l'objet d'élevages à une échelle significative : *O. niloticus*, *O. aureus*, *O. mossambicus* ainsi que leurs hybrides (FAO., 2020).

1.2. Comportement de reproduction

Les tilapias sont des espèces de poissons gonochoriques. Ils atteignent leur maturité sexuelle très précocement, dès 4-5 mois dans certaines conditions. Le tilapia du Nil élabore un comportement de parade associé à des patrons de colorations spécifique des deux parents : le mâle devient noir au niveau de la nageoire caudale tandis que la femelle présente des stries sur ses flancs (Baroiller and Jalabert, 1989).

Le mâle établit un territoire en creusant un cratère en guise de nid et garde son territoire. Ce nid sera ensuite utilisé par la femelle pour y déposer ses œufs, lesquels vont ensuite être fertilisés par le mâle.

Immédiatement après, la femelle va collecter les œufs dans sa bouche et monter vers les eaux peu profondes où elle va les incuber en les faisant tourner continuellement dans sa cavité buccale. L'éclosion a lieu environ 4 jours plus tard dans la bouche de la femelle et la vésicule vitelline met ensuite 4 à 5 jours à se résorber. Dès lors, les larves sont capables de se nourrir et s'échappent de la bouche de la femelle (Baroiller *et al.*, 2014).

Le nombre d'œufs par ponte est proportionnel au poids corporel de la femelle : une femelle de 200g peut produire de 400 à plus de 2000 œufs. Une femelle élevée dans de bonnes conditions, à une température de 25 à 28°C, peut se reproduire en moyenne tous les 27 jours si elle incube ses pontes ou tous les 15 jours si on lui retire ses œufs de la bouche à chaque nouvelle reproduction (Tacon *et al.*, 2000). Pendant les phases d'incubation buccale et de protection des larves, les femelles ne se nourrissent pas. Leur croissance est donc plus faible que celle des mâles (Baroiller *et al.*, 2014). C'est pourquoi le dimorphisme de croissance est en faveur des mâles, il a été signalé dans différentes conditions de culture (Fig.1) (Kamaruzzaman *et al.*, 2009).

A des températures inférieures à 22-24°C, la production d'œstradiol et donc la vitellogenèse sont inhibées, et la reproduction est interrompue (Baroiller and Toguyeni, 2004).



Figure 1 : Tilapia du Nil mâles et femelles du même lot montrant le taux de croissance plus rapide des mâles.

2. Le déterminisme et la différenciation sexuelle chez les poissons

2.1. Le déterminisme du sexe

Lors de la reproduction sexuée, la fécondation et le développement embryonnaire fait intervenir respectivement le déterminisme du sexe et la différenciation sexuelle (fig. 2). Selon

(Hayes, 1998), le déterminisme du sexe est l'ensemble des mécanismes génétiques et/ou environnementaux qui régissent le processus de différenciation sexuelle. La différenciation sexuelle, quant à elle, désigne les processus génétiques et physiologiques du développement des gonades non encore différenciées en ovaires (gonades femelles) ou en testicules (gonades mâles) (Hake and O'Connor, 2008; Piferrer *et al.*, 2012).

L'interaction de ces deux mécanismes est indispensable pour le développement d'un sexe phénotypique (mâle et/ou femelle) correspondant au génotype (Piferrer, 2001). Chez les téléostéens gonochoriques, des facteurs physiologiques et environnementaux peuvent influencer la différenciation sexuelle et conduire en conséquence à des sexes phénotypiques différents du sexe génotypique. A cause de la diversité de leur mode de reproduction et du système de détermination du sexe pouvant être génétique ou environnemental ou mixte (Devlin and Nagahama, 2002), les poissons téléostéens gonochoriques présentent un grand intérêt en termes d'étude du déterminisme et la différenciation du sexe parmi les vertébrés (Baroiller and d'Cotta, 2001).

Le déterminisme sexuel regroupe l'ensemble des éléments génétiques qui sont responsables de l'existence des gonades, c'est-à-dire le groupe de gènes responsables de la formation des gonades.

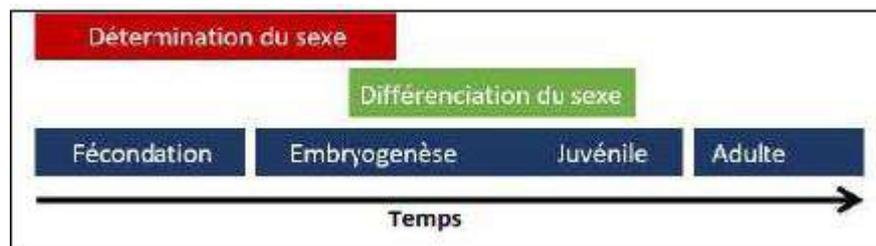


Figure 2 : Processus de détermination et de différenciation sexuelle en fonction du temps chez les poissons (modifié par Degrange, 2019)

2.2. La différenciation sexuelle

La différenciation sexuelle est liée aux événements qui interviennent pendant le développement de l'individu et qui permettent l'expression du sexe génétique en sexe phénotypique approprié. La différenciation sexuelle regroupe donc l'ensemble des processus qui se passent dans la gonade primordiale. C'est-à-dire la migration des germes des cellules primordiales, l'établissement des gonades et la différenciation de ces dernières en testicules ou ovaires (Bruslé and Bruslé, 1983).

Chez les tilapias la différenciation sexuelle intervient d'abord chez les femelles puis chez les mâles (Baroiller, 1988) et cette différence peut être observée par des coupes histologiques des gonades bien avant que tout changement externe ne soit visible chez les individus (Piferrer, 2001). Les signes précurseurs d'une différenciation en faveur du sexe femelle, sont l'entrée des oogonies en méiose et/ou la prolifération de cellules somatiques pour former la cavité ovarienne (Bruslé and Bruslé, 1983; Nakamura *et al.*, 1998).

Chez le mâle, la différenciation sexuelle intervient plus tard et est caractérisée par l'apparition des spermatogonies, l'arrangement des cellules germinales et cellules somatiques en lobules et la différenciation du système vasculaire du testicule (Piferrer, 2001). Chez certaines espèces comme celles du genre *Oreochromis*, une différenciation morphologique des gonades précède la différenciation cytologique (Strüssmann and Nakamura, 2002).

La différenciation sexuelle chez les poissons peut suivre deux voies possibles : dans un premier cas, les cellules gonadiques primordiales se différencient directement soit en ovaire soit en testicule. C'est le cas des espèces dites différenciées.

Le second cas est la différenciation où, à l'éclosion, tous les animaux ont des gonades non différenciées. Plus tard dans la croissance, chez approximativement la moitié des poissons, la différenciation en faveur du sexe femelle s'arrête et la différenciation en faveur du sexe mâle continue. Les espèces qui suivent cette voie sont dites espèces indifférenciées (Yamamoto, 1969). La connaissance de la nature des inducteurs de la différenciation sexuelle est d'une importance capitale pour l'efficacité du contrôle du sexe.

3. Induction d'une inversion sexuelle

3.1. Par les hormones stéroïdiennes

Même chez les espèces avec un déterminisme génétique fort, la différenciation gonadique reste un processus flexible comme le démontre les nombreuses expériences d'inversions sexuelles réalisées chez les poissons. Des traitements masculinisant ou féminisant par administration de stéroïdes sexuels exogènes (androgènes et œstrogènes respectivement) ont été établis chez plus de 50 espèces de téléostéens (Hunter and Donaldson, 1983; Pandian and Sheela, 1995; Piferrer, 2001; Devlin and Nagahama, 2002).

De nombreux stéroïdes naturels ou synthétiques peuvent être utilisés et leur administration se fait généralement par inclusion dans la nourriture ou par immersion, et de façon plus

anecdotique par injection ou implant (Pandian and Sheela, 1995). Chez le tilapia et de nombreuses autres espèces, l'administration alimentaire est préférée pour sa facilité de mise en œuvre. Une solution alcoolique contenant l'hormone est mélangée à l'aliment qui est ensuite séché pour permettre l'évaporation de l'alcool (Piferrer, 2001).

Chez le tilapia, les traitements masculinisant à la 17α -méthyltestostérone sont généralement appliqués à partir de 10 jpf (premier nourrissage) pour une période de 3 à 4 semaines (Baroiller and Jalabert, 1989; Abucay and Mair, 1997; Phelps and Popma, 2000).

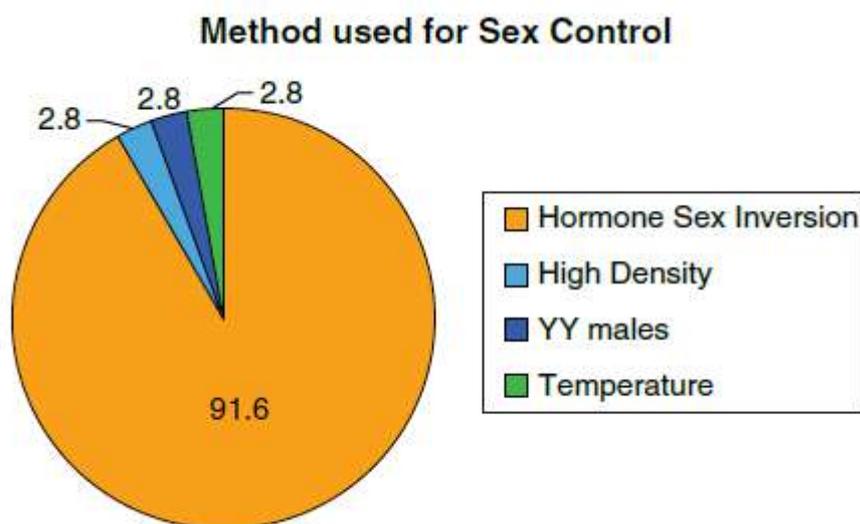


Figure 3 : Méthodes utilisées par 83% des producteurs qui contrôlent le sexe du tilapia, montrant que 91,6% utilisent l'inversion hormonale du sexe (Baroiller and D'Cotta, 2019)

3.2. Par la Température

La température est le principal facteur environnemental pouvant contrôler ou influencer la différenciation du sexe chez les poissons. Une thermosensibilité de la différenciation sexuelle a été mise en évidence chez le tilapia du Nil « *Oreochromis niloticus* » (Baroiller *et al.*, 1995). L'importance de la température et des facteurs génétiques (chromosomes sexuels) dans le contrôle de la différenciation est très variable d'une espèce à l'autre, chez le *Oreochromis niloticus*, le sexe est génétiquement déterminé en dessous de 32 °C et des températures supérieures (jusqu'à 36 °C) induisent une masculinisation de femelles génotypiques (Baroiller and D'Cotta, 2019).

Chez cette espèce, des températures élevées appliquées durant la période de différenciation des gonades, à partir de 10 jpf et pour une période minimale de 10 jours peuvent induire des taux de masculinisation supérieur à 90 %.

L'efficacité de tels traitements est cependant très variable d'une famille à l'autre, certains couples de géniteurs pouvant donner des descendance hautement thermosensibles et d'autres des descendance insensibles avec des sex-ratios équilibrés (Baroiller *et al.*, 1995; Baras *et al.*, 2001; Baroiller and d'Cotta, 2001; Tessema *et al.*, 2006)

3.3. Hybridation

L'hybridation entre deux espèces peut donner une population monosexue mâle. (Hickling, 1960) fut le premier à réussir à produire une descendance 100% mâle issue d'un croisement entre deux espèces différentes de tilapia, *Oreochromis mossambicus* femelle (XX) et *Oreochromis hornorum* mâle (ZZ). De même des populations monosexes mâles furent obtenues après croisement entre *Oreochromis niloticus* (XX) et *Oreochromis hornorum* (ZZ) puis entre *Oreochromis niloticus* (XX) et *Oreochromis aureus* (ZZ) (Wohlfarth *et al.*, 1990; Wohlfarth, 1994). Cependant, l'aspect de ces hybrides est peu apprécié des consommateurs (coloration très foncée) et leur croissance faible. De plus, ces croisements ne produisent pas toujours 100% de populations monosexes mâles (Mires, 1977; Wohlfarth, 1994).

3.4. Le sexage manuel

Le sexage manuel précoce est basé sur le dimorphisme sexuel de la papille urogénitale (fig.4) (Huet *et al.*, 1972; Balarin and Hatton, 1979). Cette méthode n'est cependant réalisable que sur des individus de 30 à 50 g chez *Oreochromis niloticus* (LAZARD, 1980; Mélard, 1986)

L'élevage des femelles (environ 50% de la population) jusqu'à ce stade de sexage mobilise non seulement une partie des infrastructures d'élevage mais aussi consomme la moitié du coût d'alimentation. Cette technique de sexage requiert également une main d'œuvre qualifiée et du temps, avec des risques d'erreurs estimés à environ 2,7 à 10% (LAZARD, 1980; Chervinski, 1982).

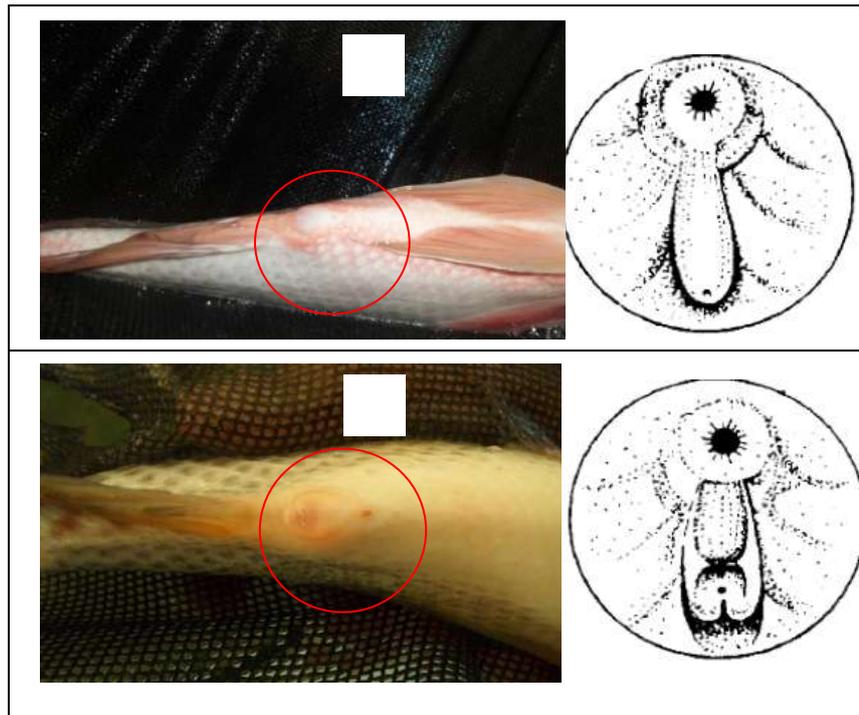


Figure 4 : Dimorphisme sexuel de la papille Orifices uro-génital de tilapia du Nil *O. niloticus* des mâles (A) et des femelles (B) (Adjanke, 2011)

3.5. Méthodes de stérilisation

3.5.1. Les manipulations génétiques : la triploïdisation

Les manipulations génétiques par triploïdisation sont utilisées chez de nombreuses espèces d'intérêt aquacole pour produire des poissons stériles. Le succès de cette stérilité va dépendre de plusieurs facteurs : le sexe, l'espèce choisie, la méthode de traitement employée et la qualité des œufs qui seront utilisés (Maxime, 2008).

La triploïdie repose sur l'utilisation de chocs thermiques (chauds ou froids) ou hyperbares (pression) qui, en empêchant l'expulsion du 2ème globule polaire lors de la seconde division méiotique, permettent de doubler la contribution génétique nucléaire d'origine maternelle ($2n$). Le spermatozoïde, quant à lui, apporte le 3ème "stock" (n), pour obtenir un individu $3n$ (Fig.5). Cette technique est utilisée depuis très longtemps pour produire des poissons 'stériles' en particulier chez les salmonidés (Linhart *et al.*, 2006).

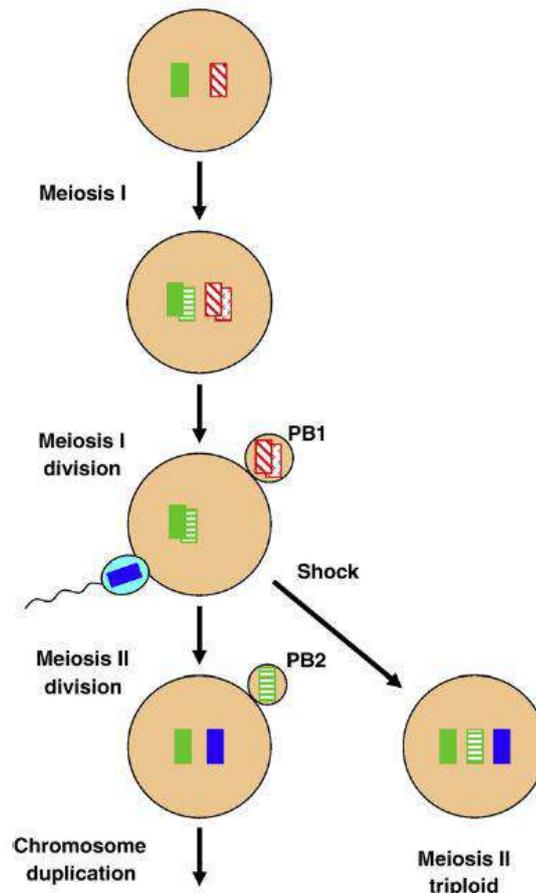


Figure 5 : Production d'individus triploïdes $3n$ (Piferrer *et al.*, 2009).

3.5.2. Méthodes de stérilisation envisagées : Utilisation des plantes

Les plantes médicinales ont déjà été utilisées avec succès pour induire la stérilité d'animaux de laboratoire (Gary and Garg, 1971; Bodharkar, 1974. ; Das, 1980). La graine de papaye administrée oralement à des rats albinos mâles contrôle leur reproduction (Udoh and Kehinde, 1999). Elles contiennent des molécules actives comme la caricacine (une enzyme), la carpasemine (un inhibiteur de croissance des plantes) et des glycosides oléaniques, reconnus pour causer la stérilité chez les rats mâles (Das, 1980).

L'efficacité du contrôle de la reproduction chez le rat par les graines de papaye, à court-terme, a déjà été établie de nombreuses fois dans la littérature (Gary and Garg, 1971; Das, 1980). Une stérilité partielle ou totale, selon la dose administrée, faible ou forte, est observée chez des rats albinos mâles (Manivannan *et al.*, 2009)

Chez les poissons, (Jegade and Fagbenro, 2008) ont démontré qu'une introduction de Neem à une concentration de 1,5 et 2 g/Kg d'aliment, provoquait une désintégration des cellules testiculaires et ovariennes chez le *Tilapia zillii* à poids moyen de 40 g.

4. Le Neem

Azadirachta indica, appelé Neem ou Nim dans la plupart des régions du monde, est l'un des très rares arbres connus dans le sous-continent indien depuis l'Antiquité (Puri, 1999)

Le Neem a attiré une notoriété mondiale en raison de sa vaste gamme de propriétés médicinales telles que antibactériennes, antivirales, antifongiques, antiprotozoaires, hépatoprotectrices, immunomodulatrices et diverses autres propriétés sans aucun effet indésirable (fig.6) (Kale *et al.*, 2003; Wankar *et al.*, 2009).

L'arbre est introduit dans plusieurs pays en voie de développement, et particulièrement en Afrique tropicale. Il a fait l'objet d'intenses campagnes de plantations au cours des dernières années (Puri, 1999).

Le Neem a attiré l'attention des chercheurs du monde entier et diverses études ont été publiées à ce sujet; les plus importants d'entre eux sont (Warthen, 1979; Schwinger *et al.*, 1983; Warthen Jr, 1989; Ascher, 1993; Morgan, 2009).

4.1. Classification botanique

Le Neem peut être classé comme suit ((Schmutterer, 1995; Puri, 1999) :

Règne : Planta

Ordre : Rutales

Sous ordre : Rutineae

Famille : Meliaceae

Sous famille : Melioideae

Genre : *Azadirachta*

Espèce : *Indica* A. Juss

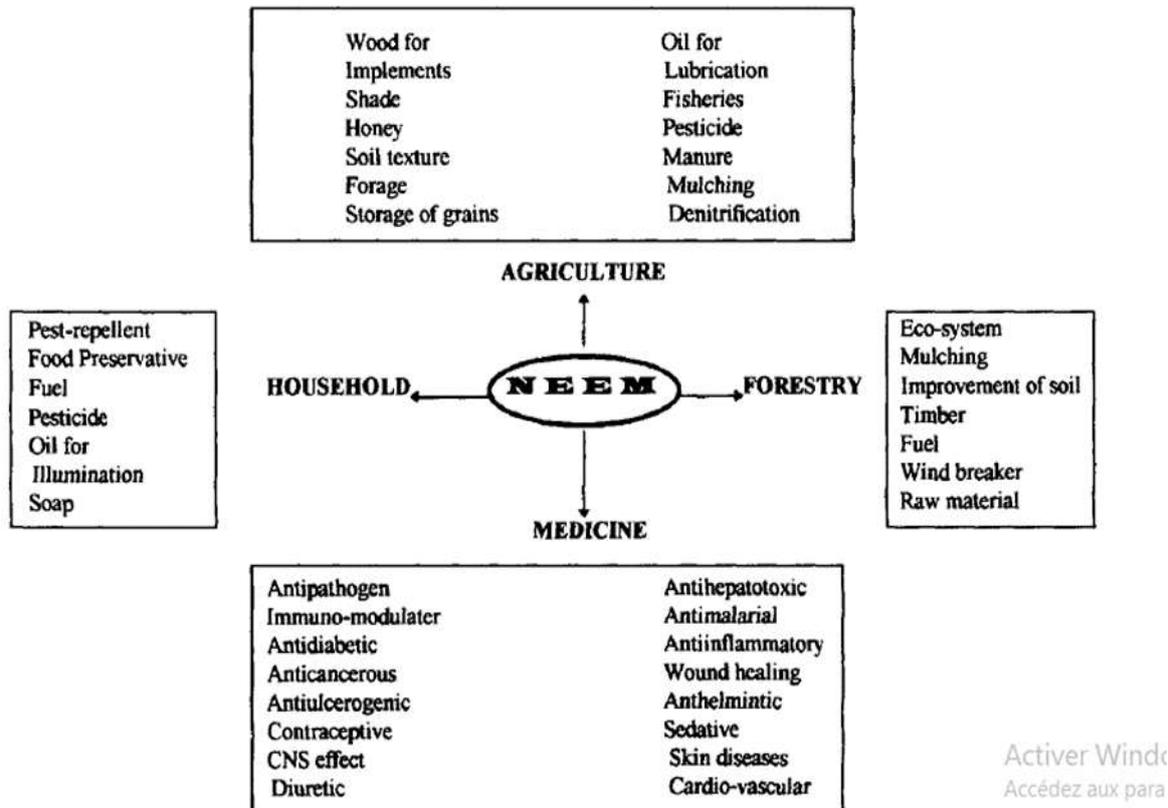


Figure 6. Les utilisations possibles de Neem (Puri, 1999)

4.2. Description de l'arbre

Le Neem est une plante verte attrayante avec une multitude de feuilles (Fig.7). C'est un arbre à croissance rapide qui peut atteindre 15 à 20 m de hauteur (Schmutterer, 1995), souvent 20 à 30 m (Puri, 1999) et plus rarement 35 à 40 m.

C'est un arbre à feuillage persistant ; mais dans des zones très sèches, les jeunes arbres peuvent parfois perdre la plupart ou la totalité de leurs feuilles pendant un temps relativement court, et de nouvelles feuilles de couleurs généralement rosâtres à vertes peuvent réapparaître durant les mois de mars et d'avril.



Figure 7. Photographie d'un arbre de Neem (A) et des feuilles (B)

Le Neem peut se développer sur de nombreux types de sols, mais est mieux adapté aux sols bien drainés et sableux (Schmutterer, 1995), et meurt rapidement si le site est saturé d'eau (Council, 2002). Un pH des sols compris entre 6,2 et 7 semble être le mieux adapté à cet arbre (Fishwick, 1989), mais des pH de 5,9 à 10 peuvent être tolérés dans certaines conditions.

Typique des régions tropicales et subtropicales, où les températures moyennes annuelles varient entre 21 et 32°C, il peut tolérer des températures élevées, par exemple dans le Nord- Est et le centre de l'Afrique où les températures à l'ombre peuvent atteindre 50°C durant les mois d'été (Schmutterer, 1995; Council, 2002). A l'inverse, des températures inférieures à 4°C et les gels prolongés conduisent à la mue des feuilles et la mort des jeunes plantes.

Enfin, la lumière est un facteur environnemental très important pour la croissance de la plante. Bien que les jeunes arbres soient souvent dans l'ombre, les arbres matures ont besoin de beaucoup de lumière. A titre d'exemple, le taux net de la photosynthèse, mesuré en Australie est de 10-17 $\mu\text{mol CO}_2.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-2}$, ce qui est élevé par rapport à d'autres arbres fruitiers tropicaux (Gruber, 1991).

4.3. Composition chimique du Neem

Les premiers chimistes indiens se sont concentrés sur les principes amers de l'huile de neem (Siddiqui, 1942) en ont rendu compte. (Siddiqui and Mitra, 1945) ont isolé la nimbine, le composé amer cristallin, et a développé plus tard une méthode de séparation de ces amers (Siddiqui, 1945).

Selon (Govindachari, 1992), après les travaux sur la nimbine, l'intérêt pour les constituants du neem est devenu dormant à l'exception de l'isolement de deux nouveaux composés, la vilasinine et la vépénine. Avec la découverte de l'activité du composé de neem qui supprimait l'alimentation des criquets (Butterworth and Morgan, 1968), la chimie détaillée de ceux-ci a reçu un nouveau stimulus. Des études très exhaustives ont été menées, en particulier sur le composé actif connu, l'azadirachtine (Lavie *et al.*, 1971; Schwinger *et al.*, 1983; Morgan and Mandava, 1987; Balandrin *et al.*, 1988; Siddiqui *et al.*, 2009).

D'autres composés ont été signalés tels les Constituants terpénoïdes (Protolimonoïdes, Limonoïdes, Pentatriterpénoïdes, Hexatriterpénoïdes) et les Constituants non terpénoïdes (Hydrocarbures, Acide gras, stéroïdes, Phénols, Flavonoïdes, Autres composés).

CHAPITRE 2 :
MATÉRIEL ET
METHODES

2. Matériel et méthodes

La partie expérimentale de la présente étude a été menée au centre national de recherche et de développement de la pêche et de l'aquaculture « Station Hassi Ben Abdallah Ouargla » du 22/02/2021 au 22/05/2021.

La réalisation des coupes histologiques a été effectuée au Laboratoire d'anatomo-pathologie de l'hôpital Mohamed Boudiaf – Ouargla et la prise des photos sur microscope optique au laboratoire de recherche de bioressources sahariennes de l'université Kasdi Merbah, Ouargla.

2.1. Présentation du lieu d'étude

Le centre national de la recherche et du développement de la pêche et de l'aquaculture Ouargla, appelé également station de développement de l'aquaculture saharienne (SDAS) situé à Hassi Ben Abdallah, Cette station a été créé en octobre 2005 sur une surface totale de 9119 m², dirigée par un ensemble d'ingénieurs en aquaculture.

Elle est composée de 03 blocs et une exploitation :

- ❖ Administration
- ❖ Salle d'élevage
- ❖ Laboratoire
- ❖ L'exploitation

Les activités réalisées au niveau de cette station se résume dans le suivie d'élevage du tilapia et le poisson chat l'installation de système aquaponie ainsi que la culture de (la spiruline, l'Azolla et la lentille d'eau).

2.2. Protocole expérimental

2.2.1. Production d'alevins

Seize Tilapias du Nil (*Oreochromis niloticus*) sexuellement matures ont été installé dans un raceway à raison de 4 mâles et 12 femelles (ratio de 1 mâle sur 3 femelles) (Fig. 10), pour la production de larves nécessaires à l'expérimentation de masculinisation.

Un poids moyen de 189.5 ± 53.40 g pour les mâles ; quant aux femelles, présentent un poids moyen de 131.03 ± 34.77 g (Tab. 2).

Les géniteurs ont été nourris 3 fois par jour (avec une alimentation en granulés de 50 % de protéine brute) et surveillés pour le frai. Des larves de Tilapia du Nil fraîchement éclos ont été collectés, contrôlé (Fig. 10), puis distribués au hasard à raison de 50 larves par aquarium en fonction du traitement (Fig. 10).



Figure 10 : Préparation des couples pour la production des larves : les géniteurs (A), larves (B)

Tableau 2 : Poids des géniteurs d'*Oreochromis niloticus* utilisés pour la production D'alevins

Mâles (g)	Femelles (g)
263	177
	176
	181
195	159.3
	128
	129
151	106
	112
	128
149	103.6
	79
	94.1

2.2.2. Traitement de masculinisation

Le traitement de masculinisation a été exercé sur les larves pendant 30 jours, dans ce traitement on a utilisé la poudre de feuille de Neem « *Azadirachta indica* », cette dernière a été incorporée dans l'alimentation des larves avec une concentration (TN) (Fig. 11), un témoin (TT) a été réalisé pour comparaison, où les larves ont été nourries avec l'aliment sans addition de la poudre de feuille de neem. On compte 3 répétitions par traitement, dans chaque répétition 50 larves.

Après la période de traitement, les alvins ont été maintenus pendant une période de 2 mois, suite à laquelle sera effectué l'identification du sexe et l'évaluation de l'efficacité du traitement par calcul des proportions mâles et femelles.

2.2.3. Préparation de l'aliment

L'aliment utilisé durant l'expérience est un aliment commercial importé de marque « CJ » présenté dans des sacs de 20 kg sous forme de poudre avec un taux de 50 % de protéine brute

Les larves du traitement témoin sont nourries avec cet aliment 6 fois/jour pendant 30 jours.

Les larves du traitement de masculinisation, sont nourries également 6 fois/jour pendant 30 jours, avec le même aliment à lequel on a ajouté une concentration de poudre de feuilles de Neem « *Azadirachta indica* » (Fig. 11). Les feuilles de Neem « *Azadirachta indica* » ont été fournies par la ferme Aquasud farm, de monsieur Khabeb Allal de Oued Souf, où elle a été cultivée et adaptée.



Figure11 : Préparation de l'aliment de masculinisation. A : la poudre de Neem, B : le mélange aliment et poudre de Neem.

2.2.4. Suivi de la qualité de l'eau d'élevage

Tout au long de la période d'étude, les paramètres physico-chimiques des échantillons d'eau, y compris la température de l'eau, le pH, l'oxygène dissous, la salinité et nitrites, ont été mesurés quotidiennement sauf pour les nitrites, les mesures étaient hebdomadaires. Selon la méthode électro métrique (Rodier *et al.*, 2016), à l'aide d'un multi paramètre de type «water quality meter 8603» (Fig. 8). Les mesures ont été effectuées après calibration conformément au manuel d'instructions fourni par le fabricant, en plongeant la sonde dans l'eau pendant environ 1 à 2 minutes, puis les lectures ont été enregistrées, en degré Celsius pour la température, mg/L pour l'oxygène dissous et g/L pour la salinité.



Figure 12 : Mesure des paramètres physico-chimiques des eaux d'élevage

2.2.5. Suivi des paramètres de croissance

Le contrôle de la croissance des alevins a été réalisé chaque quinze jours. Il consistait à peser et à mesurer individuellement tous les poissons de chaque aquarium à l'aide d'une balance de marque Kern et d'un ichtyomètre gradué en centimètre. Ce contrôle permet d'évaluer l'évolution de la biomasse.



Figure 13 : Mesure de la taille (A) et du poids (B) des alevins.

Pour estimer la croissance des poissons au cours de l'expérimentation, différents paramètres zootechniques et indices ont été calculés.

- **Poids moyen initial (Pmi)**

$Pmi (g) = \text{Biomasse initiale (g)} / \text{Nombre initial de poisson.}$

- **Poids moyen final (Pmf)**

$Pmf (g) = \text{Biomasse finale (g)} / \text{Nombre final de poisson.}$

- **Taux de survie (TS).** Ce taux a permis de connaître l'effet de la substitution sur la Suivie des poissons.

$TS \text{ en } \% = (\text{Nombre d'individu en fin d'expérimentation} / \text{Nombre d'individu initial}) \times 100.$

- **Gain moyen de poids journalier (GMPJ).** Ce coefficient permet d'évaluer l'efficacité des aliments utilisés sur la croissance des poissons. Il se traduit par la formule suivante : $GMPJ \text{ en } g/j = \text{Gain de poids} / \text{Durée de l'expérimentation.}$

- **Taux de croissance spécifique (TCS).** Le TCS donne la vitesse instantanée de croissance des poissons. Il s'exprime par la formule suivante :

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

2.2.6. Détermination du sexe

La détermination du sexe des alevins a été faite manuellement par l'examen de la papille génitale, et confirmé par la technique dite du squash gonadique de (Guerrero and Shelton, 1974).

La technique du squash gonadique est un outil fiable dès que la différenciation sexuelle est suffisamment avancée. Elle peut donc être utilisée de façon précoce.

Les ovaires apparaissent plus trapus alors que les testicules sont filiformes et occupent toute la longueur de la cavité (Fig. 14A et B). Une partie de ces gonades (138 individus mâles et femelles) a été conservé au formol et a servi à la réalisation de coupes histologiques pour plus d'illustration (protocole en annexe.6).



Figure 14 : Sexage des alevins : Mâle (A), Femelle (B), Hermaphrodite (C).



Figure 15 : Préparation des coupes histologiques des gonades.

2.3. Analyse statistique

Dans tous les cas les statistiques descriptives (moyenne \pm écart type) sont utilisées pour décrire l'ensemble des résultats. Avant toute analyse statistique nous avons vérifié l'homogénéité des variances.

Des tests ont été effectués pour la comparaison des moyennes. Le seuil de signification a été déterminé à 0,05.

Tous les tests statistiques ont été effectués à l'aide d'un logiciel statistique XLSTAT version 2014.5.03.

CHAPITRE 3 :
RESULTATS

3. Résultats

3.1. Paramètres physico-chimiques des eaux d'élevage

3.1.1. Température

La température des eaux d'élevage est relativement similaire pour les deux traitements pendant toute l'expérience ($p = 0.085$), elle varie entre 21.9 et 30.5 °C, avec une moyenne $27,03 \pm 0,85^\circ\text{C}$ pour les eaux du traitement du Neem. Pour les eaux du Témoin elle varie entre 23.5 et 30.4 °C avec une moyenne de $27.16 \pm 0.53^\circ\text{C}$ (Fig. 17).

En revanche on enregistre des différences très hautement significatives dans les variations temporelles ($p = 0.0001$), où on observe que la température est plus élevée en fin de l'expérimentation qu'à son début.

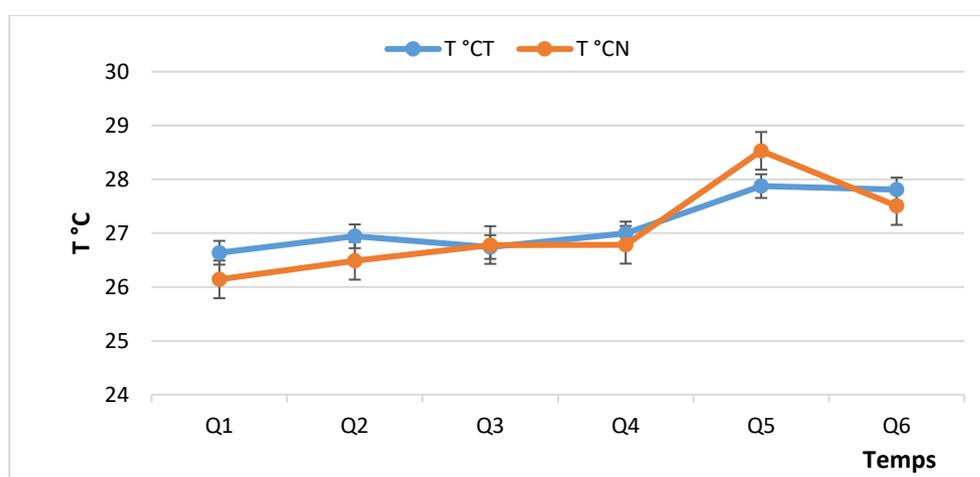


Figure17 : Variations de la température de l'eau d'élevage des traitements Neem et témoin au cours de la période d'étude.

3.1.2. pH

Les variations du pH dans les eaux du témoin oscillent entre 7.27 et 8.36, dans les eaux du traitement du Neem, il varie entre 7.25 et 8.9, avec une moyenne de 8.02 (Fig. 18)

Le pH des eaux d'élevage est plutôt neutre à alcalin et ne montre aucune différence significative entre les deux traitements ($p = 0.52$).

Les variations temporelles sont plutôt très hautement significatives ($p = 0.0001$), où on remarque une stabilité du pH à partir de la 4^{ème} quinzaine.

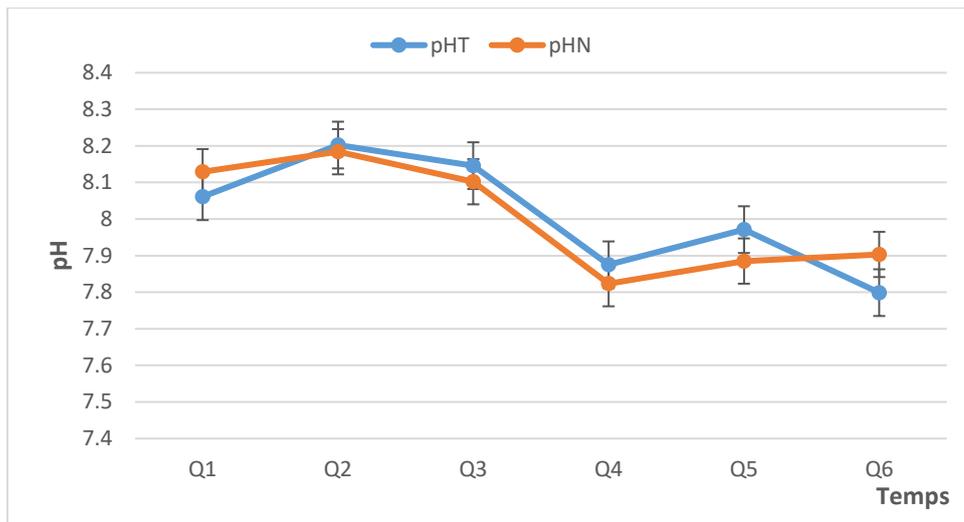


Figure18 : Variations du pH de l'eau d'élevage des traitement Neem et témoin au cours de la période d'étude.

3.1.3. Oxygène dissous (OD)

La concentration d'oxygène dissous (OD) des eaux d'élevage, varie entre 2.7 et 6.8 mg/L, avec une moyenne de 5.31 ± 1.06 mg/L (Fig. 19). Aucune différence significative n'a été observé dans la variation de l'OD entre les deux traitements (T et N) ($p = 0.48$).

En ce qui concerne les variations temporelles, elles sont très hautement significatives, où on enregistre une diminution significative ($p = 0 ;007$) des concentrations de l'OD à la troisième et cinquième quinzaine avec les valeurs minimales respectives de 2.44 et 3.01 mg/L.

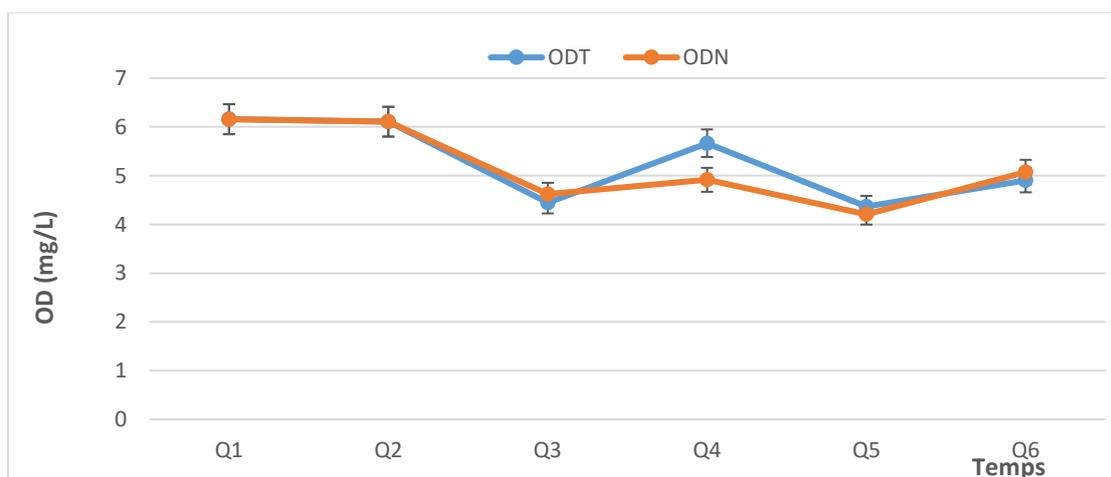


Figure19 : Variations de l'OD de l'eau d'élevage des traitement Neem et témoin au cours de la période d'étude.

3.1.4. Salinité

Les eaux d'élevages sont de nature saumâtre, d'une salinité moyenne de 2.4 ± 0.09 g/L (Tab. 3)

3.1.5. Nitrite

Le taux de nitrite (NO_2) enregistré dans les eaux d'élevage des deux traitements est similaire et ne dépasse pas 0.05 mg/L, avec une moyenne de $0,20 \pm 0.08$ mg/L (Tab. 3)

Tableau 3. Moyennes et écart-types des paramètres physico-chimiques des eaux d'élevage

Paramètre	Traitement Neem (N)	Témoin (T)
Température (°C)	26.94 ± 2.15	27.10 ± 2.07
Oxygène Dissous (mg/L)	5.27 ± 1.08	5.35 ± 1.04
PH	8.022 ± 0.21	8.024 ± 0.21
Salinité (g/L)	2.4 ± 0.09	
Nitrite	$0,20 \pm 0.08$ mg/L	

3.2. Étude des paramètres biologiques

3.2.1. Taux de survie

Le taux de survie dans les deux traitements été calculé à la fin du traitement de masculinisation, puis à la fin de l'expérimentation.

Le taux de survie obtenu à la fin du traitement est appréciable, il atteint 54% pour le témoin et 78% pour le traitement du Neem. A la fin de l'expérimentation, on obtient 52% pour le témoin et 68% pour le traitement du Neem (Tab. 3)

Le taux de survie des poissons ne montre aucune différence significative ($p = 0.12$)

3.2.2. Paramètres de croissance

3.2.2.1. Poids moyen

L'analyse de la croissance des alevins montre une évolution continue du poids en fonction de l'âge (Fig. 20)) La différence de poids moyen entre chaque échantillonnage est très hautement significative ($p < 0.0001$).

Dans les deux premières quinzaines de la durée des traitements, les larves ont Une évolution de poids moyen lente et similaire pour les deux traitements ($p = 1$) (Fig. 21).

Ce n'a qu'à partir de la troisième quinzaine que les poissons élevés commencent à avoir des poids Moyens distincts ($p < 0,0001$) (Fig. 20).

On distingue que le poids moyen final des poissons témoin ne montre aucune différence significative de celui des poissons du traitement Neem, ($p = 0.179$), où on enregistre respectivement, 28.49 ± 4.03 g, 24.52 ± 3.30 g (Tab. 3).

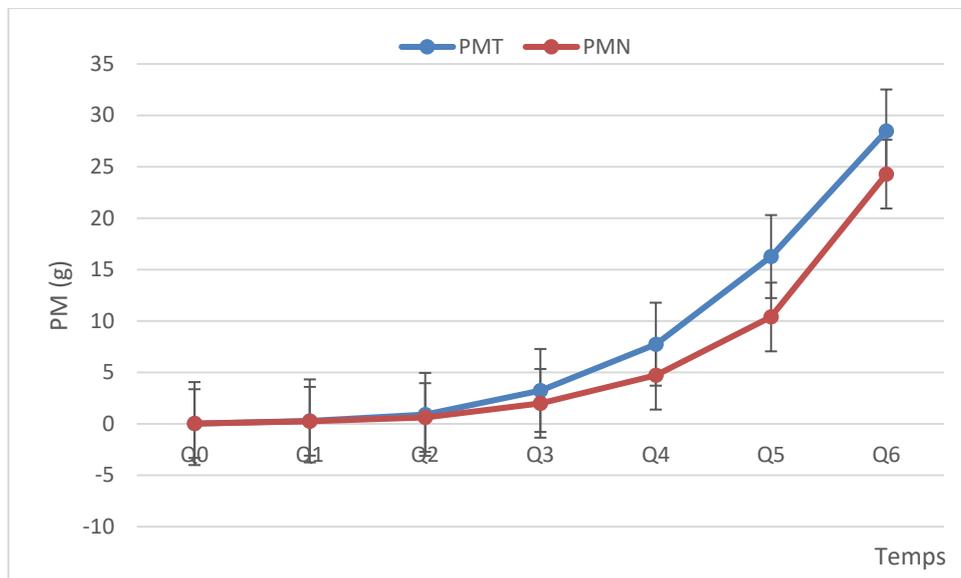


Figure20 : Evolution du poids moyen d’*Oreochromis niloticus* traité et témoin en fonction du temps

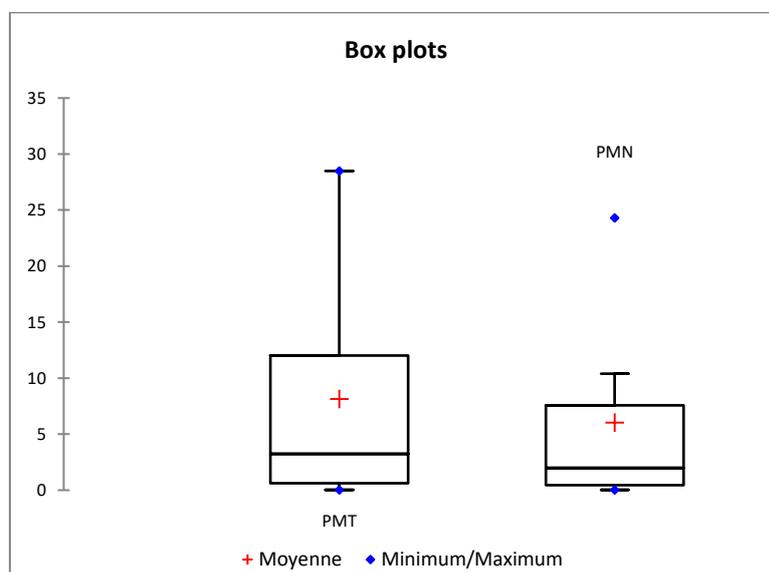


Figure21 : Variation du poids moyen d’*Oreochromis niloticus* » en fonction du traitement (T, N)

3.2.2.2. Le gain du poids moyen journalier (GPMJ)

Le gain du poids moyen journalier enregistré durant les 90 jours, varie entre 0.316 g/j chez les poissons témoin et 0.220 g/j chez ceux soumis à un traitement au neem.

D'après la figure 22 nous remarquons le G.P.M.J était en faveur du témoin jusqu'à la 5^{ème} quinzaine, mais à la 6^{ème} quinzaine devient en faveur du traitement du Neem. Pas de variations significatives des taux du G.P.M.J. observés entre les deux traitements ($p = 0.268$).

L'évolution temporelle du G.P.M.J est exponentielle où on enregistre un gain de poids journalier continu de 0.017 g/j à la 1^{ère} quinzaine pour atteindre 0.81 g/j à la 6^{ème} quinzaine chez les poissons du témoin, ceux traités au Neem ont un gain de poids moyen journalier qui varie de 0.015 à la 1^{ère} quinzaine et finit à 0.94 g/j à la 6^{ème} quinzaine (Fig. 21), nous remarquons qu'il existe une différence très hautement significative du G.P.M.J entre le début et la fin de l'expérimentation ($p = 0.0001$)

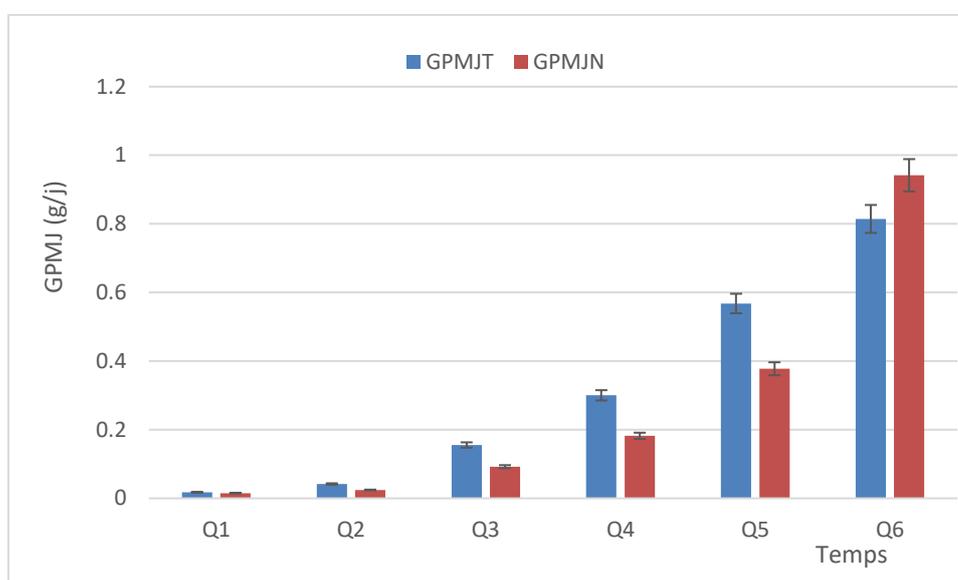


Figure 22 : Variations du Gain de poids moyen journalier au cours de la période d'étude

3.2.2.3. Taux de croissance spécifique (TCS)

L'évolution du taux de croissance spécifique est similaire pour les deux traitements testés témoin et Neem ($p = 0.72$). On enregistre un TCS moyen respective de 7.61 ± 0.15 % et 7.44 ± 0.15 à la fin de l'expérimentation (Fig. 22).

Par contre les fluctuations temporelles montrent des différences très hautement significatives du taux de croissance spécifique ($p < 0,0001$).

On distingue un taux de croissance spécifique en début de l'expérimentation nettement supérieur qu'à la fin ($p = 0.04$), où il a passé de 15.19% à 3.77 % chez le témoin et de 14.29 à 5.80 chez le lot traité par le Neem (Fig. 22)

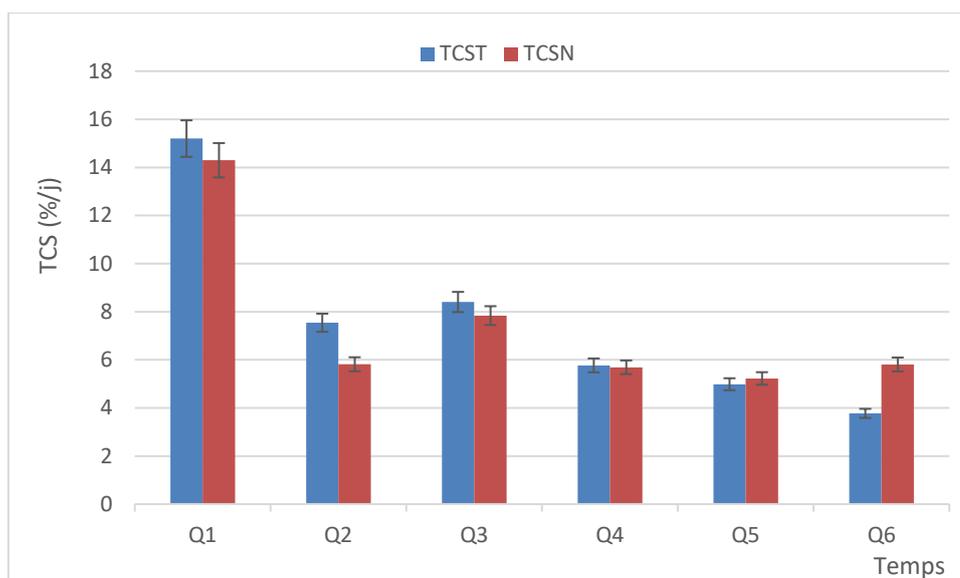


Figure23 : Fluctuations du taux de croissance spécifique au cours de la période d'étude

Tableau 4 Résume les différents paramètres de croissances suivis et calculés au cours de la période d'étude, T.C.S. : Taux de croissance spécifique, G.P.M.J. : Gain moyen de poids journalier ; TT : Traitement témoin ; TN : Traitement au Neem.

PARAMETRES	TT	TN
Survie (%)	52.66	68
Poids initial (g)	0.03	0.03
Poids final (g)	28.49 ± 4.03	24.52 ± 3.30
Biomasse initiale (g)	1.5	1.5
Biomasse finale (g)	2214.1	2424,37
Gain de poids moyen (g)	28.45 ± 4.03	24.50 ± 3.30
T.C.S. (%)	7.61 ± 0.15	7.44 ± 0.15
G.M.P.J. (g/j)	0.31 ± 0.04	0.27 ± 0.03

3.2.3. Taux d'inversion sexuelle

Les résultats du sexage manuel et du squash gonadique pratiqués sur les individus d'*Oreochromis niloticus* et confirmé par observation au microscope (Fig. 23a et b), sont présentés dans le tableau 4.

La figure montre les résultats des différents traitements obtenus. Le taux de mâles dans les alevins traités par neem est de 80.15%, celui du traitement témoin est de 77.5%, 1.88% hermaphrodite et 1.25 % indéfini (Tab. 4)) (Fig. 24)

Nous remarquons que taux de mâles du traitement Neem est plus élevé que celui enregistré du témoin (Fig. 23), aucune différence significative n’a été observé entre l’effet du traitement Neem et le témoin sur l’inversion sexuelle mâle des poissons traités ($p = 0.87$).

Traitements	Effectif initial	Effectif disséqué	Squach gonadique							
			Nbre M	Nbre F	Nbre IND	Nbre HER	M (%)	F (%)	IND (%)	HER (%)
Témoin	150	80	62	17	01	00	77.5	21.25	1.25	00
Traitement Neem	150	106	85	19	00	02	80.18	17.90	00	1.88

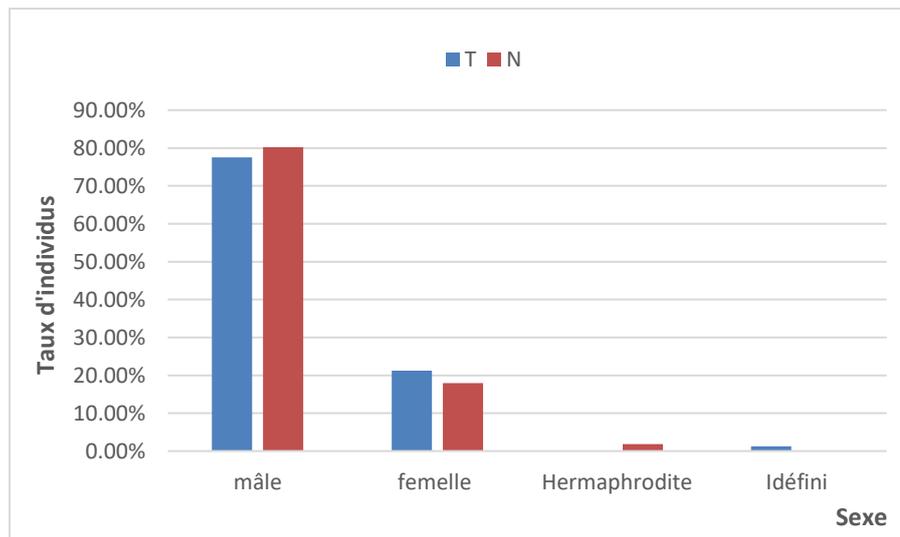


Figure 24 : Proportions de taux d’inversion chez les populations traitées (N) et témoin (T)

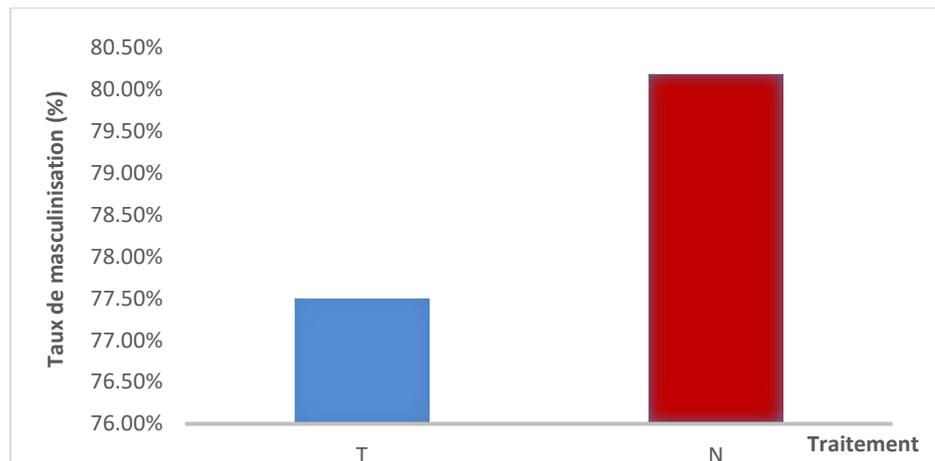


Figure25 : Proportion de mâles chez les populations traitées (N) et témoin (T)

Lors de la dissection, les gonades mâles étaient minces, translucides, s'étendant caudalement de la tête à la papille génitale. Les gonades femelles étaient opaques, avaient une forme ronde et se trouvaient également plus caudalement que le testicule.

Les critères suivis pour définir le tissu gonadal masculin et féminin sont la présence de structures en forme de kyste contenant des spermatogonies et des spermatozoïdes et l'apparition d'ovocytes à différents stades de développement. Les ovaires apparaissent avec des ovocytes au stade périnucléolaire. Cependant, les nucléoles sont apparus comme des granules (Fig. 26)

Le tissu gonadal a été défini comme un testicule par la présence de kystes à différents stades de développement (Fig. 27).

Les coupes histologiques des individus hermaphrodites n'ont montré aucune anomalie dans la structure des deux gonades.

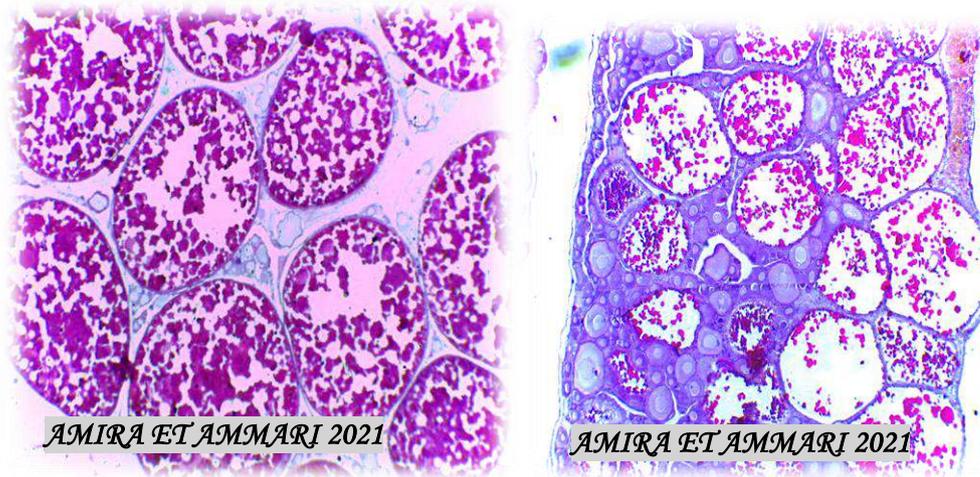


Figure26 : Photos des coupes transversales des gonades femelles observée par microscope optique (X4)

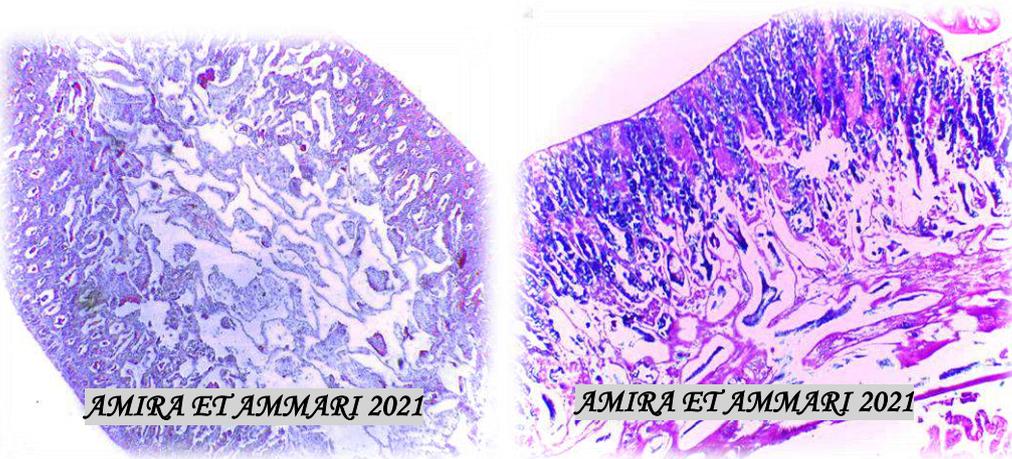


Figure27 : Photos des coupes transversales des gonades males observée par microscope optique (X4)

CHAPITRE 4 :
DISCUSSIONS

4. Discussion

En ce qui concerne la qualité des eaux d'élevage, les paramètres physico-chimiques de l'eau sont dans les gammes de valeurs optimales recommandées (Ross, 1999).

Les valeurs de température ($27,03 \pm 0,85^{\circ}\text{C}$ et $27,16 \pm 0,53^{\circ}\text{C}$) enregistrées au cours de cette expérience sont conformes à la réglementation européenne relative aux eaux piscicoles (2006/44/CEE et 2006/113/CE) qui est de 8 à 30 °C. (Mélard, 1999) a situé l'optimum de température pour la croissance d'*Oreochromis niloticus* entre 26-30 °C, alors que (Egna and Boyd, 1997; Chikou *et al.*, 2019) ont trouvé qu'une température comprise entre 28 et 32 °C est optimale pour la croissance des tilapias.

Les variations du pH ($8,023 \pm 0,001$) se situent bien dans les limites optimales pour la croissance du tilapia *Oreochromis niloticus*. Indiquées par (Mélard, 1999) (pH = 6 à 9, oxygène dissous ≥ 3 mg/L et température ≥ 25 °C). Le Tilapia du Nil présente une capacité de survie dans des milieux de pH extrêmes. Cependant, le pH optimal conseillé pour sa survie et son élevage oscille entre 7 et 8 (Huet *et al.*, 1972).

Pour ce qui est de la salinité, la valeur enregistrée est de 2,4 g/L, les eaux utilisées sont de nature saumâtre, la valeur est en conformité avec les recommandations de (Kirk, 1972; Kestemont *et al.*, 1989), relative aux taux de salinité préférées ou tolérées par *Oreochromis niloticus*. Bien que cette espèce soit capable de tolérer des salinités allant de 0 à 7 g/l (Lawson and Anetekhai, 2011).

Les concentrations en oxygène dissous sont généralement bonne et enregistre une moyenne ($5,316 \pm 1,064$ mg/L). Ces valeurs respectent les normes européennes de qualité des eaux piscicoles fixées par la directive n° 2006/44/EE qui exigent une concentration en oxygène dissous > 3 mg/L.

Les variations du taux des nitrites (NO₂) dans les eaux d'élevage étaient bonne, avec une moyenne de $0,20 \pm 0,08$ mg/L, ceci est conforme avec la norme européenne relative aux eaux piscicoles (2006/44/CEE et 2006/113/CE), qui est inférieur à 0,5 mg/L (Makori *et al.*, 2017).

L'expérience a été menée sur des poissons du stade larvaire, qui sont très sensible et faible, en particulier les femelles surtout pendant la dernière phase de ce stade (Cushing *et al.*, 1996), ce qui explique le faible taux de survie enregistré dans le traitement de témoin comparativement au taux de survie relevés de traitement du neem après 1 mois (78%) et également à la fin de l'expérience (68%). Le taux de survie des poissons traité par le TN est satisfaisant et nettement meilleur comparativement à ceux des poissons du TT, ceci est dû probablement au nombre important de femelles existant dans ces derniers, sachant que les femelles sont plus vulnérables que les Mâles.

Il se peut également que la concentration du Neem du TN a contribué à l'amélioration du système immunitaire des poissons qui l'ont subi, (Putri *et al.*, 2018) ont signalé que les feuilles de Neem contiennent du terpénoïde, des flavonoïdes et de l'acide laurique. Ces composés sont potentiels en tant qu'ingrédients immunostimulants pour le tilapia, car ils peuvent augmenter le nombre d'érythrocytes et de leucocytes, qui sont des paramètres influençant la santé des poissons.

Nos résultats sont inférieure à ceux de (Tigoli *et al.*, 2018) qui a étudié les effets des graines de *Garcinia Kola* et des tiges *Turraea heterophylla* sur les performances zootechniques et le taux d'inversion sexuelle chez *Oreochromis niloticus*, il a signalé un taux de survie compris entre 88% et 95%. de même, un résultat similaire a été observé avec un taux de survie entre 60% et 80% après l'utilisation de choc thermique et inhibiteur de Hsp90 (Dominique, 2019).

Les résultats de croissance obtenus pour les deux traitements sont identique, nous pouvons justifier cette similitude des valeurs par le fait que les ratios de mâles dans les deux traitements n'étaient pas très différents donc l'évolution des poissons traités et témoins était parallèle. D'autre part, la similitude des résultats peuvent être probablement dus au fait que la nature et la quantité d'aliment devient la même pour tous les poissons après le premier mois de leur vie.

En comparaison avec des travaux précédant notre résultats sont meilleurs que ceux de (Khemis *et al.*, 2019), qui ont enregistré avec un traitement hormonal et thermique un maximum de poids de 13,52 g pour la même durée d'élevage, et par (Ghemam ali, 2020) avec trois traitement de neem et un témoin où elle a enregistré des poids moyens respectivement 22,56 g, 13,40, 10,24 g et 9,93 g. Nos résultats de croissance sont également meilleurs que ceux enregistrés par (Jegade and Fagbenro, 2008a), qui ont utilisé le Neem comme ingrédient dans l'alimentation du *Tilapia zilli*, avec un gain de poids de 18,37g. En outre, diverses études ont révélé que les extraits de plantes améliorent la croissance des animaux aquatiques (Kaleeswaran *et al.*, 2011).

Pour le taux de croissance spécifique les résultats obtenues sont très satisfaisants, nous n'avons pas remarqué une différence significative entre les résultats des poissons témoins et les poissons traités par neem car les individus ont été sous les mêmes conditions. Au début de la dernière quinzaine nous avons transféré les poissons vers les happas, et nous avons enregistré l'augmentation de taux de croissance spécifique ce qui montre que la faible densité de poissons dans les happas affecte positivement la croissance et c'est de leur fournir plus d'espace ce qui a permis la liberté de mouvement, l'amélioration de comportement de poissons en réduisant le stress et la compétition, Car selon (Rahman *et al.*, 2008; Narejo *et al.*, 2010; Daudpota *et al.*, 2014; Gangbazo *et al.*, 2018), La densité affecte la croissance et la maturation des poissons quel que soit le système d'élevage utilisé.

En comparaison avec nos résultats, Les résultats obtenus par (Khemis *et al.*, 2019) qui ont utilisé un traitement hormonal et thermique, sont inférieure et faible, où elles ont enregistré respectivement 2.79 et 2.92.

Nous avons enregistré un résultat très intéressant pour la proportion des males chez les poissons traités par neem (80,18%), Cette étude montre que la poudre de neem incorporé dans le régime alimentaire des larves favorise l'augmentation de taux de masculinisation, une proportion de (77,50%) a été enregistrée chez les poissons témoins, deux possibilité probable peut justifier ce résultat, l'une est que lors de la distribution aléatoire des larves de la même femelle entre les deux traitement on a placé la majorité des mâles dans les aquariums de traitement témoin et la majorité des femelles dans les aquariums de traitement de masculinisation , car en théorie , les proportion des mâles et des femelles sont égale dans une même génération (50% males 50% femelles) ce qui explique la proportion de males élevé dans le traitement témoin. L'autre cause probable et que le taux de mortalité enregistré chez les poissons du TT, était des femelles.

Les résultats de taux de masculinisation sont meilleure à ceux obtenus par (Khemis *et al.*, 2019) qui ont enregistré une proportion de 65,3 % pour le traitement hormonale et 58,16% chez le traitement par choc thermique , également nos résultats sont comparables à ceux de (Ghemam ali, 2020) qui a marqué une proportion de 84% . (Tigoli *et al.*, 2018) ont distingués un taux de masculinisation 65,75% par *Garcinia kola* et 76,82% par *Turraea heterophylla*. Des résultats analogues ont été obtenus par (Ghosal *et al.*, 2021) en évaluant l'efficacité de quatre plantes dans la masculinisation du tilapia.

D'autres auteurs ont signalé plutôt une désintégration du tissu gonadique au lieu d'une inversion sexuelle, par l'utilisation de la farine de Neem (Jegede and Fagbenro, 2008b). (Puri, 1999) a décrit que l'huile de Neem, est utilisée dans la contraception, car elle cause la mortalité des spermatozoïdes.

CONCLUSION

Conclusion

Cette étude a pour objectif principal d'étudier l'effet de la poudre de feuilles de neem sur la différenciation sexuelle de tilapia du Nil « *Oreochromis niloticus* » pour produire une population mono sexe mâle, Ce traitement a conduit à des résultats très intéressants. En effet, au terme de nos travaux, nous avons constaté que :

Les différentes phases d'élevage aussi bien des géniteurs que des larves montrent que les paramètres physico-chimiques relevés tout au long de l'expérience semblent convenir parfaitement à *Oreochromis niloticus* puisque l'ensemble des valeurs enregistrées se trouve dans l'intervalle optimum.

La sex-ratio de traitement de neem a été déterminée par squash gonadique de poissons obtenus puis confirmés par des coupes histologiques. Le taux de masculinisation enregistré dans le traitement de neem est très satisfaisant de 80,18% avec un taux de survie appréciable de 68%.

Le présent travail montre que l'incorporation de neem « *Azadirachta indica* » dans le régime alimentaire des larves d'*oreochromis niloticus* conduit à une inversion sexuelle mâle importante ainsi que l'amélioration des performances de croissance des poissons.

Les traitements précédents utilisés pour la masculinisation ont montré plusieurs inconvénients, tels que la masculinisation par choc thermique qui a un effet néfaste sur la croissance des poissons et diminue le taux de survie, en outre l'inversion hormonale nécessite un grand niveau de contrôle, et pose un problème d'éthique et environnemental concernant la consommation de poissons traités. On conclut que l'utilisation de traitement de neem est une solution durable, car c'est une source végétale naturelle et bénéfique, n'affecte pas l'environnement ou la santé des poissons et des consommateurs.

Cependant, une augmentation de la concentration introduite du Neem doit être testée pour induire 100% de masculinisation. Davantage d'efforts sont nécessaires pour étudier les effets du Neem sur les mécanismes déterminant le sexe, ainsi que sur les environnements et l'écologie. Afin de minimiser l'utilisation de produits chimiques exogènes pour améliorer la production aquacole qui est toujours un défi pour les biologistes, les écologistes et les scientifiques de l'environnement.

Références
Bibliographiques

Références bibliographiques

Abucay, J., Mair, G., 1997. Hormonal sex reversal of tilapias: implications of hormone treatment application in closed water systems. *Aquaculture Research* 28, 841-845.

Adjanke, A., 2011. Production d'alevins et gestion de ferme piscicole. Manuel de formation en pisciculture. Coordination togolaise des organisations paysannes et de producteurs agricoles (CTOP), 39.

Alcántar-Vázquez, J.P., Moreno-de la Torre, R., Calzada-Ruíz, D., Antonio-Estrada, C., 2014. Production of YY-male of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) from atypical fish. *Latin American Journal of Aquatic Research* 42, 644-648.

Ascher, K.S., 1993. Nonconventional insecticidal effects of pesticides available from the neem tree, *Azadirachta indica*. *Archives of insect Biochemistry and Physiology* 22, 433-449.

B

Balandrin, M.F., Lee, S.M., Klocke, J.A., 1988. Biologically active volatile organosulfur compounds from seeds of the neem tree, *Azadirachta indica* (Meliaceae). *Journal of agricultural and food chemistry* 36, 1048-1054.

Balarin, J.D., Hatton, J.P., 1979. *Tilapia: A guide to their biology and culture in Africa*.

Baras, E., Jacobs, B., Mélard, C., 2001. Effect of water temperature on survival, growth and phenotypic sex of mixed (XX–XY) progenies of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture* 192, 187-199.

Baroiller, J.-F., 1988. Etude corrélée de l'apparition des critères morphologiques de la différenciation de la gonade et de ses potentialités stéroïdogènes chez *Oreochromis niloticus*. Université Pierre et Marie Curie-Paris 6.

Baroiller, J.-F., d'Cotta, H., 2001. Environment and sex determination in farmed fish. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology* 130, 399-409.

Baroiller, J.-F., D'Cotta, H., Saillant, E., 2009. Environmental effects on fish sex determination and differentiation. *Sexual Development* 3, 118-135.

Baroiller, J.-F., D’cotta, H., Shved, N., Berishvili, G., Toguyeni, A., Fostier, A., Eppler, E., Reinecke, M., 2014. Oestrogen and insulin-like growth factors during the reproduction and growth of the tilapia *Oreochromis niloticus* and their interactions. *General and comparative endocrinology* 205, 142-150.

Baroiller, J.-F., Jalabert, B., 1989. Contribution of research in reproductive physiology to the culture of tilapias. *Aquatic Living Resources* 2, 105-116.

Baroiller, J., D’Cotta, H., 2019. Sex Control in Aquaculture, Vol. I. Ed 1, 191-247.

Baroiller, J., Toguyeni, A., 2004. The Tilapiini tribe: environmental and social aspects of reproduction and growth. *Fisheries and Aquaculture, Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)*, Developed under the Auspices of the UNESCO. Eolss Publishers, Oxford, UK.[<http://www.eolss.net>].

Baroiller, J.F., Chourrout, D., Fostier, A., Jalabert, B., 1995. Temperature and sex chromosomes govern sex ratios of the mouthbrooding cichlid fish *Oreochromis niloticus*. *Journal of experimental zoology* 273, 216-223.

Baroiller, J.F., D’Cotta, H., 2018. Sex control in Tilapias. John Wiley & Sons Ltd: Chichester, UK.

Beardmore, J., Mair, G., Lewis, R., 2001. Monosex male production in finfish as exemplified by tilapia: applications, problems, and prospects. *Reproductive biotechnology in finfish aquaculture*, 283-301.

Bezault, E., Mwaiko, S., Seehausen, O., 2011. Population genomic tests of models of adaptive radiation in Lake Victoria region cichlid fish. *Evolution: International Journal of Organic Evolution* 65, 3381-3397.

Bodharkar, S.L., S. K. Garg and V. S. Mathus., 1974. . Antifertility screening part IX.

Effect of five indigenous plants on early pregnancy in female albino rats. *Indian J. of Medical Res.* .

Bruslé, J., Bruslé, S., 1983. La gonadogenèse des Poissons. *Reproduction Nutrition Développement* 23, 453-491.

Butterworth, J.H., Morgan, E., 1968. Isolation of a substance that suppresses feeding in locusts. *Chemical Communications (London)*, 23-24.

C

Chervinski, J., 1982. An aid in manually sexing tilapia.

Cnaani, A., Levavi-Sivan, B., 2009. Sexual development in fish, practical applications for aquaculture. *Sexual Development* 3, 164-175.

Council, N.R., 2002. *Neem: a tree for solving global problems*. The Minerva Group, Inc.

D

Das, R.P., 1980. Effect of papaya seeds on the genital organs and fertility of male rats. *Indian J. of Experimental Biology*. 18.

Devlin, R.H., Nagahama, Y., 2002. Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences. *Aquaculture* 208, 191-364.

F

FAO., F.a.A.O., 2020. *La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2020*.

Fishwick, R., 1989. *Neem (Azadirachta indica A. Juss) Plantations in the Sudan Zone of Nigeria Rep.* prepared for the Chief Conservator of Forests. Northern Nigeria CF Jacobson. M.(ed): *The neem tree*. CRC Press, Inc, Boca Raton, Florida, USA.

Fitzsimmons, K., 2016. *Tilapia Aquaculture 2016 and where will we be in 2026*. 11th International Symposium for Tilapia Aquaculture (ISTA), World Aquaculture Society-Asian Pacific Conference, pp. 26-29.

G

Gabriel, N.N., 2019. Review on the progress in the role of herbal extracts in tilapia culture. *Cogent Food & Agriculture* 5, 1619651.

Gabriel, N.N., Qiang, J., Ma, X.Y., He, J., Xu, P., Omoregie, E., 2017. Sex-reversal effect of dietary Aloe vera (Liliaceae) on genetically improved farmed Nile tilapia fry. *North American journal of aquaculture* 79, 100-105.

Gary, S., Garg, J., 1971. Antifertility screening: Part VII. Effect of five indigenous plant parts on early pregnancy in albino rats. *Indian Journal of Medical Research* 56, 302-306.

George, T., 1997. Saltwater culture of tilapias and possible commercial application in Canada. *BULLETIN-AQUACULTURE ASSOCIATION OF CANADA*, 42-44.

Ghosal, I., Chakraborty, S.B., 2020. Production of monosex all-male Nile tilapia using ethanol extract of *tribulus terrestris* seeds. *Proceedings of the Zoological Society*. Springer, pp. 188-191.

Govindachari, T., 1992. Chemical and biological investigations on *Azadirachta indica* (the neem tree). *Current Science* 63, 117-122.

Gruber, A.K., 1991. Wachstum, Fruchtertrag und Azadirachtingehalt der Samen von *Azadirachta indica* A. Juss. auf verschiedenen Standorten in Nicaragua.

Hake, L., O'Connor, C., 2008. Genetic mechanisms of sex determination. *Nature Education* 1, 25.

H

Hayes, T.B., 1998. Sex determination and primary sex differentiation in amphibians: genetic and developmental mechanisms. *Journal of experimental zoology* 281, 373-399.

Hickling, C., 1960. The Malacca tilapia hybrids. *Journal of Genetics* 57, 1-10.

Huet, M., Timmermans, J., Kahn, H., 1972. Textbook of fish culture: breeding and cultivation of fish. Fishing News Books London,, UK.

Hunter, G.A., Donaldson, E.M., 1983. 5 Hormonal Sex Control and its Application to Fish Culture. *Fish physiology*. Elsevier, pp. 223-303.

J

Jegade, T., Fagbenro, O., 2008. Dietary neem (*Azadirachta indica*) leaf meal as reproduction inhibitor in redbelly tilapia, *Tilapia zillii*. From the pharaohs to the future. Eighth International Symposium on Tilapia in Aquaculture. Proceedings. Cairo, Egypt, 12-14 October, 2008. AQUAFISH Collaborative Research Support Program, pp. 365-373.

K

Kale, B., Kotheekar, M., Tayade, H., Jaju, J., Mateenuddin, M., 2003. Effect of aqueous extract of *Azadirachta indica* leaves on hepatotoxicity induced by antitubercular drugs in rats. *Indian Journal of Pharmacology* 35, 177-180.

Kamaruzzaman, N., Nguyen, N.H., Hamzah, A., Ponzoni, R.W., 2009. Growth performance of mixed sex, hormonally sex reversed and progeny of YY male tilapia of the GIFT strain, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture Research* 40, 720-728.

Khakong, S., Leelarasamee, K., Suwannasang, A., Sukkasem, N., 2011. Effects of natural extracts from mangosteen leaves on sex-reversal in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *KhonKaen Agriculture Journal*, 39: 53-58. *Khon Kaen Agriculture Journal (Thailand)*.

L

Lavie, D., Levy, E., Jain, M., 1971. Limonoids of biogenetic interest from *Melia azadirachta* L. *Tetrahedron* 27, 3927-3939.

LAZARD, J., 1980. Le développement de la pisciculture intensive en Côte d'Ivoire. Exemple de la ferme piscicole de Natio-Kobadara (Korhogo). *BOIS & FORETS DES TROPIQUES* 190, 45-65.

Linhart, O., Rodina, M., Flajshans, M., Mavrodiev, N., Nebesarova, J., Gela, D., Kocour, M., 2006. Studies on sperm of diploid and triploid tench, *Tinca tinca* (L.). *Aquaculture International* 14, 9-25.

Lozano, C.A., Gjerde, B., Ødegård, J., Bentsen, H.B., 2013. Heritability estimates for male proportion in the GIFT Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Aquaculture* 372, 137-148.

M

Manivannan, B., Mittal, R., Goyal, S., Ansari, A.S., Lohiya, N.K., 2009. Sperm characteristics and ultrastructure of testes of rats after long-term treatment with the methanol subfraction of *Carica papaya* seeds. *Asian journal of andrology* 11, 583.

Maxime, V., 2008. The physiology of triploid fish: current knowledge and comparisons with diploid fish. *Fish and Fisheries* 9, 67-78.

Mélard, C., 1986. Recherches sur la biologie d'*Oreochromis (Tilapia) niloticus* L.(Pisces: Cichlidae) en élevage expérimental: reproduction, croissance, bioénergétique. *Cahiers d'Ethologie Appliquée* 6, 1-224.

Mires, D., 1977. THEORETICAL AND PRACTICAL ASPECTS OF PRODUCTION OF ALL MALE TILAPIA HYBRIDS. *Bamidgeh* 29, 94-101.

Morgan, E., Mandava, N., 1987. *Handbook of Natural Pesticides: Insect Growth Regulators*, Part. A. CRC Press, Boca Raton, FL.

Morgan, E.D., 2009. Azadirachtin, a scientific gold mine. *Bioorganic & medicinal chemistry* 17, 4096-4105.

N

Nakamura, M., Kobayashi, T., Chang, X.T., Nagahama, Y., 1998. Gonadal sex differentiation in teleost fish. *Journal of experimental zoology* 281, 362-372.

Nelson, J.S., Grande, T.C., Wilson, M.V., 2016. *Fishes of the World*. John Wiley & Sons.

Pandian, T., Sheela, S., 1995. Hormonal induction of sex reversal in fish. *Aquaculture* 138, 1-22.

P

Phelps, R.P., Popma, T.J., 2000. Sex reversal of tilapia. *Tilapia aquaculture in the Americas* 2, 34-59.

Piferrer, F., 2001. Endocrine sex control strategies for the feminization of teleost fish. *Aquaculture* 197, 229-281.

Piferrer, F., Beaumont, A., Falguière, J.-C., Flajšhans, M., Haffray, P., Colombo, L., 2009. Polyploid fish and shellfish: production, biology and applications to aquaculture for performance improvement and genetic containment. *Aquaculture* 293, 125-156.

Piferrer, F., Ribas, L., Díaz, N., 2012. Genomic approaches to study genetic and environmental influences on fish sex determination and differentiation. *Marine biotechnology* 14, 591-604.

Puri, H.S., 1999. *Neem: the divine tree Azadirachta indica*. CRC Press.

S

Schmutterer, H., 1995. The tree and its characteristics. *The Neem Tree: Azadirachta indica A. Juss. and Other Meliaceae Plants*, 1-34.

Schwinger, M., Ehhammer, B., Kraus, W., 1983. Natural Pesticides from the Neem Tree (*Azadirachta indica* A. Juss.). *Natural Products from the Neem Tree and Other Tropical Plants*, 181.

Siddiqui, B.S., Ali, S.T., Ali, S.K., 2009. Chemical wealth of *Azadirachta indica* (Neem). *Neem: A Treatise*, IK International Publishing House Pvt Ltd., New Delhi, 171.

Siddiqui, S., 1942. A note on the isolation of three new bitter principles from the nim oil. *Current Science* 11, 278-279.

Siddiqui, S., 1945. Constituents of Chana. I. Isolation of three new crystalline products from Chana germ. *J. Sci. Ind. Res* 4, 68.

Siddiqui, S., Mitra, C., 1945. Utilization of nim oil and its bitter constituents (nimbidin series) in the pharmaceutical industry. *J Sci Ind Res* 4, 5-10.

Singh, A.K., 2013. Introduction of modern endocrine techniques for the production of monosex population of fishes. *General and comparative endocrinology* 181, 146-155.

Strüssmann, C.A., Nakamura, M., 2002. Morphology, endocrinology, and environmental modulation of gonadal sex differentiation in teleost fishes. *Fish physiology and biochemistry* 26, 13-29.

T

Tacon, P., Baroiller, J.-F., Le Bail, P.-Y., Prunet, P., Jalabert, B., 2000. Effect of egg deprivation on sex steroids, gonadotropin, prolactin, and growth hormone profiles during the reproductive cycle of the mouthbrooding cichlid fish *Oreochromis niloticus*. *General and comparative endocrinology* 117, 54-65.

Tessema, M., Müller-Belecke, A., Hörstgen-Schwark, G., 2006. Effect of rearing temperatures on the sex ratios of *Oreochromis niloticus* populations. *Aquaculture* 258, 270-277.

Thys Van Den Audenaerde, D., 1968. An annotated bibliography of *Tilapia* (Pisces: cichlidae). Musée royal de l'Afrique centrale, Tervuren, Belgique.

Trewavas, E., 1983. Tilapiine fishes of the genera *Sarotherodon*, *Oreochromis* and *Danakilia*.

U

Udoh, P., Kehinde, A., 1999. Studies on antifertility effect of pawpaw seeds (*Carica papaya*) on the gonads of male albino rats. *Phytotherapy Research* 13, 226-228.

W

Wankar, A., Shirbhate, R., Bahiram, K., Dhenge, S., Jasutkar, R., 2009. Effect of Neem (*Azadirachta Indica*) leaf powder supplementation on growth in broilers. *Veterinary world* 2.

Warthen, J., 1979. *Azadirachta indica*: a source of insect feeding inhibitors and growth regulators. *Agricultural Research (Northeastern Region), Science and Education*

Warthen Jr, J., 1989. Neem (*Azadirachta indica* A. Juss): organisms affected and reference list update. *Proceedings of the Entomological society of Washington* 91, 367-388.

Wohlfarth, G., 1994. The unexploited potential of tilapia hybrids in aquaculture. *Aquaculture Research* 25, 781-788.

Wohlfarth, G., Rothbard, S., Hulata, G., Szweigman, D., 1990. Inheritance of red body coloration in Taiwanese tilapias and in *Oreochromis mossambicus*. *Aquaculture* 84, 219-234.

Y

Yamamoto, T.-O., 1969. 3 sex differentiation. Fish physiology. Elsevier, pp. 117-175.

Yi, Y., Lin, K., 2000. Analysis of various inputs for pond culture of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*): profitability and potential environmental impacts. Tilapia Aquaculture. Proceedings of the Fifth International Symposium on Tilapia in Aquaculture, Panorama da Aqüicultura-Magazine, Rio de Janeiro, Brazil.

Annexes

Annexe 1

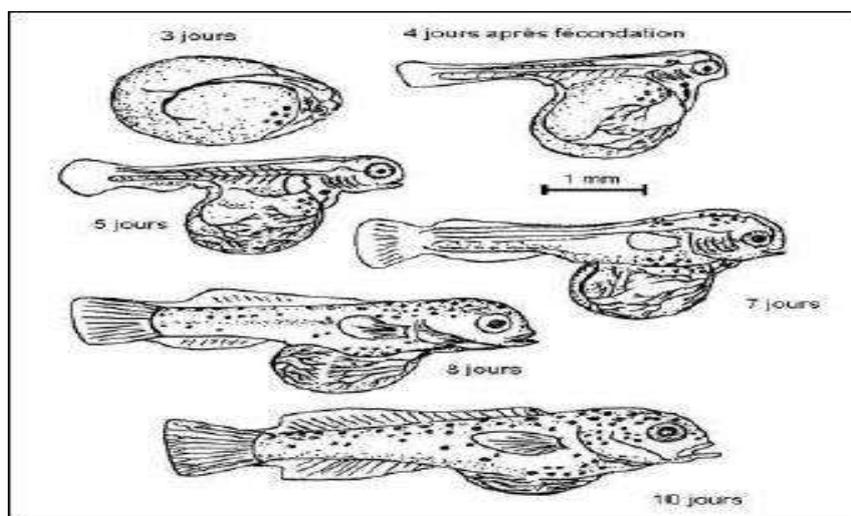


Figure 1 : Stades de développement de tilapia de type incubateur buccal.

Tableau 1 : Qualité d'eau requise pour l'élevage du Tilapia du Nil (Suresh, 2003).

Paramètre	T (°C)	Salinité (PSU)	Alcalinité (mg/L)	Dureté (mg/L)	Ammoniac (mg/L)	Oxygène dissous (mg/L)	pH
Intervalle	26 – 32	0 – 20	> 20	< 50	< 0,1	3 - 5	6,5 – 8,5

Annexe 2

Tableau 2 : Quelques noms vernaculaires pour le neem (schmutterer, 1995 ; puri, 1999 ; national research concil, 1992).

Situation géographique	Noms Vernaculaires
Asie, Australie, Sud du Pacifique	
Inde	Limba, Limbo, Neem, Nim, Nimb, Nimba, Vepa, Bery, Roku...
Pakistan	Nimmi
Myanmar	Tamarkha
Sri Lanka	Kohomba, Kohunmba
Thaïlande	Sadao India, Kwinim, Dao
Indonésie	Imba, Mindi, Mimbo, Intran
Malaisie	Mambu
Singapour	Nimbagaha
Iran	Azad-darakht-i-hindi, Nib
Yémen	Meraimarah
Australie	Neem
Fidji	Neem
Afrique	
Nigeria	Babo Yaro, Dongoyaro
Tanzanie	Mwarobaini
Cameroun	Ganye, Marrango
Madagascar	Nim
Sénégal	Nim, Neem, Nivaquine, Kaaki, Leeki, Nouwakini...
Amérique	
U.S.A	Neem
Amérique latine	nim
Europe	
Allemagne	Niembraum, Indischer Zedrach, Nim, Niem, Indischer Flieder...
France	Azadira d'Inde, Margousier, Lilas des Indes, Zidirac...
Portugal	Margosa, Amargosiera
Espagne	Nim, Margosa.
Angleterre	Neem, Indian Lilac

Annexe 3

Préparation et nettoyer les bassins et les aquariums pour l'élevage de tilapia



Annexe 4

Des photos exprimées les travaux au période expérience



Annexe 5

Photo de récupération des larves après la reproduction de *Oreochromis niloticus* au niveau de CNRDPA



Annexe 6

Les matériels expérimentale utilise a la phase du reproduction et l'alevinage et pré grossissement et dissection donne le tableau suivant :

Matériel	Utilisation
 <p data-bbox="359 958 501 992">Résistance</p>	<p data-bbox="751 728 1278 801">Pour obtention une température optimale dans les aquariums</p>
 <p data-bbox="339 1464 475 1498">Chaudière</p>	<p data-bbox="810 1464 1219 1503">Pour Chauffage l'eau d'élevage</p>



Balance normale

Mesurer le poids et l'aliment des poissons



Balance de précision

Mesurer le poids des larves et alevins et poids des gonades



Pompe d'oxygène (diffuseurs)

L'agitation et l'aération



Broyage manuelle

Broyage d'aliment

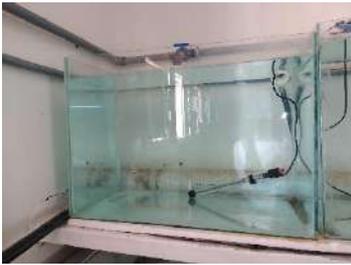


Épuisettes grande mailles

Récolte les géniteurs



Récolte des alevins



aquarium

Pour y mettre les larves (Taille 71cm, large 45 cm ,Hauteur 45)



Sec dissection

Pour la dissection des poissons et l'extraction des gonades



microscope

Observation les différents les fourmes des gonades des larves



Moule métallique

Pour moulages l'échantillon



Microtome

Réalisé des fines tranches régulières de prélèvement



Appareil de paraffinage

Fixation et conserver les structures des pièces
et arrêter l'activité cellulaire



Cassette

Déposées l'échantillon pour l'inclusion



Appareil de différenciations

Coloration des échantillons



Boite stériles

Mettons les gonades avec formoles pour l'observation après sous microscope



Eugéno!

Produit de anesthésie les poissons avant la dissection

Résumé : l'étude d'inversion sexuelle du tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*) qui consiste à obtenir une population d'individus phénotypiquement mâle, sous effet d'un traitement de masculinisation avec une concentration de farine de feuilles de Neem « *Azadirachta indica* », incorporer dans l'alimentation des larves, dans un milieu contrôlé. L'efficacité du traitement de Neem est confirmée par une population mâle de 80.15%, comparé à l'autre population d'alevin non traité équilibrée 77.50%. Le poids moyen des individus estimé au cours de l'expérience varie suivant de taux des mâles. L'analyse statistique montre aucune différence significative entre la croissance pondérale des alevins traités, et les non traités on enregistre un poids final de 24.58 g pour Neem, et 28.49 g pour le témoin. Le taux de survie enregistrés chez les populations traitées ce sont identique est de (68%) par rapport ceux non traité (52.66%).

Mots clés : *Oreochromis niloticus*, Neem, inversion sexuelle, mono sexe mâle.

Effect of use of Neem "*Azadirachta indica*" on sexual differentiation of Tilapia "*Oreochromis niloticus*".

Abstract: sex reversal study of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) which consists in obtaining a population phenotypically male, under the effect of a masculinization treatment with a concentration of flour from Neem leaves "*Azadirachta indica*", incorporate in the feed of the larvae, in a controlled environment. The efficacy of Neem treatment is confirmed by a male population of 80.15%, compared to the other balanced untreated fry population of 77.50%. The average weight of individuals estimated during the experiment varies according to the rate of the males. Statistical analysis shows no significant difference between the weight growth of the treated fry, and the untreated ones a final weight is recorded of 24.58 g for Neem, and 28.49 g for the control. The survival rate recorded in the treated populations is identical is (68%) compared to those untreated (52.66%).

Key words: *Oreochromis niloticus*, Neem, sexual inversion, mono male sex.

تأثير استخدام نيم "*Azadirachta indica*" على التمايز الجنسي لسماك البليطي "*Oreochromis niloticus*".

الملخص: دراسة الانعكاس الجنسي للبليطي النيل (*Oreochromis niloticus*) والتي تتمثل في الحصول على مجموعة من الذكور ذات النمط الظاهري، تحت تأثير علاج الذكور بتركيز دقيق من أوراق النيم "*Azadirachta indica*"، يتم دمجه في علف اليرقات في بيئة خاضعة للرقابة. تم تأكيد فعالية علاج النيم بنسبة 80.15% ذكور، مقارنة بمجموعة اليرقات الأخرى غير المعالجة والتي تبلغ 77.50%. متوسط وزن الأفراد المقدر أثناء التجربة يختلف باختلاف معدل الذكور. أظهر التحليل الإحصائي عدم وجود فرق معنوي بين نمو وزن اليرقات المعالجة، وسجلت الزريعة غير المعالجة وزن نهائي قدره 24.58 جم للنيم و28.49 جم لعنصر التحكم. معدل البقاء على قيد الحياة المسجل في الأفراد المعالجين متطابق (68%) مقارنة مع غير المعالجين (52.66%).

الكلمات المفتاحية: *Oreochromis niloticus*، النيم، التحويل الجنسي، جنس الذكر الأحادي.