



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET  
POPULAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET  
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS  
MOSTAGANEM



FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA  
VIE

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MER ET DE L'AQUACULTURE  
Laboratoire des Sciences et Techniques de Production Animale (LSTPA)

## THESE

*En vue de l'obtention du diplôme de Doctorat 3<sup>ème</sup> Cycle LMD en  
Hydrobiologie Marine et Continentale*

*Option : Valorisation et Gestion des Ressources Marines et Littorales*

**Présentée par : Behmene Ibrahim El Khalil**

### THÈME

---

**Reproduction artificielle, régime alimentaire et croissance chez le Poisson  
Chat africain *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) et le Tilapia du Nil  
*Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757) en captivité**

---

**Soutenue le : 05 Novembre 2020**

**Devant le jury composé de :**

<b>Président</b>	<b>Mezali Karim</b>	<b>Professeur</b>	Université Abdelhamid Ibn Badis - Mostaganem
<b>Examineur</b>	<b>Bouderbala Mohamed</b>	<b>Professeur</b>	Université d'Oran 1 Ahmed Ben Bella
<b>Examineur</b>	<b>Bendimerad Mohamed El Amine</b>	<b>MCA</b>	Université Abou-Bakr Belkaid de Tlemcen
<b>Examinatrice</b>	<b>Soualili Dina Lila</b>	<b>Professeur</b>	Université Abdelhamid Ibn Badis - Mostaganem
<b>Promoteur</b>	<b>Bachir Bouiadjra Benabdellah</b>	<b>MCA</b>	Université Abdelhamid Ibn Badis - Mostaganem

**Année universitaire 2019 /2020**

## Avant propos

Le thème initial de notre thèse s'inscrivait dans un axe de recherche, visant à maîtriser des techniques de reproduction, et l'étude de la croissance chez deux espèces d'intérêt aquacole pour le développement de l'Aquaculture en Algérie selon la formulation suivante :

**(Reproduction artificielle, régime alimentaire, croissance chez le poisson chat africain (*Carias gariiepinus*) et la crevette *Litopenaeus vannamei* en captivité),**

Le choix de la crevette à patte blanche a été justifié par les expériences menées, dans les stations de crevetticulture du Centre National de Recherche pour le Développement de la Pêche et de l'Aquaculture (CNRDPA) de Skikda et de Ouargla, qui a donné son accord de partenariat, avec l'Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem pour mener ce travail de recherche, néanmoins on a eu des difficultés d'accès et d'intégration à leurs structures.

Au début, les larves de crevette *L. vannamei* (Boone, 1931) n'étaient pas disponibles, par suite de l'arrêt de leur importation de Californie ; ce qui nous a contraint au changement de l'espèce crevette, par le Tilapia du Nil, une autre espèce d'intérêt aquacole, très prisée par le consommateur algérien d'où la nouvelle reformulation de la thématique :

**(Reproduction artificielle, régime alimentaire et croissance chez le Poisson Chat africain *Clarias gariiepinus* (Burchell, 1822) et le Tilapia du Nil *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757) en captivité).**

Ce changement d'espèce a été validé par le conseil scientifique de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et la thématique a fait l'objet de proposition dans le cadre d'une thèse de doctorat menée en cotutelle, avec l'Université de Murcia- Espagne. Malheureusement cette cotutelle n'a pas abouti par manque de mobilisation de crédits nécessaires à son lancement, qui néanmoins s'est concrétisé en 2018 avec l'agrément du projet national pour la recherche et la formation universitaire (PRFU) sur la pêche récréative.

(كن عالما فان لم تستطع فكن متعلما فان لم  
تستطع فأحب العلماء فان لم تستطع فلا تبغضهم)

## Dédicaces

Je dédie ce travail

À mes chers parents qui ne cessent de donner avec amour le nécessaire pour je puisse arriver à ce que je suis aujourd'hui, que dieu vous protège et que la réussite soit toujours à ma porte pour que je puisse vous combler de bonheurs.

Je tiens aussi à remercier « M. Zenekhri Salah Maître de conférences à de l'université de Ouargla qui m'a orienté et encouragé tout au long des années universitaires.

À mes frères pour leurs encouragements et leurs appuis multidimensionnels. Que ce travail soit pour eux la raison pour être fiers de tout ce qu'ils ont faits pour moi.

À mes sœurs, qu'elles trouvent dans ce travail le fruit de leurs soutiens et encouragements

À toute ma famille

Je tiens aussi à dédier ce travail et remercier du fond du cœur, mes amis (DAOUDI MOHAMED, BELAID SID ALI)

À toutes les personnes qui m'ont soutenu et encouragé tout au long de ces années ; Ainsi qu'à tous ceux qui me connaissent à l'ENSSMAL et l'UNIVERSITE DE MOSTAGANEM et avec qui j'ai passé des années inoubliables. À vous tous qui m'aimez ; À Kaouter qui est toujours en bonne humeur ; Je dédie ce travail.

Mostaganem : le 20/08/2020 à 20 :35 (EL KHALIL)

## Remerciements

Je remercie **ALLAH** le tout puissant de m'avoir donné la volonté, et le courage de mener à bien ce modeste travail.

Quel moment plaisant dans la rédaction de la thèse, que celui où l'on arrive aux remerciements, on commence à regarder en arrière, et les moments les plus marquants resurgissent des recoins de la mémoire.

Cette thèse est l'aboutissement d'un travail de longue haleine, que je présente aujourd'hui. Il n'aurait pas été possible sans l'aide et le soutien des personnes auxquelles je voudrais exprimer ma reconnaissance :

Qu'il me soit permis, en premier de traduire mes chaleureuses reconnaissances que j'éprouve envers mon directeur de thèse, le **Dr BACHIR BOUIADJRA Benabdallah**, pour son aide, soutien, conseils judicieux et directives, qu'il a tant apportés durant toutes ces années de formation doctorale et spécialement pour m'avoir proposé ce sujet et de m'avoir fait confiance. Je le remercie pour l'intérêt qu'il a porté à cette recherche, pour ses remarques pertinentes, ses discussions stimulantes, sa ténacité et son encouragement m'ont permis de redoubler d'efforts et d'aller de l'avant au moment les plus difficiles. Je lui exprime vivement ma profonde gratitude et reconnaissance pour ces compétences, sa disponibilité, sa gentillesse et de m'avoir fait bénéficier de ses relations professionnelles en Algérie et en Espagne. Il m'a toujours conseillé et aidé tout au long de cette thèse depuis les expérimentations jusqu'à la rédaction.

Mes remerciements et ma profonde gratitude vont à **M. MEZALI Karim, Professeur** au Département des Sciences de la Mer et de l'Aquaculture et directeur du laboratoire Protection Valorisation, Gestion des Ressources Marines Côtières et Systématique Moléculaire pour avoir eu l'amabilité de présider ce jury, malgré ses nombreuses occupations, et d'examiner ce travail, qui retrace dans certains passages, la phylogénie et la phytogéographie des espèces retenues, marquant bien le domaine de compétence avérée du Professeur. Aussi je le remercie vivement pour avoir pris le temps nécessaire pour corriger et remuer la forme et le fond de ce document.

Mes remerciements s'adressent à **M. BOUDERBALA Mohamed, Professeur** à l'Université d'Oran 1 Ahmed Ben Bella, et directeur du laboratoire Réseau de Surveillance Environnemental, je lui exprime ma profonde gratitude et ma reconnaissance pour sa disponibilité à examiner ce travail, en me faisant bénéficier de ses remarques pertinentes sur la thématique.

J'adresse mes sincères remerciements, et exprime ma profonde gratitude à **M.BENDIMERAD Mohamed El Amine** Maître de Conférences « A » à l'Université Abou-Bakr Belkaid de Tlemcen, pour l'honneur qu'il me fait, en acceptant de faire partie du jury de soutenance, de ma thèse pour me faire bénéficier de ses remarques pertinentes.

J'exprime ma profonde gratitude, et mes respectueux remerciements au Professeure **SOUALILI Dina Lila** doyenne de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'université de Mostaganem pour avoir eu l'amabilité d'accepter de faire part du jury, et d'examiner ce travail, malgré ses nombreuses occupations, ses encouragements pour la formation dans la filière aquaculture témoignent de l'intérêt porté aux thématiques de recherche sur la pisciculture, qui va nous faire profiter de ses remarques et son expertise dans le domaine.

Je remercie vivement le Professeur **HOMRANI Abdelkader** directeur du laboratoire Science et Techniques de Production Animale (LSTPA) à l'université de Mostaganem pour avoir accepté de mener nos expériences, au sein de l'équipe Aquaculture et biologie des organismes aquatiques (ABOA), son soutien matériel, et ses encouragements, ont permis l'ensemencement en alevins de Tilapia des bassins d'irrigation destinés aux plantations agricoles de la ferme expérimentale de Hassi Mameche.

Mes remerciements s'adressent à **M. ATTOU Miloud** attaché de recherche au (C.N.R.D.P.A) et responsable de l'écloserie de Tabia Wilaya de Sidi Bel-Abbes pour sa disponibilité et son aide pour l'obtention de géniteurs de Tilapia du Nil

Je tiens à exprimer mon respect, et ma gratitude à l'ensemble de mes enseignants du département des Sciences de la Mer et de l'Aquaculture, pour avoir prodigué un enseignement de qualité et à chercher toujours à le perfectionner. Je remercie mes collègues et amis qui m'ont exprimé leur sympathie et leurs sincères encouragements pour la réalisation de cette thèse. J'adresse mes remerciements particuliers aux jeunes chercheurs du CNRDPA avec qui j'ai eu d'agréables souvenirs en l'occurrence : **Monsieur BOUALIBoualem** et **Madame BRAHIMISihem**.

Je remercie en fin tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à l'élaboration de cette thèse pour leur bienveillance et réel plaisir que j'ai eu à travailler avec eux.

## Liste des abréviations

**°C** : Degré Celsius

**A** : aquarium

**ADN** : AcideDésoxyribonucléique.

**ANOVA** :Analyse de la variance

**CNRDPA** : Centre National de la Recherche et de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture

**COI** :Fragment de la sous-unité I du cytochrome C oxydase

**DGPA** : Direction Générale de la Pêche et d'Aquaculture

**Dpf** : le jour de fécondation comme le premier jour.

**ENSSMAL** : Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral.

**FAO** : *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture).

**FCR%** : le taux de conversion de l'alimentation

**g** : gramme

**GP** : Gain de masse corporelle

**GPS** : *Global Positioning System* (GPS); en français : « Système mondial de positionnement ».

**GtH** : Gonadotropine hormone

**Hpf** : heures post-fertilisation

**IC** : Indice de Consommation

**IUCN** : Union Internationale pour la Conservation de la Nature

**j** : jours

**K** : Facteur de condition

**Km** : Kilomètre

**L<sub>∞</sub>** : Longueur asymptotique

**LH-RH**: Luteinizing hormone-releasing hormone.

**Ln**: Logarithme népérien

**LS** :Longueur Standard

**LSTPA**:Laboratoire des Sciences et Techniques de Production Animale

**LT**:Longueur totale

**Lx**: Le lux est une unité de mesure de l'éclairement lumineux.

**mm** : millimètre

**MPRH** : Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques.

**PCR** : Réaction de polymérisation en chaîne( *Polymerase Chain Reaction*)

**PGS%** : Indice pseudo somatique en %.

**PNDA** : Plan National de Développement de l'Aquaculture

**RH** : Releasing Hormone

**Rn** : Qualité d'ajustement

**SGR%** :Taux de croissance spécifique

**TC** : Taux de croissance (g/ jours)

**TS** : Taux de survie

**UICN** :Union Internationale pour la Conservation de la Nature

**ZAA** : Zone d'Activité Aquacole

**ZAA** :Zones d'ActivitésAquacoles

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1.</b> Position systématique de <i>Oreochromis niloticus</i> (Paugy et al., 2004).....	27
<b>Tableau 2.</b> Pêche et aquaculture dans le monde : production, utilisation et commerce (FAO, 2020) .....	34
<b>Tableau 3.</b> Répartition des sites en termes des projets, filières, par wilaya et par pôle .....	40
<b>Tableau 4.</b> Traitement hormonale des génitures .....	51
<b>Tableau 5.</b> Répartition des aquariums en fonction de la dose injectée.....	53
<b>Tableau 6.</b> Quantité de sperme en fonction de la dose administrée .....	55
<b>Tableau 7.</b> Résultats de la reproduction artificielle en fonction des doses hormonale .....	56
<b>Tableau 8 .</b> Comparaison des deux taux de fécondation .....	58
<b>Tableau 9.</b> Durée d'éclosion en fonction des doses d'hormone .....	59
<b>Tableau 10.</b> Mesures morphométriques corporelles de <i>C. gariepinus</i> par rapport au sexe .....	82
<b>Tableau 11.</b> Mesures morphométriques de la tête de <i>C. gariepinus</i> par rapport au sexe .....	84
<b>Tableau 12.</b> Mesures morphométriques des nageoires de <i>C. gariepinus</i> par rapport au sexe .....	85
<b>Tableau 13.</b> Dénombrement méristique des souches de <i>Clarias gariepinus</i> dans la zone d'étude par rapport au sexe.....	88
<b>Tableau 14.</b> Test statistique de l'écart réduit chez <i>C. gariepinus</i> .....	96
<b>Tableau 15.</b> Récapitulatif des paramètres de croissance estimés pour <i>C. gariepinus</i> .....	101
<b>Tableau 16.</b> Paramètres de la relation taille-poids « <i>C. gariepinus</i> ».....	101
<b>Tableau 17.</b> Mesures effectuées sur de corps pour <i>C. anguillarisen</i> comparaison avec la référence de Teugels (1982).....	117
<b>Tableau 18.</b> Caractères distinctifs des deux spécimens du genre <i>Clarias</i> signalés à Ifni par rapport à la référence de Teugels 1982. ....	118
<b>Tableau 19.</b> Les constituants analytiques de l'aliment d'importation et l'aliment local.....	123
<b>Tableau 20.</b> Les paramètres de croissance en Aquarium A.....	129
<b>Tableau 21.</b> Les paramètres de reproduction en Aquarium A .....	130
<b>Tableau 22.</b> Les paramètres de croissance en Aquarium B .....	132
<b>Tableau 23.</b> Le rendement reproducteur des femelles de Tilapia du Nil en Aquarium B .....	133
<b>Tableau 24.</b> Paramètres de croissance en Aquarium C .....	134
<b>Tableau 25.</b> Rendement reproducteur des femelles de Tilapia du Nil en aquarium C.....	135
<b>Tableau 26.</b> Durée d'incubation et taux d'éclosion d' <i>O. niloticus</i> .....	138
<b>Tableau 27.</b> Stades de développement du Tilapia du Nil 30(Fujimura et Okada , 2007). ....	143

<b>Tableau 28</b> . Paramètres de croissance du Tilapia du Nil nourri à différentes rations alimentaires .....	167
<b>Tableau 29</b> . Paramètres de croissance des alevins du Tilapia du Nil.....	173
<b>Tableau 30</b> . Les paramètres de croissance du Tilapia rouge nourri 1, 2, 3, ou 4 fois par jour pendant 43jours.....	180

## Liste des figures

<b>Figure 1.</b> Morphologie externe <i>C. gariepinus</i> montrant ces différentes nageoires .....	9
<b>Figure 2.</b> Branchiospines de <i>C. anguillaris</i> (A, B) et <i>C. gariepinus</i> (C).....	10
<b>Figure 3.</b> Production globale des captures pour l'espèce <i>C. gariepinus</i> (FAO, 2019).....	12
<b>Figure 4 .</b> Physiologie de la reproduction chez les poissons (organes et hormones impliqués dans la reproduction des poissons) (d'après Olivier et Patrick, 2013) .....	14
<b>Figure 5.</b> Œufs matures indiquant la migration de la vésicule germinale chez <i>C. gariepinus</i> .	17
<b>Figure 6 .</b> Géniteurs de <i>C. gariepinus</i> du sud Algérien .....	17
<b>Figure 7 .</b> Méthode d'injection intramusculaire chez <i>C. gariepinus</i> .....	18
<b>Figure 8.</b> Prélèvement des gonades mâles de <i>C. gariepinus</i> .....	19
<b>Figure 9.</b> Système d'incubation fabriqué localement .....	20
<b>Figure 10.</b> Artémia congelé dans une bouteille en plastique utilisé comme aliment pour larves de <i>C. gariepinus</i> .....	21
<b>Figure 11.</b> Tilapia de Nil (femelle) <i>O. niloticus</i> en captivité au Laboratoire (LSTPA) .....	26
<b>Figure 12 .</b> Répartition géographique d' <i>O. niloticus</i> (FAO, 2020) .....	28
<b>Figure 13.</b> Trois types de couleur de peau du Tilapia rouge de Malaisie. ....	32
<b>Figure 14.</b> Production halieutique et aquacole mondiale (FAO, 2020).....	35
<b>Figure 15 .</b> Utilisation et consommation apparente de poisson dans le monde (FAO, 2020) .	35
<b>Figure 16 .</b> Part respective de l'aquaculture et de la pêche dans la production de poisson destiné à la consommation humaine (FAO, 2020).....	37
<b>Figure 17 .</b> Nombre de projets potentiels et de filières par pôle aquacole.....	41
<b>Figure 18 .</b> Statistiques de la pêche et aquaculture 2017/2018 (site web de DGPA, 2020 consulté le 11/08/2020).....	44
<b>Figure 19 .</b> Situation géographique d'Ouargla (Behmene, 2020) .....	49
<b>Figure 20 .</b> Géniteur femelle <i>C. gariepinus</i> .....	50
<b>Figure 21 .</b> Aquariums d'incubation de 100 L .....	53
<b>Figure 22 .</b> Durée de latence en fonction de temps .....	57
<b>Figure 23 .</b> Résultats de l'Indice pseudo-gonado-somatique (%) de <i>C. gariepinus</i> .....	58
<b>Figure 24 .</b> Stades de développement embryonnaire de <i>C. gariepinus</i> à 2h.....	63
<b>Figure 25.</b> Stades de développement embryonnaire de <i>C. gariepinus</i> de (A à 5 h ; B à 8h 30 ; C à 10 h) .....	64
<b>Figure 26.</b> Stades de développement embryonnaire de <i>C. gariepinus</i> (A à 13h ; B à 14 h ; C à 18 h) .....	65

<b>Figure 27.</b> Stades de développement embryonnaire de <i>C. gariepinus</i> (A à 25h ; B à 34h ; C à 35h ; D à 44 h ) .....	66
<b>Figure 28.</b> Stades de développement embryonnaire de <i>C. gariepinus</i> (A à 55h et B à 73h). ..	67
<b>Figure 29.</b> Stades de développement embryonnaire de <i>C. gariepinus</i> (A à 94h ; B, C à 130 h) .....	68
<b>Figure 30.</b> Carte de localisation du site de <i>Clarias gariepinus</i> pêchée en 2019 à Oued Takhamalte – (Illizi-sud-est de l’Algérie) (Behmene, 2020). .....	73
<b>Figure 31.</b> Lieu de pêche <i>C. gariepinus</i> à Illizi (N 26 ° 54 '40.2' et E 008 ° 42'49.0) .....	74
<b>Figure 32.</b> Diagramme des mesures morphométriques étudiées (d’après Abanikannda <i>et al.</i> , 2018) .....	75
<b>Figure 33.</b> Diagramme montrant les mesures de la tête et les mesures des plaques dentaires (d’après Abanikannda <i>et al.</i> , 2018).....	76
<b>Figure 34.</b> Vue dorsale de <i>C. gariepinus</i> échantillonnée à Oued Takhamalte (W. Illizi) .....	78
<b>Figure 35.</b> Rachis denticulé à l’avant de <i>C. gariepinus</i> .....	78
<b>Figure 36.</b> Un individu femelle (A) et un individu mâle (B) de Silure d’Afrique <i>C. gariepinus</i> (d’après Burchell, 1822) .....	79
<b>Figure 37.</b> Nombre de branchiospines sur le premier arc branchial (BS) par rapport à la longueur standard de <i>C. gariepinus</i> du sud de l’Algérie .....	80
<b>Figure 38.</b> Premier arc branchial de <i>C. gariepinus</i> du sud de l’Algérie .....	80
<b>Figure 39.</b> Variables morphométriques (cercle de corrélation) pour <i>C. gariepinus</i> .....	86
<b>Figure 40.</b> Coloration par sexe et caractéristiques morphologiques du silure d’Afrique du Sud Algérien.....	86
<b>Figure 41.</b> Variables méristiques (cercle de corrélation) pour <i>C. gariepinus</i> .....	89
<b>Figure 42.</b> Coloration sexuelle et caractéristiques méristiques de <i>C. gariepinus</i> .....	89
<b>Figure 43.</b> Réseau d’haplotypes à jonction médiane de <i>C. gariepinus</i> .....	90
<b>Figure 44.</b> Analyse des polygones de fréquences de tailles chez les mâles de <i>C. gariepinus</i> .	97
<b>Figure 45.</b> Analyse des polygones de fréquences de tailles chez les femelles de <i>C. gariepinus</i> .....	97
<b>Figure 46.</b> Distribution des fréquences de taille obtenue par la méthode de POWELL (1979) - WETHERALL (1986) .....	98
<b>Figure 47.</b> Variation d’ajustement normalisé (Rn) en fonction de coefficient de croissance(K) obtenue par ELEFAN I pour <i>C. gariepinus</i> .....	99
<b>Figure 48.</b> ELEFAN I disposant d’un sous-programme appelé « surface d’égales réponses » .....	100

<b>Figure 49.</b> Courbe de tendance, type puissance, de la relation taille poids obtenue les mâles de <i>C. gariepinus</i> .	102
<b>Figure 50.</b> Courbe de tendance, type puissance, de la relation taille poids obtenue pour les femelles de <i>C. gariepinus</i> .	102
<b>Figure 51.</b> Courbe de tendance, type puissance, de la relation taille poids obtenue pour les mâles (M) et les femelle (F) de <i>C. gariepinus</i> .	103
<b>Figure 52.</b> Carte de localisation du site de <i>C. anguillaris</i> pêché en 2019 à Ifni - Illizi (Sud-Est de l'Algérie) (D'après Behmene et Bachir Bouiadjra, 2019).	108
<b>Figure 53.</b> Lieu de pêche à la ligne de <i>C. anguillaris</i> à la Gueltas d'Ifni (N 25° 45' 51.4'' et E 007° 54' 53.8'')	109
<b>Figure 54.</b> Schéma illustrant les mensurations effectuées de <i>C. anguillaris</i> (Lévêque <i>et al.</i> , 1990)	110
<b>Figure 55.</b> Vue latérale de <i>Clarias anguillaris</i> peuplant les Gueltas d'Ifni « Illizi -Sud-Est de l'Algérie »	111
<b>Figure 56.</b> Vue dorsale de la tête de <i>C. anguillaris</i> échantillonnée à Ifni - Illizi (Sud-Est de l'Algérie)	112
<b>Figure 57.</b> Schéma indiquant le dessin irrégulier (a) et régulier (b) forme par des neuromastes superficiels, visibles comme des petits points blanchâtres sur les flancs de <i>C. anguillaris</i> (d'après Teugels, 1992).	112
<b>Figure 58.</b> Vue de face du corps de <i>C. anguillaris</i> pêché à Gueltas d' Ifni « Illizi -Sud-Est de l'Algérie »	113
<b>Figure 59.</b> L'épine pectorale denticulée sur la partie antérieure (A) de <i>C. anguillaris</i> .	114
<b>Figure 60.</b> A : distribution géographique de L'UICN, 2010 ; B : cadre en rouge représentant Gueltas d'Ifni à Illizi. Nouveau site en Algérie ,2019 (Carte modifiée, par Behmene. I. E)	115
<b>Figure 61.</b> Forme des branchiospines chez <i>Clarias anguillaris</i> (A) 236.5 mm et chez <i>C. anguillaris</i> (B)231 mm (zone d'Ifni sud Algérien).	118
<b>Figure 62.</b> Nombre de branchiospines sur le premier arc branchial par rapport à la longueur standard (LS) chez <i>C. gariepinus</i> et <i>C. anguillaris</i> (d'après Compaoré <i>et al.</i> , 2015)	119
<b>Figure 63.</b> Tilapia du Nil (femelle) <i>Oreochromis niloticus</i> dans l'Aquarium (A et B).	121
<b>Figure 64.</b> Tilapia rouge ( <i>Oreochromis niloticus x O. mossambicus</i> ) dans l' aquarium C	122
<b>Figure 65.</b> (A) : Aliment d'importation de Tilapia du Nil « <b>Naturalleva</b> » ; (B) : Aliment local de Tilapia du Nil « <b>Dziraponic</b> »	123
<b>Figure 66.</b> (A) : Minuterics numériques ; (B) : Luxmètre (capteur photométrique)	124

<b>Figure 67.</b> Déformation de la partie intérieure de la cavité buccale chez le Tilapia de Nil (Behmene, 2020) .....	126
<b>Figure 68.</b> Boîte d'incubation de 10 L pour le Tilapia du Nil.....	136
<b>Figure 69.</b> Système d'incubation fabrique pour le Tilapia du Nil.....	136
<b>Figure 70.</b> Période d'incubation et taux d'éclosion d' <i>O. niloticus</i> .....	137
<b>Figure 71.</b> Développement embryonnaire du Tilapia du Nil (de 1 heure à 6 h) .....	145
<b>Figure 72.</b> Le stade Pharynguladu Tilapia du Nil (48–90 hpf) .....	145
<b>Figure 73.</b> L'éclosion période du Tilapia du Nil (90-120 hpf) .....	146
<b>Figure 74.</b> Période d'éclosion du Tilapia du Nil à 95 h .....	147
<b>Figure 75.</b> Développement larvaire du Tilapia du Nil à 111h.....	147
<b>Figure 76.</b> Développement larvaire du Tilapia du Nil à 136h .....	148
<b>Figure 77.</b> Développement larvaire du Tilapia du Nil à 146 h.....	149
<b>Figure 78 .</b> Développement larvaire du Tilapia du Nil à 163 h.....	149
<b>Figure 79.</b> Développement larvaire du Tilapia du Nil à 187 h .....	150
<b>Figure 80.</b> Développement larvaire du Tilapia du Nil à 211 h .....	151
<b>Figure 81.</b> Développement larvaire du Tilapia du Nil à 235 h .....	152
<b>Figure 82.</b> Développement larvaire du Tilapia du Nil à 260 h .....	153
<b>Figure 83.</b> Stade 27 du Tilapia du Nil (14–15 dpf).....	154
<b>Figure 84.</b> Juvéniles de 43 jours du Tilapia du Nil.....	154
<b>Figure 85.</b> Déformations fréquentes de Tilapia du Nil (estomacs et intestin (Int) et anus)....	156
<b>Figure 86.</b> Déformations « Détail de la tête », déformations des yeux de Tilapia du Nil .....	157
<b>Figure 87.</b> Déformations de Tilapia du Nil (Détail de la tête + cavité cardiaque) .....	157
<b>Figure 88.</b> Déformation et raccourcissement de la mâchoire du Tilapia du Nil .....	158
<b>Figure 89.</b> Difformité de la nageoire « caudale » du Tilapia du Nil .....	159
<b>Figure 90.</b> Conception expérimentale (régime d'alimentation) de Tilapia du Nil .....	163
<b>Figure 91.</b> Conception expérimentale (fréquence d'alimentation) de Tilapia du Nil.....	164
<b>Figure 92.</b> Valeurs en gain de poids (g) entre les quatre traitements de Tilapia du Nil .....	168
<b>Figure 93.</b> Valeurs de croissance entre les quatre traitements de Tilapia du Nil .....	169
<b>Figure 94.</b> Valeurs en gain de taille (GT) en (cm) entre les quatre traitements de Tilapia du Nil .....	169
<b>Figure 95.</b> Valeurs du taux de croissance spécifique (SGR) entre les quatre traitements de Tilapia du Nil.....	170
<b>Figure 96.</b> Valeurs du taux de conversion alimentaire (FCR) entre les quatre traitements de Tilapia du Nil.....	170

<b>Figure 97.</b> Valeurs de (FCE) entre les quatre traitements de Tilapia du Nil .....	171
<b>Figure 98.</b> Valeurs du Facteur de condition (K) entre les quatre traitements de Tilapia du Nil .....	171
<b>Figure 99.</b> Valeurs du taux de survie (TS) entre les quatre traitements de Tilapia du Nil .....	172
<b>Figure 100.</b> Valeurs en gain de poids (GP) en (g) entre les quatre fréquences alimentations de Tilapia du Nil.....	175
<b>Figure 101.</b> Valeurs en gain de taille (GT) en (cm) entre les quatre fréquences alimentations de Tilapia du Nil .....	175
<b>Figure 102.</b> Valeurs du taux de croissance (TC) en (cm) entre les quatre fréquences alimentations de Tilapia du Nil.....	176
<b>Figure 103.</b> Valeurs du Taux de croissance spécifique (SGR) en (%) entre les quatre fréquences alimentations de Tilapia du Nil .....	176
<b>Figure 104.</b> Valeurs du taux de conversion alimentaire FCR (%) entre les quatre fréquences alimentations de Tilapia du Nil .....	177
<b>Figure 105.</b> Valeurs de l'efficacité de conversion des aliments FCE (%) entre les quatre fréquences alimentations de Tilapia du Nil.....	177
<b>Figure 106.</b> Valeurs du facteur de condition « K » entre les quatre fréquences alimentations de Tilapia du Nil.....	178
<b>Figure 107.</b> Valeurs du taux de survie « TS» entre les quatre fréquences alimentations de Tilapia du Nil.....	178
<b>Figure 108.</b> Les mortalités au mois d'août du Tilapia rouge .....	179
<b>Figure 109.</b> Valeurs du gain de poids moyen (MWG) en (g) entre les quatre fréquences alimentations. ....	181
<b>Figure 110.</b> Valeurs du taux de croissance journalière « GR » (g/jour) entre les quatre fréquences alimentations .....	182
<b>Figure 111.</b> Valeurs du Taux de croissance spécifiques « SGR » (%) entre les quatre fréquences alimentations .....	182
<b>Figure 112.</b> Valeurs du Taux de conversion de l'alimentation « FCR » (%) entre les quatre fréquences alimentations.....	183
<b>Figure 113.</b> Valeurs de l'efficacité de conversion des aliments « FCE » (%) entre les quatre fréquences alimentations.....	183
<b>Figure 114.</b> Valeurs de Facteur de condition « CV » (%) entre les quatre fréquences alimentations .....	184



## Résumé

**L'objectif de cette recherche vise** la maîtrise des techniques de reproduction contrôlée et croissance d'une espèce autochtone de la famille des Claridae (poisson-chat Africain *Clarias gariepinus*, et un autre allochtone (le Tilapia du Nil), en vue de répondre à une demande formulée dans les plans établis pour la filière aquaculture, et de favoriser ainsi le développement local des régions intérieures. La méthodologie de recherche repose sur l'identification du patrimoine Ichthyologique existant, dans la zone du Grand Sud Algérien, grâce à des outils **morphométriques** et **méristiques**, complétés par des **analyses Moléculaires** en utilisant le gène mitochondrial cytochrome c oxydase sous-unité I (COI), où l'on note une faible diversité génétique chez *C. gariepinus*. Ces outils pertinents révèlent bien la présence de deux Claridae *C. gariepinus* et *C. angularis* d'intérêt Aquacole pour la région saharienne.

Le suivi sur la croissance des stades larvaires, issus de la reproduction contrôlée des deux espèces, révèle la nécessité d'optimiser les facteurs de reproduction, pour augmenter l'efficacité de l'éclosion chez le Tilapia. Le document propose de valoriser et conserver ces ressources génétiques piscicoles qui enrichissent le patrimoine ichthyologique du pays et diversifient ses niches d'occupation dans l'espace Africain. Les résultats de la reproduction contrôlée chez *C. gariepinus*, démontrent, que l'utilisation d'une dose optimale d'hormone **Ovaprim** de **0,4 ml / kg** est satisfaisante, et pourrait servir de valeur guide, à la station Aquacole d'Ouargla. La population algérienne de *C. gariepinus*, partage son haplotype avec celles de l'Egypte et du Nigéria, suggérant un flux génétique continu à travers elles. En revanche, les populations du bassin du Congo, sont génétiquement différenciées de celles du reste de l'aire de répartition naturelle, suggérant l'existence d'une barrière géographique ou écologique entravant le flux génétique entre ces zones, séparant les populations d'Afrique du Nord et du Congo. Le rendement en frais du Tilapia du Nil dépend de multiples facteurs, en particulier, la nutrition, la densité, l'âge et la taille des géniteurs, le sex-ratio, la photopériode et la qualité d'eau d'élevage, et une fréquence alimentaire **de quatre fois**, et **six fois par jour** révèle une utilisation plus efficace des aliments, qu'avec une fois, deux fois et trois fois d'apports aliments/jour.

Les résultats obtenus représentent **des normes**, pour le lancement de l'élevage larvaire et la reproduction en captivité de la souche Tilapia du Nil, ce qui permettra à l'avenir de s'affranchir des importations d'alevins souvent onéreuses et à cout de devises pour le pays.

**Mots-clés** :Sud Algérien. Poisson-chat, Tilapia, Morphométrie, Méthodes méristiques, ADN mitochondrial, Phylogéographie, Haplotypes, Croissance, Reproduction, Eclosion, Larves, Nutrition, Conservation.

## **Artificial reproduction, diet and growth in African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) and Tilapia of Nil *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757) in captivity**

### **Abstract**

The objective of this research is to improve the techniques of controlled reproduction and growth of an indigenous species Claridae (African catfish *Clarias gariepinus*, and another allochtona (Tilapia du Nil), in response to a request made in the plans drawn up for the aquaculture sector, thus promoting the local development of the inland regions. The research methodology is based on the identification of the existing Ichthyological heritage, in the Far South Algerian area. We used morphometric, meristic tools, supplemented by molecular analyses (DNA barcoding), using the mitochondrial cytochrome C oxidase subunit I (IOC) gene, where low genetic diversity was found in *C. gariepinus*.

These relevant tools reveal the presence of two Claridae *C. gariepinus* and *C. anguilaris* of Aquaculture interest for the Saharan region, Monitoring of the growth of larval stages, resulting from the controlled reproduction of the species, reveals the need to optimize the reproductive factors, to increase the efficacy of hatching in Tilapia.

The document proposes to value and conserve these genetic resources that enrich the Ichthyological heritage of the country and diversifies its niches of occupation in the African region. The results of the controlled reproduction in *C. gariepinus*, demonstrate, that the use of an optimal dose of hormone Ovaprim of 0.4 ml/ kg is satisfactory, and could serve as a guide value, at the Aquacole station of Ouargla. The Algerian population of *C. gariepinus*, shares its haplotype with those of Egypt and Nigeria, suggesting a continuous gene flow through them. On the other hand, the populations of the Congo Basin are genetically differentiated from those of the rest of the natural range, suggesting the existence of a geographical or ecological barrier hindering the gene flow between these areas, separating the populations of North Africa and the Congo. The spawning yield of Nil Tilapia depends on multiple factors, in particular, nutrition, density, age and size of broodstock, sex ratio, photoperiod and quality of farmed water, and a feed frequency of four (04) times, and six (06) times a day shows more efficient use of food, than once, twice and three times a day of food intake. For Nil Tilapia and red hybrid Tilapia.

The obtained results represent standards for the initiation of larval rearing and captive breeding of the Nil Tilapia strain. Which will allow freeing themselves from the often expensive and foreign currency imports of fry for the country.

**Keywords:** South Algeria. Catfish, Tilapia, Morphometric, Meristic, mitochondrial DNA, Phylogeography, Haplotype, Growth, Reproduction, Hatching, larvae, Food, Conservation.

إعادة إنتاج الاصطناعي، نظام غذائي ونمو القرموط الإفريقي *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) والبلطي النيلي (*Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757) في الأسر.

## ملخص

الهدف من هذه البحوث هو إتقان تقنيات التكاثر والنمو المتحكم به لأنواع محلية من سمك القط الإفريقي، كما أن هناك أيضا نوعية أخرى من سمك البلطي النيلي استجابة لطلب ورد في الخطط الموضوعية لهذا القطاع، مما يعزز التنمية المحلية للمناطق الداخلية. وتستند منهجية البحث إلى تحديد التراث السمكي الحالي، في أقصى جنوب الجزائر، بفضل الأدوات المورفومترية والمرجعية، التي تكملها التحليلات الجزيئية، وطريقة تحليل الحمض النووي، باستخدام الجين الفرعي الأول للأكسدة المصنوع من الميتوكوندريا، حيث يوجد تنوع وراثي منخفض في سمك القط الإفريقي الجزائري.

وتكشف هذه الأدوات ذات الصلة عن وجود اثنين من اسماك القط *Clarias gariepinus* و *Clarias anguillaris*.. مهمة لتنمية تربية المائيات في المنطقة الصحراوية، ثم بروتوكولات وضعت على مستوى المختبر لاختبار التفريخ باستخدام الهرمونات «Ovaprim» على سمك السمك القط الأصلي، *C. gariepinus* من وادي تخا مالت (اليزي) تفريخ اسماك البلطي النيلي التي مصدرها من ملحقة البحث لمحطة تربية الاحياء المائية، بولاية سيدي بلعباس. إن رصد نمو مراحل البرقات، الناجم عن التكاثر المتحكم به لأنواع، يكشف عن الحاجة إلى تحسين العوامل الإنجابية، وزيادة فعالية التفقس في سمك البلطي النيلي، وقد أشير إلى مستويات استهلاك الأغذية وتواترها بشكل جيد، وتقتصر الوثيقة تقييم هذه الموارد الجينية التي تثرى التراث الوطني وتحافظ عليها وتنوع مجالات عملها في المجال الإفريقي. وتبين نتائج التكاثر الخاضع للسيطرة بنسبة لسمك القط الإفريقي أن استخدام جرعة مثالية من هرمون "أوفابريم" تبلغ 0,4 مل. كغ. ويتقاسم اسماك السلور الإفريقي في الجزائر نمطه الوارثي مع اسماك السلور في مصر ونيجيريا، الأمر الذي يشير إلى استمرار تدفق الجينات عبرها. ومن ناحية أخرى، فإن اسماك السلور حوض الكونغو يفرق جينيا عن اسماك السلور بقية النطاق الطبيعي، مما يشير إلى وجود حاجز جغرافي أو إيكولوجي يحول دون التدفق الجيني بين هذه المناطق، ويفصل بين اسماك السلور شمال أفريقيا والكونغو.

يعتمد الإنتاج البلطي النيلي على عوامل متعددة، خاصة التغذية والكثافة والعمر والحجم، ونسبة الجنس، والضوء، ونوعية المياه، ومعدل التغذية مثلا 4 مرات، وستة (06) أوقات يدي استعمال أكثر فعالية للغذاء، من مرة، مرتين وثلاثة أوقات. بالنسبة إلى البلطي النيلي والبلطي الهجين الأحمر. إن معايير النمو الإجمالية لتربية البلطي النيلي مرضية، حيث حدد نظام التغذية 35% من الكتلة الحيوية للزريعة الأسيرات لمدة أسبوعين من التربية، ونحو 17.5% للأسابيع الثلاثة المتبقية. وتمثل هذه النتائج معايير لبدء تربية البرقات وتربية مراقبة مستمرة لسلالة البلطي النيلي، مما سيسمح بتحرر الجزائر من واردات الزريعة وتمثل في اخراج العملة الأجنبية باهظة التكاليف في كثير من الأحيان للدولة.

**الكلمات الرئيسية:** جنوب. الجزائر. سمك السلور، البلطي، المورفولوجي، المرجعية، الحمض النووي

الميتوكوندريا، علم الأنساب النمط، النمو، التكاثر، التفقس، البرقات، الغذاء، الحفظ.

# Sommaire

Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Résumés	
Introduction générale .....	1
Partie I : Revue bibliographique .....	8
Chapitre I : Caractéristiques biologiques de <i>C. gariepinus</i> .....	8
I.1 Présentations de l'espèce .....	8
I.2 Position systématique.....	8
I.3 Synonymes .....	8
I.4 Caractères distinctifs.....	9
I.5 Les noms attribués par la FAO .....	10
I.6 Répartition géographique .....	10
I.7 Intérêt pour la pêche .....	11
I.8 Facteurs influençant la reproduction.....	12
I.9 Reproduction naturelle .....	15
I.10 Sélection induite .....	16
I.11 Gestion du poisson reproducteur .....	17
I.12 Administration de l'hormone « Ovaprim » .....	18
I.13 Elevage des larves.....	20
I.14 Qualité de l'eau des écloseries .....	21
Chapitre II : Caractéristiques biologiques du Tilapia du Nil.....	23
II.1 Présentation générale .....	23
II.2 Aperçu historique du Tilapia en Algérie.....	23

II.3	Caractéristiques morphologiques .....	25
II.4	Classification et systématique .....	27
II.5	Exigences écologiques .....	27
II.6	Habitat et distribution .....	28
II.7	Régime alimentaire et nutritionnel .....	28
II.8	Reproduction .....	29
II.9	Présentation du Tilapia rouge.....	31
Chapitre III : Situation mondiale des pêches et de l'aquaculture. ....		34
Chapitre IV : Présentations du schéma directeur de développement des activités aquacoles.....		39
IV.1	Situation actuelle de l'aquaculture en Algérie .....	41
IV.2	Le développement de la filière aquacole .....	44
IV.2.1	Phase à court terme, 2009 .....	44
IV.2.2	Phase à Moyen terme, 2010 - 2014 .....	44
IV.2.3	Phase à Long terme, 2015 - 2025 .....	45
IV.3	Conclusion partielle.....	45
Partie II : Poisson chat africain ( <i>Clarias gariepinus</i> ) .....		48
Chapitre I : Essai de reproduction contrôlée du poisson chat africain en captivité et à l'écloserie dans la région saharienne d'Ouargla. ....		48
I.1	Matériel et méthodes.....	48
I.1.1	Présentation du milieu d'étude.....	48
I.1.2	Sélection des géniteurs .....	49
I.1.3	Gestion des génitures.....	50
I.1.4	Hormones synthétiques (Ovaprim) .....	50
I.1.5	Conception expérimentale .....	50
I.1.6	Injection d'hormone pour les géniteurs : .....	51

I.1.7	Stabulation .....	51
I.1.8	Récolte de la laitance .....	52
I.1.9	Extraction manuelle des œufs (stripping) .....	52
I.1.10	Fécondation des œufs .....	52
I.1.11	Incubation des œufs fécondés .....	52
I.1.12	Paramètres de performance de la reproduction .....	54
I.2	Résultats et discussion .....	55
I.2.1	Choix des géniteurs .....	55
I.2.2	Sélection des géniteurs .....	55
I.2.3	Prélèvement des testicules et du sperme .....	55
I.2.4	Taux d'ovulation .....	56
I.2.5	Nombre d'œufs.....	56
I.2.6	Temps de latence .....	56
I.2.7	Indice de Pseudo Gonadosomatique (PGSI) en % .....	57
I.2.8	Taux de fécondation (%).....	58
I.2.9	Durée d'éclosion .....	59
I.3	Conclusion partielle .....	60
Chapitre II : Stades de développement embryonnaire et larvaire du poisson-chat		
	africain <i>Clarias gariepinus</i> en conditions de laboratoire .....	62
II.1	Résultats .....	62
II.1.1	Étape de fertilisation.....	63
II.1.2	Stade blastodisque / pôle animal et pôle végétal .....	63
II.1.3	Stade morula .....	63
II.1.4	Stade de blastula à gastrula.....	63
I.1.13	Stade somite .....	64
II.1.5	Étape d'éclosion .....	65
II.1.6	Stade larves / alevins éclos (premier jour) .....	66

II.1.7	Stade post-embryonnaire du deuxième jour .....	66
II.1.8	Stade post-embryonnaire du troisième jour .....	67
II.1.9	Stade larvaire de quatre jours .....	68
II.2	Discussion .....	69
II.3	Conclusion partielle .....	70
Chapitre III : Diversité morphométriques et génétiques d'une population de siluriens		
	<i>Clarias gariepinus</i> du Sud-Est Algérien.....	72
III.1	Matériel et méthodes .....	73
III.1.1	Matériel .....	73
III.1.2	Morphométrie .....	74
III.1.3	Analyses statistiques .....	76
III.1.4	Extraction d'ADN et amplification par PCR .....	77
III.1.5	Analyse de séquence d'ADN.....	77
III.2	Résultats et discussion.....	77
III.2.1	Relation entre le nombre de Branchiospines (BS) et la longueur standard (SL).....	79
III.2.2	Branchiospines chez <i>Clarias gariepinus</i> .....	80
III.2.3	Caractéristiques morphométriques et méristiques .....	81
III.2.4	Caractéristiques morphométriques par rapport au sexe .....	81
III.2.5	Caractérisation morphologique à l'aide du composant principal .....	82
III.2.6	Caractéristique méristique par rapport au sexe.....	86
III.2.7	Caractérisation méristique à l'aide de la composante principale .....	88
III.2.8	Caractéristiques moléculaires .....	90
III.3	Discussion.....	91
III.4	Conclusion partielle.....	93
Chapitre IV : Croissance du poisson chat africain ( <i>C. gariepinus</i> ) à Illizi (Sud-Est		
	Algérien) .....	94

IV.1	Méthodes d'études .....	94
IV.2	Principe.....	94
IV.3	Résultats des paramètres de croissance .....	95
IV.3.1	Comparaison des tailles moyennes.....	95
IV.3.2	Analyse des structures de taille .....	97
IV.3.3	Estimation du poids asymptotique $W_{\infty}$ .....	101
IV.4	Discussion.....	103
IV.5	Conclusion partielle.....	104
Chapitre V : Sur la présence du poisson-chat africain <i>Clarias anguillaris</i> (Linnaeus, 1758) dans le Sud-Est de l'Algérie (Ifni-Illizi) .....		107
V.1	Matériel et méthodes.....	108
V.1.1	Zone d'étude.....	108
V.1.2	Le prélèvement d'échantillons .....	108
V.1.3	Méthodologie .....	109
V.2	Résultats et discussion .....	110
V.2.1	Matériel examiné .....	110
V.2.1.1	Genre <i>Clarias</i> (Scopoli, 1777) .....	111
V.2.1.2	<i>Clarias anguillaris</i> (Linnaeus, 1758) .....	113
V.2.2	Distribution au niveau mondial .....	114
V.2.3	Habitat et écologie .....	115
V.2.4	Analyse des variables métriques et méristiques : .....	116
V.2.4.1	Variables métriques.....	116
V.2.4.2	Variables méristiques .....	118
V.3	Conclusion partielle .....	119
Partie III : Tilapia du Nil <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1757) .....		120
Chapitre I : Paramètres de croissance et de reproduction des géniteurs.....		120

I.1	Matériel et méthodes.....	120
I.1.1	Lieu d'expérimentation.....	120
I.1.2	Conception expérimentale (les aquariums).....	120
I.1.3	Photopériode et intensité lumineuse.....	123
I.1.4	Mesure des paramètres de croissance.....	124
I.1.5	Mesure des paramètres de reproduction.....	125
I.1.6	Analyse des données.....	127
I.2	Résultats.....	127
I.2.1	Etude des paramètres de croissance en aquarium A.....	127
I.2.2	Etude des paramètres de Reproduction en aquarium A.....	127
I.2.3	Etude des paramètres de croissance en aquarium B.....	130
I.2.4	Etude des paramètres de reproduction en Aquarium B.....	130
I.2.5	Etude des paramètres de croissance en aquarium C.....	133
I.2.6	Etude des paramètres de reproduction en Aquarium C.....	135
I.2.7	Période d'incubation et taux d'éclosion des œufs.....	135
I.3	Discussion.....	138
I.4	Conclusion partielle.....	141
Chapitre II : Développement de l'embryon, de la larve et du jeune juvénile du Tilapia du Nil <i>Oreochromis niloticus</i> .....		142
II.1	Matériel et méthodes.....	142
II.2	Résultats.....	142
II.2.1	Période d'éclosion (90–120 h) (Fig. 74).....	146
II.2.2	Début de la période larvaire (Fig. 76).....	148
II.2.3	Période larvaire tardive.....	150
II.2.4	Période juvénile précoce.....	153
II.3	Discussion.....	154
II.4	Les anomalies observées au cours de l'expérimentation.....	156

II.5	Conclusion partielle .....	159
Chapitre III : Effets de niveau et fréquence d'alimentation chez les alevins de Tilapia		
	du Nil en captivité .....	162
III.1	Matériel et méthodes .....	162
III.1.1	Niveau d'alimentation chez le Tilapia du Nil.....	163
III.1.2	Fréquence d'alimentation chez le Tilapia du Nil.....	164
III.1.3	Fréquence d'alimentation chez le Tilapia rouge.....	165
III.2	Résultats.....	166
III.2.1	Régime d'alimentation chez le Tilapia du Nil.....	166
III.3	Fréquence d'alimentation chez le Tilapia de Nil .....	172
III.4	Fréquence d'alimentation chez le Tilapia rouge.....	179
III.5	Discussion.....	184
	Conclusion générale et perspectives .....	190
	Références bibliographiques.....	194
	Annexe A : Articles scientifique publiés ou sous presse relatifs à la thématique de la	
	thèse : .....	217
	Annexe B : Participations au séminaire et congrès scientifiques nationales et	
	internationales : .....	224

## Introduction générale

### **Introduction générale**

Les sociétés humaines sont confrontées à un immense défi : assurer un approvisionnement en nourriture et des moyens d'existence à une population qui dépassera largement les neuf milliards au milieu du 21<sup>ème</sup> siècle, tout en faisant face aux incidences disproportionnées du changement climatique et de la dégradation de l'environnement sur la base des ressources existantes. On estime que la production mondiale de poisson a atteint, en 2018, environ 179 millions de tonnes, soit une valeur totale de 401 milliards de dollars dont 82 millions de tonnes équivalent à 250 milliards de dollars provenaient de la production aquacole (FAO, 2020).

Le poisson-chat africain *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) est un poisson d'aquaculture préféré dans le monde, en raison de sa robustesse et de son taux de croissance rapide. La collecte de la semence de cette espèce dans la nature n'est pas fiable, peu rentable pour la culture à grande échelle de ce poisson. Pour surmonter ces difficultés, la reproduction induite reste la seule méthode alternative pour l'aquaculture intensive, aussi la compréhension de l'embryogenèse chez cette espèce est nécessaire, pour assurer une amélioration de la production artificielle d'alevins et un taux de croissance appréciable.

Depuis quelques années, les Tilapias constituent les espèces prédominantes de la pisciculture commerciale africaine (FAO, 2012, 2014). Ils représentent également les espèces les plus élevées et les plus appréciées par les pisciculteurs et les consommateurs (Ouattara et al., 2009 ; Toguyeni et al., 2009). Parmi ces espèces de Tilapias, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757) est la plus connue, et la plus utilisée car ayant fait l'objet d'immenses programmes de recherche et de vulgarisation en Afrique et dans le monde entier. Cette espèce a été longtemps présentée comme la pierre précieuse de la pisciculture africaine au regard de sa demande élevée sur le marché, de la facilité de sa reproduction, de son élevage, de sa croissance élevée, et surtout de son régime alimentaire relativement plastique (Lazard, 2009).

Ces caractéristiques lui valurent son introduction dans plusieurs pays africains en dehors de ses aires naturelles de répartition (Lazard et Levêque, 2009 ; Vitule et al., 2009 ; Lazard, 2013). Les Tilapias sont parfois appelés « poulets aquatiques ». En raison de leur taux de croissance élevé, adaptabilité à un large éventail de problèmes environnementaux, conditions et capacité de croissance, et de reproduction en captivité, et se nourrissant sur les bas niveaux trophiques (FAO, 2010). Par conséquent, en identifiant les régimes alimentaires optimaux,

les pisciculteurs peuvent assurer avec succès le temps de production, optimiser l'utilisation des aliments, améliorer l'environnement d'élevage et faciliter la production de poissons de taille marchande convenable (Oh et Venmathi Maran, 2015). Ces régimes peuvent différer selon les pays. espèce, taille, âge, composition de la nourriture et environnement d'élevage (Wang et al., 1998 ; Lee et al., 2000 ; Cho et al., 2003 ; Xie et al., 2011).

Le marché algérien des produits aquatiques a tendance à croître, et cette tendance devrait se poursuivre dans le futur du fait de l'augmentation de la population et de son niveau de vie. La pêche ne peut à elle seule suffire à approvisionner ce marché, et l'Algérie ne doit pas compter sur la seule importation pour compenser ce déficit. Puisqu'elle offre l'avantage de disposer d'un nombre important de plans d'eau douce, qui doit s'accroître dans un proche avenir. Il est donc important de favoriser l'utilisation de ces ressources pour une production aquatique destinée principalement au marché local. Pour ce faire, il faut disposer d'une meilleure connaissance de ces milieux et des conditions d'exploitation piscicole.

L'objectif global est de répondre à la demande largement souhaitée dans les plans établis pour la filière, de diversifier les productions, et de favoriser le développement local des régions intérieures. L'aquaculture peut se développer, soit en produisant des espèces à faible coût (mais appréciées) pour une commercialisation plus large, soit des espèces à haute valeur ajoutée pour une partie de consommateurs. Cette production peut être développée sur la base d'un transfert de technologie (loups, dorades, carpes, Tilapias), ou de résultats de recherche sur des espèces autochtones et/ou importées encore peu maîtrisées.

Le secteur de la pêche et de l'aquaculture en Algérie a fait l'objet d'un schéma national de développement de ces activités à l'horizon 2025. Les axes de recherche prioritaires ciblent des segments entiers, allant de l'élevage à la production, jusqu'à la commercialisation des produits halieutiques et aquacoles. Pour cela, des zones d'activités aquacoles (ZAA) ont été identifiées au nombre de cinquante-trois (53), réparties à travers le territoire national de la frange littorale jusqu'au sud. A ce titre l'axe de recherche proposé dans cette thèse menée sur la période fin 2016 -2020 est un programme de recherche ayant pour objectif final, la maîtrise de la phase de reproduction et le suivi d'élevages larvaires et l'alevinage, d'espèces d'intérêt aquacole à savoir le poisson-chat africain (*Clarias gariepinus*) et le Tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*) en ajoutant des observations complémentaires sur le Tilapia rouge. Ces approches vont constituer des normes servant de guides pour l'Aquaculture au Sud Algérien. Les objectifs de ce travail consistent à :

La mise en place, et la maîtrise de ces techniques de reproduction artificielle, de suivi de régimes alimentaires des espèces retenues en leur assurant une croissance optimum, répond à des besoins en matière de repeuplements des plans d'eau en Algérie, ce qui évitera à l'avenir l'importation d'alevins de l'étranger, souvent coûteux pour le pays, induisant parfois une altération, du patrimoine génétique des souches autochtones. A ce titre une méthode d'induction de la ponte à l'aide d'hormones disponible « Ovaprim », sur des géniteurs provenant d'un milieu naturel, a été expérimentée, et qui préconise de valoriser les espèces sahariennes d'intérêt aquacole et de promouvoir l'élevage d'espèces autochtones dont *C. gariepinus* qui présente une très bonne valeur nutritive par ces taux de protéine conséquents et sa pauvreté en matière grasse ;

De vérifier à travers des essais répétitifs, le temps de latence pour stripper les femelles, la dose hormonale optimum à injecter, et le système d'incubation le plus performant, en vue d'obtenir un taux d'éclosion d'œufs appréciable pour l'espèce sauvage *C. gariepinus* signalée au grand Sud Algérien.

Le deuxième volet de la recherche, a visé à la maîtrise de la reproduction de Tilapia du Nil en captivité. Signalons qu'en Algérie certains paramètres techniques restent mal maîtrisés, notamment ceux ayant trait à la reproduction de Tilapia du Nil, dont les sujets sont importés d'Égypte. Pour cela, la fixation d'un protocole final, et l'optimisation des facteurs de reproduction sont nécessaires, pour augmenter l'efficacité en écloserie du Tilapia. C'est dans ce cadre qu'une expérience a été menée au laboratoire des Sciences et technique de production animale (LSTPA), de l'université de Mostaganem. Cette expérimentation a pour but de tester différents niveaux et fréquences alimentaires les plus performants au stade alevinages destinés aux repeuplements des plans d'eau.

Le document signale la présence de deux espèces dont *C. gariepinus* et la nouvelle *Clarias anguillaris* au grand Sud Algérien et propose de valoriser et conserver ces ressources génétiques aquatiques.

Le manuscrit de cette thèse comporte trois principales parties, divisées en plusieurs chapitres organisés comme suit :

La première partie (I) est consacrée à une **revue bibliographique** portant sur la situation mondiale de la pêche et de l'aquaculture en 2020, par la suite une présentation du schéma directeur de développement des activités aquacoles à l'horizon 2025 pour l'Algérie ainsi que les contraintes majeures que connaît la filière.

Une attention particulière est portée sur deux espèces à savoir le poisson-chat Africain « *C. gariepinus* », le Tilapia de Nil « *Oreochromis niloticus* » et le Tilapia rouge (*Oreochromis mossambicus* × *O. niloticus*), en s'appuyant sur les aspects de reproduction artificielle, régime alimentaire et croissance en captivité.

La deuxième partie (II) traite du **poisson chat *C. gariepinus*** et se divise en cinq chapitres :

Le premier chapitre **Essaie reproduction contrôlée du poisson-chat africain en captivité, à l'écloserie saharienne d'Ouargla**. L'objectif vise la maîtrise des techniques de reproduction artificielle, dans la simulation de l'ovulation et la réponse au frai, du poisson à l'écloserie saharienne d'Ouargla, en utilisant l'hormone « Ovaprim » à différentes doses comme agent inducteur, indiquant la dose optimum retenue qui servira de valeur guide pour les aquaculteurs s'intéressant à l'obtention d'alevins de géniteurs autochtones et /ou importés ;

Le deuxième chapitre , aborde les **Stades de développement embryonnaire et larvaire du poisson-chat africain *C. gariepinus* (Téléostéen, Clariidae) en conditions de laboratoire**, qui sont examinés chronologiquement et décrits, des ovocytes jusqu'aux alevins, l'absorption du jaune, pour libérer les stades larvaires, est illustrée à l'aide d'outils microscopiques (loupe binoculaire et microscope optique), et comparée à ceux de la littérature, au cours de l'absorption du jaune, les larves sont nourries chaque 2 heures avec de l'artémia congelée, et ajout pour la première fois, d'un jaune d'œuf additionné à un aliment artificiel de qualité appelé « Coppens » ;

Le troisième chapitre présente : la **Diversité morphométrique et génétique d'une population de siluriens *Clarias gariepinus* (Siluriformes, Clariidae) du Sud-Est Algérien**. Ce taxon autochtone signalé, enrichira le patrimoine ichtyologique de l'Algérie, et donnera un nouveau site d'habitat pour l'espace Africain. Les données génétiques fourniront un cadre phylogéographique pour connaître davantage les relations entre les populations connues de cette espèce et cerneront les processus qui influent sur son évolution et sa capacité de dispersion ;

Le quatrième chapitre traite de **la croissance du poisson-chat africain (*Clarias gariepinus*) de l'oued Takhamalte- Illizi Sud-Est Algérien**. À travers des pêches expérimentales, nous avons calculé à partir de mensurations les paramètres de croissance de l'équation de **Von Bertalanffy** ;

Le dernier chapitre est consacré au premier signalement **de la présence du poisson-chat africain *Clarias anguillaris* (Linnaeus, 1758) dans le Sud-Est de l'Algérie (Ifni-Illizi)**. L'espèce *C.anguillaris* est enregistré dans une Guelta de la zone d'Ifni, et aucune étude, à notre connaissance, n'a été réalisée dans le site pour réactualiser l'inventaire de la faune aquatique de l'extrême sud Algérien, au massif du Tassili N'Ajjer qui représente un espace protégé abritant l'espèce citée dont les caractéristiques morphologiques et méristiques, sont bien mentionnées, en précisant que ce chapitre a fait l'objet d'une publication acceptée en mars 2020 et publiée en ligne en avril 2020 dans la revue « **biodiversity journal** ».

La troisième partie (III) est consacrée au **Tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*)** et se divise en quatre chapitres :

Le premier chapitre porte sur les **Paramètres de croissance et de reproduction des géniteurs** en vue de maîtriser la reproduction de Tilapia du Nil en captivité. Certaines techniques, liées à la reproduction de Tilapia en captivité, restent peu connues, dont les sujets sont importés d'Égypte. La fixation d'un protocole final et l'optimisation des facteurs de reproduction sont nécessaires pour augmenter l'efficacité de l'écloserie de l'espèce ;

Le deuxième chapitre traite du **Développement de l'embryon, de la larve et du jeune juvénile Tilapia *Oreochromis niloticus***. Afin de réaliser cette étude, un suivi de développement embryonnaire normal de Tilapia de Nil a été soigneusement réalisé à l'aide d'outils microscopiques de la fécondation, à la première prise de nourriture, puis le suivi de la croissance des larves en alevins et en juvéniles de 43 jours ;

Le troisième chapitre porte sur les **Effets du niveau et fréquence d'alimentation chez les alevins de Tilapia du Nil en captivité**. Dans ce chapitre, l'intérêt est porté aux variations de ces paramètres chez les alevins de Tilapia. Pour tester ces derniers et obtenir des normes guides intéressants sur les écloseries en Algérie, un protocole expérimental similaire à celui adopté pour le suivi de la croissance des géniteurs, a été mis en place, au niveau du laboratoire (LSTPA) à Mostaganem, en saison estivale durant un mois de suivi du 28/05/2020 au 02/07/2020 ;

Le quatrième chapitre traite du Tilapia rouge s'intitulant : **Effets de la fréquence d'alimentation sur la Performance de croissance chez les alevins de Tilapia rouge (*Oreochromis mossambicus* × *O. niloticus*)**. L'étude évalue la croissance, optimale des alevins de Tilapia rouge élevé, sous différentes fréquences d'alimentation. Ce travail a fait l'objet d'une

soumission d'un article scientifique à une revue bien établie (catégorie B) de l'Université Kasdi Merbah d'Ouargla « Algerian Journal of Arid Environment » AJAE.

Enfin Une conclusion générale clôturera cette thèse, synthétisant les principaux résultats, et avançant quelques recommandations.

Partie I : Revue bibliographique

Chapitre I : Caractéristiques biologiques de *C.*

*gariepinus*

**Partie I : Revue bibliographique****Chapitre I : Caractéristiques biologiques de *C. gariepinus*****I.1 Présentations de l'espèce**

Le poisson chat africain *C. gariepinus* a été l'une des espèces la plus appropriée pour l'aquaculture en Afrique (Hogendoorn, 1980), il est considéré comme très prometteur pour l'élevage. Le poisson chat africain ayant un fort taux de croissance, très résistant à la manipulation et au stress et étant très apprécié dans un grand nombre de pays africains.

**I.2 Position systématique**

Le genre **Clarias** est l'un des genres donné aux poissons chats. Ce genre désigne communément les représentants de l'ordre des Siluriformes. Les espèces incluses présentent de barbillons au niveau de leurs mâchoires (Proue, 1974).

Le genre *Clarias* a été décrit en Afrique où plus de 100 espèces ont été enregistrées (Teugels, 1982 ; 1984 ; 1992b). Les récentes révisions systématiques basent l'identification sur les caractères morphologiques, anatomiques et biologiques qui reconnaissent 32 espèces valides.

Boulenger (1911) et David (1935) signalent 5 espèces à l'intérieur du sous genre (*Clarias anguillaris* ; *C. lazera* ; *C. senegalensis* ; *C. mossambicus*, *C. gariepinus*).

**I.3 Synonymes**

*Macropteronotus charmuth* Lacepède, 1803 : 84-85 (status incertain, synonyme de *Clarias anguillaris* ou *Clarias gariepinus*).

*Silurus (Heterobranchus) gariepinus* Burchell, 1822 : 425 (description originale).

*Clarias lazera* Valenciennes, 1840 : 372.

*Clarias syriacus* Valenciennes, 1840 : 375.

*Clarias capensis* Valenciennes, 1840 : 377.

*Clarias mossambicus* Peters, 1852 : 682.

*Clarias orontis*,

*Clarias macracanthus* Günther, 1864 : 16 et *Clarias xenodon*.

*Clarias robecchii* Vinciguerra, 1893 : 450.

*Clarias guentheri* Pfeffer, 1896 : 28.

*Clarias smithii* Günther, 1896 : 219. *Clarias longiceps* Boulenger, 1899 : 103.

*Clarias moorii* Boulenger, 1901 : 13.

*Clarias tsanensis* Boulenger, 1902 : 438 et *Clarias vinciguerrae*.

*Clarias malaris* Nichols & Griscom, 1917 : 705.

*Clarias notozygurus* Lönnberg & Rendhal, 1922 : 125.

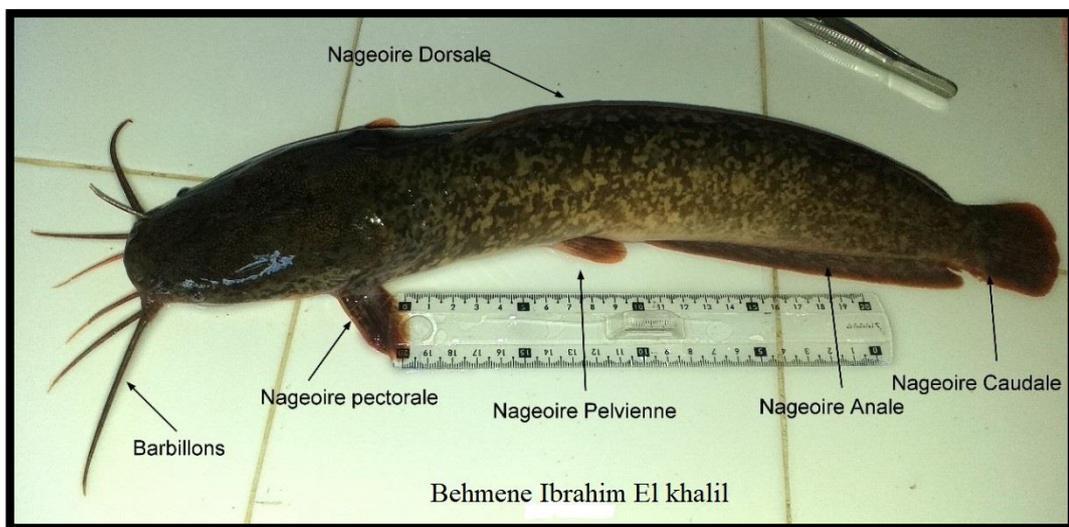
*Clarias depressus* Myers, 1925 : 12.

*Clarias muelleri* Pietsmann, 1939 : 184.

#### I.4 Caractères distinctifs

Corps fortement comprimé vers la queue. Tête grosse, orientée vers le bas, solide et complètement encaissée.

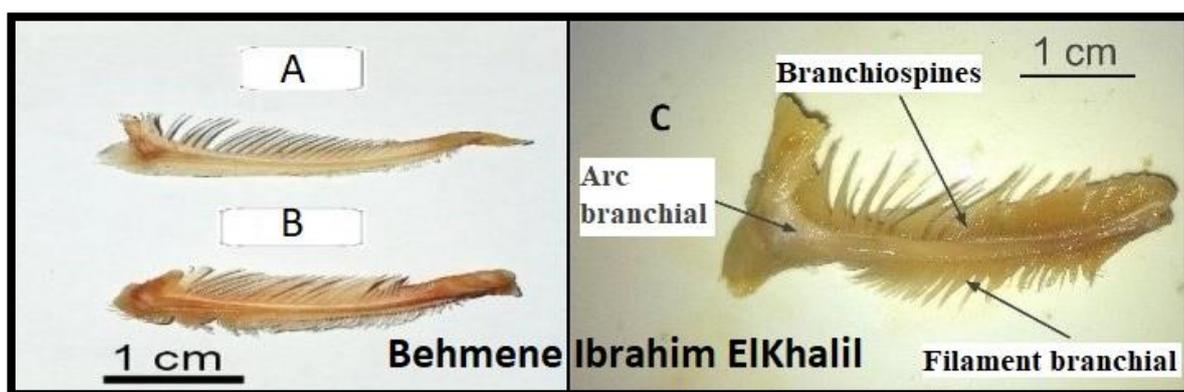
La nageoire dorsale compte 61 à 75 rayons, et la nageoire anale entre 45 et 60. La nageoire anale s'étend de la base de l'anus, à celle de la nageoire caudale. Pas de nageoire adipeuse. La nageoire caudale est arrondie. La nageoire pectorale est pourvue d'aiguillons, utilisés pour se défendre ou « marcher » sur le fond des plans d'eau. Il est caractérisé par des petits yeux latéraux, et une grande bouche subterminale, des mâchoires avec de nombreuses séries de dents fines et pointues (**Fig.1**).



**Figure 1.** Morphologie externe *C. gariepinus* montrant ces différentes nageoires

Il existe aussi des séries de dents analogues sur la cloison vomérienne. Quatre paires de barbillons sont longs filamenteux. Les barbillons maxillaires plus longs. Le premier arc branchial est composé de nombreux branchiospines (24 à 110), très serrés et fins. Les organes respiratoires accessoires multibranchiaux sont dans la grande cavité au-dessus des arcs branchiaux contenant les organes supra-branchiaux. Ces organes fonctionnent comme des poumons, et permettent aux Clariidés la respiration aérienne et, dans des conditions pauvres en oxygène dissous, de satisfaire encore 80 à 90% de leurs besoins en oxygène (Moreau, 1988). Le poisson-chat nord-africain est ainsi une espèce à respiration aérienne.

- Deux échantillons proviennent du sud Algérien, et exactement dans cette région d'Ifni le premier (A) *C. anguillaris* à 25 branchiospines de taille 236.5 mm (LS), et le second (B) à 32 branchiospines de taille de 231mm (**Fig.2**) (Behmene *et al.*, 2020) .
- Le troisième échantillon (C) ou poisson-chat d'Afrique du Sud-Algérien « Oued Takhamalte » *C. gariepinus*, mesurant de 32 à 45 cm, est caractérisé par un nombre de 60 à 93 branchies longues et minces sur le premier arc branchial(**Fig.2**).
- Dans l'examen taxonomique de l'espèce du sous-genre défini par **Teugels (1982)**, *C. anguillaris* aurait 14 à 40 branchiospines, tandis que *C. gariepinus* en aurait de 20 à 100.



**Figure 2.** Branchiospines de *C. anguillaris* (A, B) et *C. gariepinus* (C)

### I.5 Les noms attribués par la FAO

Arabe: Abu shanab ; Balbout ; Garmut.

Anglais: African catfish, Barbel , Catfish , Common catfish , North African catfish

(FAO); Sharptooth catfish .

Français: Poisson-chat nord-africain.

Espagnole: Pez gato africano .

### I.6 Répartition géographique

Originnaire d'Afrique, du Niger et du Nil. S'étend également à l'Afrique australe, dans les systèmes du Limpopo, d'Orange-Vaal, d'Okavango et de Cunene, et au Levant avec Israël, la Jordanie, le Liban et la Syrie. Largement introduit dans d'autres parties de l'Afrique, l'Europe et l'Asie. Le commerce restreint en Allemagne.

Dans la nature, c'est probablement l'espèce de poisson la plus répandue en Afrique. *C. gariepinus* tolère de nombreux habitats différents, des plaines inondables, des lacs, des rivières qui coulent lentement et les extrémités supérieures des estuaires. Elles sont considérées comme des espèces de poissons d'eau douce (Skelton, 2001). Dans les systèmes aquatiques naturels, le *C. gariepinus* peut atteindre une maturité de 6 à 9 mois. Toutefois, le niveau de maturité varie selon la température de l'eau (Cavaco et al., 1999).

La maturation des gonades du poisson-chat africain est généralement liée à la température de l'eau et à la photopériode. Les mâles montrent des comportements agressifs pendant la période de la parade nuptiale et du frai. Le mâle et la femelle migrent en amont vers les rives du plan d'eau calme avant de frayer (De Moor et Burton, 1988). La ponte a lieu la nuit. Les œufs sont très collants et sont attachés à la végétation aquatique submergée par les inondations saisonnières et l'élévation de l'eau (Burton, 1979).

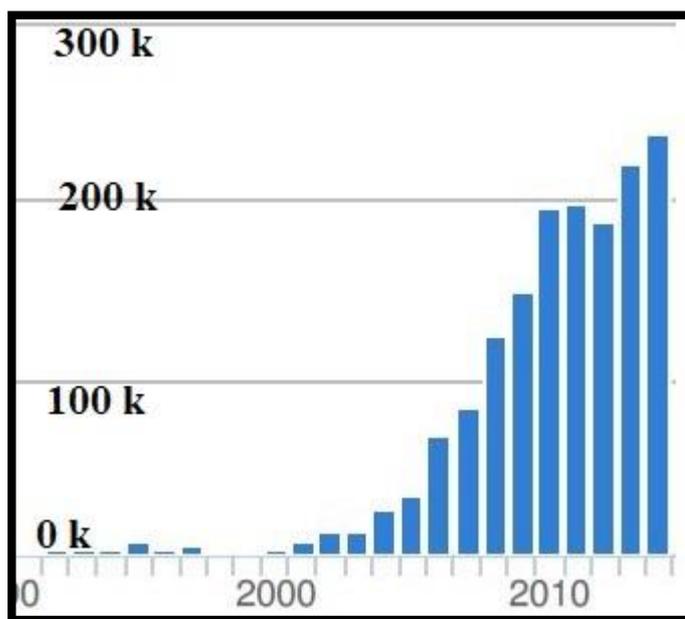
Chaque femelle pond 30 000 à 80 000 œufs. La fécondité d'une femelle mûre représente 15 à 20 % de son poids corporel total (De Graaf et al., 1999). Le poisson-chat africain peut se reproduire dans l'écosystème naturel en réponse à la fluctuation de la température de l'eau et à l'augmentation du volume de l'eau (Haylor, 1992).

Ils ne prennent aucun soin parental pour assurer la survie de leur progéniture (Haylor, 1992). Le poisson-chat ne fraie pas en captivité, même dans des conditions d'élevage favorables sous l'influence de plusieurs hormones. Des techniques de sélection induites sont mises au point pour l'élevage de *C. gariepinus* (Richter et Van der Hurk, 1982).

En Afrique, la communauté piscicole utilise principalement la suspension hypophysaire naturelle pour le frai induit par le poisson-chat (De Graaf et Janssen, 1996). Cette méthode s'est avérée très fiable par rapport aux analogues de l'hormone synthétique en termes de coût et de disponibilité (Viveen, et al., 1985).

### I.7 Intérêt pour la pêche

*C. gariepinus* est l'un des poissons d'eau douce les plus importants commercialement en Afrique. Les captures totales de cette espèce déclarées par la FAO en 1999 étaient de 27 220 t. Les pays ayant les captures les plus importantes sont le Mali (15 091 t) et le Nigeria (9 994 t). Commercialisé vivant, frais et congelé ; consommé grillé, frit et cuit au four. En 2016 la production d'aquaculture est de 231 090 Tonnes. (Fig.3).



**Figure 3.** Production globale des captures pour l'espèce *C. gariepinus* (FAO, 2019)

### I.8 Facteurs influençant la reproduction

Dans les conditions naturelles, de nombreux facteurs (physiques, chimiques, biologiques, sociaux et environnement) interviennent pour induire la reproduction des poissons. D'autre part, on sait maintenant que les géniteurs ne sont matures que lorsqu'ils ont accumulé une certaine « quantité de chaleur » (comptée en degrés Celsius x jours) depuis leur dernière reproduction. Les paramètres environnementaux ont un rôle primordial en particulier à savoir : la température de l'eau et la photopériode, la présence de supports de ponte à une profondeur convenant au poisson est indispensable pour les espèces dont les œufs sont adhésifs (Olivier et Patrick, 2013).

Ces stimuli agissent sur l'hypothalamus où se déclenche la sécrétion de Gn-RH « hormone libérant » (=releasing hormone, RH) de la gonadotrophine. Transporté par voie sanguine, la Gn-RH va agir sur les récepteurs de Gn-RH des cellules gonadotropes de l'adénohypophyse. Ces cellules vont produire des hormones gonadotropes (GTH) agissant sur la maturation des gonades mâles et femelles (Fig.4).

Pour déclencher la reproduction, il est possible d'intervenir à trois niveaux :

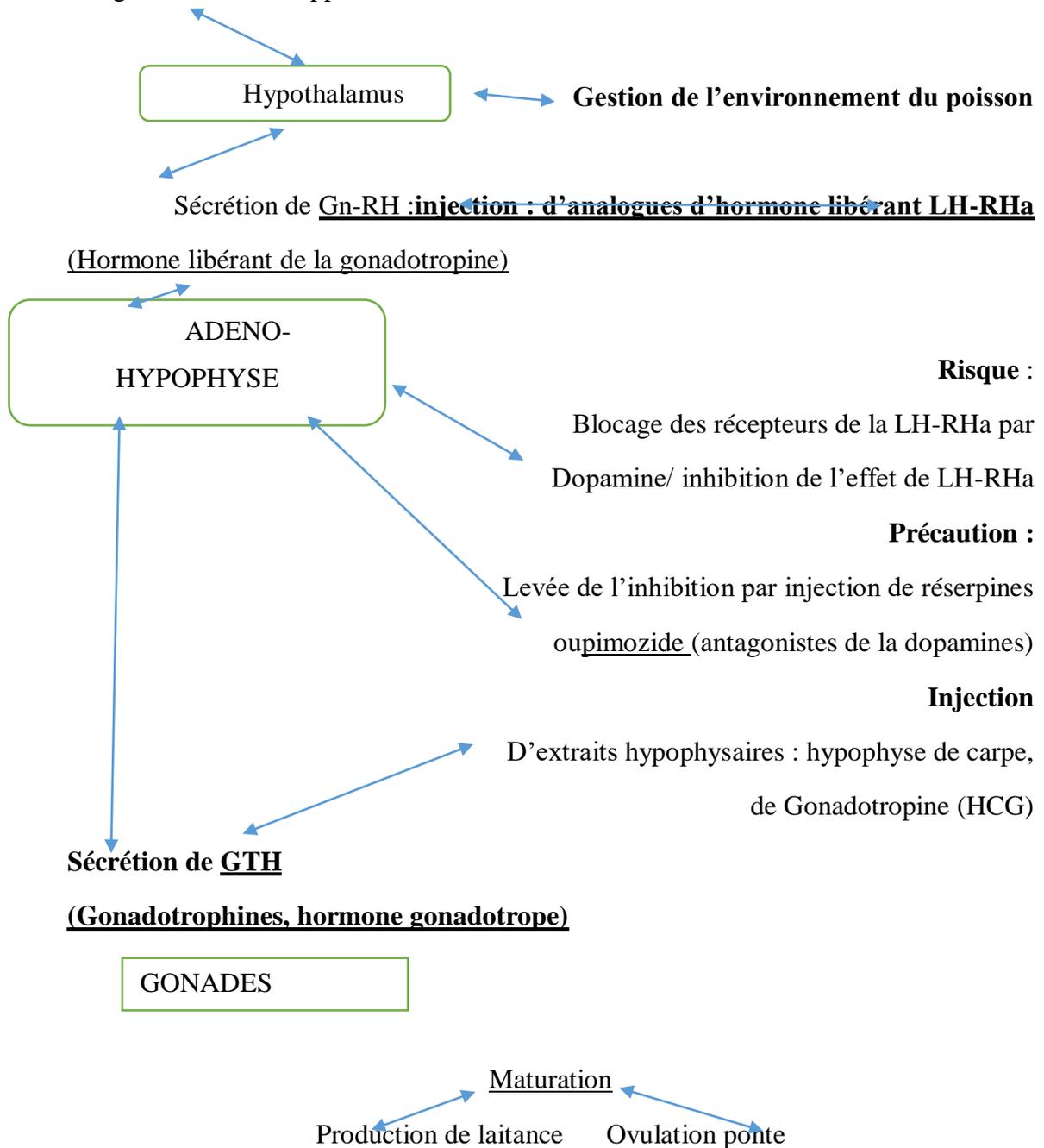
- 1 Sur les paramètres de l'environnement du poisson. La température de l'eau et la photopériode sont rarement totalement efficace à elles seules. Il faut y ajouter la mise à

disposition des géniteurs de supports de ponte qui soient à leur convenance. Mais pour certaines espèces, ces facteurs sont insuffisants à eux seuls pour déclencher la ponte de manière certaine (cas de silure) ;

- 2 Sur la production d'hormone gonadotrope hypophysaire par injection d'analogues synthétiques de la Gn-RH (= Gonadotropine -Releasing Hormone), « hormone libérant » produit par l'hypothalamus. C'est ce que l'on fait en injectant de la LHRHa (Luteinising Hormone Releasing hormone analog) qui induit la production de gonadotrophine par l'hypophyse ;
- 3 Augmenter directement le taux d'hormone gonadotrope hypophysaires (gonadotrophine =GTH), circulant par voie sanguine, en injectant soit des extraits hypophysaires (broyat d'hypophyse de carpe contenant de la GTH, soit de la gonadotrophine humaine (HCG) (Olivier et Patrick ,2013).

**Facteurs de l'environnement : Intervention possibles :**

Température, photopériode, sites de ponte,  
 Congénères du sexe opposé



**Figure 4 .**Physiologie de la reproduction chez les poissons (organes et hormones impliqués dans la reproduction des poissons) (d'après Olivier et Patrick,2013)

Chez les poissons, la maturation de l'ovaire peut se faire suivant trois modèles :

- 1 Maturation synchrone : tous les ovules contenus dans les ovaires se développent au même rythme et sont expulsés simultanément lors de l'unique ponte. Cas des espèces à reproduction unique : Saumon par exemple ;
- 2 Maturation « groupes synchrones » : des groupes d'ovocytes à des stades d'évaluation différentes (cohortes) coexistent dans les gonades. Seuls les ovules les plus avancés (matures) sont expulsés lors de l'unique ponte saisonnière, les autres groupes d'ovocytes poursuivent leurs maturation, pour assurer les pontes des saisons suivantes. Cas de la majorité des poissons d'étang ;
- 3 Maturation asynchrone : à tout moment les ovaires contiennent des ovules à tous les stades de maturation. Ces espèces qui ont des pontes peu abondantes, effectuées à intervalles courtes, peuvent se reproduire pendant une grande partie de la saison, tant que la température convient. Cas du Goujon (et des Tilapias en régions tropicale) (Olivier et Patrick ,2013).

### I.9 Reproduction naturelle

Dans le lac de Sibaya, en Afrique du Sud, les poissons-chats ont tendance à ignorer ou sont incapables d'attraper des proies pendant la lumière du jour. Ils se nourrissent principalement d'invertébrés, qui sont abondants et relativement faciles à capturer. Les poissons-chats changent leurs habitudes alimentaires en proies lorsque la proie devient plus vulnérable pendant la nuit. En général, les proies des poissons fournissent beaucoup plus d'énergie par unité de poids que toute autre proies. Notamment, les habitudes alimentaires des poissons-chats africains dépendent fortement de l'existence d'au moins deux proies alternatives abondantes (Bruton, 1979).

On sait que le poisson-chat africain se reproduit pendant l'été, ce qui s'associe habituellement à la saison des pluies (Skelton, 2001). Le stade de maturation de *C. gariepinus* est influencé par le changement de température de l'eau. La phase finale du frai est déclenchée par une élévation du niveau de l'eau due aux précipitations. On en donne un exemple dans le lac Victoria, au Kenya, où la maturation et le frai du *C. gariepinus* local commencent en mars après la première pluie abondante (Owiti et Dadzie, 1989).

La reproduction naturelle est terminée en juillet et l'indice somatique des gonades reste faible en novembre. Les ovocytes commencent à pousser lentement, et mûrissent en mars. Le

frai a généralement eu lieu la nuit, après une pluie abondante dans les zones peu profondes des bords des rivières et des lacs (Bruton, 1979).

Avant de frayer, les poissons deviennent des agrégats, la parade nuptiale peut être précédée de rencontres, très agressives entre les mâles (De Moor et Bruton, 1988). Un lot de laitance et d'œufs est libéré, suivi d'une vigoureuse agitation de la queue de la femelle pour répartir les œufs sur une vaste superficie. De minuscules œufs fécondés éclosent dans les 24 à 36 heures et se fixent aux plantes aquatiques environnantes (Hecht et al., 1988).

### I.10 Sélection induite

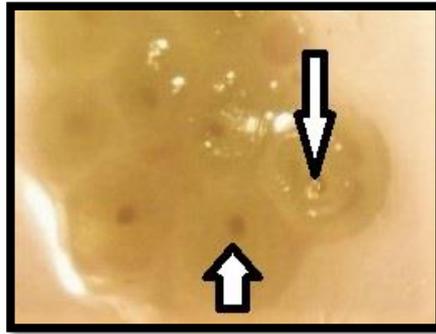
Le processus naturel de production de *C. gariepinus* est étroitement associé à des facteurs environnementaux tels que l'élévation du niveau de l'eau et la fluctuation de la température de l'eau. Les étangs de poissons ont éliminé ces facteurs qui nuisent à la reproduction (De Graaf et al., 1996).

Le poisson-chat africain peut être induit avec des hypophyses ou des injections d'hormones synthétiques afin d'obtenir une grande quantité d'ovocytes.

L'ovulation induite et le frai peuvent être obtenus par hypophysation, qui est un raccourci du processus naturel (Van der Waal, 1974). Deux stratégies principales sont utilisées pour la reproduction induite du poisson-chat : la première est de fournir un environnement qui imite la condition naturelle et qui encourage le frai naturel.

Des techniques de propagation artificielle ont été développées par injection d'hormones naturelles et synthétiques. Viennent ensuite la fécondation artificielle et l'incubation des œufs (Woyanovich et Horvath, 1980).

Cela n'est efficace que lorsque les géniteurs sont déjà en état de reproduction, où les œufs matures migrent vers la vésicule germinale (Fig.5).



**Figure 5.**Œufs matures indiquant la migration de la vésicule germinale chez *C. gariepinus*

Le traitement hormonal est utilisé pour assurer la production à grande échelle des alevins de poisson-chat. La reproduction induite a permis aux aquaculteurs de faire reproduire et d'élever des espèces qui ne se reproduisent pas naturellement en captivité (De. Graaf *et al.*, 1996).

#### I.11 Gestion du poisson reproducteur

La gestion du stock de géniteurs a des répercussions critiques sur l'état de santé et le rendement des semences (Maire, 2002). Le développement des géniteurs dépend principalement de la teneur en protéines de leurs aliments. Le poisson-chat peut être élevé à l'âge de 12 mois dans le cadre d'une bonne alimentation et d'une aquaculture raisonnée (De Graaf et Janssen, 1996) (Fig.6)



**Figure 6 .** Géniteurs de *C. gariepinus* du sud Algérien

L'alimentation est effectuée deux fois par jour, avec des aliments contenant 40 % de protéines brutes et 5 % de biomasse de *C. gariepinus* (Janssen 1985 ; Viveen *et.al.* 1985). Pour se préparer au frai, l'alimentation doit être arrêtée un jour avant le décapage.

Après la collecte des poissons de l'étang conditionné, les poissons sont traités avec un bain de formol pour empêcher le transfert de pathogènes des poissons avec des œufs et des alevins.

### I.12 Administration de l'hormone« Ovaprim »

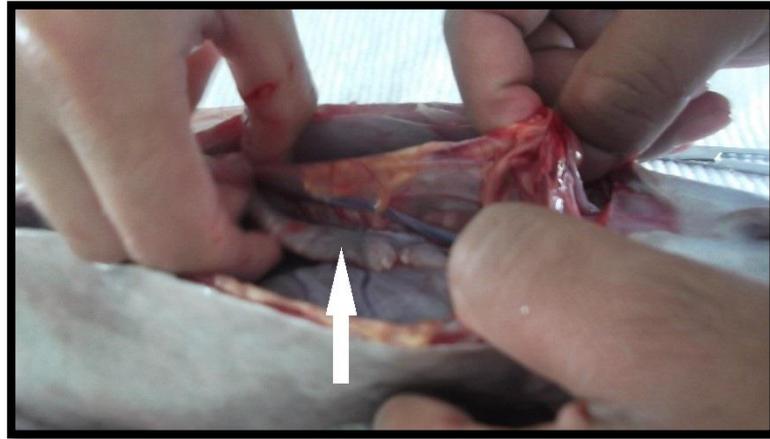
Pour l'injection d'hormone, une seringue avec une aiguille (2,5 à 3 cm de long avec un diamètre de 0,7 mm) est utilisée. La technique la plus couramment utilisée pour administrer la solution hormonale est l'injection intramusculaire dans les muscles dorsaux au-dessus de la ligne latérale, juste en dessous de la partie antérieure de la nageoire dorsale à l'aide d'une seringue graduée (5ml). L'aiguille est placée parallèlement au poisson, pointée postérieurement à un angle d'environ 30-45°. (Fig.7)



**Figure 7 .** Méthode d'injection intramusculaire chez *C. gariepinus*

Pour répartir la suspension hormonale uniformément dans les muscles, la zone injectée est frottée avec les doigts par la suite. La tête du poisson doit être recouverte d'une serviette à main avant l'injection. Le poisson est ensuite relâché dans le réservoir. Les femelles sont généralement injectées le soir.

Le temps d'injection est calculé en fonction de la température de l'eau et du temps de décapage souhaité. Les œufs sont retirés doucement de la femelle dans un bol sec et le nombre d'œufs est estimé (1 g = environ 600 à 700 œufs). Les gonades mâles sont retirées et macérées, pressées et immédiatement mélangées avec des œufs, répartissant la laitance uniformément à l'aide d'une plume. (Fig.8).



**Figure 8.** Prélèvement des gonades mâles de *C. gariepinus*

En plus de faire pivoter doucement le bol et de déplacer la plume pour faciliter le mélange d'ovules et de spermatozoïdes, de l'eau propre est également ajoutée au bol (Woyanovich et Horvath 1981).

Les éclosions doivent être séparées des coquilles d'œufs pour éviter les infections fongiques qui peuvent entraîner la mortalité (Fig.9). À ce stade de développement, le taux d'éclosion sera d'environ 50 à 60 %. Les alevins éclos mesurent de 5 à 7 mm de longueur et pèsent environ 1,2 à 3,0 mg. Ils se regroupent dans des endroits sombres du réservoir et nécessitent une couverture foncée. Dans les 3 jours, le sac vitellin sera absorbé et les alevins nageurs commenceront à chercher de la nourriture (de Graaf et al., 1996).



**Figure 9.** Système d'incubation fabriqué localement

L'eau est renouvelée pour fournir de l'oxygène et éviter une infection fongique qui cause la mortalité. Le taux d'éclosion et de développement dépend principalement de la température de l'eau comme d'autres processus biologiques (Hogendoorn et Vismans, 1980).

### **I.13 Elevage des larves**

Les larves sont très vulnérables, La densité de peuplement devrait être d'environ 100 larves par litre pour optimiser la croissance et la survie. Ils sont nourris de rotifères ou d'artémias pendant les 10-14 premiers jours. Les alevins peuvent ensuite être transférés dans des étangs et débutent leur alimentation en zooplancton vivant et un supplément d'aliment. L'eau doit être maintenue à une température désirée de 25 °C.

Les aliments secs fabriqués doivent être complétés par des nauplius d'Artémia(**Fig.10**)ou rotifères, et 10 à 12 rations alimentaires quotidiennes doivent être fournis pendant les trois à quatre premiers jours d'alimentation. L'alimentation en aliments vivants présente des avantages par rapport à l'alimentation sèche. Le nauplius d'Artémiaou rotifère est arrêté le deuxième ou le troisième jour après le début de l'alimentation externe. Les larves devraient ensuite croître rapidement après le début de l'alimentation externe (jusqu'à 100 % du poids corporel/jour).



**Figure 10.** Artémia congelé dans une bouteille en plastique utilisé comme aliment pour larves de *C. gariepinus*

#### **I.14 Qualité de l'eau des écloseries**

L'eau de source et l'eau souterraine peuvent convenir à l'écloserie. Mais les eaux souterraines sont considérées comme ayant une meilleure qualité d'eau, généralement exemptes de matériaux flottants, de contaminants et de pathogènes qui pourraient causer des maladies des poissons. Les paramètres physiques, biologiques et chimiques de l'eau peuvent affecter la croissance et le bien-être des organismes d'élevage. La réussite de la production aquacole dépend des conditions environnementales optimales pour sa croissance et son expansion. L'oxygène dissous est considéré comme le paramètre le plus important. Une telle condition exige une surveillance continue dans les systèmes de production de poissons artificiels.

Chapitre II : Caractéristiques biologiques du  
Tilapia du Nil « *Oreochromis niloticus* »

### **Chapitre II : Caractéristiques biologiques du Tilapia du Nil**

#### **II.1 Présentation générale**

Le Tilapia est un poisson à croissance relativement rapide qui se nourrit aux niveaux inférieurs de la chaîne alimentaire ; Son régime alimentaire est basé sur des plantes et des débris organiques présents dans l'eau mais aussi des larves d'insectes, des crustacés, des mollusques ou des vers (Henseley et Courtenay, 1980).

Le Tilapia peut être produit partout où l'eau est disponible, certaines espèces ayant même l'aptitude de s'adapter à des eaux saumâtres/salées. La seule contrainte majeure est d'ordre thermique : 15°C minimum - 38°C maximum (optimum : 28-32°C) (Albaret, 1982).

Ils vivent dans les lacs, les rivières et les rizières des régions tropicales d'Afrique et d'Asie, dans des eaux où la température est généralement comprise entre 20 et 25°C. On rencontre, toutefois, une espèce dans certaines sources chaudes où la température de l'eau peut atteindre 40°C. Certains sont capables de survivre dans des eaux où la teneur en oxygène est particulièrement faible (Lazard, 2009).

#### **II.2 Aperçu historique du Tilapia en Algérie**

Les premières introductions du Tilapia en Algérie remontent au début des années 1960 avec des Tilapias mozambicain et Zilli en provenance de France. Ces introductions ont été effectuées par J. Araison à titre expérimentale et ont été déversés à Ain Skhouna (W.Saida) et dans les willayas de Biskra et El oued (Boutouchent T, 2002).

Actuellement, on rencontre ces espèces dans ces 03 grandes willayas, aux niveaux des canaux d'irrigation, où une exploitation traditionnelle est effectuée, et la consommation reste locale. Ces deux espèces restent limitées dans leur développement du point de vue piscicole, car elles n'arrivent pas aux tailles marchandes appréciées par le consommateur.

Les résultats de l'expérience Tilapia en Algérie, avec le plan national de développement de l'aquaculture (PNDA) dans sa composante « pisciculture en zone saharienne » une opération d'introduction de Tilapia souche pure (*Oreochromis niloticus*), provenant d'Égypte dans le cadre des coopérations sectorielles Algéro-Égyptienne, a eu lieu en mai 2002.

L'introduction s'est effectuée par voie aérienne (Caire - Alger) et a porté sur 4000 alevins et 200 géniteurs. Les poissons ont été entreposés dans un premier temps au niveau de la

## **Chapitre II Caractéristiques biologiques du Tilapia du Nil « *Oreochromis niloticus* »**

station du Mazafran (ONDPA) et au CNRDPA de Bou-Ismaïl à titre préventif du point de vue sanitaire (Boutouchent T, 2002).

Ensuite, ces poissons ont été distribués aux agriculteurs disposant de ressources hydriques destinées à l'irrigation. La distribution du Tilapia s'est opérée selon le programme national de repeuplement qui englobe deux volets :

- L'un concerne les barrages et retenus collinaire ou ont été effectués des lâchers de carpes chinoises et de mulot au nord et dans la zone des hautes plateaux d'Algérie ;
- L'autre concerne les sites relevant des zones semi-arides, et du Sahara ou a été introduit particulièrement le Tilapia à des fins d'élevage en tant qu'activité intégrée aux activités agricoles au niveau des wilayas de Djelfa, Biskra, el oued, Ouargla, Ghardaïa.

Le suivi de ces introductions est assuré à la fois par les directions respectives de wilaya de la pêche et des ressources halieutique et les services vétérinaires relevant du ministère de l'agriculture et du développement Rural.

Ce Tilapia, peu exigeant par rapport aux conditions d'élevage et ne nécessitant pas de qualification en matière de conduite, aura plusieurs avantages dont :

- La diversification des systèmes de productions agricole par l'introduction d'activités d'élevage de poissons ;
- La production d'humus pour les sols arables engendré par les excréments des poissons.
- Une meilleure utilisation de l'espace rurale ;
- Une fixation des populations rurales par la création d'emplois.

Le Tilapia du Nil est considéré comme étant une espèce, à productivité durable qui s'adapte au climat des zones arides et semi – arides Algérien et son rendement est très intéressant.

Le développement de cette espèce et la maîtrise de son élevage va certainement donner une valeur à potentialité piscicole au Sud Algérien.

L'élevage du Tilapia à grande échelle va augmenter la ration alimentaire, des populations rurales du sud Algérien. Le Tilapia peut avoir des retombés économiques, sociales, nutritionnelles et environnementales pour les futurs éleveurs. Ce poisson est considéré comme un poisson du siècle (Boutouchent, 2002).

### II.3 Caractéristiques morphologiques

Les **Cichlidae** appartiennent à l'ordre des Perciformes constitués de 150 familles (Nelson, 2006). Cette famille est caractérisée par la présence d'une seule narine de chaque côté de la tête. Le corps de forme variable, mais jamais très allongé, est plus ou moins comprimé et recouvert d'écailles cycloïdes ou cténoïdes (Lévêque et al., 1990 ; Lévêque et al., 1992 ; Paugy et al., 2004).

Toutes les nageoires (dorsale, anale, pectorale, pelvienne) sont présentes. Les os pharyngiens inférieurs, unis l'un à l'autre forment un triangle denté (Lévêque et al., 1992 ; Paugy et al., 2004). En se basant sur des caractères morphométriques, méristiques et comportementaux, on décompose la famille des Cichlidae en 14 genres, parmi lesquels on trouve les genres *Tilapia*, *Oreochromis* et *Sarotherodon* communément appelés les Tilapias.

Le genre **Tilapia** renferme les espèces qui collent leurs œufs sur un substrat, les surveillent jusqu'à l'éclosion (Lévêque et al., 1994) et pratiquent une garde biparentale des œufs. Ces espèces ont au maximum 17 branchiospines sur la partie inférieure du premier arc branchial (Paugy et al., 2004).

Elles sont souvent macrophytophages. Le genre *Oreochromis* est composé d'espèces à incubation buccale avec garde uniparentale maternelle. Les espèces possèdent 18 à 26 branchiospines longues et fines sur la partie inférieure du premier arc branchial (Paugy et al., 2004). Elles sont planctonophages, avec un os pharyngien inférieur, plus long que large, ayant une partie antérieure plus longue que la partie dentée (Paugy et al., 2004). *O. niloticus* est facilement reconnaissable grâce aux rayures verticales régulières noires qui existent sur la nageoire caudale (Paugy et al., 2004).

Sa nageoire dorsale, grisâtre et formée d'une seule pièce et comprend une partie épineuse présentant 15 épines et une partie molle comptant 12 à 14 rayons souples (Lévêque et al., 1992 ; Ouedraogo, 2000).

Selon Lévêque et al., (1992), la ligne latérale, qui est un organe sensoriel, est discontinue chez cette espèce, donnant ainsi une ligne latérale supérieure avec 21 à 24 écailles et une ligne latérale inférieure avec 10 écailles. Ces écailles sont uniquement cycloïdes (Lévêque et al., 1992).

Les Tilapias du Nil ont généralement une teinte grisâtre mais relativement foncée chez l'adulte. Le dos est vert-olive ; les flancs sont plus pâles, avec six à neuf bandes transversales

## Chapitre II Caractéristiques biologiques du Tilapia du Nil « *Oreochromis niloticus* »

peu apparentes ; le ventre et la lèvre inférieure sont blanchâtres (**Fig.11**). La lèvre supérieure est vert- pâle ou blanche tandis que la lèvre inférieure est blanche (Paugy et al., 2004).

Les nageoires dorsales et anales sont grisâtres, parfois avec un liseré rouge très mince. Les nageoires pelviennes sont grises ; les pectorales sont transparentes. *O. niloticus* possède 19 à 26 branchiospines sur la partie inférieure du premier arc branchial (Lévêque et al.,1992 ; Paugy et al., 2004).



**Figure 11.** Tilapia de Nil (femelle) *O. niloticus* en captivité au Laboratoire (LSTPA)

## **II.4 Classification et systématique**

**Tableau 1.** Position systématique de *Oreochromis niloticus* (Paugy et al., 2004)

<b>Classe</b>	<b>Actinopterygii</b>
<b>Sous - classe</b>	<b>Neopterygii</b>
<b>Division</b>	<b>Teleostei</b>
<b>Super ordre</b>	<b>Acanthopterygii</b>
<b>Ordre</b>	<b>Perciformes</b>
<b>Famille</b>	<b>Cichlidae</b>
<b>Genre</b>	<b>Oreochromis</b>
<b>Espèce</b>	<b><i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)</b>

## **II.5 Exigences écologiques**

*Oreochromis niloticus* est une espèce relativement eurytope. Elle peut s'adapter à une large variation des facteurs écologiques du milieu aquatique, et peut coloniser des milieux extrêmement variés. Dans son habitat naturel, cette espèce peut supporter des températures comprises entre 14 et 31 °C, parfois des conditions extrêmes des températures de 7 à 41 °C pendant plusieurs heures. Toutefois, les meilleures performances de croissance sont observées entre 24 et 28 °C (Lacroix, 2004).

L'optimum d'élevage est compris entre 28 et 32 °C pour *O. niloticus* (Lazard, 2009). Elle peut survivre dans des eaux dont la salinité est proche de 11,5 g/l (Mashaii et al., 2016) et dont le pH varie de 8 à 11 (Lacroix, 2004).

Cette espèce peut survivre durant plusieurs heures à des teneurs en oxygène dissous très faibles, de l'ordre de 0,1 mg/l (Lacroix, 2004).

### **II.6 Habitat et distribution**

*Oreochromis niloticus* a une répartition originelle strictement africaine couvrant les bassins du Nil, du Tchad, du Niger, de la Volta et du Graben Est africain jusqu'au lac Tanganyika (Lévêque et Paugy, 2006).

En Afrique de l'Ouest, la répartition géographique naturelle de *O. niloticus* couvre les bassins du Sénégal, de la Gambie, de la Volta, du Niger, de la Bénoué et du Tchad (Fig.12). Vu son intérêt piscicole, *O. niloticus* figure parmi les espèces les plus importantes en pisciculture Africaine, c'est pourquoi, elle est souvent signalée dans plusieurs bassins côtiers d'Afrique de l'Ouest (Paugy et al., 2004).



**Figure 12.** Répartition géographique d'*O. niloticus* (FAO, 2020)

### **II.7 Régime alimentaire et nutritionnel**

Chez les Tilapias, l'activité de nourrissage et la prise alimentaire, 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).

L'alimentation de *O. niloticus* en milieu naturel est essentiellement constituée de phytoplancton (Huchette et Beveridge, 2003 ; Ouattara et al., 2009 ; Avit et al., 2012). L'espèce peut aussi ingérer des sédiments riches en bactéries et diatomées surtout à l'étape d'alevin (0 à 5 g) (Lacroix, 2004).

En milieu artificiel, elle est pratiquement omnivore valorisant divers déchets agricoles (drèches de brasserie, farine de tomate, etc.) (Ouedraogo, 2000 ; Azaza et al., 2006 ; Ble et al.,

## **Chapitre II Caractéristiques biologiques du Tilapia du Nil « *Oreochromis niloticus* »**

2011; Bamba *et al.*, 2015). Elle peut aussi tirer profit des volailles, de déchets ménagers, etc. (Ipungu *et al.*, 2015).

En élevage, cette espèce accepte facilement des aliments composés (Lazard, 2009). Son acidité gastrique particulièrement forte, lui permet d'être parmi les rares espèces à pouvoir digérer les cyanophycées (Iga-Iga, 2008). Cette capacité d'adaptation à divers aliments est à la base de sa haute potentialité pour la pisciculture.

En aquaculture intensive du Tilapia, la poste alimentation représente une part importante du coût de la production (Bamba *et al.*, 2008 ; Elegbe *et al.*, 2015). L'intérêt économique de ce type d'élevage est donc très dépendant de la disponibilité et du coût des aliments (Azaza *et al.*, 2005). Le Tilapia requière au moins 30% de protéines dans leur ration alimentaire (Médale et Kaushik, 2009). La farine de poissons et le tourteau de soja sont les composantes principales des aliments standards pour l'élevage des Tilapias (Azaza *et al.*, 2005).

Ils sont riches en macronutriments indispensables, mais leurs prix d'achat élevés ne rendent leur utilisation possible que dans le cas d'une production aquacole à haute valeur ajoutée. Des lors, Les aquaculteurs ont recours aux protéines d'origine végétale en remplacement de la farine de poisson et qui fournissent aux poissons, l'ensemble des éléments requis pour leur croissance et leur survie (Cahu, 2004 ; Bamba *et al.*, 2008).

Parmi les besoins nutritionnels, la connaissance de ceux en protéines et en énergie a un rôle majeur dans la production du Tilapia (Moreau *et al.*, 2001). Chez les Tilapias, les besoins en protéines sont de 35% de la matière sèche de l'aliment, tandis que ceux en acides gras essentiels (18 : 2n-6) sont à environ 1% de la ration (Cahu, 2004). Les besoins en énergie sont compris entre 1,507 et 1,632 MJ pour un individu de 100g (Luquet et Moreau, 1989).

### **II.8 Reproduction**

Les schémas comportementaux associés à la reproduction, et aux soins parentaux prodigués aux œufs et aux alevins différencient nettement *O.niloticus* et *Sarotherodon melanotheron* et constituent plus généralement, un des critères distinctifs entre les genres *Oreochromis*, *Sarotherodon* et *Tilapia* (Duponchelle *et al.*, 2000 ; Paugy *et al.*, 2004).

En conditions optimales dans les milieux naturels, les femelles d'*O. niloticus* commencent à se reproduire vers l'âge de 5 à 10 mois (Duponchelle et Panfili, 1998). La reproduction a lieu chez *O.niloticus* lorsque la température est comprise entre 28 et 32 °C (Lazard, 2009).

## **Chapitre II Caractéristiques biologiques du Tilapia du Nil « *Oreochromis niloticus* »**

Pour se reproduire, les mâles se réunissent sur une zone de nidification à faible profondeur et sur un substrat meuble (gravier, sable, argile, etc...). Chaque mâle délimite et défend un territoire, y aménage un nid où il tentera d'attirer et de retenir une femelle mature et prête à pondre (Lacroix, 2004). Après une parade de synchronisation sexuelle, la femelle dépose un lot d'ovules, qui sont fécondés immédiatement par le mâle. Les ovules fécondés sont ensuite repris en bouche par la femelle pour incubation (Lacroix, 2004).

La fécondité d'une femelle de Tilapia est relativement faible et très variable, en fonction du poids, des saisons, de la photopériode et de la concentration en chlorophylle a (Campos-Mendoza et al., 2004 ; Peterson et al., 2004 ; Peña-Mendoza et al., 2005). Une femelle pesant 100 g peut pondre environ 100 œufs, alors que celle de 600 à 1000 g en pond 1 000 à 1 500 (Van Eer et al., 2004).

Après incubation les œufs vont éclore, dans la bouche de la femelle 4 à 5 jours après la fécondation. La vésicule vitelline est complètement résorbée à l'âge de 11 à 18 jours post-fécondation. Toutefois, la durée de cette phase dépend principalement de la température de l'eau (Mélard, 2014a).

Dès que la vésicule vitelline est résorbée, et que les alevins sont capables de prendre de la nourriture exogène, la femelle laisse s'échapper de la bouche un nuage d'alevins qui s'oriente par rapport à la mère et se réfugie dans sa bouche au moindre danger et à l'appel de ses mouvements (Ouedraogo, 2000 ; Lacroix, 2004).

Lorsque les alevins atteignent une taille de 9 à 10 mm, ils quittent définitivement leur mère, celle-ci les libère en eau peu profonde (sur les bords), où ils s'organisent en banc et continuent leur croissance (Lacroix, 2004).

La reproduction de *O. niloticus* est très influencée par le stress, le changement de température et les corticostéroïdes (Gennotte et al., 2012b). Cependant, elle peut se reproduire en captivité sans stimulation hormonale. En conditions d'élevage, il peut y avoir un cannibalisme des gros alevins, sur les petits à partir d'une différence d'âges de 3 à 4 semaines si la reproduction n'est pas bien contrôlée (Lazard et Legendre, 1996). Une femelle en bonne condition peut se reproduire avec une périodicité de 30 à 50 jours (Coward et Bromage, 2000).

Une même femelle peut effectuer jusqu'à 10 pontes par an (Peña-Mendoza et al., 2005). La période la plus productive des géniteurs se maintient pendant les 12 premiers mois d'activité sexuelle (Peterson et al., 2004). Cette prolificité conduit à la production d'individus de

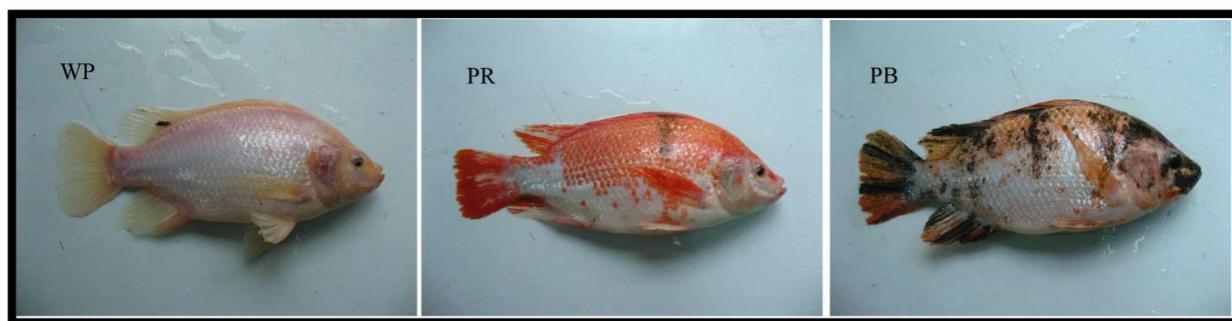
## **Chapitre II Caractéristiques biologiques du Tilapia du Nil « *Oreochromis niloticus* »**

performances médiocres. Pour y remédier des individus mono sexes mâles sont produits par traitement hormonal masculinisant pendant la période de différenciation sexuelle (Gennotte et al., 2012a).

### **II.9 Présentation du Tilapia rouge**

Le Tilapia est le nom commun de près d'une centaine d'espèces de Cichlidés originaires d'Afrique (Klett et al., 2002). Actuellement c'est l'un des poissons alimentaires les plus importants au monde. Ces dernières années, le Tilapia rouge est de plus en plus élevé pour la production aquacole dans de nombreuses régions du monde, comme la Chine, la Malaisie et la Thaïland (Pradeep et al., 2009). Bien que les antécédents génétiques des variétés de Tilapia rouge ne soient pas bien documentés, leur dérivation est généralement attribuée au croisement entre le Tilapia rougeâtre orange mutant, du Mozambique (*Oreochromismossambicus*) et d'autres espèces de Tilapia comme le Tilapia du Nil (*O. niloticus*) et le Tilapia bleu (*O. aureus*). Le Tilapia rouge gagne en élevage en raison de sa croissance très rapide, de l'absence de péritoine noir, de la tolérance à la salinité et de l'adaptabilité à tout système de culture (Pradeep et al., 2014)

Cependant la différenciation de la pigmentation dans la sélection génétique, et la variation de la couleur de la peau, pendant la période d'hivernage, sont les principaux problèmes limitant le développement de la culture commerciale du Tilapia rouge. La différenciation de la pigmentation n'est pas réversible et la variation de la couleur de la peau pendant la période d'hivernage est réversible avec l'augmentation la température ambiante. Des profils de coloration varient du rose entier (WP), au rose avec des taches noires dispersées (PB) et du rose avec des taches rouges dispersées (PR) ont été repérer dans notre population reproductrice (Fig. 13). Et les prix de vente du marché du Tilapia rouge PB et PR sont plus bas pour l'acceptation par les consommateurs (Zhu et al., 2016).



**Figure 13.**Trois types de couleur de peau du Tilapia rouge de Malaisie.

(WP : rose entier, PR : rose avec des taches rouges éparées et PB : rose avec des taches noires éparées) (d'après, [Zhu et al., 2016](#))

Le Tilapiahybride « rouge » est devenu de plus en plus utilisé en pisciculture en raison de son aspect similaire à une espèce marine de couleur rouge vif, qui donne une valeur marchande élevée. Les Tilapias rouges d'origine sont des mutants génétiques, largement élevés en pisciculture en Chine, à Bangladesh, en Indonésie, au Laos, en Malaisie, à Taïwan, aux Philippines et au Vietnam. Les consommateurs les apprécient par la qualité de leurs protéines, et ne les considèrent pas comme des poissons exotiques.

## Chapitre III : Situation mondiale des pêches et de l'aquaculture.

### Chapitre III : Situation mondiale des pêches et de l'aquaculture.

Les progrès scientifiques des 50 dernières années ont permis de mieux comprendre le fonctionnement des écosystèmes aquatiques, et de sensibiliser la communauté internationale à la nécessité de les gérer de manière durable.

On estime que la production mondiale de poisson a atteint, en 2018, environ 179 millions de tonnes (**Tab 2 ; Fig. 14**), soit une valeur totale à la première vente évaluée à 401 milliards de dollars des États-Unis, dont 82 millions de tonnes (250 milliards de dollars) provenaient de la production aquacole (FAO,2020).

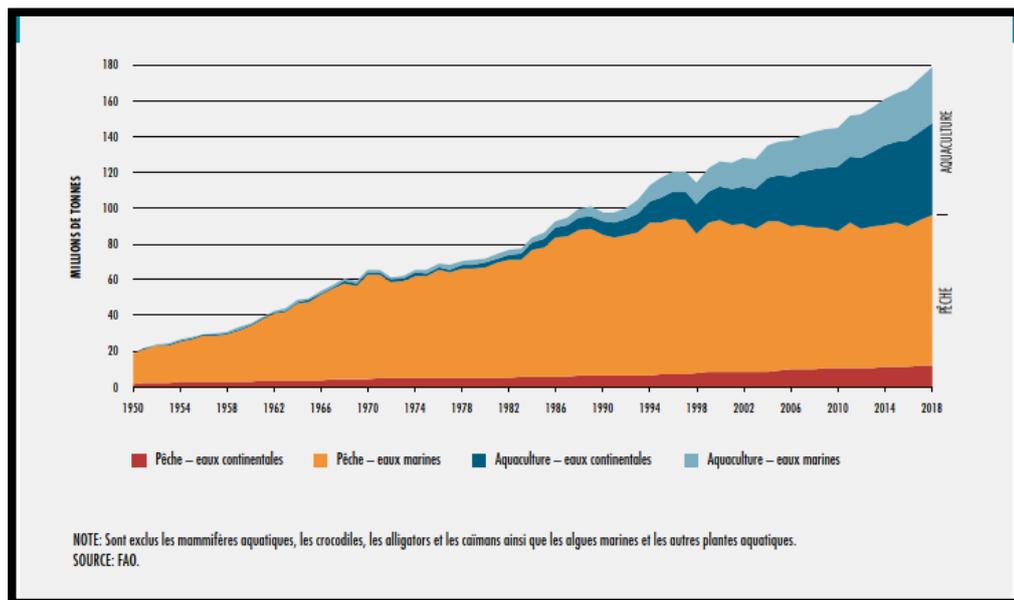
**Tableau 2.** Pêche et aquaculture dans le monde : production, utilisation et commerce (FAO, 2020).

	1986-1995	1996-2005	2006-2015	2016	2017	2018
	Moyenne par an					
	<i>(en millions de tonnes, poids vif)</i>					
<b>Production</b>						
Pêche:						
Continentale	6,4	8,3	10,6	11,4	11,9	12,0
Marine	80,5	83,0	79,3	78,3	81,2	84,4
<b>Total – pêche</b>	<b>86,9</b>	<b>91,4</b>	<b>89,8</b>	<b>89,6</b>	<b>93,1</b>	<b>96,4</b>
Aquaculture						
Continentale	8,6	19,8	36,8	48,0	49,6	51,3
Marine	6,3	14,4	22,8	28,5	30,0	30,8
<b>Total – aquaculture</b>	<b>14,9</b>	<b>34,2</b>	<b>59,7</b>	<b>76,5</b>	<b>79,5</b>	<b>82,1</b>
<b>Total – pêche et aquaculture au niveau mondial</b>	<b>101,8</b>	<b>125,6</b>	<b>149,5</b>	<b>166,1</b>	<b>172,7</b>	<b>178,5</b>
<b>Utilisation<sup>2</sup></b>						
Consommation humaine	71,8	98,5	129,2	148,2	152,9	156,4
Usages non alimentaires	29,9	27,1	20,3	17,9	19,7	22,2
Population (en milliards de personnes) <sup>3</sup>	5,4	6,2	7,0	7,5	7,5	7,6
Consommation apparente par habitant (kg)	13,4	15,9	18,4	19,9	20,3	20,5
<b>Commerce</b>						
Exportations de poisson, en volume	34,9	46,7	56,7	59,5	64,9	67,1
<i>Part des exportations dans la production totale</i>	<i>34,3%</i>	<i>37,2%</i>	<i>37,9%</i>	<i>35,8%</i>	<i>37,6%</i>	<i>37,6%</i>
Exportations de poisson, en valeur (milliards d'USD)	37,0	59,6	117,1	142,6	156,0	164,1

<sup>1</sup> Sont exclus les mammifères aquatiques, les crocodiles, les alligators et les caïmans ainsi que les algues marines et les autres plantes aquatiques. Les chiffres ayant été arrondis, la somme ne correspond pas toujours au total.

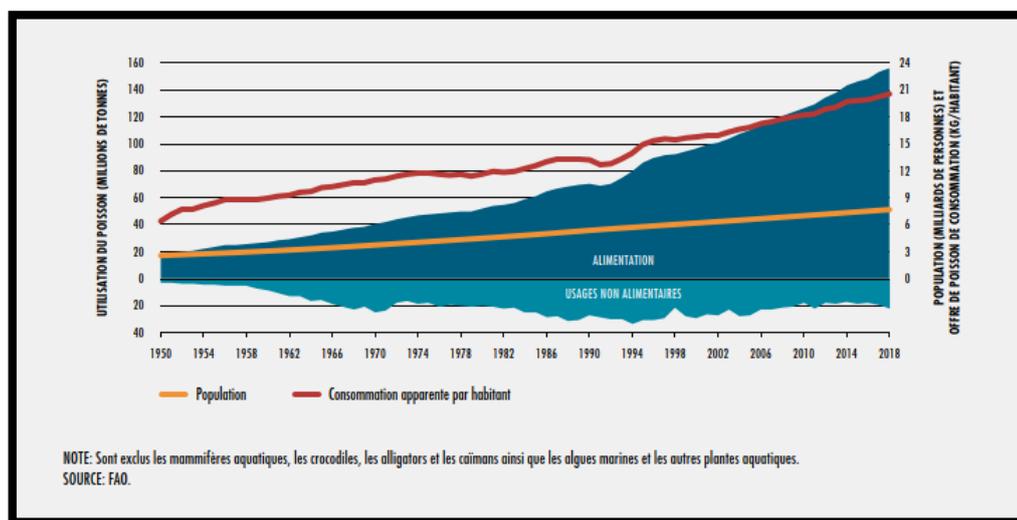
<sup>2</sup> Les données relatives à l'utilisation pour 2014-2018 sont des estimations provisoires.

<sup>3</sup> Source des données sur la population: Département des affaires économiques et sociales de l'ONU, 2019.



**Figure 14.** Production halieutique et aquacole mondiale (FAO, 2020)

Sur ce total, 156 millions de tonnes ont été utilisées pour la consommation humaine, ce qui équivaut à une offre annuelle estimée à 20,5 kg par habitant. Les 22 millions de tonnes restantes ont servi à des fins non alimentaires, principalement pour produire de la farine de poisson et de l’huile de poisson. (Fig. 15).



**Figure 15.** Utilisation et consommation apparente de poisson dans le monde (FAO, 2020)

L'aquaculture représentait 46 % de la production totale et 52 % du volume destiné à la consommation humaine. La Chine reste un important producteur de poisson, puisqu'elle est responsable de 35 % de la production mondiale en 2018.

La consommation mondiale de poisson destiné à l'alimentation humaine (ou poisson de consommation) a augmenté à un taux annuel moyen de 3,1 % entre 1961 et 2017, soit un taux presque deux fois supérieur à celui de la croissance démographique annuelle mondiale (1,6 %) pour la même période et supérieur au taux de croissance de la consommation de tous.

Les autres aliments à base de protéines animales (viande, produits laitiers, lait, etc...), qui s'est établi à 2,1 % par an. En ce qui concerne les chiffres par habitant, la consommation de poisson destiné à l'alimentation humaine est passée de 9,0 kg (équivalent poids vif) en 1961 à 20,5 kg en 2018, soit une augmentation d'environ 1,5 % par an.

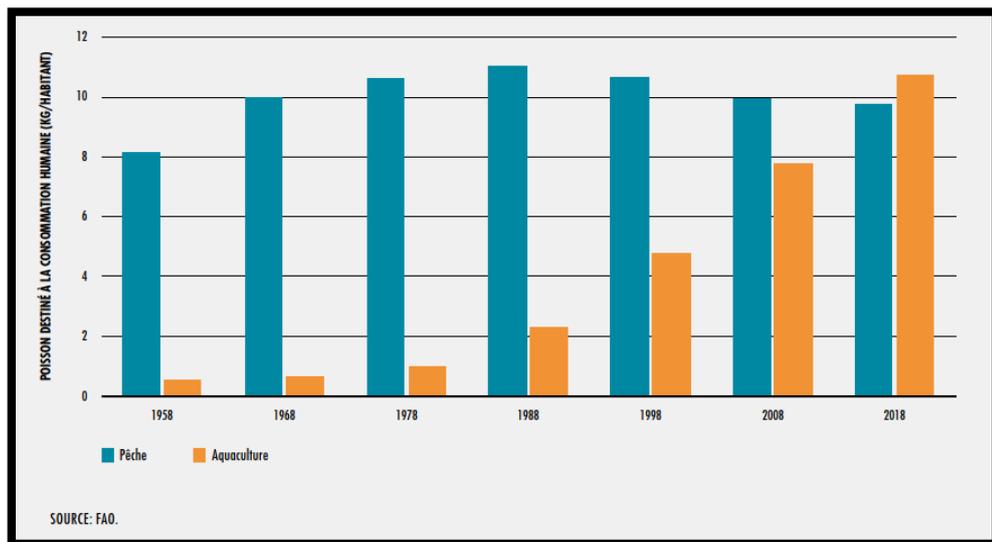
Dans les pays développés, la consommation apparente de poisson a augmenté, passant de 17,4 kg par habitant en 1961 à un pic de 26,4 kg par habitant en 2007, avant de progressivement diminuer pour atteindre 24,4 kg en 2017.

Dans les pays en développement, elle a considérablement augmenté, passant de 5,2 kg par habitant en 1961 à 19,4 kg en 2017, ce qui représente un taux de croissance annuel moyen de 2,4 %. Au sein de ce groupe, les pays les moins avancés (PMA) ont vu leur consommation par habitant passer de 6,1 kg en 1961 à 12,6 kg en 2017, soit un taux d'augmentation moyen de 1,3 % par an.

Les captures de thon ont continué d'augmenter, atteignant en 2018 leur niveau le plus élevé, soit environ 7,9 millions de tonnes, en grande partie grâce à la progression des prises dans le Pacifique occidental et central (3,5 millions de tonnes en 2018, contre 2,6 millions de tonnes au milieu des années 2000).

Les prises mondiales opérées dans les eaux continentales représentaient 12,5 % de la production totale des pêches de capture. L'aquaculture continentale a produit la plupart des poissons d'élevage (51,3 millions de tonnes, soit 62,5 % du total mondial), principalement en eau douce, contre 57,7 % en 2000. La part des espèces ichtyologique dans la production a progressivement diminué, passant de 97,2 % en 2000 à 91,5 % (47 millions de tonnes) en 2018, tandis que celle d'autres groupes d'espèces s'est accrue, notamment grâce à l'élevage, en Asie, de crustacés d'eau douce, notamment de crevettes, d'écrevisses et de crabes(FAO,2020).La contribution de l'Aquaculture dans la production halieutique destinée à la consommation

humaine est supérieure à celles des captures maritimes, car les stocks halieutiques s'épuisent par augmentation de l'effort de pêche maritime, et la pêche minotière non ciblée, contribue pour une large part à la fabrication de farine de poissons destinée à l'Aquaculture marine et d'eau douce ou l'on estime qu'il faut 5 à 6 kg de poisson sauvage (issus des pêches minotières principalement) pour produire 1 kg de poisson d'élevage d'où l'adage le **(poisson qui se mord la queue)** (Fig.16) .



**Figure 16** .Part respective de l'aquaculture et de la pêche dans la production de poisson destiné à la consommation humaine (FAO, 2020)

## Chapitre IV: présentations du schéma directeur de développement des activités aquacoles à l'horizon 2025

## Chapitre IV : Présentations du schéma directeur de développement des activités aquacoles

La mise en place d'un schéma directeur de développement des activités aquacoles à l'horizon 2025 par le ministère de la pêche et des ressources Halieutiques vise à organiser des espaces économiques et sociaux gérables et aptes à produire des richesses durables, en cohérence avec les autres programmes sectoriels et de développement local.

En effet pour le secteur « aquaculture », il y a eu création de zones d'activité Aquacole (ZAA), au nombre de cinquante-trois (53), sélectionnées, identifiées et réparties à travers le territoire national, de la frange littorale jusqu'au grand sud, selon (05) grands ensembles biogéographiques abritant le potentiel physique aquacole et sélectionné comme suit :

Littoral : Huit (08) ZAA ; Embouchures d'oueds, zones marécageuses, lacs et lagunages. Dix (10) ZAA ; Barrages et retenues collinaires (RC). Quinze (15) ZAA ; Zones semi-arides et sahariennes. Quatorze (14) ZAA ; Zones de chotts et sebkha. Six (06) ZAA.

Les activités aquacoles sont réunies à 9 Pôles multidimensionnels, avec une répartition de sites par pôle, et une indication du nombre de filières Aquacoles (**Tab. 3 ; Fig.17**).

Pour le secteur Aquacole, le plan insiste sur la nécessité de développer la filière en tant que source d'approvisionnement en produits halieutiques, complétant ceux provenant de la pêche maritime, et la stratégie est vivement recommandée par la FAO. À l'horizon 2020/ 2025 il est envisagé des apports en produits de 50% pêche et 50% aquaculture.

La stratégie pour atteindre ces objectifs, s'appuie sur une démarche globale et intégrée qui s'articule autour de 3 axes principaux, à savoir :

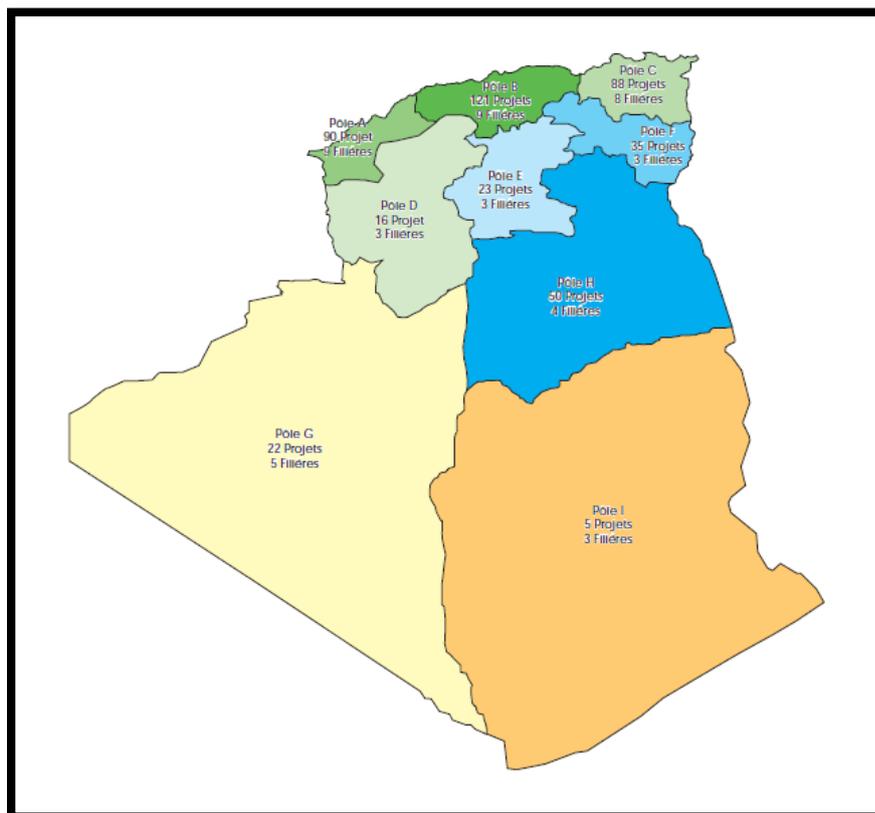
Une utilisation rationnelle de l'espace, en cohérence avec les autres activités ;

Une politique de réservation de terrains à même de permettre une planification spatiale du développement durable de l'aquaculture ;

L'élaboration et la mise en œuvre des programmes d'action dans les domaines d'intervention prioritaires définis à court, moyen et long termes.

**Tableau 3.** Répartition des sites en termes des projets, filières, par wilaya et par pôle

PÔLE	WILAYAS	Nombre de sites	Filières aquacoles envisageables
<b>A</b>	Tlemcen ; Ain temouchent ; Oran ; Mostaganem ; Mascara ; S.B.Abbes ; Relizane	90	9
<b>B</b>	Tipaza ; Blida ; Alger ; Boumerdes ; Chlef ; Ain defla ; Médéa ; Bouira ; Tizi ousou ; Bejaia	121	9
<b>C</b>	Jijel ; Mila ; Skikda ; Annaba ; Guelma ; Souk Ahras ; El-tarf	88	8
<b>D</b>	Saida ; Tiart ; Tissemsilt ; Naama ; el bayad	16	3
<b>E</b>	M'sila ; djelfa ; laghouat	23	3
<b>F</b>	Sétif ; Bordj bou arreridj ; Batna ; khenchela ; Tebessa ; Oum El Bouagui	35	3
<b>G</b>	Béchar ; Adrar ; Tindouf	22	5
<b>H</b>	Ouargla ; Biskra ; El Oued ; Guardaia	50	4
<b>I</b>	Illizi ; Tamanrasset	5	3
	Total	450	



**Figure 17** .Nombre de projets potentiels et de filières par pôle aquacole  
(Source MPRH 2014 schéma directeur de développement des activités aquacoles  
horizon 2025)

#### **IV.1 Situation actuelle de l'aquaculture en Algérie**

La production halieutique nationale a atteint 120.354 tonnes en 2018 contre 108.300 tonnes en 2017, enregistrant une croissance annuelle de 11%, auprès de l'Office national des statistiques (ONS) (**Fig.18**).

Cette amélioration de la production globale s'explique principalement par une hausse de la pêche des poissons pélagiques qui a atteint 92,392 tonnes contre 77.776 tonnes en 2017, en hausse de 18,8%, suivie des poissons mollusques avec une production de 1,593 tonnes contre 1,267 tonnes (+25,7%), indiquent les données statistiques de l'Office sur les principaux indicateurs de la pêche 2018. La production des poissons pélagiques a représenté près de 77% de la production globale nationale.

En revanche, d'autres espèces ont connu des baisses de la production, durant la même période de comparaison. Il s'agit des poissons démersaux avec 6.177 tonnes contre 6.792 tonnes

#### **Chapitre IV Présentations du schéma directeur de développement des activités aquacoles**

(-9,1%), les crustacés avec 2.192 tonnes contre 2.326 tonnes (-5,8%) et la production plaisancière et autres avec 18.000 tonnes contre 20.139 tonnes (-10,6%).

Cette amélioration de la production aquacole s'explique, selon l'ONS, par "les efforts consentis par l'Etat dans le cadre de la stratégie du secteur de la pêche qui s'oriente vers l'augmentation de la production halieutique et principalement la production aquacole".

Quant à la répartition régionale de la production halieutique globale, il est observé une hausse dans la majorité des 14 wilayas côtières à l'exception de Mostaganem (-10,2%), Annaba (-10,1%), Chlef (-3,9%) et Jijel (-2,1%).

Les wilayas qui ont connu les plus importantes hausses de la production sont Tipaza avec une augmentation de 48,8%, suivie de Ain Temouchent (42,9%), Tizi-Ouzou (+26,5%), Tlemcen (20,8%), El tarif (+19,2%) et Bejaia (17%).

Les cinq wilayas plus grosses productrices de poisson sont Ain Témouchent (23.128 tonnes), soit 19,2% de la production halieutique nationale, suivie de Tlemcen (10, 227 tonnes), Annaba (6,854 tonnes), Oran (9 ,721 tonnes) et Mostaganem (9,448 tonnes).

Concernant le commerce extérieur des produits halieutiques, l'ONS indique que 4,16 tonnes ont été exportés en 2018 contre 1,67 tonnes en 2017 en hausse de près de 149% en terme de quantité.

Ce relèvement des exportations des produits de pêches a concerné tout particulièrement les mollusques (2,444,9 tonnes) et les poissons frais (1,150,06 tonnes) avec des hausses respectivement de +534,7% et de +103,5% et dans une moindre mesure les poissons vivants avec 395,17 tonnes (+19, 8%). Pour les importations, elles ont atteint 30,862,5 tonnes en 2018 contre 40,306,85 tonnes, en baisse de 23,4%.

En termes de valeur, le montant des importations a atteint 99,53 millions de dollars, contre 121,80 millions de dollars en 2017, soit une baisse de 18,3%.

L'Office relève que près de 50% de la valeur des importations résultent principalement de l'importation des filets de poissons, qui ont totalisé 12, 259,60 tonnes en 2018. Ainsi, les échanges commerciaux réalisés par le secteur de la pêche en 2018 se sont caractérisés par un solde commercial négatif avec un déficit de 87,2 millions de dollars contre 114,4 millions de dollars en 2017, soit une baisse du déficit de 23,8%.

#### **Chapitre IV Présentations du schéma directeur de développement des activités aquacoles**

Il est à relever, que le secteur de l'aquaculture a tiré des investissements privés, à fin juillet 2019, d'une valeur de 75 milliards de DA destinés à la réalisation de 271 projets approuvés par le Centre national de recherche et de développement de la pêche et de l'aquaculture (CNRDPA), jusqu'à juillet dernier. Ces investissements, qui seront réalisés à moyen terme jusqu'en 2022, permettront de produire 111,000 tonnes de différents types de poissons, dont 105,000 tonnes de l'aquaculture marine et 6,000 tonnes de l'aquaculture d'eau douce, et créer 24,000 postes d'emplois.

Pour ce qui est de l'activité aquacole, la production poursuit sa tendance haussière entamée dès 2015 en s'établissant à 5,100 tonnes en 2018 contre 4,200 tonnes en 2017, en hausse de 21,4%. L'emploi total dans le secteur de la pêche s'est élevé à 115.672 emplois, en hausse annuelle de 11,4%, dont 56 ,206 postes (soit 48,6%) d'emplois directs et 59,466 emplois (51,4%) d'emplois indirects, en hausses respectives de 4,2% et de 19,2%, durant la période de comparaison, détaille l'organisme des statistiques.

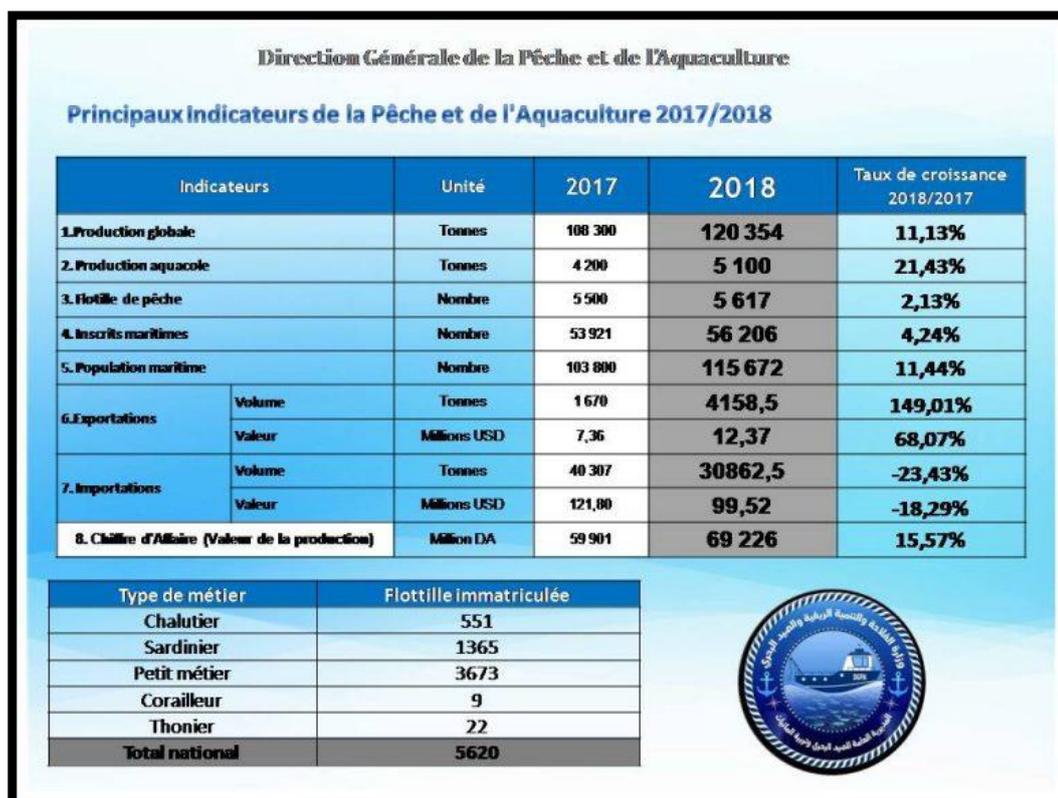
Les emplois directs sont composés de 48,160 marins pêcheurs (85,7% du total des postes d'emplois, +5%), de 5,347 patrons côtiers (-1,9%) et 2.699 mécaniciens (+4%).

La flottille de pêche nationale a atteint 5,617 unités en 2018 contre 5,494 unités en 2017, enregistrant une hausse de 2,2%, selon l'Office.

Cette flottille est constituée de 1,365 sardiniers (en légère hausse 0,99%), de 3,673 petits métiers (+3,1%), de 551 chalutiers (-0,2%), de 19 thoniers (+5,6 %) et de 9 corailleurs (stagnation).

Cette flottille est caractérisée par la prédominance des unités ayant une longueur de moins de 6 mètres avec près de (44% du total), alors que les navires qui dépassent ou égalent une longueur de 24 mètres ne représentent que 1,7% du total de la flotte.

La répartition de la flottille de pêché par wilaya côtière montre que le parc de pêche de la wilaya de Tipasa s'accapare toujours la première place avec 791 unités, soit près de 14% de la flotte nationale, suivi du parc de Annaba (586 unités), Ain Temouchent (501 unités) et Skikda (500 unités). (www.aps.dz Publié le : mardi 14 janvier 2020)



**Figure 18.** Statistiques de la pêche et aquaculture 2017/2018 (site web de DGPA,2020 consulté le 11/08/2020)

## IV.2 Le développement de la filière aquacole

### IV.2.1 Phase à court terme, 2009

Certains projets d'accompagnement sont déjà fonctionnels voir, un centre conchylicole, des écloseries mobiles et fixes et la mise en place d'annexes de recherche constituant un appuis technique et scientifique certain, pour le développement de la filière, et relevant du centre du centre national de recherche et de développement pour l'Aquaculture et la pêche (CNRDPA).

### IV.2.2 Phase à Moyen terme, 2010 - 2014

Cette phase prévoit, une amélioration sensible, de la production aquacole compte tenu de la maîtrise des techniques d'élevage, qui répondront à deux exigences majeures dont l'une concerne, La maîtrise des techniques de la production de biomasses de juvéniles de différentes espèces marines et d'eau douce, dont les résultats sont prometteurs et encourageants pour certains laboratoires des Universités du pays. Et stations expérimentales relevant du CNRDPA qui affichent une avancée satisfaisante.

## Chapitre IV Présentations du schéma directeur de développement des activités aquacoles

La formulation d'aliments artificiels, notamment pour la pisciculture. Cette situation exige une amélioration des rendements, et de la productivité et incite, de par l'importance des investissements qu'elle nécessite, à des regroupements en coopératives. C'est durant cette phase charnière, que l'organisation des activités liées à la production, connaîtra une importante évolution, autour de pôles de production spécialisés. Cette phase verra une tendance à des regroupements des producteurs de juvéniles (alevins, naissains et post-larves), voire même des fabricants d'aliments, pour poissons ; cette orientation sera dictée par le besoin de rentabiliser les investissements. Dans le moyen terme la production aquacole atteindra **32,000 T**, toutes filières confondues, ce qui représente en termes d'investissement et pour 149 projets privés agrés par la tutelle technique une valeur de **4 056,7 millions de DA**, a cela s'ajoute une estimation des structures d'appui à **946,5 millions de DA**.

### IV.2.3 Phase à Long terme, 2015 - 2025

Le secteur privé, par le biais des projets d'investissements, qui seront programmés dans le cadre des plans de développement du secteur, détient la plus grosse part et restera le principal acteur de développement et d'amélioration de la production.

A long terme, la production aquacole atteindra plus de **53,000 T**, toutes filières confondues, et en terme d'investissement, 219 projets concédés à des privés sont évalués à **5.927,9 millions de DA**, ou les structures d'appui sont estimées à **931,08 millions de DA**. (Source MPRH 2014 schéma directeur de développement des activités aquacoles horizon 2025).

Durant cette phase la quasi-totalité des établissements seront constitués de petites et moyennes entreprises. Les fermes aquacoles les plus rentables, seront en mesure d'atteindre un tonnage, de plusieurs centaines de tonnes (350 à 450 tonnes), qu'il s'agisse des établissements conchylicoles, de pisciculture marine ou encore de pisciculture d'eau douce. Ce schéma directeur avance l'hypothèse d'une production nationale à cette échéance, de l'ordre de 60 000 à 75 000 Tonnes. Ceci semble être davantage conforté, par l'exploitation d'autres potentialités hydriques souterraines (forages), notamment en zones arides, et semi-arides, et au grand Sud, ajouter à cela l'entrée en exploitation, d'un important potentiel de sites de barrages, et la levée de contraintes, d'ordre administratif et juridique liées à la concession de l'espace Mer et Terre.

### IV.3 Conclusion partielle

Pour la filière Aquacole il est recommandé d'établir des programmes de peuplement et de repeuplement des plans d'eau à partir d'espèces d'intérêt commercial à potentialités

#### Chapitre IV Présentations du schéma directeur de développement des activités aquacoles

zootechniques établies voir (Mulet, Sandre, Black-bass, Tilapia, carpes chinoises), auxquelles s'ajoutent d'autres espèces autochtones signalées dans cette étude pour la première fois au **pôle I ( Tamanrasset et Illizi )** et qui disposent d'un statut à l'échelle de l'IUCN (*Clariasanguillaris*, *Clarias gariepinus*), à l'avenir l'introduction d'espèces aquacoles dans nos plans d'eau devrait tenir compte des impacts environnementaux que pourraient générer ces introductions. Le secteur de l'aquaculture en Algérie est rentable, génère de l'emploi à tous les niveaux de la filière, pour peu que son infrastructure soit parachevée et qu'une synergie intersectorielle soit instaurée.

**Chapitre I :Essai de reproduction contrôlée du poisson chat africain en captivité et à l'écloserie dans la région saharienne d'Ouargla.**

Partie II : Poisson chat africain *Clarias gariepinus*

Chapitre I : Essai de reproduction contrôlée du poisson chat africain en captivité et à l'écloserie dans la région saharienne d'Ouargla.

## **Chapitre I :Essai de reproduction contrôlée du poisson chat africain en captivité et à l'écloserie dans la région saharienne d'Ouargla.**

### **Partie II : Poisson chat africain (*Clarias gariepinus*)**

#### **Chapitre I:Essai de reproduction contrôlée du poisson chat africain en captivité et à l'écloserie dans la région saharienne d'Ouargla.**

L'activité aquacole est une entreprise à but lucratif. Outre les intrants, la qualité et la quantité de poissons produit sont des facteurs déterminants la rentabilité de l'entreprise.

Le poisson-chat africain, *Clarias gariepinus*, est l'espèce de poisson d'élevage le plus recherché en Afrique dont L'élevage commercial se fait à l'aide d'hormones synthétiques coûteuses dont l'une est Ovaprim.

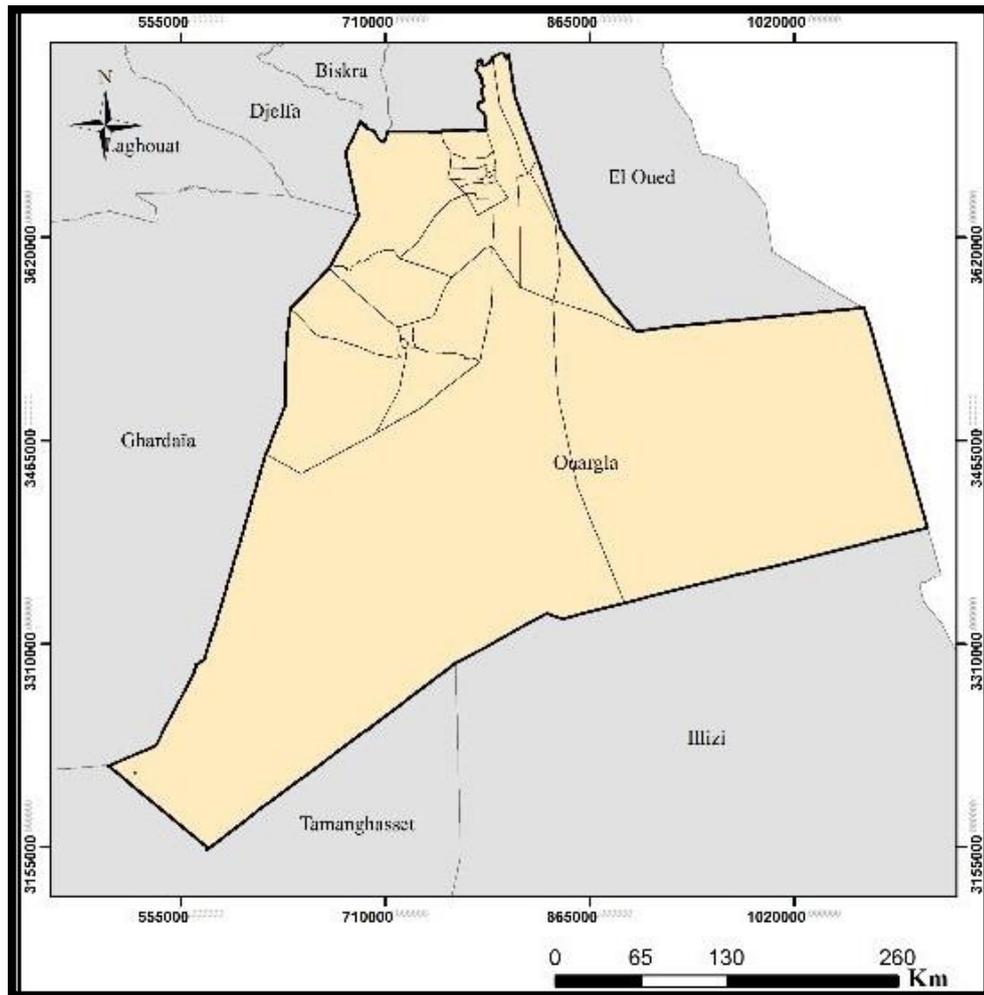
L'objectif vise la maîtrise de la technique de reproduction artificielle, dans la simulation de l'ovulation et la réponse au frai du poisson chat Africain *C.gariepinus* en utilisant l'hormone « Ovaprim » à différentes doses comme agent inducteur.

### **I.1 Matériel et méthodes**

#### **I.1.1 Présentation du milieu d'étude**

L'expérimentation a eu lieu au mois de juin 2018, à l'annexe du CNRDPA de Ouargla qui se situe à 820 km au sud de la capitale dans la commune de Hassi ben Abdellah à 25 km du chef-lieu de la willaya d'Ouargla(**Fig.19**).

## Chapitre I :Essai de reproduction contrôlée du poisson chat africain en captivité et à l'écloserie dans la région saharienne d'Ouargla.



**Figure 19.** Situation géographique d'Ouargla(Behmene,2020)

### I.1.2 Sélection des géniteurs

Les poissons-chats africains *Clarias gariepinus* sont utilisés, vivant et en bonne santé durant la saison de reproduction (mai- juin). Ils ont été identifiés sur la base de leurs caractéristiques morphologiques externes(Fig.20).

## Chapitre I :Essai de reproduction contrôlée du poisson chat africain en captivité et à l'écloserie dans la région saharienne d'Ouargla.



**Figure 20 .** Géniteur femelle *C. gariepinus*

### **I.1.3 Gestion des génitures**

Les géniteurs sélectionnés ont été désinfectés avec du formaldéhyde 0,15 ml / 10 L et de permanganate de potassium pendant 6 heures, et introduits dans des bassins de stabulation circulaire, pendant 48h heures sans apport d'aliments.

### **I.1.4 Hormones synthétiques (Ovaprim)**

Ovaprim est un produit commercial qui contient 10mg / ml d'une hormone libérant la gonadotrophine du saumon (GnRH $\alpha$ ).

### **I.1.5 Conception expérimentale**

Pour chaque dose d'hormone de l'Ovaprim, (01) un seul essai de sélection a été réalisé pour déterminer la réponse au frai. Au total, 2 femelles et 2 mâles ont été utilisés pour cette étude. Les doses d'injection sont représentées au (Tab. 4) :

## Chapitre I :Essai de reproduction contrôlée du poisson chat africain en captivité et à l'écloserie dans la région saharienne d'Ouargla.

**Tableau 4.** Traitement hormonale des génitures

N°	Génitures	Nombre d'individus	Hormone utilisée	Injections (ml / kg)	Poids corporel (g)	Dose totale de l'hormone (ml)	Longueur (cm)
T1	Femelle	1	Ovaprim	0,4	1294,5	0,52	59
T2	Femelle	1	Ovaprim	0,5	1152	0,58	54
T3	Mâle	1	Ovaprim	0,25	2225	0,56	/
T4	Mâle	1	Sans hormone	0	823,3	0	53

T 1 ; T2 ; T3 :Traitement hormonale des génitures.

Pour stimuler l'ovulation de la femelle, les femelles ont été pesées individuellement. L'hormone Ovaprim a été injecté à une dose de 0,4 ml pour la femelle (T1) et une dose de 0.5 ml / kg pour la femelle (T2) selon (Legender, 1986 ; Madu, 1989).

Les Femelles de chaque traitement ont été conservées séparément. Pour stimuler la spermiation, l'hormone Ovaprim a été injectée pour une dose de (0.25 ml /kg) pour Le géniteur mâle (T3) mais le géniteur mâle (T4) sans injection hormonale.

Toutes les hormones ont été administrées par voie intramusculaire au-dessus de la ligne latéralisée vers la section dorsale et dirigées vers la face ventrale. La dose de l'Ovaprim est fonction du poids des géniteurs (Nwokoye et al., 2007).

### I.1.6 Injection d'hormone pour les géniteurs :

L'injection est faite le soir à 23 heures durant 30 minutes et les poissons sont gardés dans le bassin en stabulation aérée jusqu'à la fin de l'expérience.

### I.1.7 Stabulation

La femelle injectée est gardée seule, dans une eau où la température est de 28°C. En vue de déterminer la durée de latence en utilisant la formule de degré heure, correspondant à 300 (Monsengo, 2017).

## **Chapitre I :Essai de reproduction contrôlée du poisson chat africain en captivité et à l'écloserie dans la région saharienne d'Ouargla.**

### **I.1.8 Récolte de la laitance**

Les mâles ont été sacrifiés et les testicules ont été enlevés, macérés et pressés dans une solution saline physiologique (NaCl 0,9%) à raison de 1 g de testicule par 5 ml de solution saline.

Maintenue au réfrigérateur (5 °C) jusqu'à ce qu'elle soit utilisée pour la fécondation (Phelps *et al.*, 2007).

### **I.1.9 Extraction manuelle des œufs (stripping)**

Après la réaction positive de la femelle à l'injection, les œufs sont facilement libérés de la papille génitale.

Pour extraire les œufs, la femelle a été retirée soigneusement à l'aide d'une épuisette et maintenue avec précaution par deux personnes munies des linges humides et ensuite une presse douce a été faite au niveau des flancs jusqu'à l'apparition des premières gouttes du sang.

### **I.1.10 Fécondation des œufs**

Les œufs libérés par la femelle sont fécondés par aspersion uniforme des gouttes issues des testicules fraîchement disséqués. Les œufs totaux ont été fertilisés avec 2,5 ml de suspension de sperme pour 100 g d'œufs.

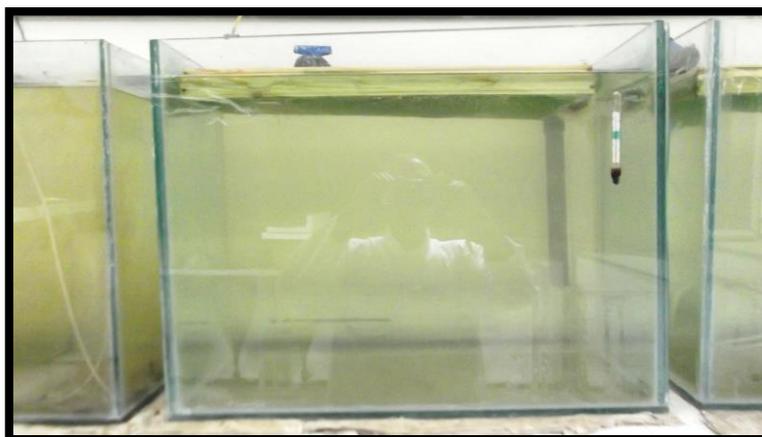
Une solution saline à 0,9% (Na Cl) (Woynarovich et Horvath, 1981) a été ajoutée, provoquant un mouvement doux des spermatozoïdes, activant la fertilisation. Après 45 secondes à une minute, aucune autre fertilisation n'aura lieu car les spermatozoïdes ne sont plus mobiles.

Pour activer les spermatozoïdes, une petite quantité d'eau propre fut immédiatement ajoutée dans le contenant à volume égal aux œufs.

### **I.1.11 Incubation des œufs fécondés**

Immédiatement après la fécondation, les œufs sont répartis en une seule couche sur les cadres d'incubation (maille de 0,5 mm) immergée dans l'eau (Fig.21).

## Chapitre I :Essai de reproduction contrôlée du poisson chat africain en captivité et à l'écloserie dans la région saharienne d'Ouargla.



**Figure 21 .** Aquariums d'incubation de 100 L

L'incubation est réalisée dans l'eau bien aérée dans six (06) aquarium remplis de 100 litres d'eau, le niveau d'eau dans le bac est réglé avec la position du tremplin (Tab.5).

**Tableau 5.** Répartition des aquariums en fonction de la dose injectée

	Dose de 0.5 ml/l			Dose de 0.4 ml/l		
Aquariums	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Quantité d'œufs	50g	25g	20g	50g	50g	50g

A :Aquarium

L'eau coule lentement, l'incubation dans un système en circuit ouvert pour obtenir un milieu bien oxygéné et ne pas perturber les œufs.

Les œufs incubés sont conservés dans six aquariums séparés avec une température de l'eau de 28 ° C. Après 24 heures d'incubation, le filet de nylon est retiré.

L'incubation des œufs est réalisée selon la méthode décrit par [Brzuska and Adamek \(1999\)](#), après l'éclosion les embryons pénètrent à travers les moustiquaires du plat d'incubation et se rassemblent dans le coin des aquariums quant aux coquilles des œufs morts, et embryons déformés, ils restent en surface.

# Chapitre I :Essai de reproduction contrôlée du poisson chat africain en captivité et à l'écloserie dans la région saharienne d'Ouargla.

## I.1.12 Paramètres de performance de la reproduction

L'analyse de la performance de la reproduction induite *Clarias gariepinus* dans notre cas concerne quatre (04) paramètres seulement, à savoir : le taux d'ovulation (%), le temps de latence (heurs), l'indice de pseudo-gonado-somatique (PGSI %), et le taux de fertilisation (%).

### A. Taux d'ovulation :

$$\text{Taux d'ovulation (\%)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de femelles ovulées}}{\text{N}^\circ \text{ de femelles injectées}} * 100$$

### B. Temps de latence (h)

**Temps de latence (h)** : c'est la période allant de l'injection à l'apparition d'ovulation.

### C. Indice pseudo-gonado-somatique (PGSI%) :

$$\text{indice pseudogonadosomatique(PGSI\%)} = \frac{\text{le poids totale des oeufs}}{\text{le poids totale avant le stripping}} * 100$$

Le but de cet indice, est d'évaluer la production d'œufs induits par l'hormone à différentes doses.

### D. Taux de fécondation :

Le taux de fécondation est calculé par échantillonnage aléatoire en examinant trois échantillons de chaque bassin d'incubation. Les œufs fécondés comptés afin de calculer le pourcentage de fécondité.

$$\text{Taux de fécondation} = \frac{\text{N}^\circ \text{ d'œufs fécondés}}{\text{le N}^\circ \text{ d'échantillon d'œufs}} * 100$$

(Alam et al., 2006).

Les taux de fécondation issus des deux doses d'Ovaprim utilisées (0.4 et 0.5 ml/kg) sont comparés avec l'utilisation du test de l'écart réduit (t) au taux de significativité de 0.05 en utilisant la formule suivante (Lamotte ,1971)

$$t = \frac{|q_1 - q_2|}{\sqrt{Q_e(1-Q_e)\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}} \text{ Avec } Q_e = \frac{n_1 q_1 + n_2 q_2}{n_1 + n_2}$$

## Chapitre I :Essai de reproduction contrôlée du poisson chat africain en captivité et à l'écloserie dans la région saharienne d'Ouargla.

Les calculs sont effectués par une programmation sous le logiciel Excel 2016.

### I.2 Résultats et discussion

#### I.2.1 Choix des géniteurs

Le choix géniteurs performants est confirmé par certains critères notamment : une papille urogénitale protubérante, une bonne dilatation d'abdomen émettant quelques ovules sous une légère pression chez la femelle et une bonne corpulence chez le mâle.

#### I.2.2 Sélection des géniteurs

Le diamètre de chaque ovocyte a été mesuré avec loupe binoculaire, ou l'on observe que 90% des ovocytes ont un diamètre supérieur à 1,05 mm.

Les ovaires mûrs sont bruns-vert et généralement de taille uniforme (Ayala et al., 1994).

#### I.2.3 Prélèvement des testicules et du sperme

Après dissection du mâle sacrifié, le repérage des testicules est fait Ce qui a permis de récupérer une quantité de sperme de (1 ml), bien que ce géniteur ait reçu une injection hormonale (Tab. 6).

**Tableau 6.**Quantité de sperme en fonction de la dose administrée

Traitement	Dose hormone (ml/kg)	Poids (g)	Quantité de sperme (ml)
T3	0,25	2225	1
T4	sans hormone	823.3	4

T3 ; T4 : Traitement hormone des génitures.

À la suite de ces résultats (Tab. 3), un autre mâle (T4) élevé à la station expérimentale, a été sacrifié, et la quantité de sperme récolté s'élève à (4 ml) bien que son poids soit inférieur au géniteur (T3) et n'a reçu aucune dose hormonale

Hogendoorn (*in* Janssen, 1985) a estimé qu'un ml de laitance est suffisant pour féconder 50 kg d'œufs.

## Chapitre I :Essai de reproduction contrôlée du poisson chat africain en captivité et à l'écloserie dans la région saharienne d'Ouargla.

L'utilisation d'hormones peut produire de mauvais résultats si les géniteurs ne sont pas bien conditionnés. Dans de telles conditions, une ponte partielle, voire aucune ponte, peut se produire et d'autres peuvent ne pas répondre au traitement hormonal même si elles sont en relativement bon état (Piper *et al.*, 1982).

### I.2.4 Taux d'ovulation

Le pourcentage de l'ovulation est de 100 % en termes de qualité d'ovulation, il est évident que l'Ovaprim est plus efficace dans l'induction d'ovulation chez *C. gariepinus* (Tab. 4).

### I.2.5 Nombre d'œufs

Dans notre échantillon de 1g d'œufs représente de 650 à 680 d'œufs ce qui concorde avec les résultats avancés par(Janssen, 1985). Le nombre d'œuf totale pour la dose 0.4 ml/kg s'élève à 98 930 œufs et pour la dose de 0.5 ml /kg, il est de l'ordre de 63 310 œufs (Tab. 7).

**Tableau 7.** Résultats de la reproduction artificielle en fonction des doses hormonale

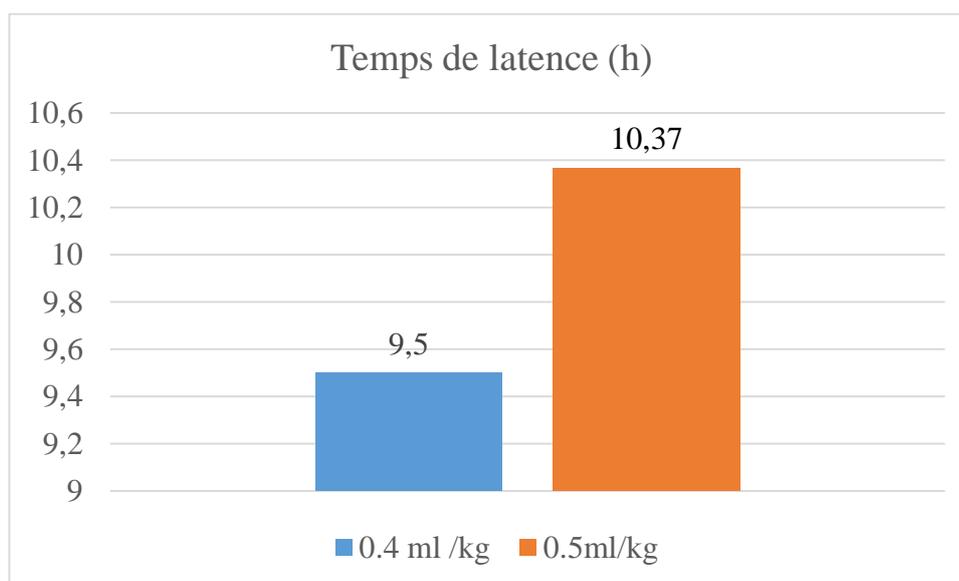
Traitements	Dose d'hormone (ml/kg)	Quantité d'œufs (g)	Taux d'ovulation (%)	Temps de latence (h).	N° d'œufs
T(1)	0,4	152,2	100	9h et 50 min	98 930
T(2)	0,5	97,4	100	10h et 35min	63 310

T3 ; T4 : Traitement hormonale des génitures.

### I.2.6 Temps de latence

Le temps de latence(**Fig. 22**) est de 9 h 50 minutes, qui est inférieur chez le sujet ayant reçu une dose de 0.4ml/kg. La maturation des œufs dans l'ovaire nécessite une absorption d'eau et un gonflement du ventre de la femelle pendant l'ovulation.

## Chapitre I :Essai de reproduction contrôlée du poisson chat africain en captivité et à l'écloserie dans la région saharienne d'Ouargla.



**Figure 22 .** Durée de latence en fonction de temps

### I.2.7 Indice de Pseudo Gonadosomatique(PGSI)en %

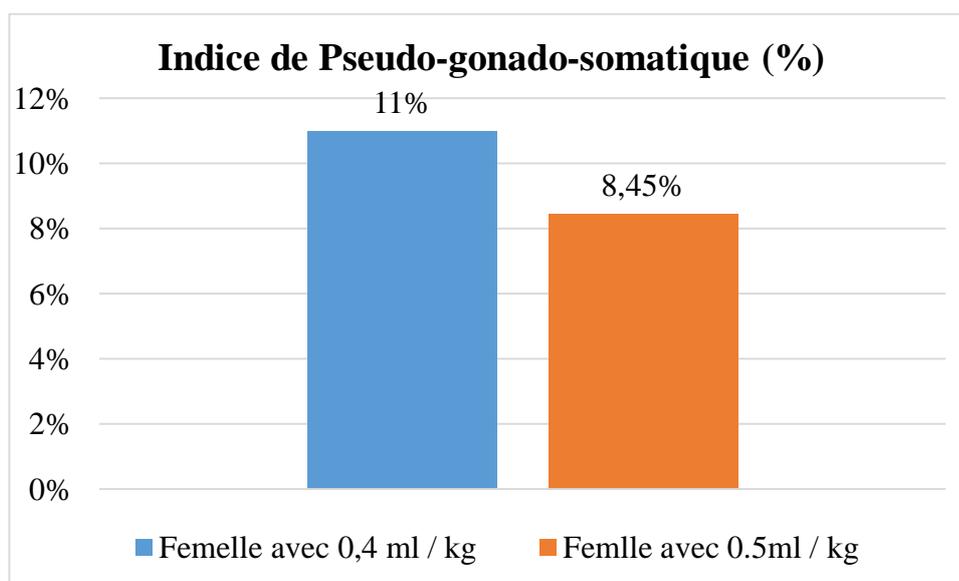
Le but de cet indice est d'évaluer la production d'œufs induits par l'hormone à différentes doses. En(**Fig. 23**), le pourcentage d'ovules obtenus par extraction manuelle s'élève à 11 % du poids corporel de la femelle qui a reçu une dose d'hormone 0.4 ml /kg et 8.45 % pour la dose hormonale de 0.5ml/kg.

[Janssen \(1985\)](#) avance que la quantité d'ovules obtenus représente 10 à 15 pour cent du poids corporel des femelles (Mars octobre). Du mois de novembre jusqu'au mois de février on obtient une fécondité relative de 5 à 10 %.

En effet, les résultats indiquent que le poids total des œufs dépouillés est plus élevé chez les femelles ayant subi une dose hormonale de 0,4 ml, en comparaison avec celles ayant reçu des doses plus élevées.

Ces résultats sont similaires aux travaux de ([Kadi, 2015](#)) en Malaisie sur les mêmes doses d'hormone « Ovaprim » et pour la même espèce.

**Chapitre I :Essai de reproduction contrôlée du poisson chat africain en captivité et à l'écloserie dans la région saharienne d'Ouargla.**



**Figure 23 .** Résultats de l'Indice pseudo-gonado-somatique (%) de *C.gariiepinus*

**I.2.8 Taux de fécondation (%)**

Le taux de fertilisation est de l'ordre de 85.56 et 77.11 % (Tab.5) chez les femelles injectées aux doses respectives de 0.4 et de 0.5 ml/kg d'Ovaprim

La comparaison des deux taux, par le test de l'écart réduit (t) (Tab. 8), montre une différence significative entre les taux de fécondité issus des deux différentes doses d'Ovaprim utilisées à un taux de sécurité de 95 %, en indiquant un taux de fertilisation supérieur chez les femelles injectées par une dose de 0.4 ml/kg par rapport à celles injectées à 0.5 ml/kg.

Cela traduit que l'utilisation d'une dose de 0.4 ml/kg d'Ovaprim, fournit un taux de fertilisation optimum et économique pour un aquaculteur intéressé par la production d'alevins de *C.gariiepinus* à grande échelle que l'utilisation d'une dose de 0.5 ml/kg. Car l'Ovaprim est coûteux.

**Tableau 8 .** Comparaison des deux taux de fécondation

Dose de l'Ovaprim (ml/kg)	Taux de fertilisation (%)	t observé	t théorique
0,4	77,11 ± 0,039	3,25	1,96
0,5	85,56 ± 0,032		

## Chapitre I :Essai de reproduction contrôlée du poisson chat africain en captivité et à l'écloserie dans la région saharienne d'Ouargla.

Haniffa et Sridhar (2002) ont signalé (70%) le taux de fécondation chez d'*Heteropneustes fossilis* (Clariidae) traité également avec l'hormone synthétique Ovaprim à une dose de 0,3 ml/kg de poids corporel.

La variation du taux de fertilisation peut être attribuée à la qualité variée des œufs et du sperme, différence physiologique des stocks de géniteurs, variation saisonnière et différence de dosage hormonal (Gheyas et al., 2002 ; Haniffa et Sridhar 2002 ; Nwokoye et al., 2007).

Selon (kasi et al., 2015)les pourcentages les plus élevés du taux de fécondation voir 97.88% ont également été enregistrés chez les femelles ayant reçu 0,4 ml d'Ovaprim par rapport à celles ayant reçu des doses plus élevées.

### I.2.9 Durée d'éclosion

Le temps d'éclosions enregistré dans cette étude est de 42h pour les aquariums induits avec 0.5ml/kg et 44 heures pour les aquariums injectés par 0.4 ml/kg(Tab.9).

**Tableau 9.** Durée d'éclosion en fonction des doses d'hormone

Les aquariumsA1 /A2/A3 (0.5 ml/kg)	Les aquariums A3/A4/A5 (0,4ml/kg)
18,5 h	20h

Le temps d'éclosions enregistré notre cas diffère de celui de Haniffa et al., 2000qui signale une durée d'éclosion de 39 à 43 heures pour *C. gariepinus* traité avec hypophyse, 23 heures pour les œufs induits par Ovaprim et 36 à 38 heures pour les œufs induits par l'HCG à une température moyenne de  $25 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$ .

Le taux d'éclosion n'a pas été estimé pour des raisons de mortalités massives d'œufs dans les aquariums contenant une eau de qualité médiocre ayant infiltrée le circuit d'élevage.

Le faible taux d'incubation des œufs serait attribué à l'exposition et à l'infection fongique, de ces derniers, car la quantité d'œufs morts constitue une base nutritionnelle pour la croissance fongique (Tucker et Robinson, 1990).

## **Chapitre I :Essai de reproduction contrôlée du poisson chat africain en captivité et à l'écloserie dans la région saharienne d'Ouargla.**

Les autres perturbations du taux d'éclosion sont dues aux fluctuations de la température de l'eau et les durées d'éclosion des œufs (Piper et al., 1982).

La relation entre la durée de la période d'incubation et l'intensité lumineuse est bien avancée par (Prokesova, 2016). Les œufs incubés dans l'obscurité prennent environ 25% de plus (6 h) à éclore par rapport à ceux dont l'intensité lumineuse est la plus élevée. L'éclairage peut augmenter la fréquence des contractions musculaires de l'embryon, avec des mouvements plus fréquents entraîne une rupture plus précoce de la membrane chorionique. Donc il est recommandé au CNRDPA d'Ouargla d'utiliser des intensités lumineuses de 70 à 500 Lx plutôt que l'obscurité totale, car elles peuvent faciliter le travail des opérateurs et en minimisant les coûts d'électricité.

### **I.3 Conclusion partielle**

A travers cette étude et compte tenu des besoins pressants en Alevins pour le développement de l'aquaculture en région saharienne, Les résultats avancés dans cette étude concernant notamment l'utilisation d'une dose optimale d'Ovaprim de 0,4 ml / kg, sont prometteurs et pourraient servir comme ligne de base pour les futures expériences menées à la station expérimentale d'Ouargla pour la reproduction contrôlée du poisson chat *C.gariepinus*, L'analyse de la performance de la reproduction induite à travers quatre paramètres retenus, taux d'ovulation, temps de latence, l'indice de pseudo-gonado-somatique, et taux de fertilisation sont encourageants. Toutefois il est recommandé de suivre minutieusement le circuit d'élevage conduit en système ouvert, d'adopter des intensités lumineuses de 70 à 500 Lx en phase expérimentale qu'à l'obscurité totale, et de veiller à l'alimentation en eau des aquariums pour éviter les agressions fongiques causés aux œufs qui affectent les indices d'évaluation d'une reproduction induite réussie.

Chapitre II : Stades de développement  
embryonnaire et larvaire du poisson-chat africain  
*Clarias gariepinus* (Téléostéen, Clariidae) en  
conditions de laboratoire

## **Chapitre II : Stades de développement embryonnaire et larvaire du poisson-chat africain *Clarias gariepinus* en conditions de laboratoire**

### **ChapitreII : Stades de développement embryonnaire et larvaire du poisson-chat africain *Clarias gariepinus* en conditions de laboratoire**

Le poisson-chat africain *Clarias gariepinus* est un poisson d'aquaculture préféré dans le monde, en raison de sa robustesse et de son taux de croissance rapide.

La collecte de la semence de cette espèce dans la nature n'est pas fiable, peu rentable pour la culture à grande échelle de ce poisson. Pour surmonter ces difficultés, la reproduction induite reste la seule méthode alternative pour l'aquaculture intensive, aussi La compréhension de l'embryogenèse chez cette espèce est nécessaire, pour assurer une amélioration de la production artificielle d'alevins et un taux de croissance appréciable.

Des études sur le développement embryonnaire et larvaire précoce sont impératives et corrélatives à la réussite de l'élevage des larves, pour la production de semences à grande échelle destiné l'élevage aquacole ([Khan et al., 1998](#) ; [Rahman et al., 2004](#)).

Dans ce paragraphe, les stades de développement embryonnaire et larvaire de *C. gariepinus* sont examinés chronologiquement et décrits, des ovocytes jusqu'aux alevins, l'absorption du jaune, pour libérer les stades larvaires, est illustrés à l'aide d'outils microscopiques, voir loupe binoculaire et microscope optique, et comparés à ceux de la littérature, au cours de l'absorption du jaune, les larves sont nourries chaque 2 heures avec de l'artémia congelé, et ajout pour la première fois, d'un jaune d'œufs additionné à un aliment artificiel de qualité appelé « Coppens ».

#### **II.1 Résultats**

Nous avons utilisé le protocole de ([Olaniyi et Omitogun, 2013](#)) comme référence pour le suivi et les observations au niveau de laboratoire. L'étude chronologique des stades embryologiques du développement en ce qui concerne le calendrier, est un aspect très important dans la biologie des poissons de *C. gariepinus* et les manipulations ultérieures, expliquent ainsi l'importance des paramètres physiques tels que la température, de plus, le timing utile pour déterminer la durée nécessaire à chaque stade.

## **Chapitre II : Stades de développement embryonnaire et larvaire du poisson-chat africain *Clarias gariepinus* en conditions de laboratoire**

### **II.1.1 Étape de fertilisation**

Après la fusion des spermatozoïdes, l'adhésivité des œufs est augmentée pour permettre la fixation au substrat (**Fig.24**).

### **II.1.2 Stade blastodisque / pôle animal et pôle végétal**

L'œuf fécondé est caractérisé par une tache rouge, (blastodisque) immédiatement après la fertilisation qui est visible à l'œil nu. Puis il y a accumulation de masse vitelline (pôle végétal) à un pôle extrême qui est entièrement recouvert de cytoplasme granulaire pôle (animal) à l'autre pôle d'extrémité (**Fig. 24**).

### **II.1.3 Stade morula**

Plusieurs autres divisions cellulaires ont conduit à de nombreux blastomères. Les nombreuses cellules au stade appelé mûrier (**Fig.24**).



**Figure 24.** Stades de développement embryonnaire de *C. gariepinus* à 2h

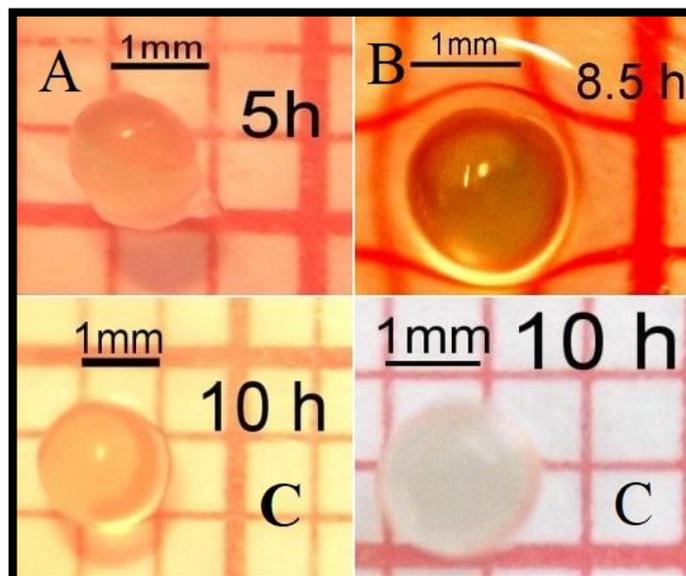
### **II.1.4 Stade de blastula à gastrula**

## Chapitre II : Stades de développement embryonnaire et larvaire du poisson-chat africain *Clarias gariepinus* en conditions de laboratoire

Le blastoderme s'est étendu, marquant la transition de blastula à gastrula. Le début de l'épibole a commencé c'est la gastrulation, avec le déplacement aléatoire d'une onde de transition.

Les embryons qui ne s'engagent pas dans ce mouvement sont réellement morts et leur couleur devient sombre. Ce mouvement se produit sur le jaune, surface de la sphère permettant ainsi à l'embryon de se déplacer dans les espaces péri-vitellins, et conduit finalement à un mélange le fluide péri-vitellin.

Cela conduit à la formation d'épiblastes et d'hypoblastes, la fermeture du blastopore a marqué la fin de ce mouvement et la morphogénèse a commencé, provoquant l'établissement d'un axe embryonnaire. (Fig.25).



**Figure 25.** Stades de développement embryonnaire de *C. gariepinus* (A à 5 h ; B à 8h 30 ; C à 10 h)

### I.1.13 Stade somite

Une formation précoce de somite peut être remarquée, avec le couple blocs de cellules qui se sont développées le long du dos de l'embryon, donnant la colonne vertébrale. La formation de Somite s'est ensuite développée par voie céphalo-caudale (Fig.26), à ce stade jusqu'à la prochaine (éclosion), caractérisé par une odeur spécifique.

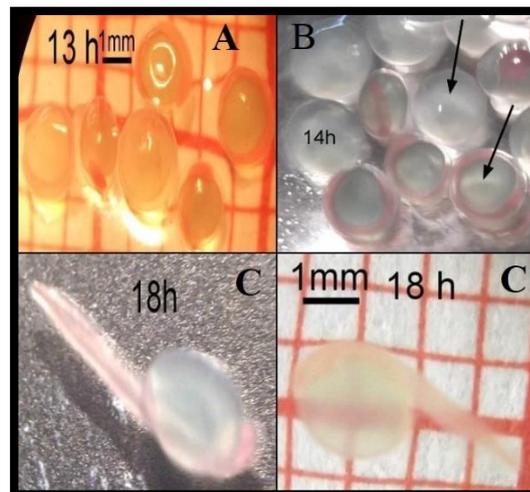
**Chapitre II : Stades de développement embryonnaire et larvaire du poisson-chat  
africain *Clarias gariepinus* en conditions de laboratoire**

**II.1.5 Étape d'éclosion**

L'éclosion montre la rupture de l'embryon hors du chorion, ou de la capsule d'œuf à travers la queue. Selon (Olaniyi et Omitogun, 2013) Peu avant l'éclosion, embryonnaire occasionnelle, un mouvement péristaltique a été observé, (moyenne de neuf mouvements de contraction / min au début est alors devenu plus fréquent) (Fig.26).

Ensuite, la première respiration a été remarquée avec un rythme cardiaque de 115 à 160 / min, puis le bourgeon caudal, qui entoure le sac vitellin est légèrement désengagé de la partie médiane.

L'encéphale la partie / tête est bien collée au sac vitellin, bien que la partie antérieure de la tête s'allongeait et en forme de bulbe. Secousses fréquentes successives finalement rompu, c'est-à-dire à l'éclosion, le bourgeon de queue battait et a cassé le chorion ou la capsule d'œufs / membraneuse revêtue (Fig.26).



**Figure 26.** Stades de développement embryonnaire de *C. gariepinus* (A à 13h ; B à 14 h ; C à 18 h)

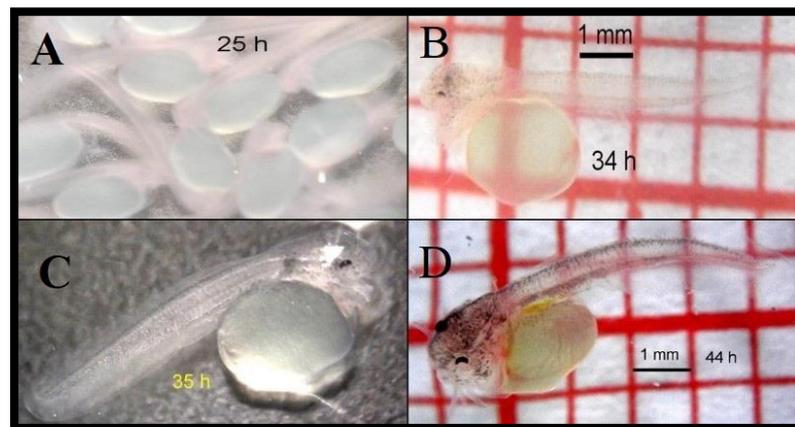
L'odeur offensante et nauséabonde continue d'être l'odeur caractéristique de l'étape d'éclosion.

## Chapitre II : Stades de développement embryonnaire et larvaire du poisson-chat africain *Clarias gariepinus* en conditions de laboratoire

### II.1.6 Stade larves / alevins éclos (premier jour)

Cette étape(**Fig.27**) est caractérisée par une série de activités de développement telles que :

- La pigmentation ;
  - La propagation continue de mélanophore céphalo-caudale.
- ❖ Selon ([Olaniyi et Omitogun, 2013](#)), à l'éclosion, les larves juste éclos sont translucides et mesurent  $5,0 \pm 0,5$  mm longueur moyenne.
- Les yeux ne sont pas encore formés.
  - Les larves à peine écloses sont photo-phobiques.
  - Près d'une heure après l'éclosion, il y a eu un début de la circulation sanguine.
  - Le système excréteur est rudimentaire.
  - La bouche est fermée et le sac vitellin plein.



**Figure 27.** Stades de développement embryonnaire de *C. gariepinus* (A à 25h ; B à 34h ; C à 35h ; D à 44 h )

### II.1.7 Stade post-embryonnaire du deuxième jour

- Les larves mesuraient  $6 \pm 0,5$  mm de longueur moyenne au jour 2 (**Fig.29**).
- Le mélanophore est pigmenté vers les zones dorsales(**Fig.28**).
- Le système larvaire est augmenté pour l'alimentation et La teneur en jaune est diminuée.

**Chapitre II : Stades de développement embryonnaire et larvaire du poisson-chat africain *Clarias gariepinus* en conditions de laboratoire**

- La bouche est formée, révélant des parties supérieure et inférieure (mâchoire)(**Fig.28**).
- Le canal alimentaire est distinct et devient plus important (**Fig.28**).
- Les rayons opératoires et caudaux sont encore très rudimentaires mais reconnus visiblement.

**II.1.8 Stade post-embryonnaire du troisième jour**

- La musculature oculaire est maintenant bien développée.
- L'opercule est entièrement développé et battant visiblement l'arc branchial (**Fig.28**).
- La réserve de jaune est réduite et conduit à la capacité de nager facilement (larves) (**Fig.28**).
- Très peu de larves ont commencé à être exogènes nourris au troisième jour alors que la majorité débutent l'alimentation au quatrième jour.
- Selon (Olaniyi et Omitogun, 2013) les Mesures des larves enregistrées sont de  $8,7 \pm 0,5$  mm ce qui est bien confirme dans nos résultats de (**Fig.28**).

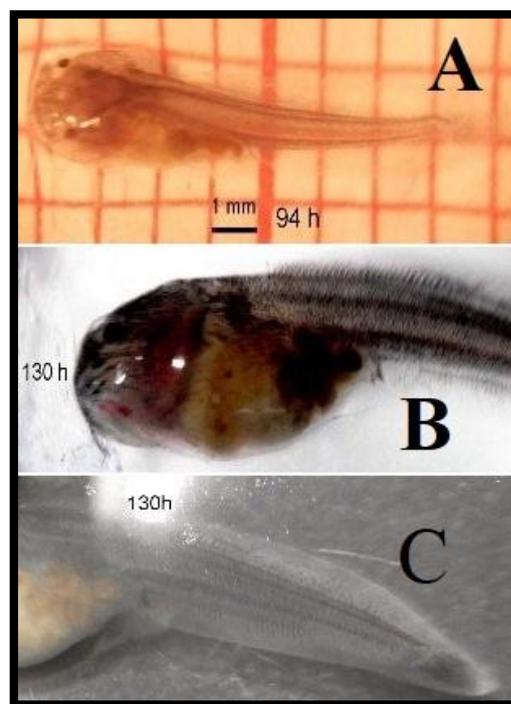


**Figure 28.** Stades de développement embryonnaire de *C. gariepinus* (A à 55h et B à 73h).

**Chapitre II : Stades de développement embryonnaire et larvaire du poisson-chat africain *Clarias gariepinus* en conditions de laboratoire**

**II.1.9 Stade larvaire de quatre jours**

- Les systèmes buccal et branchial sont bien développés et vascularisés.
- Les haltères ont augmenté en longueur, et sont segmentés, à savoir deux paires de mandibules et une paire de prémaxillaires et nasale.
- Le mélanophore est répandu partout dans le corps céphalo-caudale.
- La réserve vitelline est considérablement réduite, ce qui permet aux larves de se nourrir de façon exogène (**Fig.29**).
- Le système digestif est bien développées, et l'orifice génito-urinaire a repris sa fonctionnalité et certaines larves sont visibles et se relâchent
- Ces larves mesurent  $9,3 \pm 0,5$  mm de longueur moyenne(**Fig.29**).
- Les rayons de la nageoire caudale sont visibles(**Fig.29**).
- A la deuxième semaine, la croissance a considérablement progressé et des organes tels que la nageoire pectorale sont visiblement bien développés



**Figure 29.**Stades de développement embryonnaire de *C. gariepinus* (A à 94h ; B, C à 130 h)

## **Chapitre II : Stades de développement embryonnaire et larvaire du poisson-chat africain *Clarias gariepinus* en conditions de laboratoire**

### **II.2 Discussion**

L'élevage artificiel de *C. gariepinus* est largement pratiqué dans le monde. Cependant, l'approvisionnement en alevins de poisson ne peut pas répondre à la croissance de l'industrie aquacole.

Cette situation est généralement due à la faible production naturelle de semences et à la non maîtrise des techniques de reproduction artificielle, en conséquence, les observations sur les stades embryonnaires et larvaires mentionnés dans ce passage permettent de suivre attentivement le développement embryonnaire et larvaire de cette espèce en vue d'améliorer la survie des larves de *C. gariepinus*.

Les résultats de la présente étude, mentionnés plus haut, sont similaires à ceux de [Sule & Adikwu \(2001\)](#), qui avance un diamètre moyen de  $1,3 \pm 0,16$  mm pour les géniteurs de *Clarias gariepinus* variant entre 900 et 1099g. La variation de la taille des œufs est une caractéristique des poissons, et peut être due à la qualité de la souche ([Thakur, 1980](#); [Puvaneswari et al., 2009](#)), et la taille des géniteurs ([Sule & Adikwu, 2001](#)), par ailleurs ces mêmes résultats corroborent bien les travaux embryologiques sur *C. gariepinus* ([Legendre & Teugels, 1991](#) ; [Haylor et Mollah, 1995](#)).

La taille est un critère fort intéressant pour déterminer la qualité de l'œuf ([Bromage & Roberts, 1995](#)). et le diamètre des œufs rapportée dans cette étude est légèrement plus petit et identique à celui du poisson-chat piquant, *Heteropneustes fossilis*, de 1,3–1,5 mm ([Puvaneswari et al., 2009](#)), 1,4–1,6 mm ([Thakur et al., 1974](#)),  $1,03 \pm 0,03$  mm ([Korzelecka-Orkisz et al., 2010](#)), mais diffère des conclusions de [Korzelecka-Orkisz et al. \(2010\)](#) qui affirment que les œufs d'*Heteropneustes fossilis* sont de  $1,03 \pm 0,03$  mm, et sont plus petits que celles de *C. gariepinus*.

[Adriaens et Vandewalle \(2003\)](#) ont examiné les ovocytes et avancent des diamètres de poissons-chats, plus petits que ceux des autres espèces de Siluriformes. Pour [Iswantoet al., 2015](#), le diamètre des œufs a augmenté de 1.39-1.52 mm ( $1,47 \pm 0,03$  mm en moyenne) pour le poisson chat africain d'Egypte.

Le processus biologique de développement de l'œuf fécondé à l'éclosion, dépend de la température, c'est-à-dire plus la température de l'eau est élevée plus les œufs éclosent

## **Chapitre II : Stades de développement embryonnaire et larvaire du poisson-chat africain *Clarias gariepinus* en conditions de laboratoire**

rapidement et meillemment est la survie des larves (Haylor et Mollah, 1995 ; de Graaf et Janssen, 1996).

Le manque de moyens, l'absence de circuits fermés et de système technologique de filtrations, non conforme aux normes d'élevage aquacole, nous a contraint d'assurer le changement d'eau manuellement voir « siphonage », avec changement et approvisionnement constant des aquariums en eau douce, ce qui a facilité l'éclosion, la survie et le développement de l'embryon grâce au nettoyage constant et rigoureux des impuretés des coquilles d'œufs à l'éclosion.

Pendant la formation de somite, et peu de temps avant l'éclosion, une observation importante, est notée et concerne l'odeur offensive, qui reflète l'activité d'embryogenèse.

Dans nos observations, la première éclosion chez nos spécimens en captivité de *C. gariepinus* provenant des zones naturelles de la région du sud est survenue à 18 h. à 28 °C. Selon (Olaniyi et Omitogun, 2013), au Nigeria, la signale à 17 h à  $28,5 \pm 0,5$  ce qui confirme bien nos résultats, malgré les conditions précaires d'élevage, la qualité médiocre de l'eau trop riche en fer.

Hogendoorn et Vismans (1980) affirment une éclosion à 21 h, à une température, 29 °C. Legendre et Teugels (1991) signalent une éclosion à 14 à 18 h après fertilisation à des températures variant de 25 et 33°C. Au Brésil, l'éclosion a eu lieu à 30 heures d'incubation à une température de l'eau à 25°C (Kipper et al., 2013).

Immédiatement après l'éclosion, la pigmentation corporelle et un début de circulation sanguine a été observée. La bouche est fermée et l'observation des sacs vitellins de grande taille. Les primordiums optiques et la vésicule otique, avec ses otolithes sont facilement visibles et se développent, pour fournir les fonctions visuelles et auditives nécessaires au développement des larves. Les mouvements de natation chez les larves sont établis à 48 heures après l'éclosion.

### **II.3 Conclusion partielle**

Les observations sur les embryons, l'éclosion des œufs, et les stades larvaires sont importants, et assurent pour une grande part, la qualité des alevins destinés aux programmes d'élevage aquacole. Le suivi de ces différents stades de l'embryogenèse au développement

**Chapitre II : Stades de développement embryonnaire et larvaire du poisson-chat  
africain *Clarias gariepinus* en conditions de laboratoire**

larvaire relevé dans notre cas se rapprochent bien des cas signalés dans la littérature, et encourage des essais répétitifs dans le temps notamment pour les géniteurs issus de nos plans d'eau du Grand Sud Algérien qui hébergent deux principales espèces signalées dans cette recherche à savoir le *Clarias gariepinus* et le *Clarias anguillaris*.

Chapitre III : Diversité morphométriques et génétiques d'une population de siluriens *Clarias gariepinus* du Sud-Est Algérien.

### **Chapitre III Diversité morphométriques et génétiques d'une population de siluriens**

#### **Clarias gariepinus du Sud-Est Algérien.**

### **Chapitre III : Diversité morphométriques et génétiques d'une population de siluriens *Clarias gariepinus* du Sud-Est Algérien.**

Afin d'atténuer les effets du changement mondial actuel de la biodiversité, il est nécessaire de comprendre les caractéristiques des organismes vivants pour élaborer des stratégies de gestion adéquates. L'étude de ces effets est particulièrement importante dans les groupes taxonomiques qui, en raison de leurs traits, sont plus enclins au résultat de ce processus. Il est également essentiel d'améliorer les méthodologies fiables pour l'identification de ces organismes, en particulier dans les taxons sous-étudiés ou ceux qui vivent dans des régions éloignées qui ont été négligées dans la littérature. C'est le cas de l'ichtyofaune dans le grand sud de l'Algérie.

Les poissons de la famille des Clariidae sont des membres clés des écosystèmes d'eau douce de la région paléo tropique. La plus grande diversité de cette famille se trouve en Afrique avec 14 genres et 92 espèces (Teugels, 1986). De plus, seuls deux genres comptant quelque 17 espèces sont actuellement connus en Asie (Teugels, 1996). L'identification de ces espèces repose principalement sur des caractères morphométriques et méristiques (Turan, 2004 ; Swain et Foote, 1999).

Le taxon le plus répandu dans cette famille est le genre *Clarias*, représenté par 32 espèces sur le continent africain (Teugels, 1982 b). L'espèce *C. gariepinus*, communément appelée « asataf » en Algérie, est largement répandue dans les écosystèmes d'eau douce du continent africain et du Moyen-Orient, mais a été introduite dans le monde entier depuis les années 1980. Dans son habitat naturel, cette espèce est qualifiée de taxon de préoccupation mineure selon l'UICN. Cette espèce constitue une source importante de protéines animales pour les populations rurales du sud de l'Algérie et a été reconnue comme l'une des espèces les plus prometteuses pour le développement d'une industrie aquacole en Afrique.

L'objectif de ce travail est de développer un cadre phénotypique et génétique pour aider à l'identification de cette espèce, ce qui permettra de mieux comprendre ses caractéristiques morphologiques et génétiques de ce poisson-chat africain. De plus, les données génétiques fourniront un cadre phylogéographique pour connaître les relations entre les populations connues de cette espèce afin de comprendre les processus qui influent sur son évolution et sa capacité de dispersion.

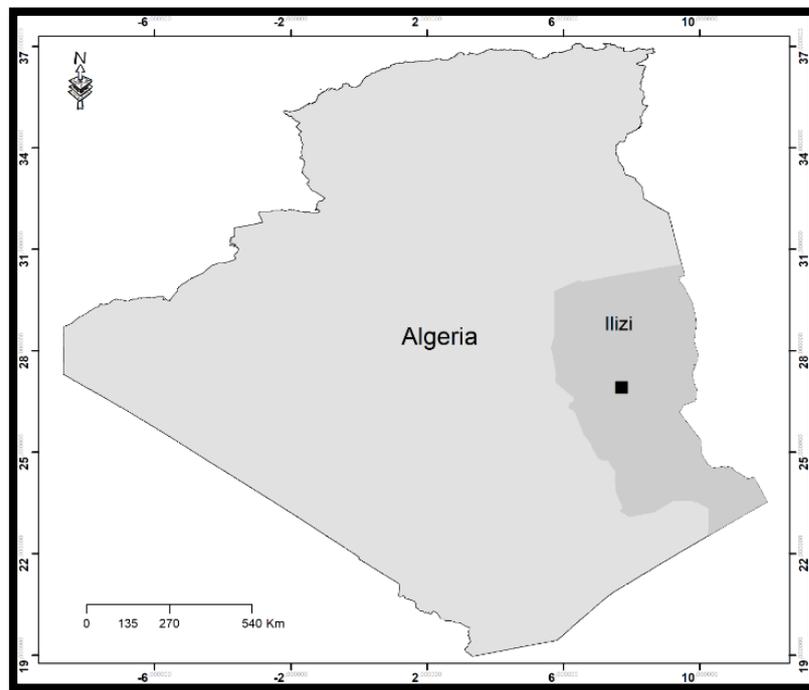
## Chapitre III Diversité morphométriques et génétiques d'une population de siluriens

### *Clarias gariepinus* du Sud-Est Algérien.

#### III.1 Matériel et méthodes

##### III.1.1 Matériel

Au total, 84 échantillons de *C. gariepinus* ont été capturés en octobre 2019 à l'Oued Takhamalte de la zone rurale saharienne, à 60 km de la capitale de la willaya d'Ilizi. Les coordonnées géographiques sont N26°54'40.2" et E008°42'49", à une altitude de 512,67 m (**Fig. 30**). La capture a été réalisée selon une méthode artisanale pratiquée par les habitants de la région (**Fig. 31**).



**Figure 30.** Carte de localisation du site de *Clarias gariepinus* pêchée en 2019 à Oued Takhamalte – (Ilizi-sud-est de l'Algérie) (Behmene, 2020).

Ce matériel biologique a été conservé dans des réservoirs en plastique, immergé dans l'eau et transporté au laboratoire des sciences et technique de production animale de l'Université Abdelhamid Iben Badis, Mostaganem(LSTPA), puis conservé dans du formol à 10 %. Des tissus musculaires et des nageoires de spécimens capturés représentant cinq échantillons de *C. gariepinus* ont été entreposés à -20 °C et envoyés au laboratoire de l'Université de Murcie pour l'étude moléculaire.

### Chapitre III Diversité morphométriques et génétiques d'une population de siluriens

#### *Clarias gariepinus* du Sud-Est Algérien.



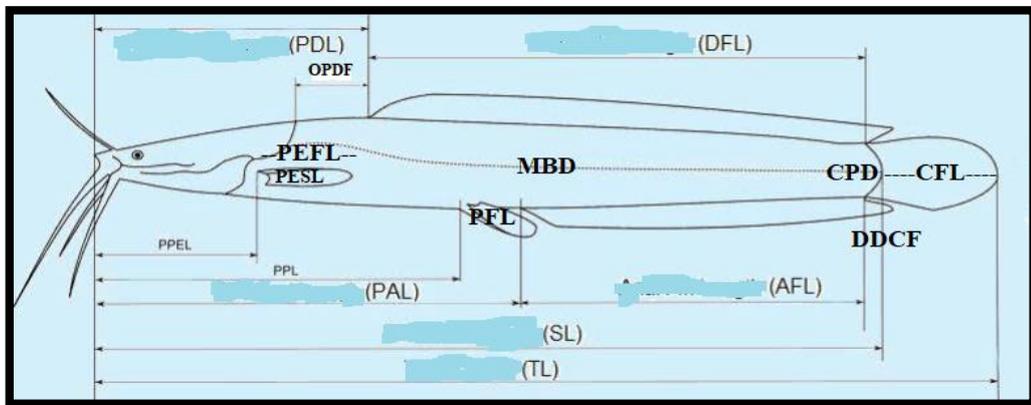
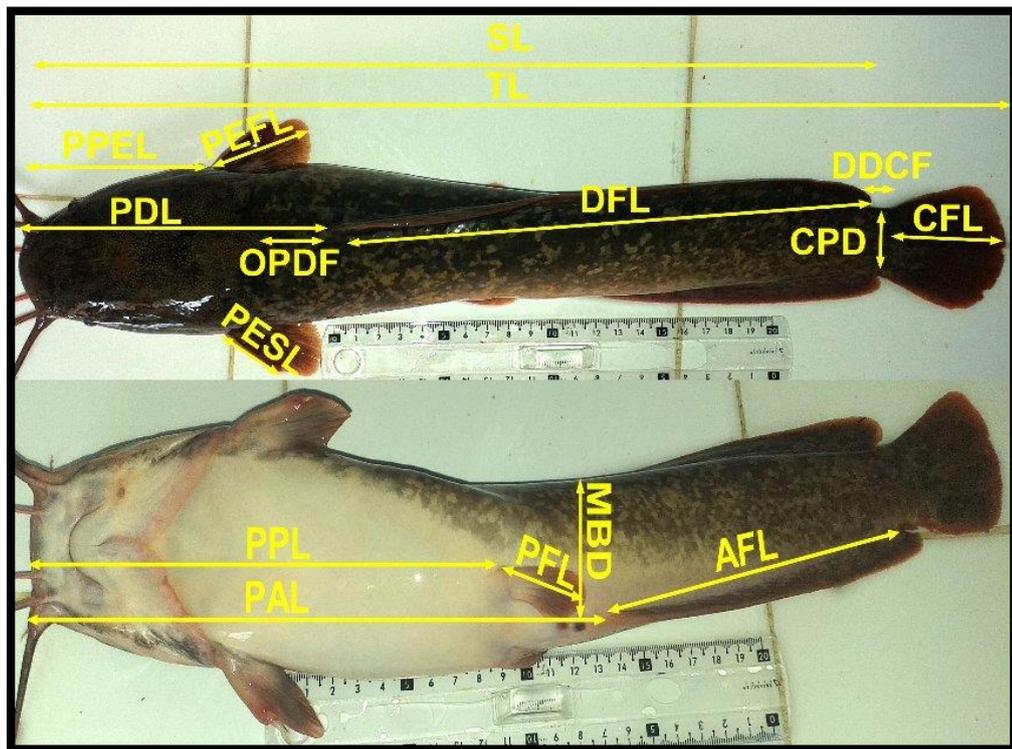
**Figure 31.** Lieu de pêche *C. gariepinus* à Illizi (N 26 ° 54 '40.2' et E 008 ° 42'49.0)

#### **III.1.2 Morphométrie**

Afin de caractériser les populations de *C. gariepinus* du sud-est de l'Algérie, trente-quatre variables morphométriques ont été mesurées sur chaque échantillon, conformément au guide de [Teugels et al., 1998](#). Les variables comprenaient onze pour les mesures du corps, six mesures des nageoires, onze mesures de la tête, cinq variables méristiques externes et une variable interne représentant le nombre de ratisseurs branchiaux sur le premier arc branchial (**Fig.32 ; Fig.33**).

Les mesures morphométriques sont données en pourcentages par rapport à la longueur standard (SL) pour le corps et la longueur de la tête (HL) (Tab.1-4). D'autres observations morphologiques ont été effectuées, à savoir la forme de la plaque dentaire prémaxillaire et vomérienne, mandibulaire et la coloration des échantillons vivants.

***Clarias gariepinus* du Sud-Est Algérien.**



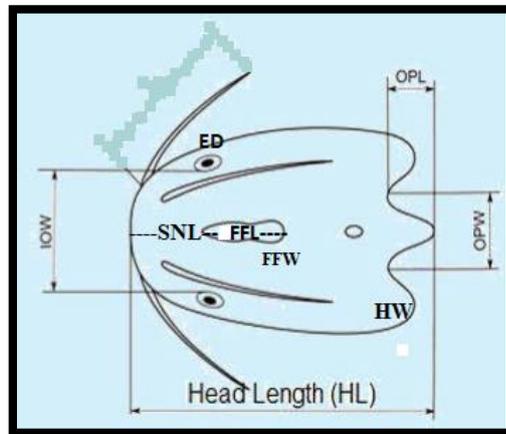
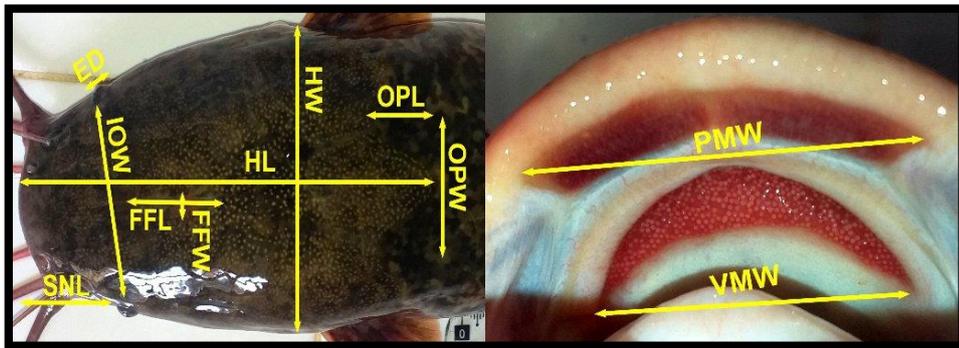
**Figure 32.**Diagramme des mesures morphométriques étudiées(d'après Abanikannda *et al.*, 2018)

**Abréviations : Mesures corporelles :** Profondeur du pédoncule caudal (CPD), Distance entre le processus occipital et l'origine de la nageoire dorsale (OPDF), Longueur dorso-caudale (DDCF), Profondeur corporelle maximale (MBD), Distance préanale (PAL), Distance prédorsale (PDL), Distance prépectorale (PPEL), Distance prépelvique (PPL), longueur standard (SL), longueur totale (TL). **Mesures de la nageoire :** longueur de la nageoire anale (AFL), longueur de la nageoire caudale (CFL), longueur de la nageoire dorsale (DFL),

### Chapitre III Diversité morphométriques et génétiques d'une population de siluriens

#### Clarias gariepinus du Sud-Est Algérien.

longueur de la nageoire pectorale (PEFL), longueur de la colonne pectorale (PESL), longueur de la nageoire pelvienne (PFL).



**Figure 33.** Diagramme montrant les mesures de la tête et les mesures des plaques dentaires (d'après Abanikannda et *al.*, 2018)

**Abréviations : Région de la tête :** Diamètre de l'œil (ED), Longueur du fontanelle frontal (FFL), Largeur du fontanelle frontal (FFW), Longueur de la tête (HL), Largeur de la tête (HW), Distance interorbitale (IOW), Longueur du processus occipital (OPL), Largeur du processus occipital (OPW), Largeur de la plaque dentaire prémaxillaire (PMW), Longueur du museau (SNL), Largeur du plaques dentaires Vomérien (VMW).

#### **III.1.3 Analyses statistiques**

Les paramètres morphométriques et méristiques ont été réalisés à l'aide de statistiques issues d'une analyse unidirectionnelle de variance (ANOVA 1) et d'analyses multi variées. L'analyse des composantes principales (PCA) des données morphométriques et méristiques a été obtenue par la procédure logicielle R (<http://cran.r-project.org>).

### **Chapitre III Diversité morphométriques et génétiques d'une population de siluriens**

#### **Clarias gariepinus du Sud-Est Algérien.**

##### **III.1.4 Extraction d'ADN et amplification par PCR**

L'ADN a été extrait d'un tissu de nageoires dorsales à l'aide d'un protocole sur plaque filtrante (Ivanova et al., 2006). La concentration et la qualité de l'ADN ont été mesurées dans un Nanodrop 1000 Overview (Thermo Fisher Scientific, USA). Un fragment de la sous-unité 1 du cytochrome c oxydase (cox1) a été amplifié. La PCR a été effectuée avec les amorces Fishf2 (5'-TCGACTAATCATAAAGATATCGGCAC-3') et Fishr2 (5'-ACTTCAGGGTGACCGAAGAATCAGAA-3') (Ward et al., 2005).

La PCR consistait en une dénaturation initiale à 94°C pendant 5 minutes, suivie de 30 cycles de 94°C pendant 30 secondes, 50°C pendant 30 secondes et 72°C pendant 1 minute. La PCR a été terminée avec une dernière étape de prolongation de 72°C pendant 10 minutes. Les produits PCR ont été contrôlés dans un gel d'agarose à 1,5 % et séquencés à Macrogen (Pays-Bas).

##### **III.1.5 Analyse de séquence d'ADN**

Les séquences ont été importées dans GENEIOUS (disponible sur [www.geneious.com](http://www.geneious.com)) et modifiées manuellement pour corriger les erreurs de séquençage présumées et réduire les extrémités de faible qualité. Les séquences ont été alignées avec toutes les séquences disponibles sur Genbank pour ce fragment et cette espèce, en utilisant l'algorithme MAFFT (Katoh et Standley, 2013). Le réseau haplotype a été construit en POPART 1.7 (disponible sur [popart.otago.ac.nz](http://popart.otago.ac.nz)) à l'aide de l'algorithme de jonction médiane (Bandelt et al., 1999).

## **III.2 Résultats et discussion**

Les résultats de l'identification taxonomique du matériel examiné ont révélé que les échantillons correspondent à l'espèce *Clarias gariepinus*. Ces spécimens de poisson-chat d'Afrique, font partie de Superclasse : Poissons (Linné, 1758), Classe : Actinoptérygiens (Klein, 1885), Ordre : Siluriforme (Güldenstädt, 1817), Famille des Clariidés (Bonaparte, 1846), Genre *Clarias* (Scopoli 1777). Le genre *Clarias* se caractérise par la présence d'une seule nageoire dorsale s'étendant jusqu'à la caudale (Fig. 34), l'adipeux étant absent. Les nageoires verticales ne sont pas confluentes. Le corps est plus ou moins allongé.

### Chapitre III Diversité morphométriques et génétiques d'une population de siluriens

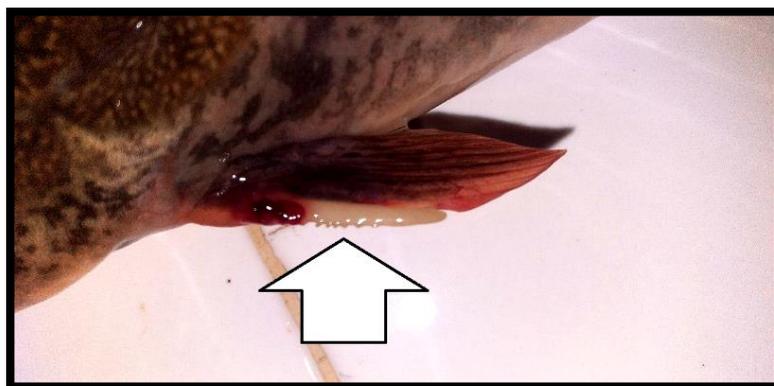
#### *Clarias gariepinus* du Sud-Est Algérien.



**Figure 34.** Vue dorsale de *C. gariepinus* échantillonnée à Oued Takhamalte (W. Illizi)

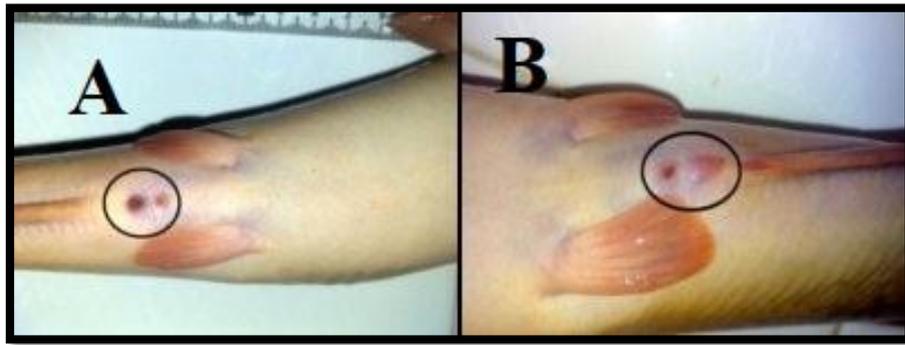
La fontanelle avant est longue et étroite. La distance entre l'extrémité de la nageoire dorsale et la nageoire caudale est réduite (minimum = 5,56 % LS ; maximum = 9,09 % LS; écart type moyen = 7,39 0,75 % LS) (Tab.10). La colonne pectorale est denticulée sur la partie antérieure (**Fig. 35**).

Les neuromâts sur les flancs montrent un motif régulier, et la taille maximale observée à ce site chez un mâle est de 640 mm. Il y a une coloration marbrée, on observe des taches noirâtres irrégulières sur un fond clair sur leur dos et leurs flancs, tandis que le ventre est blanchâtre.



**Figure 35.** Rachis denticulé à l'avant de *C. gariepinus*

Le sexe entre un mâle et une femelle est facile, grâce à un dimorphisme sexuel clair chez le poisson-chat où les papilles génitales de 50 femelles sont protubérantes et arrondies (**Fig. 36 ; gauche**), tandis que chez 34 mâles, elles ont une forme de pointe (**Fig. 36 ; droite**).

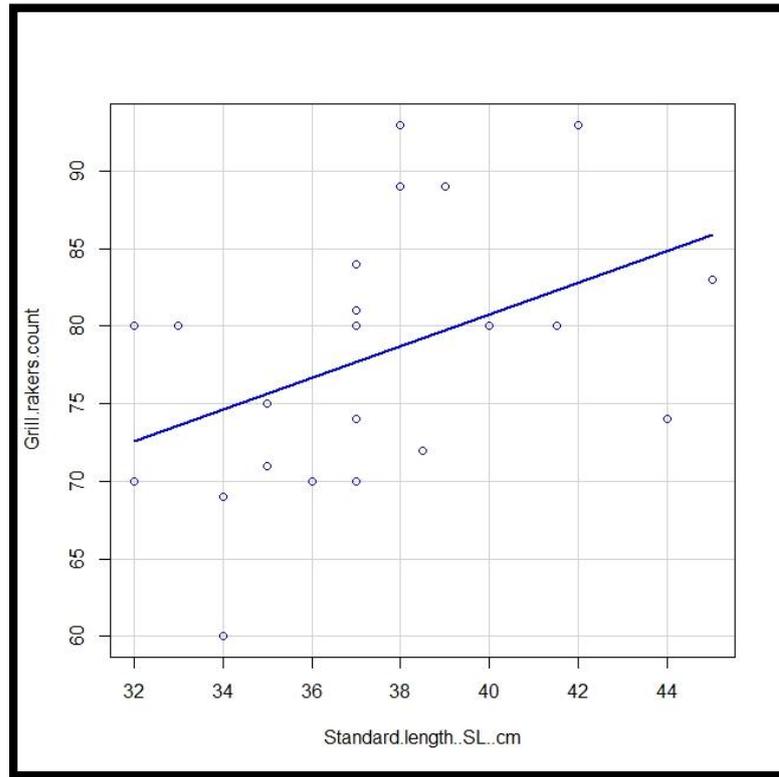


**Figure 36.** Un individu femelle (A) et un individu mâle (B) de Silure d'Afrique *C. gariepinus* (d'après Burchell, 1822)

### **III.2.1 Relation entre le nombre de Branchiospines (BS) et la longueur standard (SL)**

Le graphique de dispersion de 22 poissons montre que le nombre de branchiospines augmente avec l'augmentation de la longueur standard. Il existe une corrélation claire entre ce nombre et la longueur standard (**Fig.37**). Selon les descriptions faites par ([Paugy et al., 2004](#)) sur les deux espèces du sous-genre Clarias, les individus pourraient être identifiés comme *C. gariepinus*.

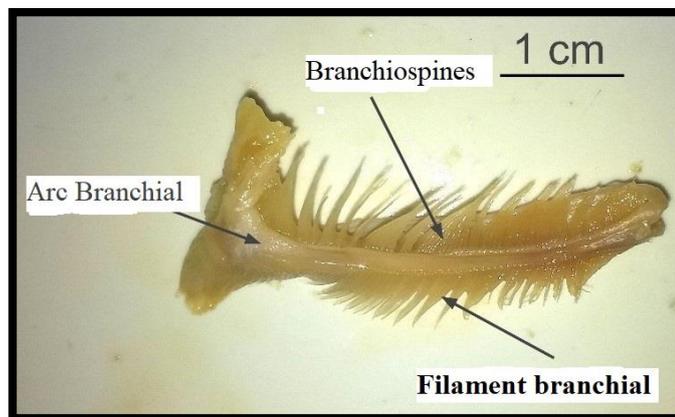
***Clarias gariiepinus* du Sud-Est Algérien.**



**Figure 37.** Nombre de branchiospines sur le premier arc branchial (BS) par rapport à la longueur standard de *C. gariiepinus* du sud de l'Algérie

**III.2.2 Branchiospines chez *Clarias gariiepinus***

Le poisson-chat d'Afrique du Sud-Algérien *C. gariiepinus*, mesurant de 32 à 45 cm, est caractérisé par un nombre de 60 à 93 branchies longues et minces sur la première (**Fig.38**).



**Figure 38.** Premier arc branchial de *C. gariiepinus* du sud de l'Algérie

## **Chapitre III Diversité morphométriques et génétiques d'une population de siluriens**

### **Clarias gariepinus du Sud-Est Algérien.**

#### **III.2.3 Caractéristiques morphométriques et méristiques**

Les résultats des paramètres morphométriques et méristiques présentés dans les (Tab. 10, 11 et 12), poids corporel humide des poissons, variaient d'un minimum de 294 gr à un maximum de 820 gr, avec un poids corporel moyen global de  $453.02 \pm 103$  gr. Le poids moyen des mâles est de  $454.71 \pm 98.18$  gr, alors que celui des femelles est de  $451.88 \pm 107.62$  gr.

Le sexe n'est pas une source importante ( $P > 0,05$ ) de changement de poids corporel (Tab.10). Bien que les mâles soient, en moyenne, plus lourds que les femelles, la différence de poids n'est pas assez importante pour être statistiquement significative ( $P = 0,903$ ), ce qui appuie le rapport d'Adeoye *et al.*, (2016) et (Abanikannda, 2019). Cela est dû à la variabilité inhabituellement élevée du poids corporel des femelles et de l'âge des poissons dans cette étude.

Les mâles ont une longueur totale de  $40,32 \pm 3,24$  cm en moyenne, tandis que les femelles ont une longueur totale de  $39,24 \pm 3,39$  cm et la longueur totale pour les sexes combinés varie de 34 cm à 50 cm avec une moyenne globale de  $39,68 \pm 3,35$  cm. La longueur totale n'était pas significative ( $P = 0,149$ ) entre les sexes (Tab. 10).

La longueur standard n'était pas significative ( $P=0,129$ ) entre les sexes, avec une moyenne globale de  $35,05 \pm 2,90$  cm. Chez les mâles, la moyenne était de  $35,63 \pm 2,71$  cm, tandis que chez les femelles, elle était de  $34,65 \pm 2,99$  cm (Tab.10). Pour l'ensemble de l'étude, la longueur de la tête variait de 9,10 cm à 13,00 cm, avec une moyenne de  $10,36 \pm 0,84$  cm ; pour les femelles, elle était de  $10,25 \pm 0,87$  cm, tandis que pour les mâles, elle était de  $10,51 \pm 0,79$  cm. La longueur de la tête n'était pas significative ( $P.05$ ) entre les sexes (Tab.11).

#### **III.2.4 Caractéristiques morphométriques par rapport au sexe**

Le sexe a un effet significatif sur les caractéristiques morphométriques de la distance préanale (PAL), de la distance prépelvique (PPL), de la distance prépectorielles (PPEL) de la distance entre le processus occipital et l'origine de la nageoire dorsale (OPDF), de la profondeur du pédoncule caudal (CPD), de la distance Dorso-caudale (DDCF), de la longueur de la nageoire dorsale (DFL), de la longueur de la nageoire caudale (CFL), largeur de la tête (HW), longueur du processus occipital (OPL), largeur de la fontanelle frontale (FFW), (Tab. 13).

### Chapitre III Diversité morphométriques et génétiques d'une population de siluriens

#### Clarias gariepinus du Sud-Est Algérien.

**Tableau 10.** Mesures morphométriques corporelles de *C. gariepinus* par rapport au sexe

Caractéristiques (%)	Moyenne ± sd Mâle	Moyenne ± sd femelle	Sq ± moyen	résidus	valeur f	Pr(>F)	Codes Signif
Mesures corporelles							
Poids corporel (w) en (g)	454,71 ± 98,18	451,88 ± 107,62	162	10801	0,015	0,903	
Longueur totale (TL) en (cm)	40,32 ± 3,24	39,24 ± 3,39	23,59	11,10	2,124	0,149	
Longueur standard (LS) en (cm)	35,63 ± 2,71	34,65 ± 2,99	19,53	8,302	2,352	0,129	
Distance antérieure (PDL)	35,98 ± 2,11	36,31 ± 1,114505	2,170	2,535	0,856	0,358	
Distance préanale (PAL)	59,24 ± 4,03	55,95 ± 2,38	218,87	9,94	22,01	0,0000107 ***	'***' 0,001
Distance prépelvique (PPL)	48,11 ± 2,07	46,84 ± 1,87	32,59	3,82	8,541	0,00449 **	'***' 0,01
Distance prépectorielles (PPEL)	21,97 ± 1,45	21,1 ± 0,99	15,448	1,433	10,78	0,00151 **	'***' 0,01
Distance entre le processus occipital et l'origine de la nageoire dorsale (FDPO)	7,81 ± 0,91	7,36 ± 0,92	4,055	0,841	4,822	0,0309 *	'*' 0,05
Profondeur corporelle maximale (MPC)	14,45 ± 1,75	14,37 ± 1,13	0,1229	1,9947	0,062	0,805	
Profondeur du pédoncule caudal (DPC)	4,16 ± 0,80	2,67 ± 1,59	45,34	1,77	25,63	0,00000249 ***	'***' 0,001
Longueur dorso-caudale (DDCF)	7,70 ± 0,51	7,18 ± 0,81	5,487	0,499	11	0,00136 **	'***' 0,01

#### III.2.5 Caractérisation morphologique à l'aide du composant principal

L'analyse des composantes principales (ACP) effectuée avec toutes les variables métriques montre que l'espace bidimensionnel formé par les deux premiers axes (Dim 1- Dim 2) cumulé est de 31,11 % de l'inertie totale.

### **Chapitre III Diversité morphométriques et génétiques d'une population de siluriens**

#### **Clarias gariepinus du Sud-Est Algérien.**

Les variables ayant les coefficients les plus élevés sont celles qui contribuent le plus à la formation de cet axe. Les variables Longueur de la tête (HL) (cm), Longueur standard (cm), Longueur totale (TL) (cm), Poids corporel (w) (g), Largeur de la fontanelle frontale (FFW), VMW/PMW, Longueur de la fontanelle frontale (FFL), Profondeur du pédoncule caudal (CPD), Profondeur corporelle maximale (MBD) ont contribué le plus à la formation du premier axe. Les variables longueur de la tête (HL), distance prépelvique (PPL), distance préanale (PAL), longueur de la nageoire dorsale (DFL), Prepectoral distance (PPEL), largeur de la denture vomérienne (VMW), distance interorbitale (IOW) ont contribué le plus à la formation du 2e axe.

La corrélation des variables (**Fig.39**) montre que plus une variable est proche du cercle, mieux elle est représentée sur le plan.

**Chapitre III Diversité morphométriques et génétiques d'une population de siluriens**

**Clarias gariepinus du Sud-Est Algérien.**

**Tableau 11.** Mesures morphométriques de la tête de *C. gariepinus* par rapport au sexe

Caractéristiques (%)	<b>Moyenne ± sd Mâle</b>	Moyenne ± sd Femelle	Sq ± moyen	Résidus	Valeur f	Pr(>F)	Codes Signif
Région de tête							
Longueur tête (HL) en (%)	29,55± 1,458	29,61± 0,97	0,0796	1,4151	0,056	0,813	
Longueur de la tête(HL) en (cm)	10,51± 0,79	10,25± 0,88	1,3967	0,7045	1,983	0,163	
Largeur de la tête (HW)	58,90± 3,26	60,09± 1,44	28,543	5,515	5,176	0,0255 *	'*' 0,05
Longueur du processus occipital (OPL)	16,43±3,76	14,76±1,45	56,47	6,94	8,14	0,00548 **	'**' 0,01
Largeur du processus occipital (OPW)	25,51±2,91	26,08± 1,46	6,701	4,685	1,43	0,235	
Longueur du museau (SNL)	22,66±3,09	22,77±1,99	0,240	6,208	0,039	0,844	
Distance interorbitale (IOW)	39,51± 1,99	39,70 ±1,36	0,7765	2,7005	0,288	0,593	
Diamètre des yeux (ED)	5,99±0,83	6,01±0,5	0,0136	0,4249	0,032	0,858	
Longueur de la fontanelle frontale (FFL)	23,36±3,35	24,41± 2,82	22,273	9,286	2,399	0,125	
Largeur de la fontanelle frontale (FFW)	5,1± 0,99	6,36±1,31	32,38	1,42	22,75	0,00000791 ***	'****' 0,001
Largeur de la plaque dentaire prémaxillaire (PMW)	25,5± 1,92	26,06±1,41	6,283	2,667	2,355	0,129	
Largeur de la denture Vomerine (VMW)	22,36± 1,13	22,61± 1,87	1,276	2,596	0,491	0,485	
Vmw / pmw	87,96± 4,92	86,97±7,81	19,85	46,21	0,43	0,514	

**Chapitre III Diversité morphométriques et génétiques d'une population de siluriens**

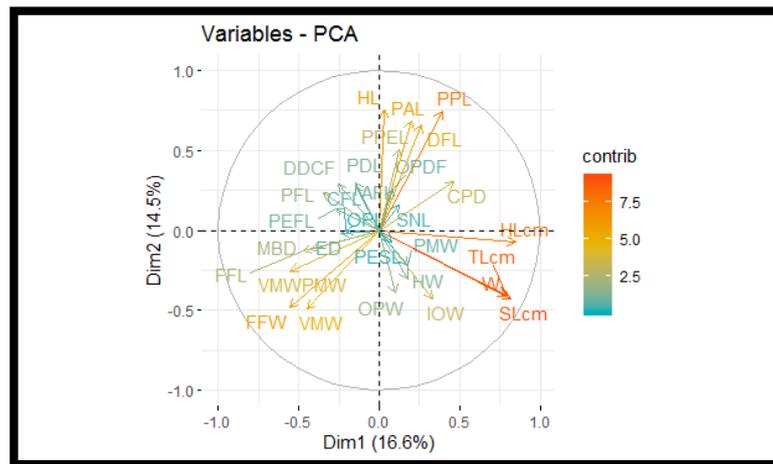
**Clarias gariepinus du Sud-Est Algérien.**

**Tableau 12.** Mesures morphométriques des nageoires de *C. gariepinus* par rapport au sexe

Caractéristiques (%)	Moyenne ± sd Mâle	Moyenne ± sd Femelle	Sq ± moyen	Résidus	Valeur f	Pr(>F)	Codes Signif
Mesures de la nageoire							
Longueur de la nageoire dorsale (DFL)	61,59 ±2,97	59,88 ± 2,82	59,6	8,3	7,18	0,00891 **	'***' 0,01
Longueur de la nageoire anale (AFL)	40,30 ± 1,91	39,69 ± 1,66	7,360	3,128	2,353	0,129	
Longueur de la nageoire pelvienne (PFL)	9,74 ± 1,15	9,44 ± 1,11	1,809	1,809	1,429	0,235	
Longueur de la nageoire caudale (CFL)	13,15 ± 1,70	11,79 ± 2,30	37,22	4,33	8,602	0,00435 **	'***' 0,01
Longueur de la nageoire pectorale (PEFL)	11,05 ± 1,40	10,92 ± 0,66	0,3108	1,0473	0,297	0,587	
Longueur de la colonne pectorale (PESL)	10,11 ± 12,82	7,97 ± 0,65	93,09	66,42	1,402	0,24	

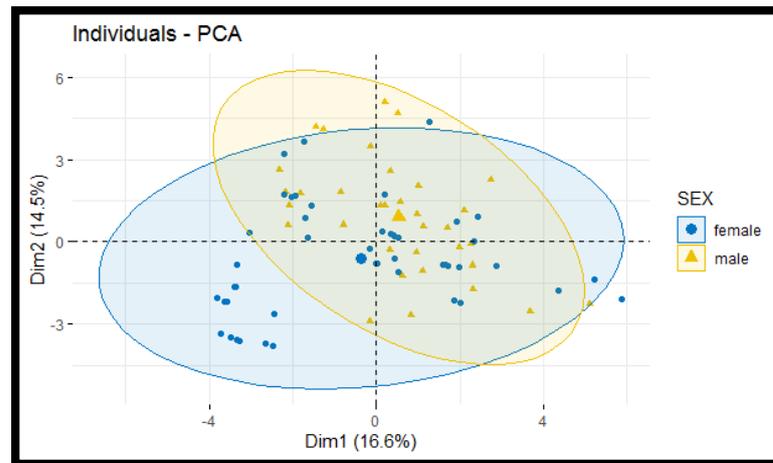
### Chapitre III Diversité morphométriques et génétiques d'une population de siluriens

#### Clarias gariepinus du Sud-Est Algérien.



**Figure 39.** Variables morphométriques (cercle de corrélation) pour *C. gariepinus*

La colonne "sexe" sera utilisée comme variable de groupement (appelée facteur), nous avons codé les individus de 1 à 34 en tant que mâles et de 35 à 84 en tant que femelles (**Fig.40**).



**Figure 40.** Coloration par sexe et caractéristiques morphologiques du silure d'Afrique du Sud Algérien.

#### **III.2.6 Caractéristique méristique par rapport au sexe**

Le sexe a eu un effet important sur les caractéristiques méristiques du *C. gariepinus* (Tab. 13) dans le dénombrement des rayons des nageoires anales (CRFA), le dénombrement des

### **Chapitre III Diversité morphométriques et génétiques d'une population de siluriens**

#### ***Clarias gariepinus* du Sud-Est Algérien.**

rayons des nageoires caudales (CRFC), le dénombrement des rayons des nageoires pectorales (CRFP).

### Chapitre III Diversité morphométriques et génétiques d'une population de siluriens

#### Clarias gariepinus du Sud-Est Algérien.

**Tableau 13.** Dénombrement méristique des souches de *Clarias gariepinus* dans la zone d'étude par rapport au sexe

Caractéristiques (%)	Moyenne $\pm$ sd Mâle	Moyenne $\pm$ sd Femelle	Ecart-type	Résiduels	F valeur	Pr(>F)	Signifi- .codes
Nombre de raies dorsales (DFRC)	63,21 $\pm$ 5,51	64,04 $\pm$ 1,87	14,08	14,31	0,984	0,324	
numération des rayons de la nageoire anale (AFRC)	45,47 $\pm$ 3,94	43,16 $\pm$ 3,39	108,05	13,14	8,225	0,00525 **	'***' 0,01
nombre de rayons de la nageoire caudale (CFRC)	19,91 $\pm$ 0,57	21,80 $\pm$ 2,25	72,16	3,16	22,87	0,00000754 ***	'****' 0,001
numération des rayons de la nageoire pectorale (PFRC)	10 $\pm$ 0,00	11 $\pm$ 1,01	20,24	0,61	33,19	0,000000141 ***	'****' 0,001
Nombre de raies pelviennes (PELFEC)	5	5	1,160e-28	7,843e-29	1,479	0,227	

#### **III.2.7 Caractérisation méristique à l'aide de la composante principale**

Le premier axe (Dim 1) qui contient 50,3 % d'inertie et le second axe (Dim. 2) qui contient 20,5 % d'inertie est fortement corrélé par les traits méristiques *C. gariepinus* mâles et femelles.

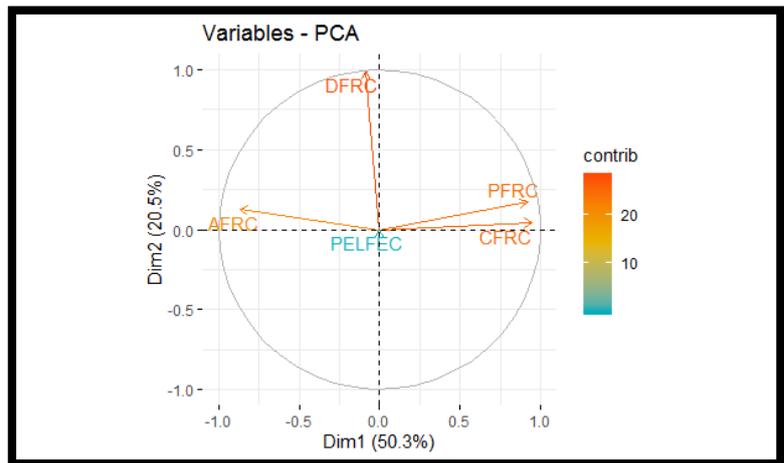
**La figure 41** montre que l'espace bidimensionnel formé par les deux premiers axes (Dim 1- Dim 2) accumule 70,8% de l'inertie totale sur laquelle l'information maximale est

### Chapitre III Diversité morphométriques et génétiques d'une population de siluriens

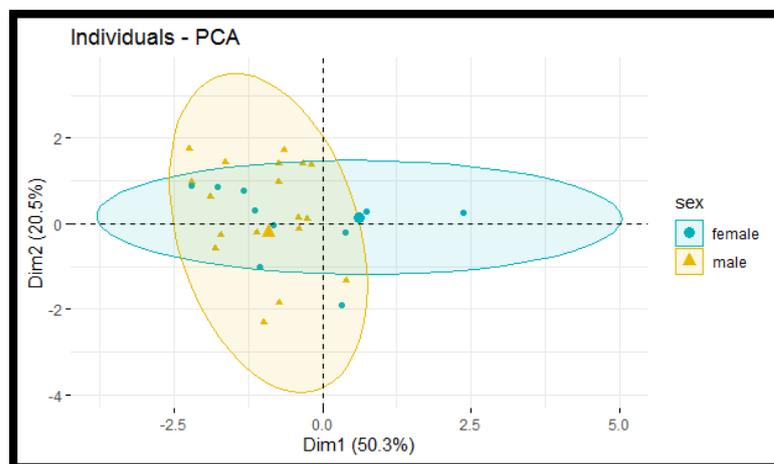
#### *Clarias gariepinus* du Sud-Est Algérien.

visible. Ce sont les variables (CFRC, PFRC, AFRC) qui ont le plus contribué à la formation du 1er axe. C'est la variable DFRC qui a le plus contribué à la formation du 2<sup>ème</sup> axe.

La colonne "sexe" est utilisée comme variable de regroupement dans le logiciel R (Fig.42).



**Figure 41.** Variables méristiques (cercle de corrélation) pour *C. gariepinus*



**Figure 42.** Coloration sexuelle et caractéristiques méristiques de *C. gariepinus*

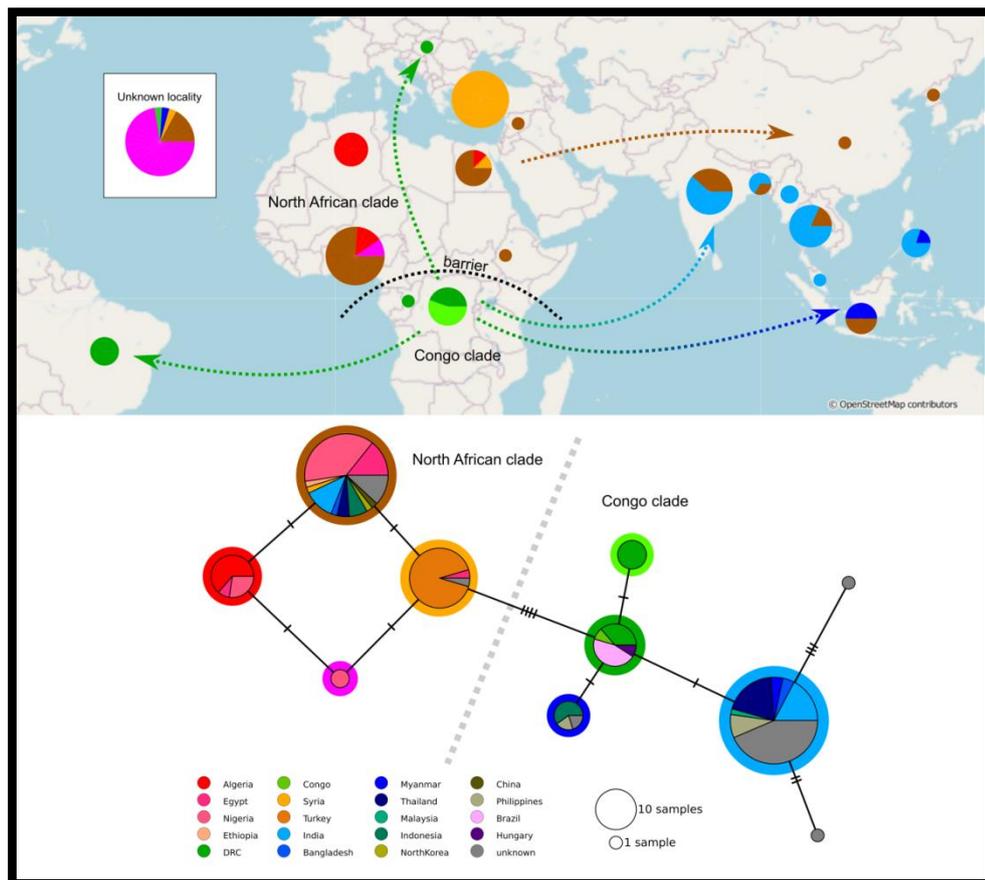
### Chapitre III Diversité morphométriques et génétiques d'une population de siluriens

#### Clarias gariepinus du Sud-Est Algérien.

#### III.2.8 Caractéristiques moléculaires

Les résultats moléculaires montrent une faible diversité génétique chez cette espèce. Tous les échantillons étudiés en Algérie partagent le même haplotype, qui est également partagé avec les populations en Egypte et au Nigeria. Le réseau peut être divisé en deux clades : l'un correspondant aux populations d'Afrique du Nord, l'autre incluant les populations du bassin du Congo.

La zone "naturelle" (Afrique et Moyen-Orient). Il y a eu au moins deux introductions dans d'autres régions : une du Nigeria ou de l'Egypte à beaucoup de pays asiatiques (le plus grand haplotype au bas), et une du Congo à l'Asie du Sud-Est (le clade en haut à droite, et l'haplotype juste en dessous avec l'étiquette des Philippines). Au moins cinq événements d'introduction peuvent être détectés : un du clade nord-africain vers l'Asie, et quatre du clade du Congo vers le Brésil, l'Europe, l'Asie et l'Indonésie (**Fig.43**).



**Figure 43.** Réseau d'haplotypes à jonction médiane de *C. gariepinus*

### **Chapitre III Diversité morphométriques et génétiques d'une population de siluriens**

#### **Clarias gariepinus du Sud-Est Algérien.**

**Remarque :** Réseau d'haplotypes à jonction médiane pour la région de codes à barres COI de *C. gariepinus* (ci-dessous) et la distribution des haplotypes mondiaux (ci-dessus) La longueur de la branche est proportionnelle au nombre de substitutions. Les cercles représentent les haplotypes, et leurs diamètres sont proportionnels aux fréquences des haplotypes (**ig.43**).

### **III.3 Discussion**

En Algérie, la présence signalée de *C. gariepinus* représente un intérêt certain pour le développement de l'aquaculture dans le Grand Sud en raison de l'existence du taxon dans son état naturel, sa capacité à tolérer une large gamme de températures, faibles besoins en oxygène dissous et en salinité, en plus de ses performances de croissance; cependant, de nombreuses éclosions sont confrontées au problème de la faible fraye et de la faible capacité d'éclosion des spécimens importés de *C. gariepinus*.

Néanmoins, il serait utile de lancer des essais répétitifs sur les géniteurs indigènes vivant à l'état sauvage en Algérie, en vue d'améliorer la qualité des œufs et les faibles taux d'éclosion étant l'une des difficultés les plus fréquemment signalées par les pisciculteurs ([Adewumi et Olaleye, 2011](#)). La fécondation, l'éclosion et la survie précoce des larves sont essentielles au succès de l'aquaculture du poisson-chat africain ([Haniffa et al., 2000](#)).

Les *C. gariepinus* appartiennent au sous-genre Clarias (Clarias) (Scopoli, 1777) défini par [Paugy et al., 2004](#), [Teugels G.G. \(1982\)](#).

Dans l'examen taxonomique de l'espèce du sous-genre défini par [Teugels G.G. \(1982\)](#), *C. anguillaris* aurait de 14 à 40 branchiospines, tandis que *C. gariepinus* en aurait de 20 à 100. C'est le cas du taxon rapporté à Takhamalte - Illizi. Selon [Compaoré et al., 2015](#), le nombre maximal de branchiers atteignait 120 chez *C. gariepinus*. Nous avons également confirmé que le nombre de branchiospines augmente régulièrement avec la longueur standard et donc avec l'âge. Cette augmentation se produit dans les limites définies en fonction de chaque espèce.

Parmi tous les paramètres analysés, la variable méristique caractérisant le nombre de branchiospines, reste un critère robuste pour distinguer les deux espèces *C. gariepinus* et *C. anguillaris*. Selon [Paugy et al., 2004](#) différences significatives dans la plupart des paramètres morphométriques, et dans les dénombrements méristiques, sont notés, et sont cohérents avec le travail de [Stearns \(1983\)](#), qui suggère que les poissons s'adaptent rapidement, modifiant leur

### **Chapitre III Diversité morphométriques et génétiques d'une population de siluriens**

#### **Clarias gariepinus du Sud-Est Algérien.**

physiologie et leur comportement en réponse aux changements environnementaux, modifiant ainsi leur morphologie.

Allendorf et Phelps (1988), Swain *et al.*, (1991) et Wimberger (1992) suggèrent que les conditions environnementales telles que l'abondance alimentaire et la température demeurent les causes de la plasticité morphologique des poissons. Selon Folasade A. (2016), des différences morphométriques élevées sont observées entre le mâle sauvage et la femelle sauvage *C. gariepinus*, ce qui confirme nos résultats sur les poissons-chats fréquentant le sud de l'Algérie.

Des différences significatives dans la plupart des paramètres morphométriques, et dans les dénombrements méristiques, sont notées, et sont cohérentes avec le travail de Stearns (1983), qui suggère que les poissons s'adaptent rapidement, en modifiant leur physiologie et leur comportement en réponse aux changements environnementaux, affectant ainsi leur morphologie.

Pour affiner nos observations et compléter les résultats des caractères morphométriques et méristiques de l'espèce *C. gariepinus*, rapportés de l'oued Takhamalte (Illizi – Sud Est Algérien) Takhamalte-Illizi (Algérie), une analyse phylogéographique moléculaire a été effectuée pour inférer la relation de ces populations avec d'autres de la même espèce.

La population Algérienne partage son haplotype avec les populations d'Égypte et du Nigeria, ce qui suggère un flux génétique continu à travers eux. D'autre part, les populations du bassin du Congo sont génétiquement différenciées de celles du reste de la zone de distribution naturelle, ce qui suggère qu'il existe une barrière géographique ou écologique empêchant le flux génétique entre ces zones, séparant les populations d'Afrique du Nord et du Congo. Il peut s'agir d'un événement de spéciation en cours.

Le réseau phylogéographique suggère également que l'origine de la plupart des populations introduites dans d'autres régions se trouve dans le bassin du fleuve Congo, bien qu'une partie des populations asiatiques aient été introduites d'Afrique du Nord. Ces connaissances sont importantes pour gérer les populations naturelles et introduites de cette espèce d'importance économique potentielle, surtout si les deux clades observés sont soumis à un processus de spéciation et devraient donc être considérés comme des unités taxonomiques opérationnelles (UTO) distinctes.

#### **III.4 Conclusion partielle**

Les poissons présentent généralement plus de variabilité morphologique et méristique, tant à l'intérieur qu'entre les espèces, que tout autre vertébré. Cela reflète en grande partie les différences dans l'alimentation, les environnements, les types de proies, la disponibilité des aliments et d'autres fonctionnalités. Ainsi la présence à l'Oued Takhamalte dans la région d'Illizi de *C. gariepinus* confirmée par des approches morphométriques et méristiques. Et complétée par des analyses de codes à barres ADN du code à barres mitochondrial normalisé, qui est très similaire à celle rapportée par l'Égypte et le Nigeria.

L'étude fournit un nouveau site d'observation pour l'ichtyofaune d'eau douce du sud de l'Algérie, et suggère des expériences de reproduction confinée pour tester les performances de reproduction et de croissance de cette espèce vivant dans la nature. De plus, de nombreuses éclosions sont actuellement confrontées au problème du faible frai et des faibles taux d'éclosion de *C. gariepinus*, qui sont souvent des géniteurs importés d'alevins (juvéniles), coûteux. En revanche l'utilisation de géniteurs natifs de *C. gariepinus* pour le développement de l'aquaculture en eau douce pourrait constituer une solution alternative permettant de réduire les importations d'alevins, ce qui améliore et préserve l'ichtyofaune du Grand Sud Algérien.

Chapitre IV: Croissance du poisson chat africain  
(*C. gariepinus*) à Illizi(sud-est Algérien)

## **Chapitre IV Croissance du poisson chat africain (*C. gariepinus*) à Illizi Sud-Est Algérien**

### **Chapitre IV : Croissance du poisson chat africain (*C. gariepinus*) à Illizi (Sud-Est Algérien)**

Ces observations visent à fournir des informations sur la croissance du poisson chat africain (*Clarias gariepinus*) vivant à Oued Takhamalte- Illizi sud-est Algérien

Les relations les plus courantes qui ont été établies et utilisées pour la majorité des poissons sont celles qui relient le poids à la longueur du corps (dans la majorité des cas, la longueur totale du corps (TL) et, dans certains cas, la longueur standard (SL) et/ou la longueur à la fourche (FL). Ces relations poids ( $w$ ) - longueur (TL) sont de type puissance, c'est-à-dire  $w = a l^b$ . (Binohlan et Pauly, 2000; Froese et Pauly, 2011).

La longueur et le poids des poissons sont des caractères morphométriques très importants qui peuvent être utilisés à des fins de taxonomie et d'évaluation des stocks de poissons (Goel et al., 2011). Une variation par rapport au poids ou à la longueur d'un individu ou d'un groupe de poissons indique le bien-être en général et l'état de développement des gonades (Mathur et Bhatara, 2007).

Ces observations visent à fournir des informations sur la croissance du poisson chat africain (*Clarias gariepinus*) vivant à Oued Takhamalte- illizi sud-est Algérien

La connaissance de l'âge et du processus de croissance constitue un aspect fondamental de l'étude de la démographie et de la dynamique des populations animales, et a fortiori des poissons (Philippart, 1970, 1977 ; Panfili et Ximenes, 1994 ; Lalèyè, 1995 ; Panfili et al., 2002; Santana et al., 2006). Plusieurs procédés sont susceptibles d'être employés pour l'étude de l'âge chez les poissons, chacun étudie présente des avantages et des inconvénients. Dans le cas du poisson chat Africain du sud-Est d'Algérie nous avons appliqué le modèle d'étude de l'exploitation halieutique : qui est celui de Von Bertalanffy.

#### **IV.1 Méthodes d'études**

Les données de bases sont les fréquences des tailles des poissons issus des pêches expérimentales réalisées en octobre 2019 à Oued Takhamalte Sud-Est d'Algérie. Le programme ELEFAN I incorporé au logiciel FiSAT II a été utilisé.

#### **IV.2 Principe**

Le logiciel Fisat identifie les maximas locaux, des distributions de fréquence de tailles, qui par hypothèse représentent les longueurs moyennes, des poissons de différents âges. Ensuite

## Chapitre IV Croissance du poisson chat africain (*C. gariepinus*) à Illizi Sud-Est Algérien

l'utilisateur recherche, par étapes successives, la courbe de croissance qui prend le mieux en compte ces différents maxima tout en obéissant à l'équation générale de [Von Bertalanffy \(1938\)](#) y compris l'expression des variations saisonnières de la vitesse de croissance. L'équation de Von Bertalanffy est de la forme ([Pauly & Gaschutz, 1979](#)) :

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_0)}) \quad (1) \text{ où}$$

- $e$  est la fonction exponentielle,
- $L_t$  est la longueur moyenne du poisson à l'âge  $t$ ,
- $L_{\infty}$  est la longueur asymptotique, c'est-à-dire la longueur moyenne qui serait atteinte à un âge infini si la croissance avait lieu selon l'équation (1),
- $K$  est le coefficient de croissance, indiquant la vitesse à laquelle la courbe se rapproche de l'asymptote, il est aussi appelé « le facteur de stress » et,
- $t_0$  est l'âge pour lequel  $L_t = 0$  (c'est-à-dire l'abscisse du point d'intersection de la courbe avec l'axe des âges).

$K$  et  $t_0$  sont des constantes.

Une estimation préliminaire des  $L_{\infty}$  est obtenue par la méthode de Powell-Wetherall ([Wetherall, 1986](#)). L'association des valeurs fixées de  $L_{\infty}$  à des plages de valeurs de  $K$  (Procédure K-scan du programme Elefan 1), permet d'obtenir des valeurs de  $K$ . La valeur du coefficient  $K$  retenue correspondant à la valeur la plus élevée d'ajustement normalisé ( $R_n$ ), avec  $R_n = 10^{ESP/ASP} / 10$ . L'âge théorique  $t_0$  à la taille zéro a été obtenu par l'équation de [Pauly \(1979\)](#):  $\log_{10}(-t_0) = -0.392 - 0.275 \log_{10} L_{\infty} - 1.038 \log_{10} K$ .

### IV.3 Résultats des paramètres de croissance

#### IV.3.1 Comparaison des tailles moyennes

Afin de comparer l'effet du sexe sur la taille de *C. gariepinus*, nous avons procédé à une comparaison des tailles moyennes des mâles et des femelles par l'utilisation du test de l'écart réduit  $t$ .

L'ensemble des mesures de longueur de 84 individus échantillonnés de *C. gariepinus* a servi au calcul des tailles moyennes par sexe. Les mâles présentent une longueur totale (LT) qui varie

#### **Chapitre IV Croissance du poisson chat africain (*C. gariepinus*) à Illizi Sud-Est Algérien**

entre 35.5 et 47 cm avec une taille moyenne de 40.32 cm ; par contre chez les femelles, la taille oscille entre un minimum de 34 et un maximum de 50 cm, dont la taille moyenne est de 39.24 cm.

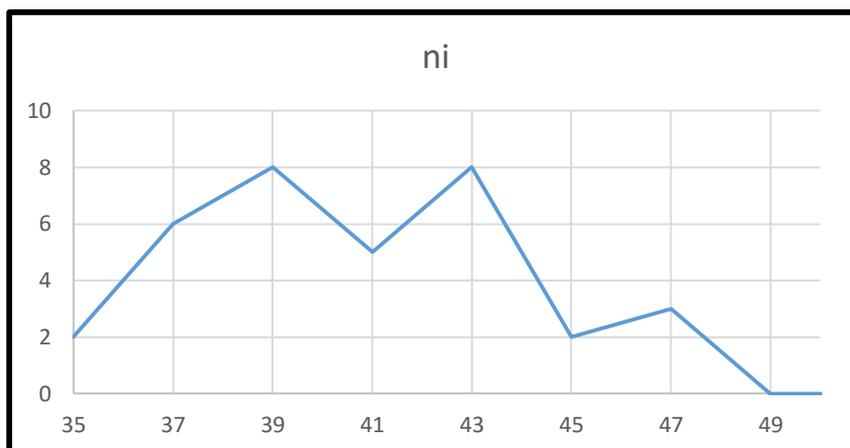
Les résultats du test de l'écart réduit consignés dans le (Tab.14), montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les tailles moyennes des mâles et des femelles au taux de risque de 5%, en indiquant que le sexe n'a pas d'effet sur la croissance de *C. gariepinus*, ce qui nous laisse considérer le sexe confondu, pour l'étude de la croissance de notre espèce.

**Tableau 14.** Test statistique de l'écart réduit chez *C. gariepinus*

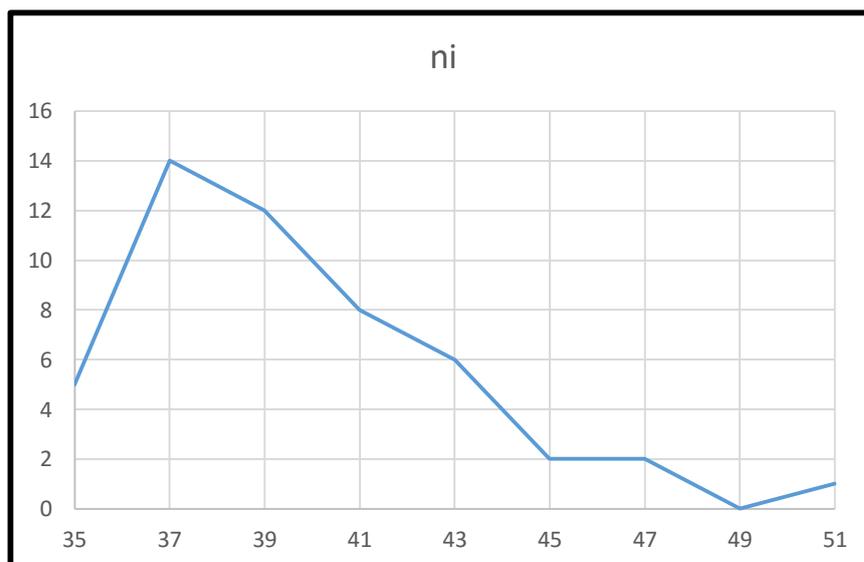
<i>C. gariepinus</i>	Mâle	Femelle	t	P-value
Ltmoy	40,323	39.244	1.470	0,146
N	34	50		

L'ensemble des mensurations de 84 individus de *C. gariepinus* a permis de regrouper ces tailles dans un tableau de distribution de fréquences par sexe avec un pas de 2 cm en utilisant le logiciel Statistica 5.0 (Tab .14).

Les **figures 44 et 45** représentent les polygones de fréquences de taille (exprimés en %) établis par sexe. L'analyse de cette distribution met en évidence une distribution, tri modale pour les deux sexes, avec trois modes plus distincts et nettes chez les mâles que les femelles. Ces modes apparaissent à 39, 43 et à 47 cm chez les mâles (**Fig.44**) et à 37, 47 et à 51 cm chez les femelles (**Fig.45**).



**Figure 44.** Analyse des polygones de fréquences de tailles chez les mâles de *C. gariepinus*



**Figure 45.** Analyse des polygones de fréquences de tailles chez les femelles de *C. gariepinus*

#### **IV.3.2 Analyse des structures de taille**

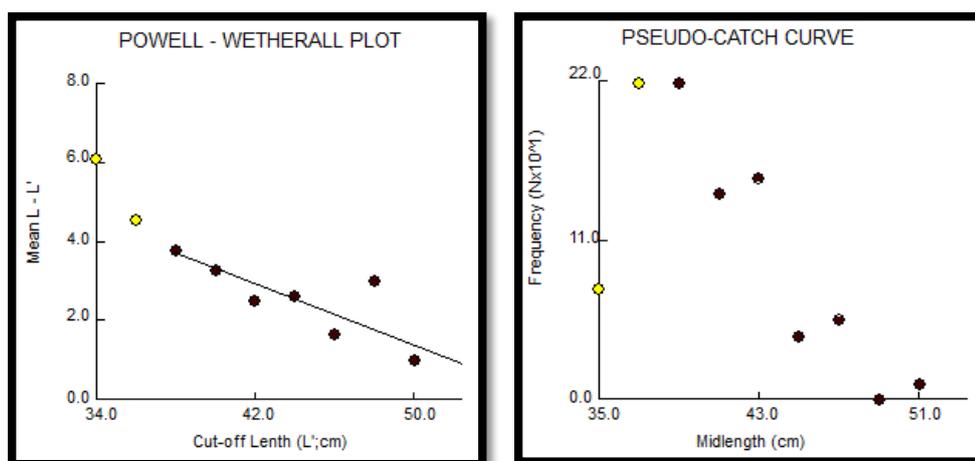
Afin d'avoir un aperçu sur le stock de *C. gariepinus*, nous avons analysé les structures de tailles de 84 individus pêchés par l'utilisation des méthodes indirectes dans le but d'estimer les paramètres de croissance linéaire  $L_{\infty}$  et  $k$ .

## Chapitre IV Croissance du poisson chat africain (*C. gariepinus*) à Illizi Sud-Est Algérien

La distribution des fréquences de taille a été analysée par la méthode de POWELL (1979) - WETHERALL (1986) et ELEFAN I à l'aide du logiciel FISAT II (version 1.2.0).

Les courbes résultantes de la méthode de Powell-Wetherall sont représentées dans la **figure 46**.

Cette méthode fournit un  $L_{\infty}$  de l'ordre de 53.84 cm et un  $Z/K$  de 3.254 avec un coefficient de corrélation  $R = - 0.944$ . Cette longueur asymptotique est supérieure à la valeur maximale observée ( $L_{max} = 50$  cm) et à l'approximation de Taylor ( $L_{max}/0.95 = 52.63$  cm).

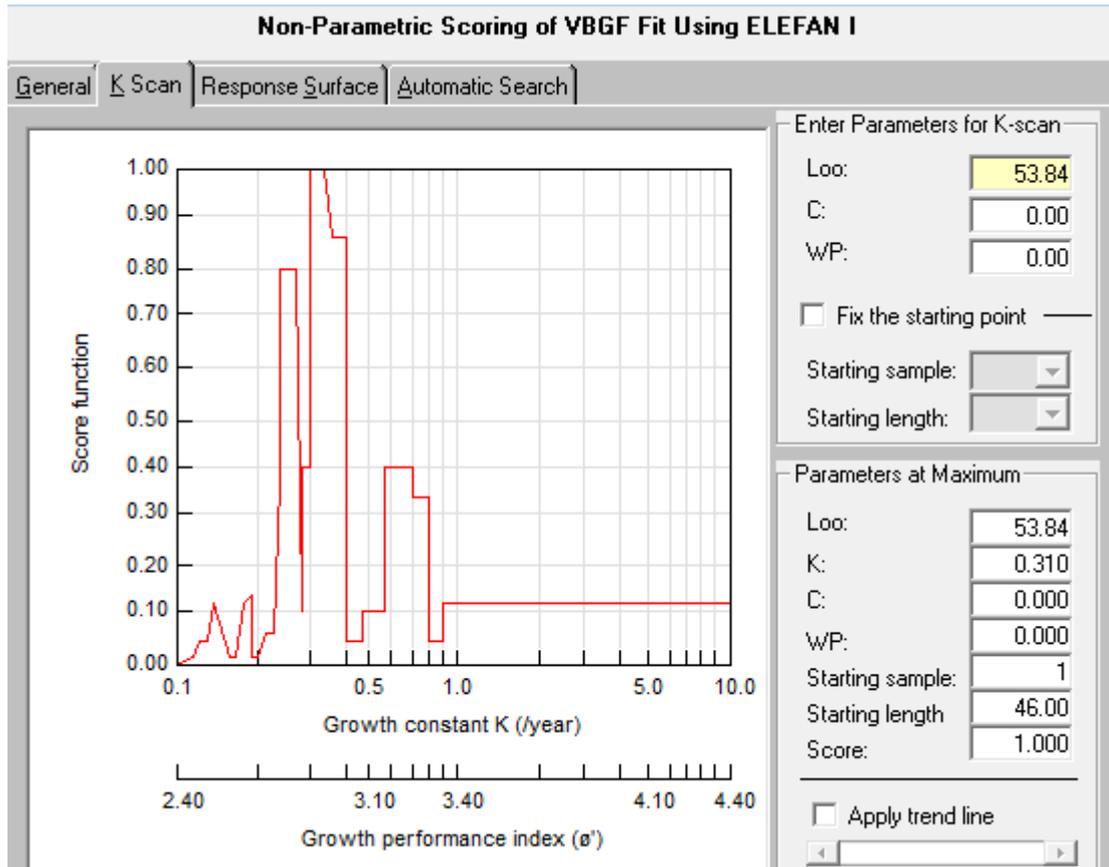


**Figure 46.** Distribution des fréquences de taille obtenue par la méthode de POWELL (1979) - WETHERALL (1986)

La valeur de  $L_{\infty}$  obtenue a été introduite dans le programme ELEFAN I afin d'obtenir une valeur de  $K$  correspondante. La **figure 47** (Étiquette K-Scan) montre le comportement des « scores » pour cette longueur asymptotique.

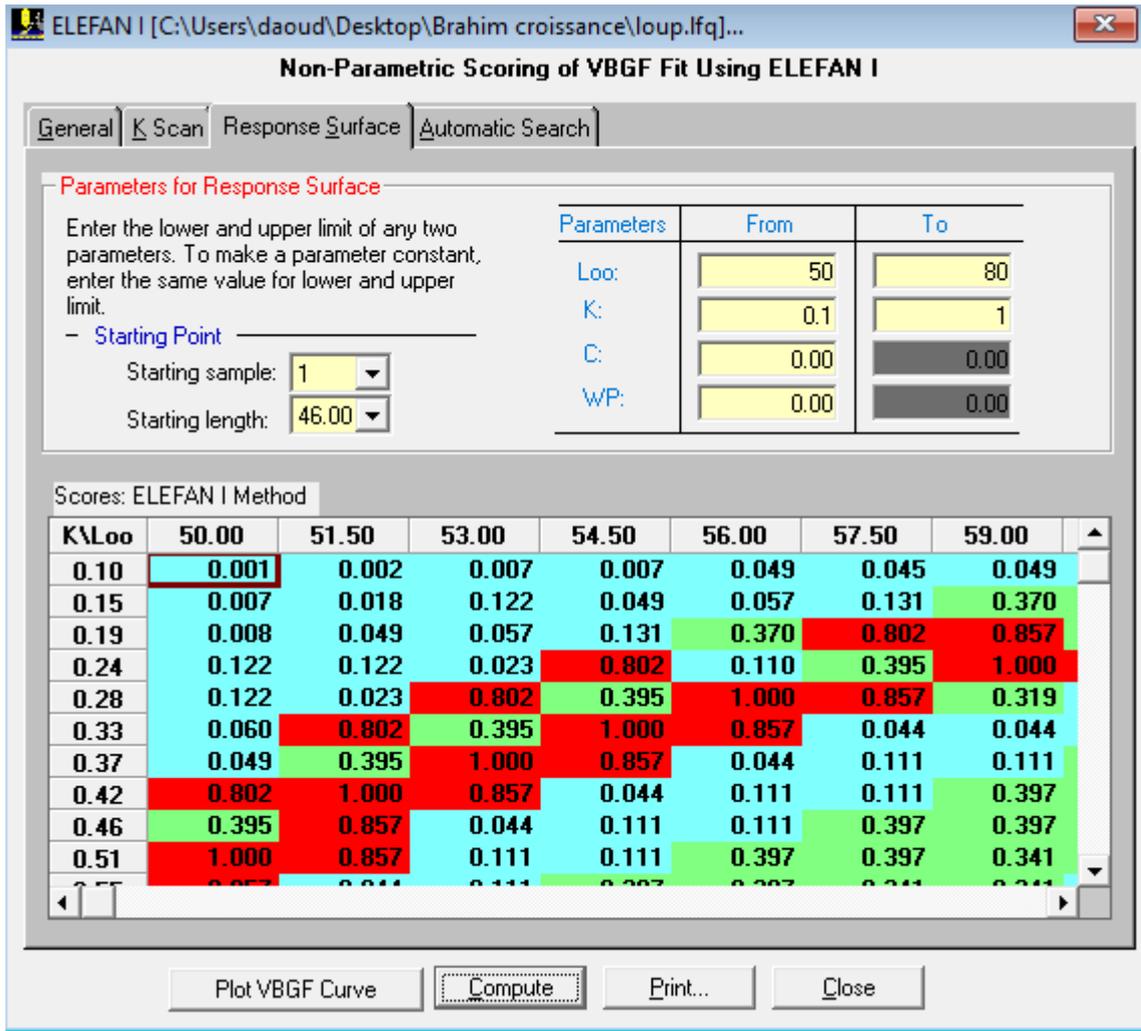
La valeur de  $K$  la plus appropriée à la longueur asymptotique estimée ( $L_{\infty} = 53.84$  cm) est de 0.31 an<sup>-1</sup>. Cette valeur correspond au score le plus élevé ( $R_n = 1$ ).

L'étiquette K-Scan fournit aussi deux données : l'échantillon de départ  $SS$  (1), et la longueur de départ  $SL$  (46 cm). Ce sont les deux coordonnées utilisées pour localiser une courbe de croissance dans la routine d'ELEFAN I.



**Figure 47.** Variation d’ajustement normalisé (Rn) en fonction de coefficient de croissance(K) obtenue par ELEFAN I pour *C. gariepinus*

Le programme ELEFAN I dispose d’un sous-programme appelé « surface d’égales réponses », qui montre un tableau où apparaissent toutes les valeurs de K et de  $L_{\infty}$ , et les valeurs d’ESP/ASP correspondantes dans un intervalle prédéfini de valeurs  $L_{\infty}/K$ . Cet intervalle est limité à partir des données antérieures estimées dans la même région. Les meilleures valeurs de Rn sont mises en évidence, permettant ainsi de sélectionner la meilleure combinaison des paramètres de croissance (**Fig.48**).



**Figure 48.** ELEFAN I disposant d'un sous-programme appelé « surface d'égalité de réponses »

L'analyse de la **figure 48** montre que l'ensemble des scores les plus élevés (coloriés en rouge) correspond à plusieurs couples de valeurs  $L_{\infty}/K$ . Cependant, le couple  $L_{\infty} = 53$  cm et  $K = 0.28$  an<sup>-1</sup> semble le plus approprié, étant donné que la valeur de  $L_{\infty}$  estimée est supérieure à la valeur maximale observée ( $L_{max} = 50$  cm) et à l'approximation de Taylor ( $L_{max}/0.95 = 52.63$  cm) et très proche de la longueur asymptotique estimée par la méthode de Powell-Wetherall qui est suggérée par [Pauly et Moreau \(1997\)](#) pour une bonne estimation de  $L_{\infty}$ . La valeur de  $K$  correspondante (0.28 /an) semble la plus adaptée pour la croissance d'une espèce, Pour cela nous avons opté pour les paramètres obtenus par le sous-programme « surface d'égalité de réponses » du programme ELEFAN I ( $L_{\infty} = 53$  cm et  $K = 0.28$  /an) pour la suite de notre étude.

## Chapitre IV Croissance du poisson chat africain (*C. gariepinus*) à Illizi Sud-Est Algérien

Le **tableau 15** récapitule les paramètres de croissance obtenus par les différentes méthodes utilisées pour *C. gariepinus* (les paramètres retenus  $L_{\infty}$  et  $K$  sont représentés en gras).

**Tableau 15.**Récapitulatif des paramètres de croissance estimés pour *C. gariepinus*

$L_{\max\text{Obs}}$	$L_{\max}/0,95$	Powell-Wetherall		ELEFAN I			
				K-scan		Surface d'égalité de réponses	
50	52,63	$L_{\infty}$	$z/K$	$L_{\infty}$	$K$	$L_{\infty}$	$K$
				53,84	3,254	53,84	0,31

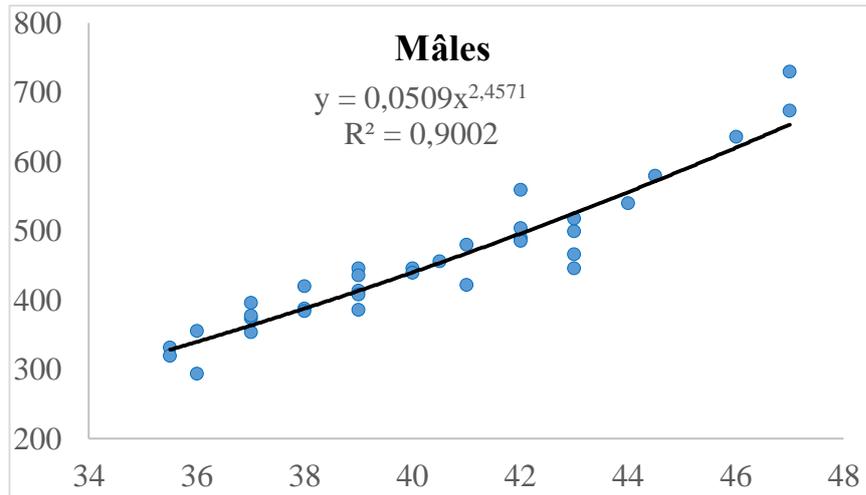
### IV.3.3 Estimation du poids asymptotique $W_{\infty}$

Le tableau 16, représenté par la figure 50, 51, 52, regroupe les résultats de la relation taille-poids de *C. gariepinus*. Cette relation a été effectuée à partir de 84 individus et permet de calculer le poids asymptotique ( $W_{\infty}$ ) de notre espèce.

**Tableau 16.**Paramètres de la relation taille-poids « *C. gariepinus* »

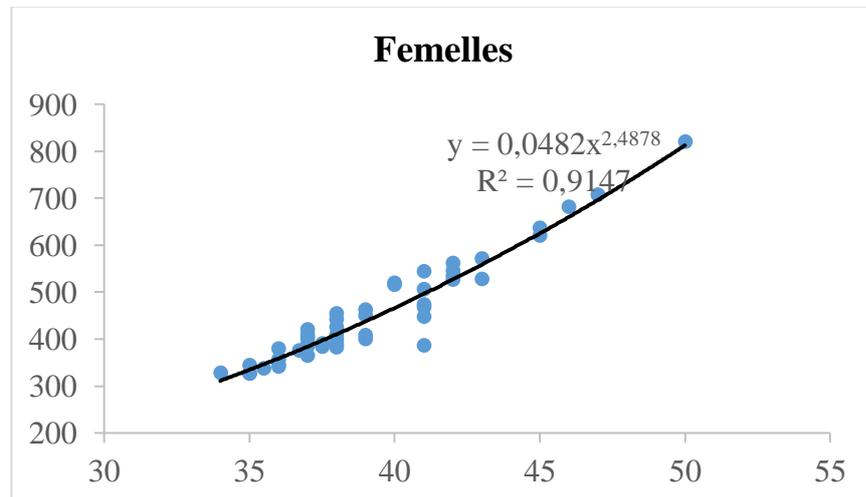
Espèce	sexe	a	b	R <sup>2</sup>	$W_{\infty}$ (g)
<i>C. gariepinus</i>	Mâle	0,05	2,46	0,90	877,88
	Femelle	0,05	2,49	0,91	939,08
	les sexes combinés	0,06	2,42	0,89	899,27

Le test de l'écart réduit montre qu'il y a une différence significative entre la pente observée ( $b = 2.46$ ) et la pente théorique ( $P = 3$ ), ce qui permet de dire que la relation taille-poids chez le mâle de *C. gariepinus* montre une allométrie minorante, signifiant que le poids croît moins vite que le cube de la longueur (**Fig.49**).



**Figure 49.** Courbe de tendance, type puissance, de la relation taille poids obtenues mâles de *C. gariepinus*.

Le test de l'écart réduit montre qu'il y a une différence significative entre la pente observée ( $b = 2.48$ ) et la pente théorique ( $P = 3$ ), ce qui permet de dire que la relation taille-poids chez les femelles *C. gariepinus* montre une allométrie minorante, indiquant que le poids croit moins vite que le cube de la longueur (**Fig.50**).

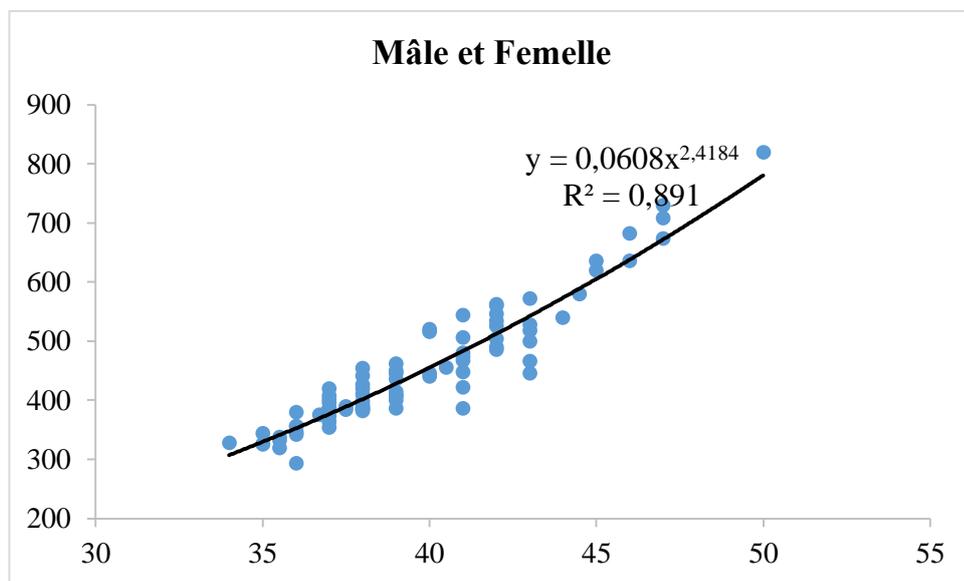


**Figure 50.** Courbe de tendance, type puissance, de la relation taille poids obtenue pour les femelles de *C. gariepinus*.

## Chapitre IV Croissance du poisson chat africain (*C. gariepinus*) à Illizi Sud-Est Algérien

Le test de l'écart réduit prouve qu'il existe une différence significative entre la pente observée ( $b = 2.41$ ) et la pente théorique ( $P = 3$ ), ce qui permet d'affirmer que la relation taille-poids chez les deux sexes de *C. gariepinus* montre une allométrie minorante, signifiant que le poids croît moins vite que le cube de la longueur (**Fig.51**).

Le coefficient de détermination ( $R^2$ ) est évalué respectivement à 0,90 et 0,91 pour les mâles et les femelles, indiquant que le poids de la femelle est mieux estimé par sa longueur que celui du mâle.



**Figure 51.** Courbe de tendance, type puissance, de la relation taille poids obtenue pour les mâles (M) et les femelle (F) de *C. gariepinus*.

### IV.4 Discussion

Compte tenu de la chute des prises dans les pêches maritimes par épuisement du stock halieutique, L'aquaculture demeure la seule alternative viable pour augmenter la production de poissons en vue de répondre aux besoins en protéines d'une population mondiale sans cesse croissante. En Algérie, la principale famille de poisson-chat d'intérêt commercial est la famille des Claridae, qui est représentée par deux principales espèces autochtones bien identifiées dans cette recherche et qui ne demandent qu'à être vulgarisées auprès des aquaculteurs du grand Sud Algérien dans le cadre des plans de développement futur de l'Aquaculture.

## Chapitre IV Croissance du poisson chat africain (*C. gariepinus*) à Illizi Sud-Est Algérien

En effet, Les Paramètres de démographie et décroissance de Von Bertalanffy, voir longueurs maximales théoriques ( $L_{\infty} = 53\text{cm}$ ) sont proches au sein d'une même famille ce qui est le cas de l'espèce *C. gariepinus* étudiée dans notre cas, et s'éloignent de ceux signalés au Bénin à Delta de l'Ouémé par (Chikou, 2006) pour la même espèce qui sont de l'ordre de  $L_{\infty} = 66.08\text{ cm}$ .

Un facteur de croissance  $K$  légèrement faible avec une valeur de  $0.28\text{ an}^{-1}$  chez l'espèce du Sud Algérien, il reste identique à celui mentionné au Bénin (Chikou, 2006), par ailleurs le même auteur avance que le facteur de croissance reste faible chez les Clariidae que chez les Mochokidae et les Schilbeidae, et dépend étroitement des conditions du milieu et de l'habitat. La relation taille-poids des poissons offre un certain nombre d'informations, y compris leur mode de croissance et les stades du cycle de vie. Ces données statistiques sont souvent importantes pour déterminer la structure des populations et leur interaction avec l'habitat où elles vivent

Les corrélations positives élevées de ( $R$ ) observées chez les mâles, les femelles et les sexes combinés de *C. gariepinus* dans notre étude signifient, qu'à mesure que la longueur du poisson augmente, son poids corporel augmente également. Cela pourrait être attribué à la disponibilité de la qualité et de la quantité de production alimentaire et planctonique résultant du plan d'eau de l'Oued Takhamalte- Illizi où habite le poisson chat ciblé. Le développement des gonades et la production d'œufs chez la femelle à un âge mature lui donne l'avantage sur le mâle, suggérant une indication de l'intensité alimentaire reflétant à son tour des taux de croissance supérieurs chez les poissons femelles par rapport aux mâles mentionnés dans la littérature par (Anwa-Udoniah et Pepple, 2012, Haimovic et Velasco, 2002, Anyanwu et al., 2007). La valeur élevée du poids des femelles consignée dans cette étude peut être liée à leur capacité de se nourrir de quoi que ce soit afin de répondre à leurs besoins physiologiques pour le développement des œufs (Solomon, 2016.).

### **IV.5 Conclusion partielle**

La présence certaine avec leur signalement de deux espèces de **Clariidae** à savoir *C. gariepinus* et *C. anguillaris* au grand Sud Algérien, représente une richesse Ichthyologique certaine pour le développement de l'Aquaculture dans la région saharienne. Le poisson chat

#### **Chapitre IV Croissance du poisson chat africain (*C. gariepinus*) à Illizi Sud-Est Algérien**

dispose de performances de croissance, de démographie et de reproduction bien établies à travers les observations contenues dans ce manuscrit. Cela incite à la préservation de ces taxons autochtones et suggèrent des élevages de géniteurs et de larves pour s'affranchir des importations de larves souvent onéreuses et à couts de devises pour le pays. Dans une première approche il est recommandé de protéger d'abord le stocks de poissons chat vivant dans les plans d'eau cités au préalable, en diminuant la pression anthropique exercée sur les géniteurs et juvéniles au moment des crues d'Oued ,car ces taxons disposent d'un statut à l'échelle de l'IUCN, que la usagers de ces sites ignorent souvent, ensuite envisager la culture de ces espèces en accord avec les riverains, les directions de environnement , du tourisme et de la pêche des wilaya concernées par le développement de l'Aquaculture au Grand Sud Algérien .

Chapitre V Sur la présence du poisson-chat  
africain *C. anguillaris* (Linnaeus, 1758) dans le  
Sud-Est de l'Algérie (Ifni-Illizi)

**Chapitre V Sur la présence du poisson-chat africain *C. anguillaris* (Linnaeus, 1758) dans le Sud-Est de l'Algérie (Ifni-Illizi)**

**Chapitre V : Sur la présence du poisson-chat africain *Clarias anguillaris* (Linnaeus, 1758) dans le Sud-Est de l'Algérie (Ifni-Illizi)**

Le chapitre cinq se divise en deux parties, une description de la zone de prélèvement, en ajoutant le signalement de la présence d'une espèce de poisson d'eau douce à savoir *Clarias anguillaris*, à Gueltas Ifni wilaya d'Illizi, partie intégrante du Parc national Tassili N'Ajjer. Et une présentation des caractéristiques morphologique et méristique de poisson chat africain « *Clarias anguillaris* ». En précisant que ce chapitre est le résultat d'une publication acceptée le mars 2020 et publiée en ligne Avril 2020 dans la revue biodiversity journal.

Au sud d'Algérien malgré l'existence de plusieurs plans d'eau, et Oueds renfermant des richesses biologiques, Les études sur l'ichtyofaune sont rares, et l'objectif de cette étude est la description, l'identification et le signalement pour la première fois d'une espèce de poisson-chat africain *Clarias anguillaris* (Linnaeus, 1758). Le poisson-chat africain (*Clarias anguillaris*) est enregistrée dans une Gueltas de la zone d'Ifni, et aucune étude, à notre connaissance, n'a été réalisée dans le site pour réactualiser l'inventaire de la faune aquatique de l'extrême sud Algérien, au massif du Tassili N'Ajjer qui représente un espace protégé.

Les espèces de poisson-chat africain sont très prisées par les consommateurs, et constituent de ce fait une source importante de protéines animales, pour les populations rurales et notamment celles du sud Algérien. La présence de l'espèce au site d'Ifni, encourage les mesures de sa protection et promet le développement d'une aquaculture durable saharienne.

La plus grande diversité de la famille des Clariidés se trouve en Afrique avec 14 genres et 92 espèces (Teugels, 1986) ou seuls deux genres comptant quelque 17 espèces connus actuellement en Asie (Teugels, 1996). Le genre *Clarias* est le plus répandu de la famille des Clariidés, il est représenté par 32 espèces au continent Africain (Teugels, 1986 b).

Les caractères morphométriques et méristiques adoptés pour notre cas sont des méthodes simples, directes et largement utilisés pour identifier les espèces de poisson chat (Turan, 2004), (Swain et Foote, 1999).

« ASATAF » est l'appellation locale du poisson-chat africain au sud Algérien, et les habitants de la localité doivent être sensibilisés, sur la présence de cette espèce qui dispose d'un statut pour sa protection selon l'IUCN. Dans le parc national de Tassili N'Ajjer. Les riverains

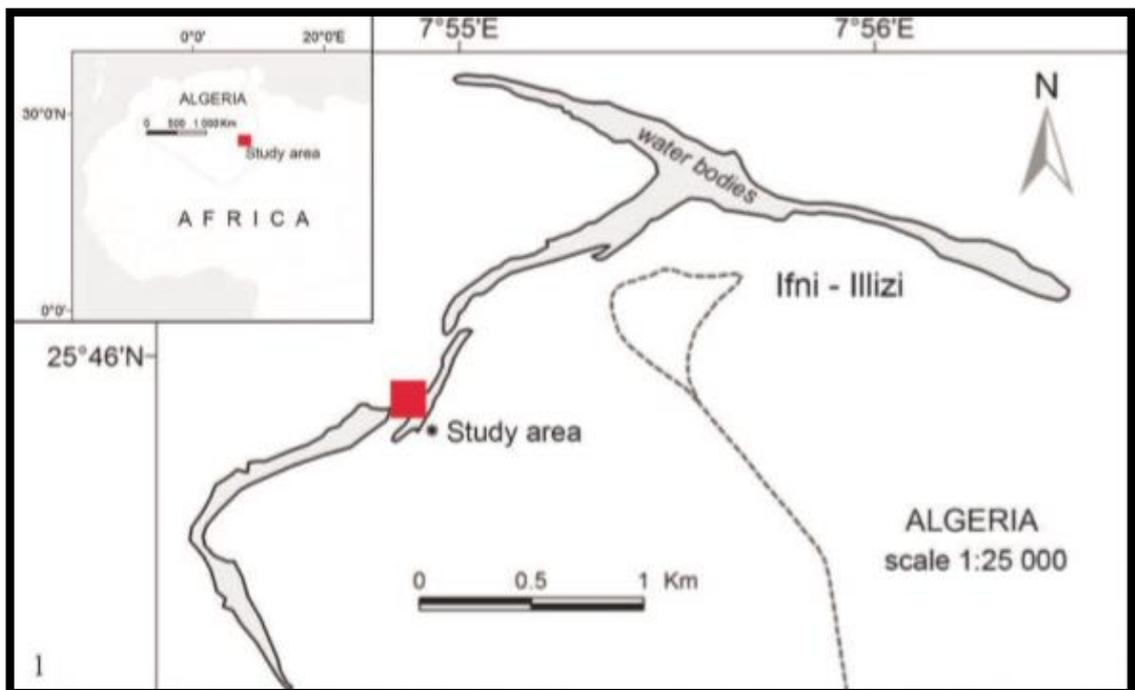
## Chapitre V Sur la présence du poisson-chat africain *C. anguillaris* (Linnaeus, 1758) dans le Sud-Est de l'Algérie (Ifni-Illizi)

de la vallée d'Ihrir en particulier, les Touaregs de la région ont une relation très importante avec ces poissons depuis des siècles.

### V.1 Matériel et méthodes

#### V.1.1 Zone d'étude

Le poisson *Clarias anguillaris* a été pêché dans les Gueltas de la zone rurale saharienne. Ifni, un village de Tassili N'Ajjer se situant à 150 km de chef-lieu de la willaya d'Illizi. Les spécimens sont des poissons d'eau douce, et les prospections effectuées sur site « Ifni » localisé par GPS, dont coordonnées géographiques (N 25° 45' 51.4'' et E 007° 54' 53.8''). (Fig.52 et Fig.53).



**Figure 52.** Carte de localisation du site de *C. anguillaris* pêché en 2019 à Ifni - Illizi (Sud-Est de l'Algérie)(D'après Behmene et Bachir Bouiadjra, 2019).

#### V.1.2 Le prélèvement d'échantillons

Deux spécimens de *Clarias anguillaris*, pêchés au mois d'août 2019 avec une canne de 6 m, et un fil de 5 m, avec hameçon d'une longueur totale de 30 mm et une ouverture de 10 mm

**Chapitre V Sur la présence du poisson-chat africain *C. anguillaris* (Linnaeus, 1758) dans le Sud-Est de l'Algérie (Ifni-Ilizi)**

et l'appât est constitué d'une pâte cuite, de farine d'aliment de poissons avec un taux de protéine de 40 %, mélangé à la farine de blé (**Fig.53**).

Les spécimens sont transportés au laboratoire pour effectuer des mesures biométriques. Les poids des spécimens obtenus à l'aide d'une balance de précision électronique de terrain avec maximum de 500 x 0.01 g, et les mesures morphométriques réalisées à l'aide de pieds à coulisse (0.05 mm) et une bande métrique.

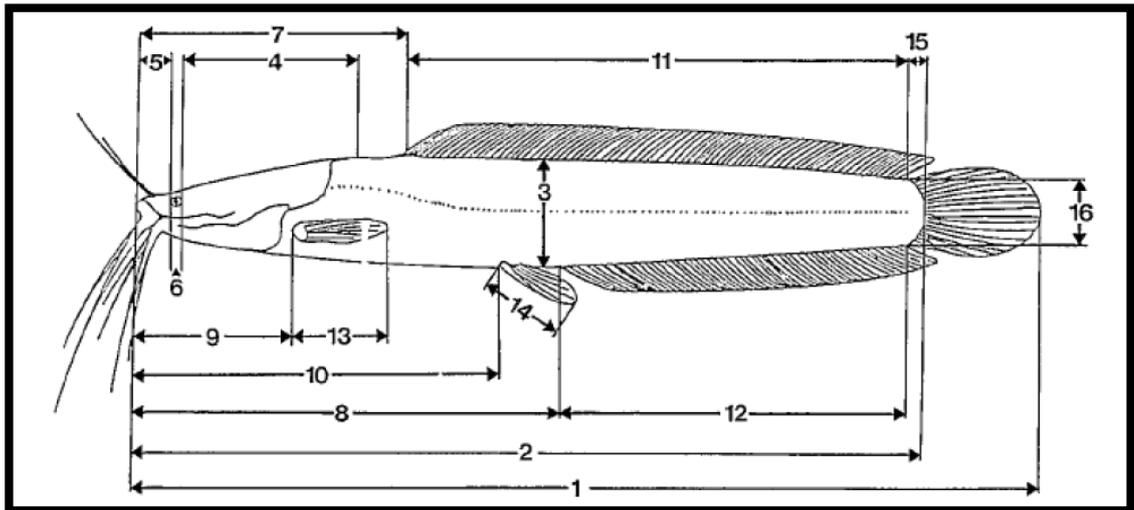


**Figure 53.** Lieu de pêche à la ligne de *C. anguillaris* à la Gueltas d'Ifni (N 25° 45' 51.4'' et E 007° 54' 53.8'')

### **V.1.3 Méthodologie**

Sur chaque échantillon, 16 variables morphométriques. Et trois variables méristiques ont été réalisées pour l'identification de cesiluriformes selon (Lévêque *et al.*, 1990) les dénombrements méristiques effectués sont : le nombre de branchiospines sur le premier arc branchiales, nombre des rayons de la nageoire dorsale, et nombre des rayons de la nageoire anale (**Fig.54**). Les pourcentages des mesures morphométriques sont donnés par rapport à la longueur standard (LS) pour le corps et la longueur de la tête (LTE). Ces données figurent au tableau (1). Les analyses et la saisie des données collectées ont été réalisées à l'aide du logiciel Excel 2016.

**Chapitre V Sur la présence du poisson-chat africain *C. anguillaris* (Linnaeus, 1758) dans le Sud-Est de l'Algérie (Ifni-Illizi)**



**Figure 54.** Schéma illustrant les mensurations effectuées de *C. anguillaris* (Lévêque et al., 1990)

1. Longueur totale (LT) ; 2. Longueur standard (LS) ; 3. Profondeur du corps (PC) ; 4. Longueur de la tête (LTE) ; 5. Longueur du museau (LM) ; 6. Diamètre des yeux (DO) ; 7. Longueur prédorsale (LPD) ; 8. Longueur pré-anale (LPA) ; 9. Longueur pré-pectorale (LPPEC) ; 10. Longueur pré-pelviennne (LPPEL) ; 11. Longueur de la base de la nageoire dorsale (LND) ; 12. Longueur de la base de la nageoire anale (LNA) ; 13. Longueurs des nageoires pectorales (LNP) ; 14. Longueur des nageoires pelviennes (LNPE) ; 15. Longueur du pédoncule caudal (LPC) ; 16. Profondeur du pédoncule caudal (PPC).

## V.2 Résultats et discussion

Deux individus de *Clarias anguillaris* (Mâles) examinés et collectés la nuit à la Guelta, d'Ifni.

### V.2.1 Matériel examiné

Les résultats de l'identification taxinomique nous ont révélé qu'il s'agit de l'espèce *Clarias anguillaris* (Linnaeus, 1758). Ce spécimen de poisson chat, fait partie de Superclasse : Poissons (Linné, 1758), Classe : Actinoptérygiens (Klein, 1885), Ordre : Siluriformes (Güldenstädt, 1817), Famille des Clariidés (Bonaparte, 1846), Genre *Clarias* (Scopoli 1777).

Famille des Clariidés (Bonaparte, 1846)

Les Clariidae se distinguent des autres Siluriformes, par la combinaison de l'absence d'épine à la dorsale, des nageoires dorsale et anale très longues, un corps de type anguilliforme,

## Chapitre V Sur la présence du poisson-chat africain *C. anguillaris* (Linnaeus, 1758) dans le Sud-Est de l'Algérie (Ifni-Illizi)

la présence de quatre paires de barbillons et d'un organe supra-branchial, formés par des évaginations du deuxième et du quatrième arc branchial, permettant aux poissons de pratiquer une respiration aérienne. Cet organe est une synapomorphie pour la famille (Teugels et Adriaens, 2003). Plusieurs espèces, notamment celles des genres *Clarias* et *Heterobranchus*, jouent un rôle important dans la pêche et la pisciculture (Paugy *et al.*, 2004).

### V.2.1.1 Genre *Clarias* (Scopoli, 1777)

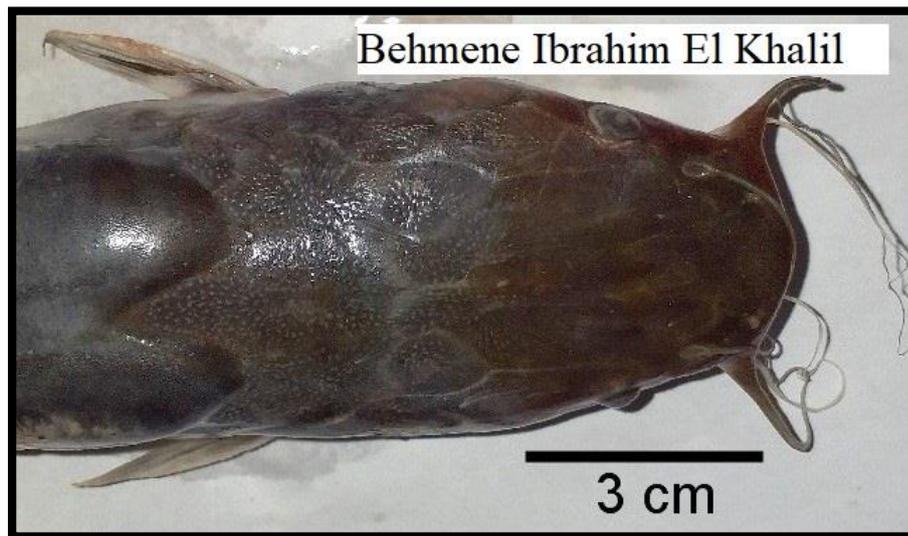
Le genre *Clarias* est caractérisé par la présence d'une seule nageoire dorsale s'étendant jusqu'à la caudale (Fig.55), l'adipeuse étant absente. Les nageoires verticales ne sont pas confluentes. Le corps est plus ou moins allongé, avec le pédoncule caudal mesurant moins de 50 % de la longueur standard.



**Figure 55.** Vue latérale de *Clarias anguillaris* peuplant les Gueltas d'Ifni « Illizi -Sud-Est de l'Algérie »

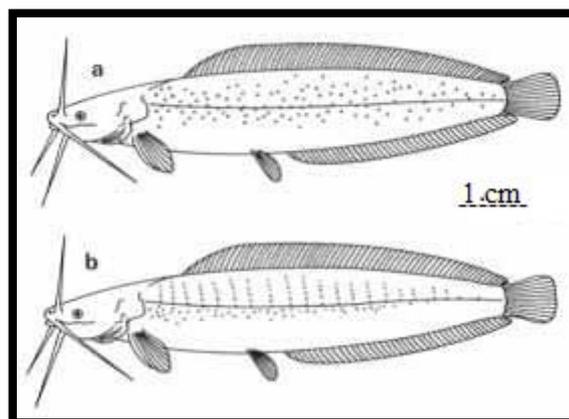
La tête est aplatie et plus longue (20-34 % de LS), Les os céphaliques latéraux sont généralement contigus. Les yeux, à bord libre, sont très petits (Fig.56), Le genre *Clarias* a été divisé en six sous-genres (Teugels, 1982 b, 1986 a ; Teugels et Adriaens, 2003). Agnese et Teugels (2001) et Jansen *et al.*, 2006 ont démontré que le genre est paraphylétique.

**Chapitre V Sur la présence du poisson-chat africain *C. anguillaris* (Linnaeus, 1758) dans le Sud-Est de l'Algérie (Ifni-Illizi)**



**Figure 56.** Vue dorsale de la tête de *C. anguillaris* échantillonnée à Ifni - Illizi (Sud-Est de l'Algérie)

La Longueur de la tête représente 27-35 % de LS ; 16 à 110 branchiospines sur l'ensemble du premier arc branchial ; les os postorbitaires sont entièrement contigus ; la partie inférieure de la tête montre deux bandes noirâtres latérales ; neuromastes sur les flancs formant un dessin régulier (**Fig.57**), ce qui est conforme aux observations signalées pour l'espèce.



**Figure 57.** Schéma indiquant le dessin irrégulier (a) et régulier (b) formé par des neuromastes superficiels, visibles comme des petits points blanchâtres sur les flancs de *C. anguillaris* (d'après [Teugels, 1992](#)).

**Chapitre V Sur la présence du poisson-chat africain *C. anguillaris* (Linnaeus, 1758) dans le Sud-Est de l'Algérie (Ifni-Illizi)**

**V.2.1.2 *Clarias anguillaris* (Linnaeus, 1758)**

**Description :**

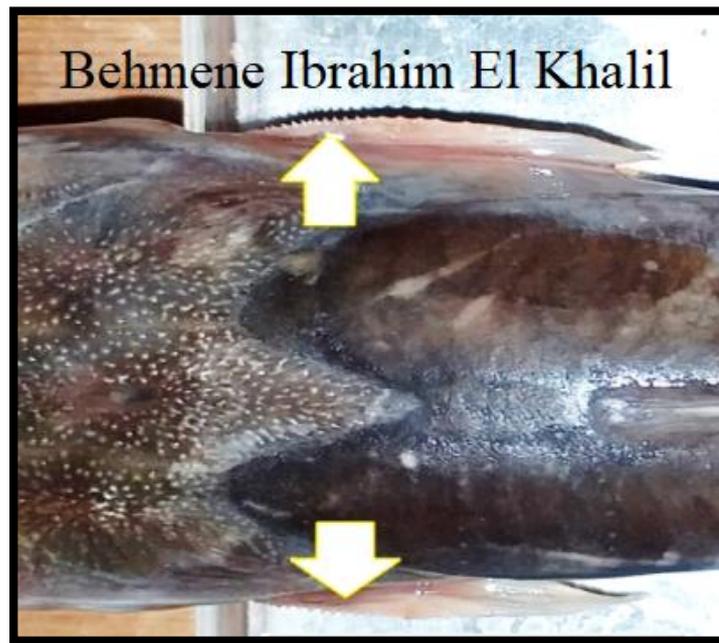
*Clarias anguillaris* ressemble beaucoup à *C. gariepinus*. La seule différence nette entre les deux espèces est le nombre de branchiospines sur le premier arc branchial, qui est beaucoup plus réduit (15-60) chez *C. anguillaris* (**Fig.58**).



**Figure 58.** Vue de face du corps de *C. anguillaris* pêché à Gueltas d'Ifni « Illizi -Sud-Est de l'Algérie »

L'épine pectorale est denticulée sur la partie antérieure (**Fig.59**) ; les neuromastes sur les flancs montrent un dessin régulier pour le spécimen signalé à Ifni.

**Chapitre V Sur la présence du poisson-chat africain *C. anguillaris* (Linnaeus, 1758) dans le Sud-Est de l'Algérie (Ifni-Illizi)**



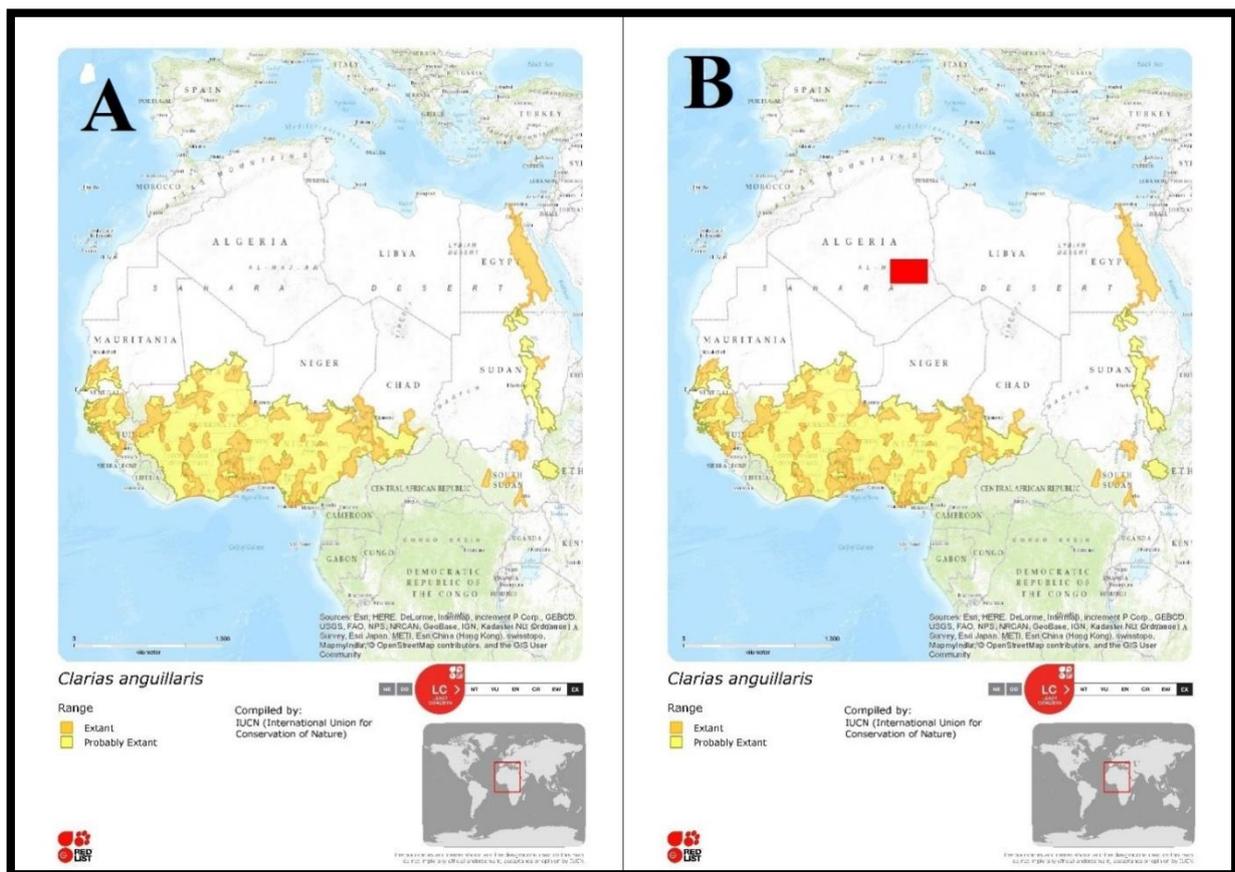
**Figure 59.**L'épine pectorale denticulée sur la partie antérieure (A) de *C. anguillaris*

**V.2.2 Distribution au niveau mondial**

*C. anguillaris* est uniquement connue du cours inférieur de la rivière Cross du Nigeria, Ailleurs, elle est présente en Afrique de l'Ouest ; elle a été retrouvée en Mauritanie, dans le Sud Algérien et dans le Nil (Paugyet *al.*, 2004).

Pays Occurrence, Originaires du : Bénin ; Burkina Faso ; Cameroun ; Tchad ; Côte d'Ivoire ; Égypte ; Éthiopie ; Gambie ; Ghana ; Guinée ; Guinée-Bissau ; Mali ; Niger ; Nigéria ; Sénégal ; Sierra Leone ; Soudan du Sud ; Togo. Et en Algérie récemment, dans la liste rouge IUCN (Azeroualet *al.*, 2010)(**Fig.60**).

## Chapitre V Sur la présence du poisson-chat africain *C. anguillaris* (Linnaeus, 1758) dans le Sud-Est de l'Algérie (Ifni-Illizi)



**Figure 60.** A : distribution géographique de L'UICN,2010 ; B : cadre en rouge représentant Gueltas d'Ifni à Illizi. Nouveau site en Algérie ,2019 (Carte modifiée, par Behmene. I. E)

### V.2.3 Habitat et écologie

*Clarias anguillaris* est une espèce démersale potamodromée, très répandue dans les zones inondées. Cela vit principalement dans les eaux profondes, dans les fonds boueux où Semi-Boueux, et s'enfouir dans la boue lorsque les plans d'eau s'assèchent. Selon [Albaret \(1982\)](#), la reproduction de certains *Clarias* est généralement limitée à la période des inondations.

Les régimes alimentaires des différents *Clarias* sont très similaires dans leur nourriture. D'après [Lauzanne, L. \(1988\)](#), Ils consomment en effet, insectes et larves d'insectes, crustacés divers, mollusques, poissons, débris végétaux, allié à leur possibilité de respirer l'oxygène

**Chapitre V Sur la présence du poisson-chat africain *C. anguillaris* (Linnaeus, 1758) dans le Sud-Est de l'Algérie (Ifni-Illizi)**

atmosphérique, fait que ces poissons peuvent s'adapter aux conditions d'existence les plus dures, d'où leur présence dans les zones sahariennes.

**V.2.4 Analyse des variables métriques et méristiques :**

**V.2.4.1 Variables métriques**

Les principaux paramètres morphométriques mesurée sur les deux spécimens figurent au (Tab.17) pour le premier poisson (a) et le second (b).

Le premier poisson dont la taille est 256 mm (LT), 236.5 mm de la longueur standard (LS), 73 mm de longueur crânienne et un poids de 128.2 g. Le second exemplaire avec une taille est 260 mm, 231 mm de la longueur standard (LS) ,70 mm de longueur crânienne et un poids de 147.84 g. La tête est très longue avec une moyenne de 31 % de la longueur standard (LS).

**Chapitre V Sur la présence du poisson-chat africain *C. anguillaris* (Linnaeus, 1758) dans le Sud-Est de l'Algérie (Ifni-Illizi)**

**Tableau 17.** Mesures effectuées sur de corps pour *C. anguillaris* en comparaison avec la référence de [Teugels \(1982\)](#).

	Les abréviations	Poisson chat (a) Mâle	Poisson chat (b) Mâle	<b>TEUGELS (1982)</b>
Poids (g)	/	128,2	147,84	/
1	LT (mm)	256	260	/
2	LS (mm)	236,5	231	(119,7-426)
3	PS (LS%)	12,68	14,29	(9,2-16,3)
4	LTE (LS%)	30,87	30,30	(29,1-33,6)
5	LM (LS%)	20,55	22,86	(19,6-22,9)
6	DO (LTE%)	9,59	7,14	(5,9-10,2)
7	LPD (LS%)	35,94	37,66	(32,9-38,4)
8	LPA (LS%)	54,97	58,44	(53,2-59)
9	LPPEC (LS%)	25,37	26,41	(22,5-28,9)
10	LPPEL (LS%)	45,67	48,48	(44,3-49,9)
11	LND (LS%)	59,35	58,87	(54,4-64,7)
12	LNA (LS%)	41,19	43,29	(39,4-44,6)
13	LNP (LS%)	11,84	12,55	(11,4-14,6)
14	LNPE (LS%)	10,99	11,26	(7,3-11,4)
15	LCP (LS%)	2,33	3,90	(3-5,7)
16	PPC (LS%)	5,50	6,93	(5,7-9,4)

Les résultats des paramètres étudiés plus haut, coïncident bien avec l'intervalle des proportions proposées par [Teugels \(1982\)](#), pour les deux spécimens de notre étude (Tab.17).

**Chapitre V Sur la présence du poisson-chat africain *C. anguillaris* (Linnaeus, 1758) dans le Sud-Est de l'Algérie (Ifni-Illizi)**

**V.2.4.2 Variables méristiques**

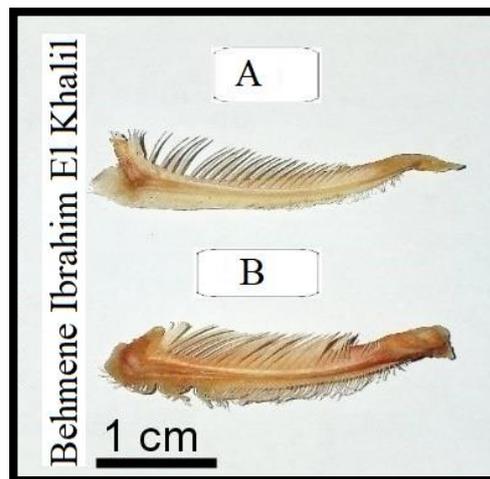
Les résultats des trois paramètres méristiques sont présentés au tableau 18

**Tableau 18.** Caractères distinctifs des deux spécimens du genre *Clarias* signalés à Ifni par rapport à la référence de [Teugels 1982](#).

	RD	RA	BR
<i>C. anguillaris</i> (a)	72	51	25
<i>C. anguillaris</i> (b)	59	48	32
<a href="#">Teugels(1982)</a>	60-82	42-61	16-50

Nombre de rayons à la nageoire dorsale (RD) ; nombre de rayons à l'anale (RA) ; nombre de branchiospines sur le premier arc branchial (BR).

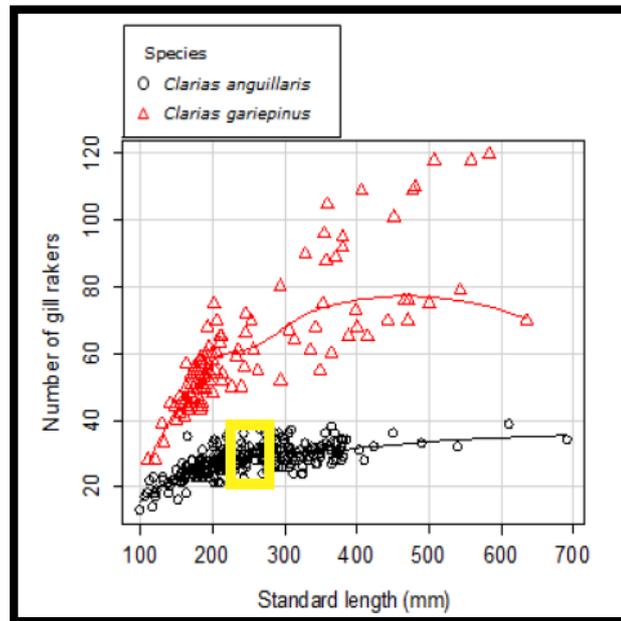
- Le nombre de rayons à la nageoire dorsale (RD) est 72 chez le premier *C. anguillaris* (a) et 59 chez le deuxième *C. anguillaris* (b).
- Le nombre de rayons de la nageoire anale (RA) est de 51 chez le premier *C. anguillaris* (a) et 48 chez le second *C. anguillaris* (b).
- Notre échantillonnage du sud Algérien est exactement dans cette région d'Ifni le premier *C. anguillaris* à 25 branchiospines de taille 236.5 mm (LS), et le second à 32 branchiospines de taille de 231 mm (**Fig.61**).



**Figure 61.** Forme des branchiospines chez *Clarias anguillaris* (A) 236.5 mm et chez *C. anguillaris* (B) 231 mm (zone d'Ifni sud Algérien).

## Chapitre V Sur la présence du poisson-chat africain *C. anguillaris* (Linnaeus, 1758) dans le Sud-Est de l'Algérie (Ifni-Illizi)

Nos résultats confrontés à ceux de Compaoré *et al.*, 2015 à Burkina Faso révèlent en **Fig. 62**, souligné en jaune la présence de l'espèce, *C. anguillaris* (Linnaeus, 1758) au Grand Sud Algérien zone d'Ifni Wilaya d'ILLIZI.



**Figure 62.** Nombre de branchiospines sur le premier arc branchial par rapport à la longueur standard (LS) chez *C. gariepinus* et *C. anguillaris* (d'après Compaoré *et al.*, 2015)

### V.3 Conclusion partielle

la présence de *Clarias anguillaris*, à Gueltas Ifni wilaya Illizi, partie intégrante du Parc national Tassili N'Ajjer témoigne d'un passé humide et d'une faune aquatique isolée, pouvant représentée un intérêt certain pour la sauvegarde de la faune ichtyologique relique et d'enrichir les connaissances sur la présence de l'espèce ; dont le statut figure dans la liste rouge de l'IUCN, avec mention données insuffisantes en raison du nombre limité d'informations, sur sa répartition, son abondance, et les menaces qui pèsent sur cette espèce, notamment les actions Anthropiques. Cette étude apporte un site d'observation pour l'Algérie, jamais signalé auparavant, compètera l'inventaire établi sur les espèces aquatiques du Grand Sud Algérien, ainsi que la cartographie de la répartition de l'espèce dans l'espace Africain. Les prospections effectuées au site d'étude par des pêches expérimentales ; auxquels s'ajoutent les relevés de caractères morphométriques et méristiques, de deux spécimens mâles, comprenant 16 variables morphométriques, et trois méristiques réputés, caractères distinctifs spécifiques, révèlent

**Chapitre V Sur la présence du poisson-chat africain *C. anguillaris* (Linnaeus, 1758) dans le Sud-Est de l'Algérie (Ifni-Illizi)**

clairement la présence *C. anguillaris*, dans une vaste zone de surcroît protégée à savoir le Parc Tassili N'Ajjer, ce qui est rassurant pour le suivi à l'avenir de l'esp

## Partie III : Tilapia du Nil (*O. niloticus*).

### Chapitre I : Paramètres de croissance et de reproduction des géniteurs

**Partie III :Tilapia du Nil *Oreochromis niloticus*(Linnaeus, 1757)**

**Chapitre I : Paramètres de croissance et de reproduction des géniteurs**

L'Aquaculture en Algérie est pratiquée depuis de très longues années mais, certaines techniques restent mal maîtrisées notamment ceux ayant trait à la reproduction du Tilapia du Nil en captivité, dont les sujets sont importés d'Égypte. La fixation d'un protocole final et L'optimisation des facteurs de reproduction sont nécessaires pour augmenter l'efficacité en éclosion du Tilapia.

**I.1 Matériel et méthodes**

**I.1.1 Lieu d'expérimentation**

L'étude est réalisée au niveau du laboratoire science et techniques de production animale (LSTPA) de l'Université de Mostaganem, en saison hivernale et estivale, du mois de mars au mois de juin 2020 soit, plus de trois mois de suivi et d'expérimentation.

De jeunes spécimens géniteurs de la souche Tilapia du Nil et du Tilapia rouge hybride provenant de la station du centre de recherche et de développement de la pêche et de l'Aquaculture (CNRDPA) de Sidi Bel Abbasse ont été transférés au laboratoire. Avant l'expérimentation, les poissons ont été mesurés (poids et longueur totale) et marqués avec des étiquettes sur l'aquarium (Tab 2, Tab 4 et Tab 6).

**I.1.2 Conception expérimentale (les aquariums)**

Les poissons sont maintenus dans un système ouvert d'aquariums A et B de dimensions suivantes, (120\* 60\* 50) cm ; et aquarium C (120\* 40 \* 50) cm. L'eau est remplie d'un réservoir (pendant 24 h) puis envoyée, vers les aquariums le lendemain. Les poissons sexés et remis dans des aquariums à une densité de quatre poissons (trois femelles/un mâle) pour l'aquarium A et l'aquarium B représente deux femelles (**Fig.63**) et un mâle (**Fig.64**), et enfin L'aquarium C héberge deux spécimens femelle et un mâle de Tilapia rouge.

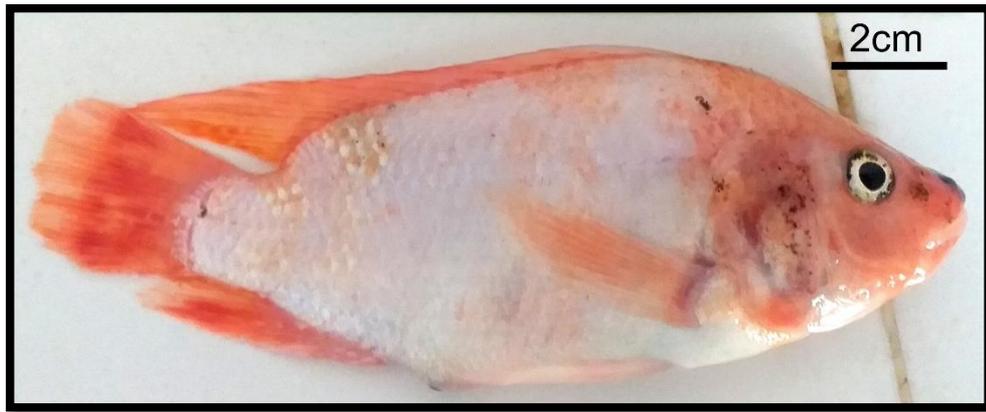
Trois femelles sont marquées par code l'aquarium A « Tilapia de Nil » ou est mentionné (f5, f6, f7) et aquarium B « Tilapia de Nil est marquée par (f3 et. F4), aquarium C (f1 et f2) de Tilapia rouge (**Fig.65**).



**Figure 63.** Tilapia du Nil (femelle) *Oreochromis niloticus* dans l'Aquarium (A et B)



**Figure 64.** Tilapia du Nil (mâle) *Oreochromis niloticus* dans l'Aquarium (A et B)



**Figure 64.** Tilapia rouge (*Oreochromis niloticus x O. mossambicus*) dans l' aquarium C

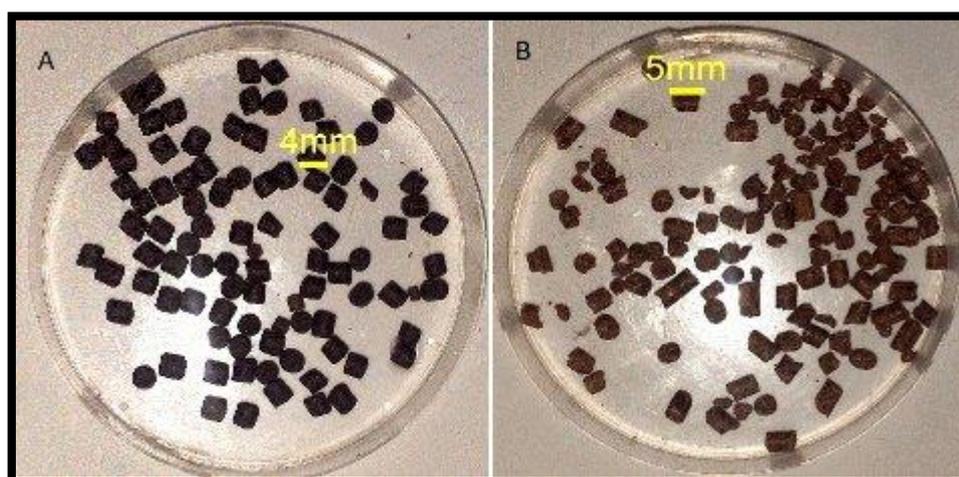
La température de l'eau est maintenue à 28 °C en utilisant un thermostat de 300 Kw.). L'eau est oxygénée via une pompe, dans chaque Aquarium par des diffuseurs, pour maintenir une bonne qualité de l'eau. Un changement partiel de l'eau à (10% du volume total) est effectué chaque jour. Le système est rempli d'eau fraîche, aérée et préchauffée, et le nettoyage total est programmé chaque vendredi.

Les aquariums sont nettoyés chaque matin, et les excréments sont siphonnés avant la première alimentation. Les poissons sont nourris à 3,0% de leur poids par jours, en deux portions égales deux fois 9h :00 et 14h :00 par jour, avec une vérification après chaque deux heures. Une nourriture commerciale importée d'Italie (Tab.18) pour les géniteurs en granulés (**Fig.66.**), nous avons également expérimenté un aliment de fabrication national (Tab.19) pour les géniteurs de Tilapia provenant d'une usine d'aliment de la société de Biskra (**Fig.66**) selon nos observations au début de l'expérience (le taux de protéine est très médiocre) et la qualité de l'eau est contrôlée une fois par semaine.

## Chapitre I Paramètres de croissance et de reproduction des géniteurs

**Tableau 19.** Les constituants analytiques de l'aliment d'importation et l'aliment local

Aliment d'importation (4 mm) « <b>Naturalleva</b> »		Aliment locale (5mm) « <b>DZIRAPONIC</b> »	
Constituants analytiques	%	Composition	%
Protéine brutes	54	Protéine	35
Matières grasses brutes	18	Lipide	10,25
Cellulose brute	0,9	Fibre	2,24
Cendre brutes	7,5	Calcium	1,2
Phosphore	1,3	Phosphore	0,75
Sodium	0,9		
Calcium	1,4		



**Figure 65.** (A) : Aliment d'importation de Tilapia du Nil « **Naturalleva** » ; (B) : Aliment local de Tilapia du Nil « **Dziraponic** »

### **I.1.3 Photopériode et intensité lumineuse**

Pour la photopériode et l'intensité lumineuse, un seul régime lumineux est étudié jours longs (18L : 6D). La lumière dans chaque aquarium est fournie par une lampe LED fixée sur l'aquarium. Le contrôle de la lumière est assuré par des minuteries numériques (**Fig.67**) afin de fixer la photopériode souhaitée (18h de lumière et 6 h d'obscurité).

L'intensité lumineuse dans chaque aquarium est évaluée à l'aide d'un luxmètre (capteur photométrique) (**Fig.67**). Pour maintenir une intensité de 2500 lux.



**Figure 66.**(A) : Minuteries numériques ; (B) : Luxmètre (capteur photométrique)

Les mesures sont prises au niveau de la colonne d'eau, plus L'intensité lumineuse naturelle qui est variable, selon le climat de la saison.

### **I.1.4 Mesure des paramètres de croissance**

Pour chaque aquarium, et pour chaque poisson, durant chaque semaine, des paramètres sont relevés voir, poids initial, le poids final, longueur totale et standard, la hauteur du corps, le gain en poids, la croissance journalière, le taux de croissance spécifique, le facteur de condition, la quantité d'aliment consommé, et le taux de conversion alimentaire, ainsi que le taux de survie.

Sur la base de ces mesures, les performances de croissance du poisson sont calculées et les formules appliquées aux données obtenues sont empruntées à (Lawan *et al.*, 2017 et Sarr *et al.*, 2015) :

- ✓ **Gain moyen en poids (GMP)** : Gain de masse corporelle, Appelé couramment gain de poids moyen, ce critère permet d'évaluer la croissance pondérale des poissons pendant un temps donné. Il est calculé à partir de la formule suivante en (gramme) :

$$\text{Gain moyen en poids (GMP)} = W 2 - W 1$$

- ✓ **Taux de croissance (g / jour)** : Croissance individuelle journalière (CIJ) Appelé encore gain de poids quotidien (GPQ), cet indice permet d'apprécier le gain de poids journalier des poissons en élevage. Il est déterminé à partir de la relation suivante :

$$\text{Taux de croissance (g/jour)} = \frac{w2 - w1}{t2 - t1} \times 100$$

- ✓ **Taux de croissance spécifique (SGR)** ; (% / jour) le taux de croissance d'un poisson est un indice assez sensible de qualité des protéines ; dans des conditions contrôlées, le gain de poids est proportionnel à la quantité fournie d'acides aminés essentiels, selon Lawan *et al.*, 2017.

$$\text{Taux de croissance spécifique (SGR)} = \frac{\log_e (w2) - \log_e (w1)}{t2 - t1} \times 100$$

W 1 = poids initial (g), W 2 = poids final (g), (t 2 - t 1) = durée entre w2 et W 1 (en jour).

- ✓ **Taux de conversion de l'alimentation (FCR)** : c'est la quantité de nourriture nécessaire pour produire une unité de poisson, qui est le gramme d'aliment consommé par gramme de gain de poids corporel. FCR a été calculé Ainsi :

**Taux de conversion de l'alimentation (FCR)**

$$= \frac{\text{consommation alimentaire totale (g)}}{\text{gain total en poids humide (g)}}$$

- ✓ **Facteur de condition (K)**

$$\text{Facteur de condition (K) (\%)} = \frac{W}{TL^3} \times 100$$

Où : W : Poids corporel en grammes, TL : Longueur totale (cm).

- ✓ **Taux de survie (SR)**

$$\text{Taux de survie (SR)} = \frac{\text{Nombre final de poissons}}{\text{Nombre initial de poissons}} \times 100$$

### I.1.5 Mesure des paramètres de reproduction

Les poissons en captivité sont contrôlés chaque jour pendant la phase lumière pour frai. Les signes de frai chez cette espèce, comprennent une dilatation des papilles génitales et / ou La présence d'œufs à l'intérieur de la cavité buccale (**Fig.68**). Les femelles avec La présence d'œufs, à l'intérieur de la cavité buccale, sont capturés dans un filet à mailles fines et transférés, dans un seau contenant de l'eau douce ; les œufs sont retirés et lavés. Les poissons sont ensuite anesthésiés, mesurés et pesés pour retourner à l'aquarium.



**Figure 67.**Déformation de la partie intérieure de la cavité buccale chez le Tilapia de Nil (Behmene, 2020)

Les paramètres reproductifs suivants sont déterminés selon El-Sayed et *al.*, 2008 :

- Temps nécessaire au premier frai (jours) = Temps écoulé entre la date d'ensemencement et le premier frai.
- Nombre total d'œufs.
- Fécondité absolue moyenne =  $\frac{\text{Nombre total d'œufs par aquarium}}{\text{nombre total de femelles}}$
- Fécondité relative = nombre d'œufs par gramme de poids femelles
- Nombre moyen d'œufs par frai =  $\frac{\text{Nombre total d'œufs par aquarium}}{\text{nombre de fraies}}$
- Nombre total de fraies par bassin.
- Nombre moyen de fraies par femelle =  $\frac{\text{Nombre total de fraies}}{\text{nombre total de femelles}}$
- Intervalles entre les frayères (ISI; jours) = Temps écoulé d'un frai à l'autre du frai répété de Poisson seulement (Coward et Bromage, 1999).
- Le taux d'éclosion est déterminé à l'aide de formule suivante selon (Aung et Thin., 2019).

$$\text{Taux d'éclosion (\%)} = \frac{\text{Nombre de larves écloses}}{\text{Œufs fécondés}} \times 100$$

## **Chapitre I Paramètres de croissance et de reproduction des géniteurs**

### **I.1.6 Analyse des données**

Les données des Statistiques descriptives recueillies, sont analysées à l'aide d'Excel 2016.

## **I.2 Résultats**

### **I.2.1 Etude des paramètres de croissance en aquarium A**

Une première approche des paramètres de croissance, met en évidence l'adaptation des poissons à leur nouvel environnement ( $T= 28^{\circ}$  et photopériode de 18 H /6H en ajoutant la lumière naturelle supplémentaire, et une source de lumière constante voir une luminosité de  $\pm 2500$  lux) pour l'aquarium A et C, quant à l'aquarium B, il a subi un déplacement induisant un stress chez les pensionnaires, dont le spécimen mâle est repéré stérile, vu les résultats médiocres de la reproduction. Une seconde approche met en évidence les performances de la reproduction du Tilapia de Nil et du Tilapia rouge dans différents aquariums voir tableau N° 20, 22 et 24 ainsi que les performances de croissance.

Les résultats de la croissance et les performances de reproductions sont illustrées au (Tab 20 ; Tab 21) pour l'aquarium A ; hébergeant trois géniteurs femelle et un mâle fertile de Tilapia de Nil (*O. niloticus*)

Le poids initial moyen des femelles était de  $43.60 \pm 10.94$  g avec une longueur totale moyenne de  $13,17 \pm 1,04$  cm. Le gain en poids moyen chez les femelles est de  $35,20 \pm 10,37$  g et  $71,42 \pm 33,18$  g chez le mâle du Tilapia de Nil après 60 jours d'observations.

Le taux de croissance est deux fois supérieur chez le mâle avec une moyenne de 0,81 que chez la femelle qui est de  $0,39 \pm 0,06$ . Le facteur de condition chez la femelle est de  $1,74 \pm 0,24$  mais il reste supérieur chez le mâle avec une moyenne de  $1,85 \pm 0,02$ . Dans l'aquarium A, le taux de survie pendant deux mois d'observations est évalué à 66.67 %.

### **I.2.2 Etude des paramètres de Reproduction en aquarium A**

Dans les paramètres de reproduction, nous avons relevé une moyenne de  $18.33 \pm 6.66$  jours nécessaire au premier frai, avec un minimum de 11 jours et un maximum de 24 jours.

Le nombre total d'œufs est de 5466 œufs (Tab.21). La moyenne de fécondité absolue est de 1822 œufs. La fécondité relative varie entre un maximum de 9,21 œufs/g de femelles et un minimum de 4,31 œufs/g de femelles (soit une moyenne de 6,91 œufs/g de femelles).

## **Chapitre I Paramètres de croissance et de reproduction des géniteurs**

Le nombre moyen des œufs par frai est de  $394,01 \pm 128,11$ . (Tab.21), le nombre total de fraies dans l'aquarium A est de (14) fois, avec une moyenne de trois (03) représentant le nombre de fraies pour chaque femelle.

Dans l'aquarium A, L'intervalle de fraie des géniteurs varie entre 16 et 20 jours avec une moyenne de 18 jours.

## Chapitre I Paramètres de croissance et de reproduction des géniteurs

**Tableau 20.** Les paramètres de croissance en Aquarium A de Tilapia du Nil en captivité

Paramètres de croissance	f5	f6	f7	Moye n	Écart- type	Min	Max
Poids initial (g) ♀ (W 1)	31,8	45,60	53,4	43,6	10,94	31,80	53,40
Poids final(g) ♀ (W 2)	77,25	81,04	78,12	78,80	1,99	77,25	81,04
Poids initial (g) ♂ (W 1)	52,2	52,20	52,2	52,20	0,00	52,20	52,20
Poids final(g) (g) ♂ (W 2)	147,0 8	147,0 8	100,1 6	131,4 4	27,09	100,1 6	147,0 8
Longueur initiale (cm) ♀(L1)	12	14	13,5	13,17	1,04	12,00	14,00
Longueur finale (cm) ♀(L2)	17	17,5	16	16,83	0,76	16,00	17,50
Longueur initiale (cm) ♂(L1)	14,5	14,5	14,5	14,50	0,00	14,50	14,50
Longueur finale (cm) ♂(L2)	20	20	17,5	19,17	1,44	17,50	20,00
Gain de poids (g) ♀(GMP)	45,45	35,44	24,72	35,20	10,37	24,72	45,45
Gain de poids ♂(GMP)	94,88	♂	47,96	71,42	33,18	47,96	94,88
Taux de croissance (g / jour) ♀(CIJ)	0,46	0,36	0,34	0,39	0,06	0,34	0,46
Taux de croissance (g / jour) ♂(CIJ)	0,96	♂	0,66	0,81	0,21	0,66	0,96
Taux de croissance spécifique♀(SGR)	0,39	0,25	0,23	0,29	0,09	0,23	0,39
Taux de croissance spécifique ♂(SGR)	0,45	♂	0,39	0,42	0,05	0,39	0,45
Facteur de condition♀(K)	1,57	♂	1,91	1,74	0,24	1,57	1,91
Facteur de condition ♂(K)	1,84	♂	1,87	1,85	0,02	1,84	1,87
Aliments consommés ♀ et ♂ (g)	643	♂	482,6	562,8	113,42	482,6 0	643,0 0
Taux de conversion alimentaire ♀ et ♂(FCR)	3,66		3,14	3,40	0,36	3,14	3,66
Nombre de poissons au début	3						
Nombre de poissons à la fin	2						
Taux de survie (SR%)	66,67						

f5 ; f6 ; f7 :Tilapia du Nil (femelle) de l'aquarium A

## Chapitre I Paramètres de croissance et de reproduction des géniteurs

**Tableau 21.** Les paramètres de reproduction en Aquarium A

paramètre de reproduction	f5	f6	f7	Moy e	Écart- type	Min	Ma x
Temps nécessaire au premier frai (jours)	20	24	11	18,3 3	6,65	11	24
Nombre total d'œufs par femelle	1242	1777	2447	1822	603,75	124 2	244 7
Nombre total d'œufs	5466			5466			
Fécondité absolue moyenne	1822			1822			
Fécondité relative	9,216059 06	7,213 59	4,312 06	6,91 39	2,46	4,31	9,21
Nombre moyen d'œufs par frai	248,4	444,2 5	489,4	394, 01	128,11	248, 4	489, 4
Nombre total de fraies par aquarium.	14			14			
Nombre moyen de fraies par femelle	2,80	3,50	2,80	3,03	0,40	2,8	3,5
Intervalles entre les fraies (ISI ; jours) =	18,5	19,66	16,25	18,1 3	1,73	16,2 5	19,6 6

f5 ; f6 ; f7 : Tilapia du Nil (femelle) de l'aquarium A

### I.2.3 Etude des paramètres de croissance en aquarium B

L'aquarium B hébergeant f3 et f4 qui sont des femelles de Tilapia du Nil (*O. niloticus*) avec un sexe ratio (02/01) deux femelles pour un mâle.

Le poids moyen des femelles initiales est de  $36,87 \pm 8,02$  g et avec une longueur totale moyenne de  $13,00 \pm 1,41$  cm (Tab. 22).

Le gain de poids moyen chez les femelles est de  $60,75 \pm 5,25$  g et 75,41g chez le mâle du Tilapia de Nil. Au niveau de l'aquarium B, le taux de croissance moyen est de l'ordre 0,61 chez les femelles, et de 0,76 pour les mâles.

Le facteur de condition chez la femelle est de  $1,68 \pm 0,17$  alors que chez le mâle il est inférieure avec une moyenne de 1,62. Dans l'aquarium B, le taux de survie pendant deux mois d'observations est de 100% ce qui représente une performance.

### I.2.4 Etude des paramètres de reproduction en Aquarium B

Les performances de reproductions dans l'aquarium B ont accusé un retard, par suite d'un stress causé par un déplacement de l'aquarium au milieu de la phase reproduction vers une salle spéciale destinée au stockages des géniteurs, a cela s'ajoute l'observation confirmée de la stérilité d'un mâle., les résultats sont consignés au **tableau 23**

## **Chapitre I Paramètres de croissance et de reproduction des géniteurs**

Notons qu'une moyenne de  $19 \pm 1.41$  jours est nécessaire au premier frai, avec un minimum de 18 jours et un maximum de 20 jours. Le nombre total d'œufs par femelle varie de 640 à 777 avec une moyenne de  $708,5 \pm 96,87$  œufs (Tab.23). Le nombre total d'œufs est de 1417 œufs.

La moyenne de la fécondité absolue est de l'ordre de 708,5 œufs. La fécondité relative varie entre un maximum de 2,17 et un minimum de 1,56 (avec une moyenne de 1,86 œufs/g de femelles). Le nombre moyen d'œufs par frai est de 236 œufs (Tab. 23), le nombre total de fraies dans l'aquarium B est de 6, avec une moyenne de (02) deux fraies par femelle nombre moyen de fraies par chaque femelle. À l'aquarium B, l'intervalle de frai des géniteurs varie entre 42 et 43 jours avec une moyenne de 42 jours ce qui est attribué à la stérilité du Mâle bien relevée.

## Chapitre I Paramètres de croissance et de reproduction des géniteurs

**Tableau 22.** Les paramètres de croissance en Aquarium B

Paramètres de croissance	F3	F4	Moye	Écart-type	Min	Max
Poids initial (g) ♀	31,20	42,54	36,87	8,02	31,20	42,54
Poids final(g) ♀	88,23	107	97,62	13,27	88,23	107,00
Poids initial (g) (g) ♂	54,50	54,50	54,50			
Poids final(g) ♂	129,91	129,91	129,91			
Longueur initiale (cm) ♀	12,00	14,00	13,00	1,41	12,00	14,00
Longueur finale (cm) ♀	17	19	18,00	1,41	17,00	19,00
Longueur initiale (cm) ♂	14,00	14,00	14,00			
Longueur finale (cm) ♂	20	20	20,00			
Gain de poids (g) ♀	57,03	64,46	60,75	5,25	57,03	64,46
Gain de poids (g) ♂	75,41	75,41	75,41			
Taux de croissance (g / jour) ♀	0,58	0,65	0,61	0,05	0,58	0,65
Taux de croissance (g / jour) ♂	0,76	0,76	0,76			
Taux de croissance spécifique ♀	0,46	0,40	0,43	0,04	0,40	0,46
Taux de croissance spécifique ♂	0,38	0,38	0,38			
Facteur de condition ♀	1,80	1,56	1,68	0,17	1,56	1,80
Facteur de condition ♂	1,62	1,62	1,62			
Aliments consommés ♀ et ♂	555,60					
Taux de conversion alimentaire ♀ et ♂	2,82					
Nombre de poissons au début	2,00					
Nombre de poissons à la fin	2,00					
Taux de survie (SR%)	100,00					

F3 ; F4 : Tilapia du Nil (femelle) de l'aquarium B

## Chapitre I Paramètres de croissance et de reproduction des géniteurs

**Tableau 23.** Le rendement reproducteur des femelles de Tilapia du Nil en Aquarium B

Paramètre de reproduction	f3	f4	Moy	Écart-type	Min	Max
Temps nécessaire au premier frai (jours)	20	18	19	1,41	18	20
Nombre total d'œufs par femelle	640	777	708,5	96,87	640	777
Nombre total d'œufs	1417		1417			
Fécondité absolue moyenne	708,5		708,5			
Fécondité relative	2,17	1,56	1,86	0,43	1,56	2,17
Nombre moyen d'œufs par frai	213,33	259	236,17	32,29	213,33	259
Nombre total de fraies par aquarium.	6	6	6			
Nombre moyen de fraies par femelle	2,00	2,00	2			
Intervalles entre les fraies (ISI ; jours) =	43	42	42,50	0,71	42	43

f3 ; f4 : Tilapia du Nil (femelle) de l'aquarium B

### I.2.5 Etude des paramètres de croissance en aquarium C

Les résultats de la croissance et les performances de reproductions sont illustrés au (Tab.24 ; Tab.25) pour l'aquarium C, il se compose en finalité de 2 femelle et un mâle de Tilapia rouge hybride (*Oreochromis niloticus* \* *O. mossambicus*).

Le poids initial moyen des femelles de Tilapia rouge était de  $45.62 \pm 1.81$ g avec une longueur totale moyenne initiale de 14 cm. Alors que poids final moyen des femelles de Tilapia rouge s'affiche à  $56, 58 \pm 8.94$  g.

Le gain en poids moyen chez les femelles est de  $11,05 \pm 7.13$  g et un gain exceptionnel de  $84.63$  g est observé chez le mâle du Tilapia rouge, Le taux de croissance est supérieur chez le mâle avec une moyenne de 1,48 g alors que chez la femelle, il est de l'ordre de  $0,19 \pm 0.13$ . Le facteur de condition chez la femelle est de  $1.42 \pm 0,02$ , alors que chez le mâle il est légèrement supérieur et affiche une moyenne de 1.65.

## Chapitre I Paramètres de croissance et de reproduction des géniteurs

**Tableau 24.** Paramètres de croissance en Aquarium C

Paramètres de croissance	f1	f2	Moy	Écart-type	Min	Max
Poids initial (g) ♀	44,24	46,8	45,52	1,81	44,24	46,8
Poids final(g) ♀	50,25	62,9	56,575	8,94	50,25	62,9
Poids initial (g)(g) ♂	47,8	47,8	47,8			
Poids final (g) ♂	132,4 3	132,4 3	132,43			
Longueur initiale (cm) ♀	14	14	14			
Longueur finale (cm) ♀	15,2	16,5	15,85	0,91	15,2	16,5
Longueur initiale (cm) ♂	14,5	14,5	14,5			
Longueur finale (cm) ♂	20	20	20			
Gain de poids (g) ♀	6,01	16,1	11,055	7,13	6,01	16,1
Gain de poids (g) ♂	84,63	84,63	84,63			
Taux de croissance (g / jour) ♀	0,10	0,28	0,19	0,13	0,11	0,28
Taux de croissance (g / jour) ♂	1,48	1,48	1,48			
Taux de croissance spécifique ♀	0,09	0,22	0,16	0,09	0,09	0,23
Taux de croissance spécifique ♂	0,78	0,78	0,78			
Facteur de condition ♀	1,43	1,40	1,42	0,022	1,40	1,43
Facteur de condition ♂	1,65	1,65	1,65			
Aliments consommés ♀ et ♂	392,3 9	392,3 9	392,39	0	392,39	392,39
Taux de conversion alimentaire ♀ et ♂	3,68					
Nombre de poissons au début	7					
Nombre de poissons à la fin	2					
Taux de survie (SR%)	28,5714					

f1 ; f2 : Tilapia rouge (femelle) de l'aquarium C

Dans l'aquarium C, le taux de survie durant deux mois d'observation est de 28,57 %, cela est dû à une mortalité élevée des pensionnaires provoquée par la qualité de l'aliment local distribué qui est pauvre en protéines et lipides, utilisé au début de l'expérience, notons également la différence d'Age (taille) dans le stock des géniteurs, qui a créé des comportements agressifs entre sujets de taille et d'âge différents expliquant bien les résultats peu performants des spécimens hébergés à l'Aquarium C.

## Chapitre I Paramètres de croissance et de reproduction des géniteurs

### I.2.6 Etude des paramètres de reproduction en Aquarium C

Le (Tab .25) mentionne les résultats de la reproduction de Tilapia rouge (*Oreochromis niloticus* \* *Oreochromis mossambicus*), et où l'on noté durant la période d'observations, aucun frai pour la femelle (f1)(Tab .7).

Une moyenne de 35 jours est nécessaire au premier frai. Le nombre moyen total œuf est de 1275 œufs. La moyenne de la fécondité absolue est de 637.5 œufs. La fécondité relative est évaluée à 10.98 œufs/g de femelles).

Le nombre moyen d'œufs par frai est de 637.5.(Tab.25), le nombre total de fraies dans l'aquarium est de deux (02), représentant le nombre de fraies par chaque femelle. L'intervalle de frai chez le Tilapia rouge dans les conditions de laboratoire est de 13 jours.

**Tableau 25.** Rendement reproducteur des femelles de Tilapia du Nil en aquarium C

<b>Paramètre de reproduction</b>	<b>f1</b>	<b>f2</b>
Temps nécessaire au premier frai (jours)	0	35
Nombre total d'œufs	0	1275
Fécondité absolue moyenne	0	1275
Fécondité relative	0	12,21
Nombre moyen d'œufs par frai	0	637,5
Nombre total de fraies par aquarium.	0	2
Nombre moyen de fraies par femelle	0	2
Intervalles entre les fraies (ISI; jours) =	0	13

f1 ; f2 : Tilapia rouge (femelle) de l'aquarium C

### I.2.7 Période d'incubation et taux d'éclosion des œufs

La période d'incubation et le taux d'éclosion de chaque femelle avec répétitions sont mentionné au (Tab.26), avec utilisation de deux type de d'incubation, une boîte rectangle de 10 L (**Fig. 69**) et un système d'incubation conçu à partir de bouteilles d'eau minérale (**5 l**) (**Fig.70**), ce système remplace la bouteille de Zog, outil manquant et tout indiqué pour les essais d'incubation.

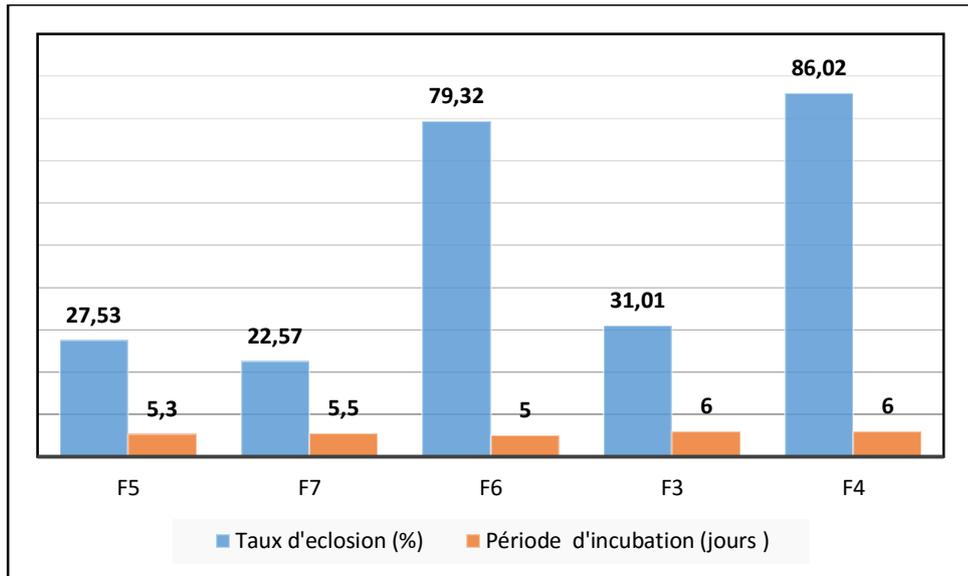


**Figure 68.** Boite d'incubation de 10 L pour le Tilapia du Nil



**Figure 69.** Système d'incubation fabriqué pour le Tilapia du Nil

La période d'incubation est de 5 à six 6 jours dans les conditions de notre laboratoire. (Tab.26), le taux d'éclosion moyen du Tilapia de Nil *O. niloticus* en captivité est de 49.29 % avec un minimum de 22.57% chez la femelle F7 et un maximum de 86.02 % chez la femelles f4 ou l'incubation buccale naturelle a été utilisée pendant 6 jours pour la F4, et le taux d'éclosion relevé est de 86.02%) (**Fig.71**).



**Figure 70.** Période d'incubation et taux d'éclosion d'*O. niloticus*

## Chapitre I Paramètres de croissance et de reproduction des géniteurs

**Tableau 26.**Durée d'incubation et taux d'éclosion d'*O. niloticus*

TILA PIA	Période d'incubation (jours)	Répétions (01)	Répétions (02)	Répétions (03)	Taux d'éclosion (%)	Ecart type	Ma x	mi n
f5	5,3	52,14	10,9	19,56	27,53	21,75	52, 14	10, 9
f7	5,5	20,37	24,77		22,57	3,11	24, 77	20, 37
f6	5	79,32			79,32		79, 32	79, 32
f3	6	31,01			31,01		31, 01	31, 01
f4	6	86,02			86,02		86, 02	86, 02
				Moye	49,29			
				Min	22,57			
				Max	86,02			

F\* : Tilapia du Nil (femelle)

### I.3 Discussion

A travers ces expériences un protocole de suivi de la reproduction du Tilapia de Nil (*O. niloticus*) a été mis en place, malgré les conditions expérimentales précaires représentées par une eau légèrement alcaline et des coupures d'électricité fréquentes signalées au mois de mars.

Les géniteurs avaient un poids de 53,40 g et une longueur totale de 14 cm ont manifesté les signes de premier fraie à 18 jours pour l'aquarium A, 19 jours pour l'aquarium B et 35 jours pour le Tilapia rouge de l'aquarium C. ces résultats se rapprochent bien de ceux avancés par (De Graaf, 2005 ; De Graaf *et al.*, 1999 ; De Silva et Radampola (1990) qui mentionnent au premier fraie un poids de géniteurs oscillant entre 30 et 50g.

La fécondité absolue moyenne dans l'aquarium A s'élève à 1822 œufs, 708,5 œufs pour l'aquarium B et 1275 pour l'aquarium C du Tilapia rouge. Ce paramètre de la fécondité absolue du Tilapia du Nil a été largement documentée :  $2\ 408 \pm 70$  (Campos- Mendoza *et al.*, 2004), 305–2000 (Peterson *et al.*, 2004) et < 100 à 3 000 œufs (De Graaf *et al.*, 1999) dans des Tilapias du Nil cultivés. Nos résultats sont légèrement inférieurs et s'expliquent par les conditions expérimentales précaires signalées plus haut.

## **Chapitre I Paramètres de croissance et de reproduction des géniteurs**

La moyenne de fécondité relative à l'aquarium A est de 4.25 œufs/g de femelles, 1,86 œufs /g pour l'aquarium B. ces valeurs se situent plus ou moins dans les intervalles indiqués par la littérature qui affichent (3,12 œufs /g  $\pm$  0,36 chez les Tilapias cultivés du Nil.

Dans l'aquarium A, L'intervalle de frai des géniteurs oscille entre 16 et 20 jours avec une moyenne de 18 jours. Et de 42 jours pour l'aquarium B. En comparaison avec d'autres études, indiquant une fréquence de frai du Tilapia du Nil variant de 5 jours à 6 semaines (Onumah et al., 2010; Bhujel, 2000; Coward et Bromage, 2000; Macintosh et Little, 1995). Nous pouvons conclure que cet intervalle de fraie se retrouve dans la norme avancée dans la bibliographie.

Un intervalle de frai court, Selon (Babiker et Ibrahim, 1979) se justifie car les Tilapias femelles matures ont différents lots, d'ovocytes simultanés et sont capables, de frayer fréquemment au cours d'une saison, au détriment de la qualité des œufs (Fessehaye, 2006).

Cette fréquence de frai chez le Tilapia reste dépendante des facteurs environnementaux, par ailleurs les jeunes Tilapias ont souvent, des cycles de reproduction plus courts, à cela s'ajoutent Les régimes alimentaires à faible teneur en protéines, entraînent des cycles de reproduction plus longs (Peña-Mendoza et al., 2005; Herbst, 2002; Coward et Bromage, 2000; Srisakultiew, 1993). ce qui confirme les résultats d'observations dans l'aquarium B habitant le Tilapia de Nil

Le contrôle et la prévision de la qualité de l'eau, jouent un rôle important dans la gestion de l'écloserie. Il n'est donc pas surprenant que les pisciculteurs professionnels donne une importance considérable à la qualité de l'eau qui détermine pour une large mesure le succès ou l'échec d'un élevage de poisson (Piper et al., 1982).

Le changement quotidien de l'eau (10%), adopte dans notre cas, et le siphonage bien respecté, auquel s'ajoutent une alimentation nouvelle, et le nettoyage rigoureux du système d'élevage, assurant une meilleure qualité de l'eau, représente à notre sens un paramètre très important pour le frai et la gestion à l'échelle intensive d'une écloserie.

Dans l'élevage en captivité, une densité très élevée est un facteur, qui peut réduire le taux de production des œufs, car la concurrence pour l'espace est rude, provoquant une interaction sociale responsable d'un stress, due également à une faible utilisation des aliments, engendrant une croissance faible et par voie de conséquence une faible fécondité.

## Chapitre I Paramètres de croissance et de reproduction des géniteurs

Par ailleurs les densités d'ensemencement supérieures à 10 kg/m<sup>3</sup>, n'ont pas permis de frayer avec succès (Zimmerman et al., 2000). Un sexe ratio de 1 :3 (M : F) retenu pour notre expérience, est couramment utilisé par les éclosiers du Tilapia ; Toutefois, des ratios plus faibles se traduisent généralement, par une production de semences plus élevée, probablement en raison de la disponibilité de mâles, plus matures par femelle.

Différents chercheurs (El-Sayed, 2007) ont montré que les effets de la photopériode sur la croissance du Tilapia, ont affiché le meilleur taux de croissance et le FCR à 18L : 6D, retenu pour notre cas, suivi de 24L :0D, 12L :12D et 6L :18D

Les poissons élevés sous (18L :6D), ce qui est le cas de notre protocole, présentaient une fécondité totale, significativement plus élevée ( $p < 0,05$ ) ( $2408 \pm 70$  œufs fraient-1) essais (Campos Mendoza et al., (2003 et 2004)).

Ces mêmes auteurs ont montré que le long jour (18L : 6D), aide à améliorer certains traits reproductifs importants du Tilapia du Nil. La Production de semences a été augmentée, par l'augmentation de la photopériode, et des baisses notables dans la production de semences, ont été enregistré lorsque la photopériode était inférieure à 12 heures de lumière (Baroiller et al., 1997).

La présente étude avance un taux d'éclosion oscillant entre un minimum de 22.57 %. et un maximum de 86.02 %. Avec une moyenne de 49.26 %. Ces résultats révèlent, la prolificité du Tilapia malgré les conditions de l'élevage, précaires adoptés dans l'expérimentation, par ailleurs l'obtention d'un faible pourcentage d'éclosion s'explique par le système d'incubation traditionnel, une source d'oxygène faible, et les variations température fréquentes ne répondant pas aux besoins des pensionnaires en saison hivernale.

Un faible taux d'éclosion, nous a contraints à l'adoption, de la méthode d'incubation buccale naturelle qui reste efficace, et où le taux d'éclosion maximum relevé est de 86.02 %, ce qui a permis de suivre l'élevage larvaire du Tilapia, et le repeuplement en entier d'un bassin d'eau destiné, à l'irrigation des plantations agricoles de la ferme expérimentale de Hassi Mameche. Notre taux d'éclosion concorde bien avec les valeurs ci-dessous ainsi et

Selon Aung et Thin., 2019, Le pourcentage maximal du taux d'éclosion était de  $(75 \pm 0,18)$  % à 30°C. Le taux de survie est de 98 % à 26 °C, de 97,2 % à 28 °C, de 97 % à 30 °C et de 97 % à 32 °C respectivement. Le taux de survie aussi diminue avec l'augmentation de la température

## **Chapitre I Paramètres de croissance et de reproduction des géniteurs**

de l'eau, pour maintenir un bon taux d'éclosion et une viabilité des œufs il est recommandé de procéder au changement de géniteurs entre un et deux ans pour assurer une certaine qualité de la semence.

### **I.4 Conclusion partielle**

L'objectif est de caractériser les performances zootechniques de la population de Tilapia du Nil, dans les conditions de laboratoire du (LSTPA), en utilisant deux paramètres très importants à savoir les paramètres de croissance et les performances de reproduction en captivité. Les résultats obtenus indiquent des potentialités zootechniques, ou l'on note une performance de reproduction, très encourageante pour cette population, et Le rendement de frai du Tilapia du Nil dépend de nombreux facteurs différents, en particulier les facteurs environnementaux, la nutrition, la densité, l'âge et la taille des géniteurs, de rapport de sexe et, de photopériode et de la qualité d'eau.

Chapitre II : Développement de l'embryon, de la larve et  
du jeune juvénile Tilapia du Nil *Oreochromis niloticus*

**Chapitre II Développement de l'embryon, de la larve et du jeune juvénile Tilapia du Nil *Oreochromis niloticus***

**Chapitre II : Développement de l'embryon, de la larve et du jeune juvénile du Tilapia du Nil *Oreochromis niloticus***

La biologie du développement est particulièrement importante car elle permet de définir des stades dits « normaux » de développement afin de standardiser les différentes étapes de l'ontogenèse (Hopwood, 2007).

Chez les Téléostéens, il existe de nombreuses stratégies de vie, de reproduction et de développement. La mise en place d'un protocole de référence pour ces espèces en conditions de laboratoire permet alors de comprendre les histoires de vie des individus ainsi que d'identifier les mécanismes impliqués dans l'ontogenèse normale.

La période de développement embryonnaire est cruciale puisque c'est celle durant laquelle le phénotype définitif des individus est construit (Balon, 1990).

### **II.1 Matériel et méthodes**

Afin de réaliser cette étude, un suivi de développement embryonnaire normal de Tilapia de Nil a été soigneusement suivi à l'aide d'outils microscopiques de la fécondation à la première prise de nourriture et puis le suivi de la croissance des larves vers les alevins et les juvéniles de 43 jours.

Nous avons utilisé un microscope et une loupe binoculaire 10 × et 20 × objectifs qui révèlent des détails sur des spécimens vivants.

Des enregistrements de longueur ont été obtenus à partir de spécimens vivants. L'âge était enregistré en heures post-fertilisation (hpf) et dpf, compter le temps de fécondation comme 0 h et le jour de fécondation comme le premier jour.

### **II.2 Résultats**

Le développement embryonnaire commence avec la fécondation et se termine par l'éclosion du chorion (étapes 1–18)(**Tab.27**).

**Chapitre II Développement de l'embryon, de la larve et du jeune juvénile Tilapia du Nil Oreochromis niloticus**

**Tableau 27.** Stades de développement du Tilapia du Nil 30(Fujimura et Okada , 2007).

Période	Étape	Stade	dpf	hpf	Les caractéristiques
Embryon	Zygote	1	1	0-1.5	1 cellule
	Clivage	2	1	1-2	2 cellules
3		1	2	4 cellules	
4		1	3	8 cellules	
5		1	4	16 cellules	
Blastula		6	1	4-12	Blastule précoce
		7	1	12-17	Blastule moyenne
		8	1	17-22	Blastule tardive
	Gastrula	9	2	22-26	Gastrule, épibole = 30–50%
	Segmentation	10	2-3	26-30	Névule, épibole = 50–90%
		11	3	30-40	Fermeture du bouchon vitellin et somitogénèse
		12	3	40-44	Bonnets optiques et dégagement de queue
		13	3	44-48	Différenciation cérébrale
	Pharyngula	14	3-4	48-60	Battement de cœur
		15	4	60-72	Début de la circulation sanguine
		16	4-5	72-90	Agrandissement de la tête
	Éclosion	17	5 - 6	90-100	Extension de mâchoire

## Chapitre II Développement de l'embryon, de la larve et du jeune juvénile Tilapia du

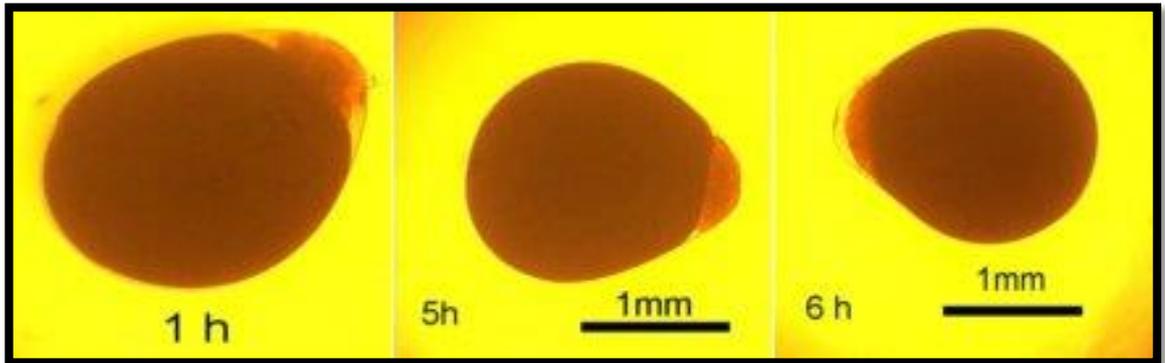
### Nil Oreochromis niloticus

		18	6	110-120	Formation de Gill
Larve	Larve précoce	19	6-7	120-132	Mouvement opératoire
	Larve tardive	20	7	132-144	CFRE 2; LL = 6,5 ± 0,2 mm
		21	7-8		CFRE 3; LL = 6,9 ± 0,2 mm
		22	8-9		CFRE 4; LL = 7,2 ± 0,3 mm
		23	9-10		CFRE 5; TL = 8,1 ± 0,2 mm
		24	9-10		CFRE 6; TL = 8,6 ± 0,2 mm
		25	11-13		CFRE 7; TL = 9,0 ± 0,4 mm
Juvénile	Juvénile précoce	26	12-13		CFRE 8; TL = 9,9 ± 0,4 mm
		27	14-15		CFRE 9; TL = 10,4 ± 0,4 mm
		28	16-20		CFRE 10; TL = 11,9 ± 0,4 mm
		29	19-22		CFRE 11; TL = 12,9 ± 0,5 mm
		30	21-24		CFRE 12; TL = 14,4 ± 0,5 mm
		31	23-25		CFRE 13; TL = 15,6 ± 0,6 mm
		32	25-30		CFRE 14; TL = 17,3 ± 0,8 mm

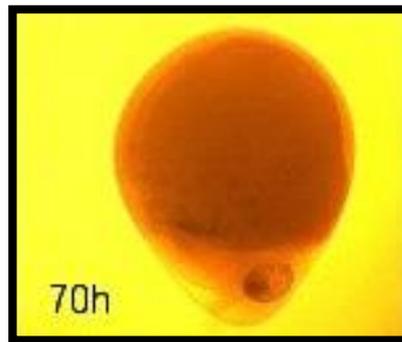
Le développement embryonnaire est subdivisé en sept périodes : La période zygote (0–1,5 hpf), La période de clivage (1,5–4 hpf), La période de blastula (4–22 hpf), La période

**Chapitre II Développement de l'embryon, de la larve et du jeune juvénile Tilapia du Nil *Oreochromis niloticus***

gastrula (22-26 hpf), La période de segmentation (26–48 hpf), La période pharyngula (48–90 hpf)(**Fig.72**), La période d'éclosion (90-120 hpf).



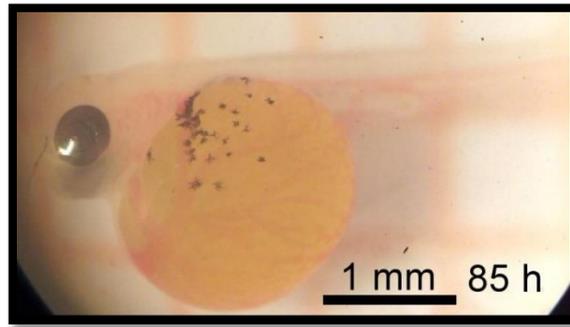
**Figure 71.** Développement embryonnaire du Tilapia du Nil (de 1 heure à 6 h)



**Figure 72.** Le stade Pharyngula du Tilapia du Nil (48–90 hpf)

**La période d'éclosion (90-120 hpf)** se compose de deux étapes ; étapes 17 et 18. La plupart des œufs d'*O. niloticus* éclosent pendant l'étape 17 (5 dpf), bien que certains œufs éclosent plus tôt à l'étape 15 (4 dpf) ou plus tard à l'étape 18 (6 dpf). La période d'éclosion est caractérisée par morphogénèse du squelette pharyngé (**Fig.72, 73**).

**Chapitre II Développement de l'embryon, de la larve et du jeune juvénile Tilapia du Nil *Oreochromis niloticus***



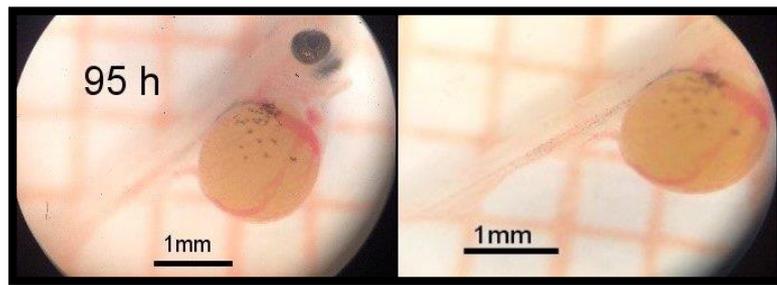
**Figure 73.** L'éclosion période du Tilapia du Nil(90-120 hpf)

- Le développement larvaire commence après la période d'éclosion et caractérisé par l'absorption du jaune (étapes 19-25).
- Le développement larvaire est divisé en deux périodes : larve précoce et larve tardive. La première période larvaire consiste en quatre étapes ; étapes 19–22.
- Les premières larves ont progressivement commencé à bouger leurs mâchoires, lambeaux operculaires et nageoires pectorales.
- La période larvaire tardive consistait en trois étapes ; étapes 23-25.
- La fin de la période larvaire a été caractérisée par la vessie natatoire et fonctionnalisation du pharynx squelette avant de commencer l'alimentation exogène.
- Le début de période juvénile a été caractérisée par l'apparition de l'alimentation exogène et apparition d'un Tilapia marque (ou' Tilapia spot '), c'est-à-dire juvénile spécifique au Tilapia coloration au milieu de la nageoire dorsale (Barel *et al.*, 1977; Holden et Bruton, 1992).

**II.2.1 Période d'éclosion (90–120 h) (Fig.74)**

**A. Étape 17 (5–6 dpf, 90–110 hpf), 90 hpf:  $EL = 4,9 \pm 0,1$  mm .**

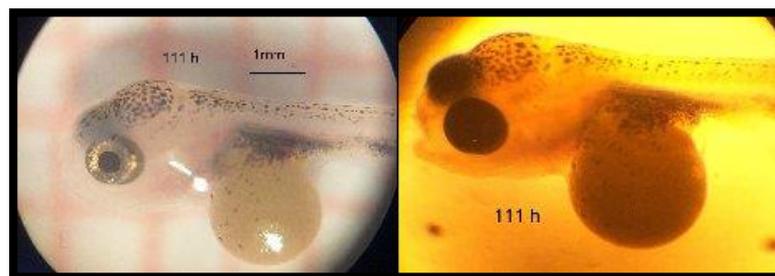
**Chapitre II Développement de l'embryon, de la larve et du jeune juvénile Tilapia du Nil *Oreochromis niloticus***



**Figure 74.** Période d'éclosion du Tilapia du Nil à 95 h

- La bouche dépasse comme mâchoire inférieure progressivement allongé et la tête redressée.
- La bouche est fermée par une fine feuille épithéliale, la membrane oropharyngée, mais a commencé à s'ouvrir.
- Les embryons à ce stade sont généralement éclos.
- Le cœur s'est progressivement déplacé en position sous la tête.
- Chaque arc branchial (III, IV, V, VI) a commencé à se différencier.
- La pigmentation de l'œil était très dense et certains des iridophores dans les yeux sont apparus.
- Une large bande de mélanophores a commencé à couvrir la partie supérieure de l'intestin.

***B. Étape 18 (6 dpf, 110–120 hpf) (Fig.75)***



**Figure 75.** Développement larvaire du Tilapia du Nil à 111h

## Chapitre II Développement de l'embryon, de la larve et du jeune juvénile Tilapia du Nil *Oreochromis niloticus*

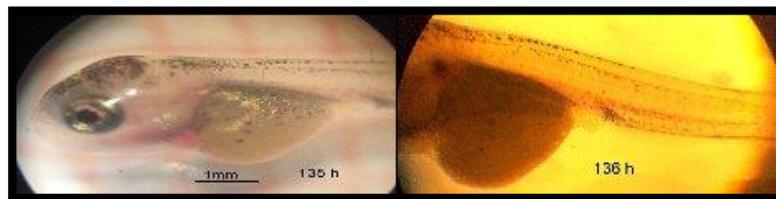
- Chaque arc branchial (III, IV, V, VI) avait développé une tige cartilagineuse et des filaments branchiaux se sont formés.
- Le thymus (Thy) formé comme un renflement sur la surface dorso-latérale au pharynx cavité (Fishelson, 1995b).
- Dans la région hypurale de la nageoire caudale, la circulation sanguine a formé plus de boucles et les rayons de la nageoire caudale ont commencé à se former.
- Il y avait de nombreux mélanophores dans la cavité intestinale et sur la face dorsale surface de la tête.

### ➤ Stades de développement au début de la période larvaire d'O. *Niloticus*

#### II.2.2 Début de la période larvaire (Fig.76)

C. Stade 19 (6–7 dpf, 120–132 hpf), LL = 6,2 ± 0,1 mm.

D. Stade 20 (7 dpf, 132–144 hpf), LL = 6,5 ± 0,2 mm.

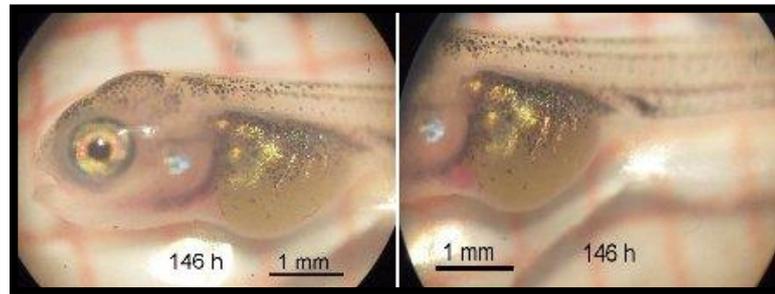


**Figure 76.** Développement larvaire du Tilapia du Nil à 136h

- Les mouvements des branchies et de la bouche étaient plus forts.
- Le pli de la nageoire dans la zone dorsale et les nageoires anales ont commencé à se différencier.
- L'inflation de la vessie natatoire a commencé, mais cela n'a pas permis pour que la larve flotte complètement parce que le jaune était encore grand.
- Les branchies étaient presque entièrement recouvertes par l'opercule.
- Plus de mélanophores étaient visibles en haut de la tête et sous le pharynx.
- Un intensément une masse jaune a commencé à remplir l'intestin.

**Chapitre II Développement de l'embryon, de la larve et du jeune juvénile Tilapia du Nil *Oreochromis niloticus***

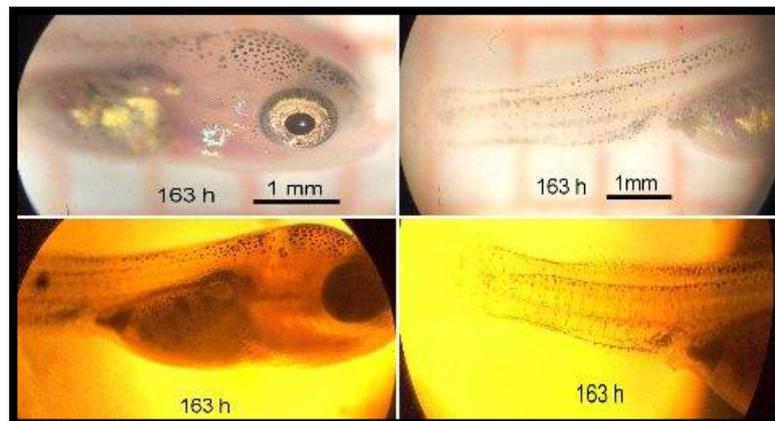
**E. Stade 21 (7–8 dpf) (Fig.77)**



**Figure 77.** Développement larvaire du Tilapia du Nil à 146 h

- Les os de la mâchoire supérieure et le cleithrum se sont formés
- Plus de mélanophores étaient visible en haut de la tête, sous le pharynx et les régions de la queue du tronc.
- Quelques iridophores a commencé à se différencier sur la surface latérale à la Postérieure de l'intestin.
- Le cœur a été progressivement mettre dans l'espace sous le pharynx.

**F. Stade 22 (8–9 dpf), LL = 7,2 ± 0,3 mm. (Fig.78)**



**Figure 78.** Développement larvaire du Tilapia du Nil à 163 h

- L'absorption du jaune a commencé et la taille du jaune était plus petite.
- Les rayons dorsaux dans la partie postérieure de la nageoire dorsale ont commencé à forme.

## Chapitre II Développement de l'embryon, de la larve et du jeune juvénile Tilapia du Nil *Oreochromis niloticus*

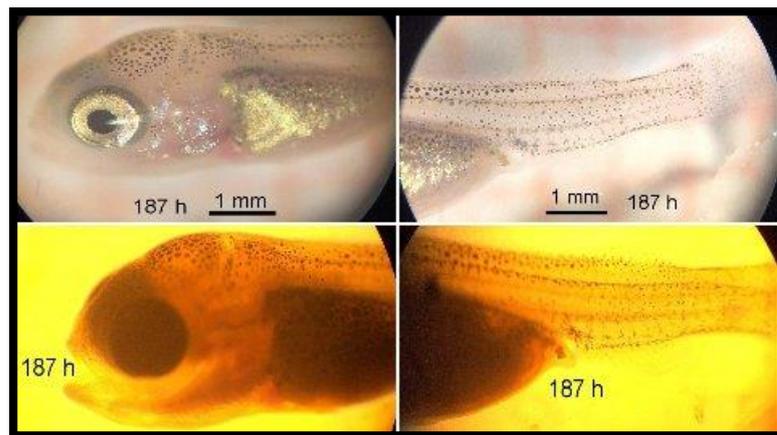
- Trois paires de des dents ont été observées sur la mandibule.
- Plus de mélanophores étaient visibles au sommet de la tête et sous le pharynx.
- Il y a de nombreux mélanophores dans les régions tronc-queue.
- Il y a de nombreux iridophores sur la surface latérale à l'intestin et la surface de l'opercule.

### **Stades de développement à la fin de la larve et au début périodes juvéniles d'*O. niloticus***

Dans cette section, nous décrivons les étapes 23 à 32 à la fin des périodes larvaires et juvéniles précoces.

#### **II.2.3 Période larvaire tardive**

**G. Stade 23 (9–10dpf), TL = 8,1 ± 0,2 mm. (Fig.79)**



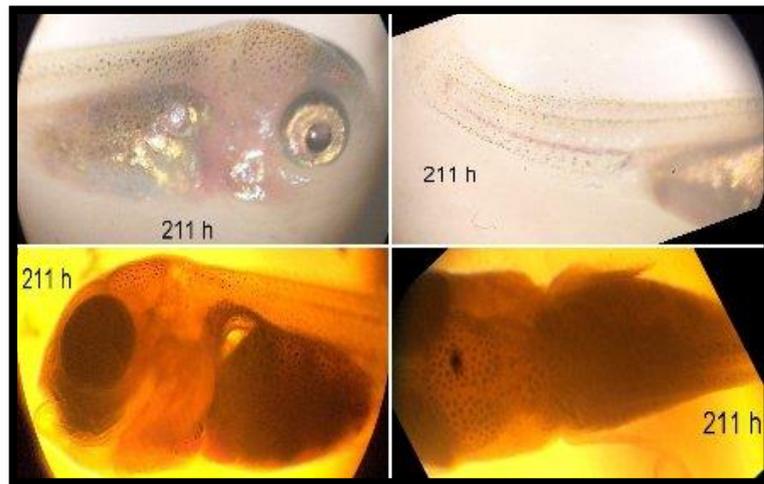
**Figure 79.**Développement larvaire du Tilapia du Nil à 187 h

Le gonflage de la vessie natatoire a permis au poisson de flotter.

- Les rayons mous dorsaux dans la partie postérieure une partie de la nageoire dorsale se formaient .et de la nageoire anale.
- La séparation de la nageoire caudale pour former le caudal pédoncule.
- Il y a de nombreux mélanophores à la surface du tronc- régions de la queue.
- Il y a aussi « tissu blanc non identifié » avec de nombreux iridophores couvrant 50% le jaune à la suite de l'absorption du jaune.

**Chapitre II Développement de l'embryon, de la larve et du jeune juvénile Tilapia du Nil *Oreochromis niloticus***

***H. Stade 24 (9–10 dpf), TL = 8,6 ± 0,2 mm. (Fig.80)***

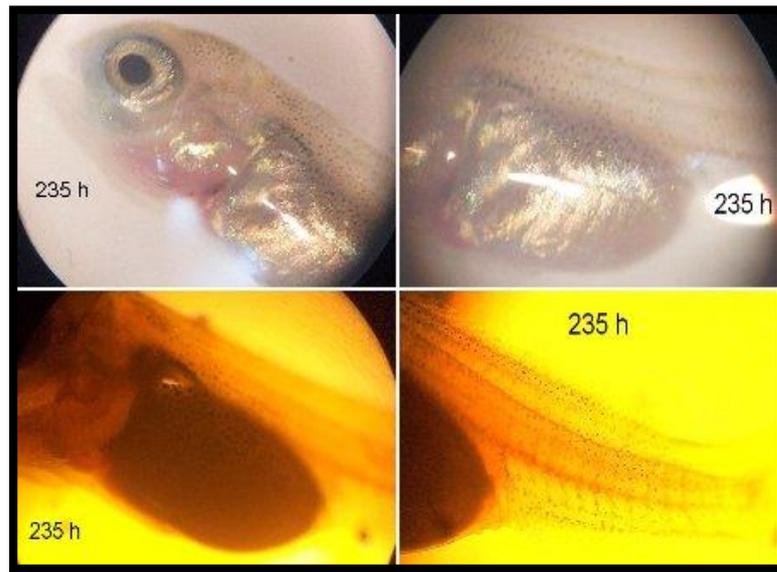


**Figure 80.**Développement larvaire du Tilapia du Nil à 211 h

- Le jaune étant absorbé de manière substantielle, 75% à recouvrir de « tissu blanc non identifié ».
- La vessie natatoire est entièrement développée.
- Épines dorsales dans la partie antérieure, une partie de la nageoire dorsale et des rayons mous anaux dans les nageoires anale et l'anus commence à se former.
- Commencement de la morphogenèse des canaux de la ligne latérale (Munz ,1979; Tarby & Webb , 2003) et les neuromastes ont été observées (Webb 1989 , 1990).

**Chapitre II Développement de l'embryon, de la larve et du jeune juvénile Tilapia du Nil *Oreochromis niloticus***

***I. Stade 25 (11–13 dpf), TL = 9,0 ± 0,4 mm. (Fig.81)***



**Figure 81.**Développement larvaire du Tilapia du Nil à 235 h

- Au fur et à mesure que l'absorption du jaune a progressé, plus de 90% du jaune semblent recouverts.
- Les poissons commencent à chercher de la nourriture (par exemple, des crevettes de saumure).
- Les épines anales commencent se former dans la partie antérieure de la nageoire anale.

**Chapitre II Développement de l'embryon, de la larve et du jeune juvénile Tilapia du Nil *Oreochromis niloticus***

**II.2.4 Période juvénile précoce**

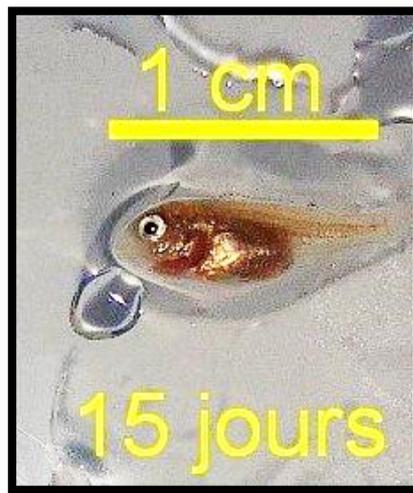
**J. Stade 26 (12–13 dpf) (Fig.82) et Stade 27 (Fig.83)**



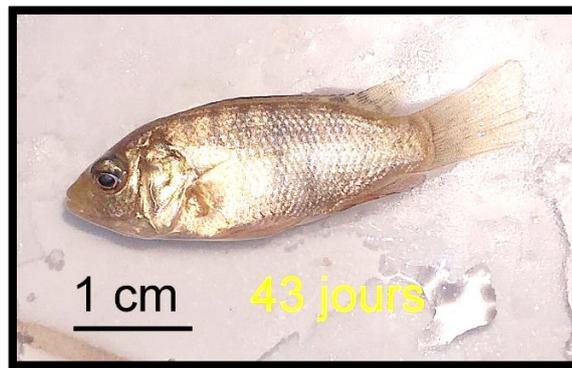
**Figure 82.**Développement larvaire du Tilapia du Nil à 260 h

- Comme le jaune est complètement absorbé par le corps murs de la cavité (bien que les restes de celui-ci restent sous l'intestin), il semblait être couvert à 100%.
- Il y a des mélanophores dispersés sur la face de la nageoire dorsale.
- Les mélanophores pour la marque du Tilapia est plus reconnaissable.
- Rayons de la nageoire pelvienne commence à se différencier et une agrégation du mésenchyme a pu être vu dans la nageoire pelvienne.

**Chapitre II Développement de l'embryon, de la larve et du jeune juvénile Tilapia du Nil *Oreochromis niloticus***



**Figure 83.** Stade 27 du Tilapia du Nil (14–15 dpf)



**Figure 84.** Juvéniles de 43 jours du Tilapia du Nil

- Les bandes verticales de mélanophore et des iridophores sont formés sur les côtés de juvéniles progressivement (**Fig.84**) de 43 jours.

### **II.3 Discussion**

Les stades de développement d'*O. niloticus*, sont définis de manière simple, et leurs étapes chez des cichlidés observées au laboratoire (LSTPA) sont numérotées plutôt que nommées, cela facilite bien la mémorisation et la reconnaissance des séquences de développement. Ce système de stadification numérotée est emprunté à (Fujimura et Okada, 2007).

Plusieurs changements dynamiques se sont produits au début de la période larvaire du Tilapia du Nil : (1) différenciation des espèces non appariées ailette ; (2) développement des

## Chapitre II Développement de l'embryon, de la larve et du jeune juvénile Tilapia du Nil *Oreochromis niloticus*

dents ; (3) différenciation des plusieurs os du derme ; (4) formation de bourgeons de nageoire pelvienne ; (5) gonflement de la vessie natatoire ; (6) apparence de iridophores ; (7) l'expansion des mélanophore ; et (8) maturation de l'intestin.

Ces événements sont considérés comme une transition « larvaire à juvénile » du Tilapia du Nil. La transition du Tilapia du Nil peut également être méditée par stimulation crinière, y compris les hormones thyroïdiennes, des follicules Thyroïde de Tilapia du Nil sont observés au stade 21 à stade 22 (Morrison *et al.*, 2001), tandis que dans d'autres Tilapia (*O. mossambicus*), les hormones thyroïdiennes commencent à augmenter juste avant l'absorption du jaune (Reddy *et al.*, 1992).

Le Tilapia est un exemple de laboratoire très utile (par exemple, une technique transgénique a été mise au point, examiné par Maclean *et al.*, 2002. Selon Morrison *et al.*, 2001, signalent que le taux de développement dépend de la L'âge des géniteurs, étant généralement plus lent et plus variable dans les œufs de géniteurs plus âgés.

Kimmmel *et al.*, 1995 avancent, qu'il existe une asynchronie en développement, même au sein d'un seul l'embryon qui est fertilisé simultanément, et élevé sous conditions optimales ce qui est obtenu dans nos résultats expérimentaux.

Les premiers stades de clivage sont similaires à ceux décrit dans *Oreochromis niloticus* par Galman et Avtalion (1989) et chez le poisson zèbre par Kimmmel *et al.*, (1995). Cependant, la période de clivage est terminée 2 h après la fécondation chez le poisson zèbre ( Kimmmel *et al.*, 1995), mais seulement après environ 5 h chez *O. niloticus* (Tab.27).

Fishelson (1966) décrivent que les premiers rayons des nageoires anales apparaissent à 6-7 jours, alors que Morrison *et al.*, 2001, les signalent dans une couvée 9 jours après la fécondation.

Morrison *et al.*, 2001, constatent que l'inflation de la vessie natatoire apparait au 8è jours, alors que Fishelson (1966) la signale entre le 8 et le 9 jours chez les deux espèces *O. niloticus* et *O. mossambicus*, Wanget *al.*, 1981 trouvent l'inflation de la même vessie natatoire chez *O. niloticus* au 9 jours. .

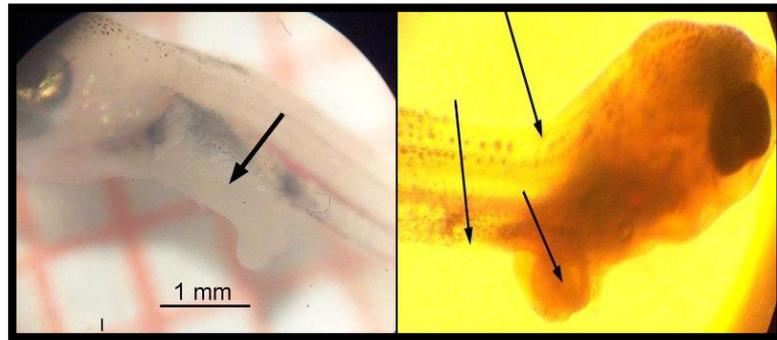
Dans notre cas, l'inflation de la vessie natatoire arrive à peu près en même temps que le début de l'activité d'alimentation comme signalé chez d'autres Tilapias (Doroshev *et Cornacchia*, 1979; Wanget *al.*, 1981; Takemura, 1996).

## Chapitre II Développement de l'embryon, de la larve et du jeune juvénile Tilapia du Nil *Oreochromis niloticus*

Notre étude révèle que le foie se développe, entourant le jaune et le tube digestif durant les 5 jours qui suivent, la fécondation ce qui est comparable à la période de 4 - 5 jours avancée par Fishelson (1995). Qui mentionne la présence jaune granulé dans les hépatocytes et suggère que le foie peut aider, à la digestion du jaune. Le foie étant bien vascularisé, les produits de la digestion du jaune pourraient ensuite être dans l'intestin ou dans d'autres organes.

### **II.4 Les anomalies observées au cours de l'expérimentation.**

L'observation des anomalies et malformations embryonnaires totales ou Partielles parfois internes et/ou externe durant la première phase expérimentale sont signalées, et dues principalement à la nature de l'aliment fabriquée localement, et la qualité de l'eau, utilisée soupçonnée être trop javellisée, pour les pensionnaires vivants en captivité dont le taux de mortalité a été parfois très élevé (Fig.85, 86,87).

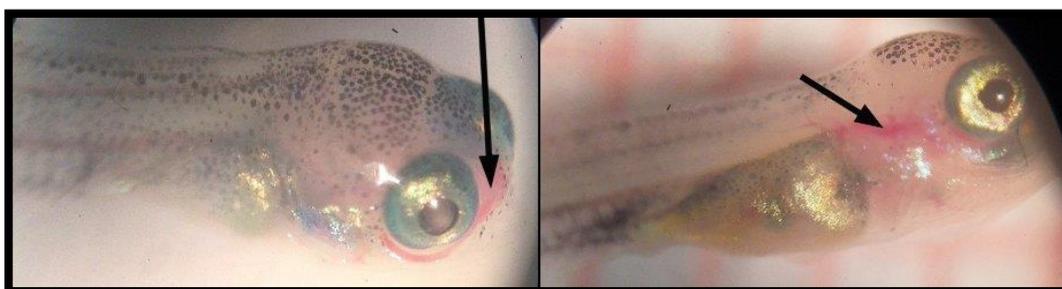


**Figure 85.**Déformations fréquentes de Tilapia du Nil (estomacs et intestin (Int) et anus)

**Chapitre II Développement de l'embryon, de la larve et du jeune juvénile Tilapia du Nil *Oreochromis niloticus***



**Figure 86.**Déformations « Détail de la tête »,déformationsdes yeux de Tilapia du Nil



**Figure 87.**Déformations de Tilapia du Nil (Détail de la tête + cavité cardiaque)

Jusqu'à présent, il est admis que les conditions d'élevage artificiel, peuvent avoir un impact significatif sur la survenue de déficiences du développement chez plusieurs espèces et que les difformités et l'incidence semblent être beaucoup plus faibles chez les populations sauvages (Boglione et al., 2013).

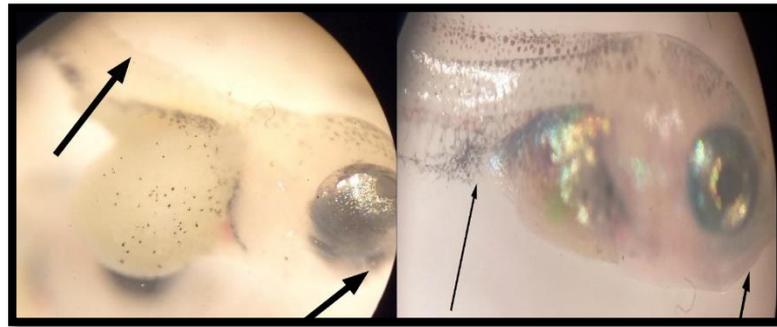
Parmi les différents types de déformations signalées dans la littérature, nous notons ce qui concernent le squelette (axe corporel et la bouche) (Fig.88), le jaune et la vessie natatoire sont plus souvent décrits et bien mentionnées pour plusieurs espèces (Boglione et al., 2013).

Ici, nous montrons que pour le Tilapia de Nil au moment d'élevage, les principales catégories de difformités observées correspondent à l'axe squelettique et les difformités buccales ainsi que les malformations cardiaques et les difformités du jaune (Fig.88).

Les anomalies du jaune sont signalées chez le saumon de l'Atlantique en raison d'un stress excessif pendant la période précédant le frai (Eriksen et al., 2006). Peu d'informations

## Chapitre II Développement de l'embryon, de la larve et du jeune juvénile Tilapia du Nil *Oreochromis niloticus*

sont disponibles sur les déterminants potentiels de ce type de difformité, à l'exception de la nutrition et de la génétique (Boglione et al., 2013). La fréquence de déformation buccale significativement élevée peut s'expliquer par des polluants potentiellement présents dans les aquariums (Gaillard, 2014), en ajoutant à la qualité d'eau au moment de l'apparition du « coronavirus 2020 en Algérie », sources élevées de chlores à cause de l'ajout de doses anormales d'eau de javel dans la conduite principale de l'eau destinée à la consommation.

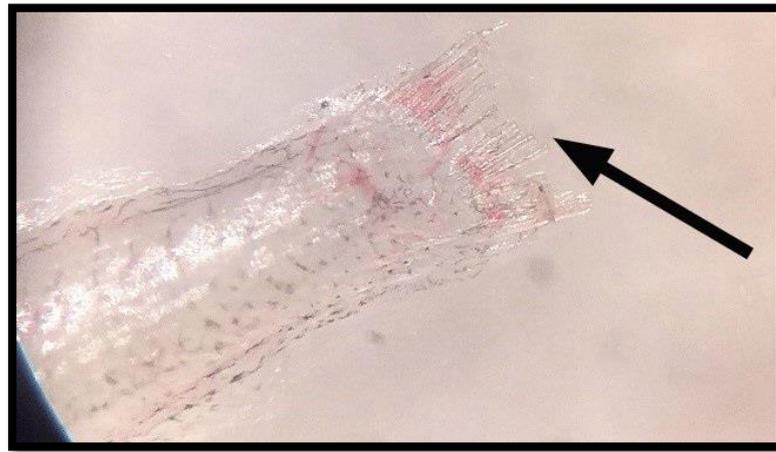


**Figure 88.** Déformation et raccourcissement de la mâchoire du Tilapia du Nil

En effet, l'accumulation de contaminants environnementaux dans les ovocytes des poissons peut nuire au développement et provoquer des malformations buccales (Jeziarska et al., 2009).

Il a été démontré qu'ils peuvent résulter de plusieurs facteurs (exposition à la lumière ultraviolette, vieillissement post-ovulatoire, nutrition et conditions d'élevage (Fig.89) et qu'ils peuvent avoir une incidence sur la santé, le comportement, la survie et la croissance des poissons (Bonnet et al., 2007 ; McElwainet al., 2013).

**Chapitre II Développement de l'embryon, de la larve et du jeune juvénile Tilapia du Nil *Oreochromis niloticus***



**Figure 89.** Difformité de la nageoire « caudale » du Tilapia du Nil

Certains yeux macroscopiquement normaux présentent des anomalies de la structure cellulaire. Ils peuvent mener à des individus présentant d'énormes déficiences visuelles, ce qui pourrait compromettre leur survie (**Fig.89**).

D'autres catégories de malformations (digestives, nageoires, urinaires, crâniennes et multivariées) n'ont jamais été ou très mal décrites dans la littérature. Cela peut être dû à leur faible fréquence et difficultés d'observation par rapport à d'autres anomalies. Toutefois, elles peuvent expliquer, au moins en partie, certains problèmes de survie à certains stades spécifiques.

Ces anomalies peuvent altérer certaines fonctions biologiques importantes comme la digestion, l'excrétion et la locomotion des poissons.

Cette phase expérimentale indique que la déformation des structures liées aux nageoires, estomacs, jaune, tête, yeux, et cœurs largement observées dans les éclosiers, peuvent provenir des altérations déjà déterminées aux stades embryonnaires.

## **II.5 Conclusion partielle**

Les résultats observés dans notre étude indiquent que l'on peut éviter ces anomalies en utilisant un aliment de haute qualité et assurer une source d'eau non polluée et de qualité répondant aux normes d'élevage Aquacole, par ailleurs d'autres études complémentaires sont nécessaires pour mieux caractériser toutes ces anomalies constatées, en outre les populations de poissons adaptées à ces conditions présentent des divergences phénotypiques et génétiques

**Chapitre II Développement de l'embryon, de la larve et du jeune juvénile Tilapia du**  
**Nil Oreochromis niloticus**

qui pourraient également influencer l'occurrence des malformations.. Toutefois, la combinaison de plusieurs paramètres peut avoir des effets additifs ou antagonistes. Même si certaines anomalies peuvent être liées à certains facteurs spécifiques, en outre des suivis de ces expériences à l'avenir s'imposent, afin d'améliorer les conditions d'élevage des poissons. Qui peuvent constituer des normes d'élevage et donc un outil de vulgarisation pour les aquaculteurs.

# Chapitre III : Effets de niveau et fréquence d'alimentation chez les alevins de Tilapia du Nil en captivité

## Chapitre III Effets de niveau et fréquence d'alimentation chez les alevins de Tilapia du Nil en captivité

### **Chapitre III : Effets de niveau et fréquence d'alimentation chez les alevins de Tilapia du Nil en captivité**

Les Tilapias occupent un rang élevé, dans la production aquacole mondiale à côté de la production de carpes [Chowdhury\(2011\)](#), Selon [El-Sayed \(2006\)](#), les attributs qui font du Tilapia une espèce idéale pour l'aquaculture, en particulier pour les pays en développement sont : croissance rapide, poissons omnivores, pouvant utiliser une proportion élevée de sources végétales bon marché, s'accommode un large éventail de conditions environnementales, (température, salinité, lumière, et faible d'oxygène dissous etc.).

Résistance au stress et aux maladies, Intervalle de génération court, peu d'aliments complémentaires, dans un environnement naturel immédiatement après l'absorption du sac vitellin. Ils sont devenus parmi les poissons alimentaires les plus importants au monde ([Lim et Webster, 2006](#)), appelés parfois « **poulets aquatiques** », c'est en raison de ces multiples avantages que l'on se propose de tester, deux paramètres traitant des niveaux et fréquences d'apport Alimentaire chez les alevins produits au niveau du laboratoire sciences et techniques de production animale. Malgré le grand potentiel de la culture du Tilapia, il est enregistré une pénurie de production d'alevins, ne répondant pas à une demande mondiale sans cesse croissante, ce qui représente un obstacle majeur, à l'expansion de la culture intensive de ces poissons, en effet l'identification de régimes et fréquences alimentaires optimaux, aidera les pisciculteurs à obtenir un cycle de production court, avec une alimentation raisonnée, permettant d'obtenir un poisson de taille marchande convenable ([Oh et Venmathi Maran , 2015](#)). Par ailleurs Ces régimes varient selon les pays. Espèce, taille, âge, composition de la nourriture, et environnement d'élevage ([Wang et al., 1998 ; Lee et al., 2000 ; Cho et al., 2003 ; Xie et al., 2011](#)). D'où l'intérêt porté aux variations des niveaux et fréquence d'alimentation chez les alevins de Tilapia du Nil en captivité. Pour tester ces paramètres et obtenir des valeurs guides, intéressant les écloséries en Algérie, à ce titre un protocole expérimental similaire à celui adopté pour le suivi de la croissance des géniteurs, a été mis en place au niveau du laboratoire, en saison estivale durant un mois de suivi du 28/05/2020 au 02/07/2020.

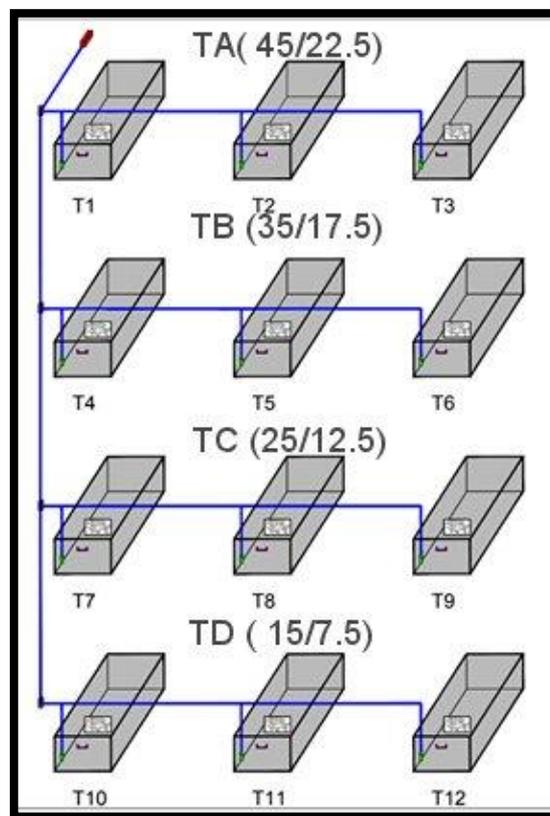
#### **III.1 Matériel et méthodes**

Les protocoles réalisés au niveau du laboratoire pour les paramètres de croissance appliqué aux géniteurs et alevins sont similaires voir chapitre : « Paramètres de croissance et de reproduction des géniteurs du Tilapia du Nil ».

### Chapitre III Effets de niveau et fréquence d'alimentation chez les alevins de Tilapia du Nil en captivité

#### III.1.1 Niveau d'alimentationchez le Tilapia du Nil

(240) alevins de Tilapia du Nil de sexe mélangé, destinés à tester le régime alimentaire et (240) autres alevins pour la fréquence d'alimentation, dont le poids moyen initial s'élève à  $(0.03 \pm 0.04g$  ; correspondant à une taille moyenne de 1.4 cm, répartis au hasard dans (12) boîtes contenant chacune 2 alevins / L, ce qui correspond à une densité acceptable selon (El-Sayed, 2000). Les alevins sont alimentés en granulés d'importation « **Naturalleva** », à apparente satiété à différentes régime d'alimentation, et fréquences d'alimentation, séparée en quatre groupes disposant chacun de son propre régime alimentaire (**Fig.90**), et de sa fréquence de nutrition (**Fig. 91**).



**Figure 90.** Conception expérimentale (régime d'alimentation) de Tilapia du Nil

Le régime alimentaire journalier optimale est de 45% de la biomasse pour les deux premières semaines du (28/05/2020 au 11/06/2020), par la suite il est réduit de moitié soit (22.5 %) pour les semaines restantes jusqu'au (02/07/2020), cela concerne les alevins en captivité pour la catégorie « TA (45/22.5) » et la même approche est appliquée pour les autres catégories voir TB (35/17.5) ; TC (25/12.5) et TD (15/7.5). (**Fig. 90**)

### Chapitre III Effets de niveau et fréquence d'alimentation chez les alevins de Tilapia du Nil en captivité

La quantité d'aliment est recalculée chaque deux semaine. Les alevins d'*O. niloticus* sont nourris entre 9h :00 ,15 :00 h et 21h :00 heures, à raison de 3 nourrissages par/jour. Les traitements ont été conçus en tant que **TA (45/22.5)**, **TB (35/17.5)**, **TC (25/12.5)** et **TD (15/7.5)** et chaque traitement comporte trois répétitions.

TA (45/22.5) (T1, T2, T3).

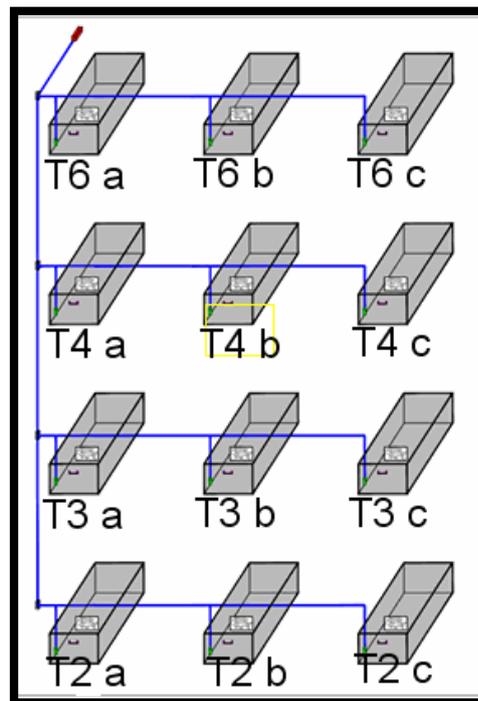
TB (35/17.5) (T4, T5, T6).

TC (25/12.5) (T7, T8, T9).

TD (15/7.5) (T10 ; T11, T12).

#### **III.1.2 Fréquence d'alimentation chez le Tilapia du Nil**

(240) autres Alevins de Tilapia du Nil de sexe mélangé, sont répartis au hasard dans (12) boîtes contenant une densité de 4 alevins / L, correspondant à la norme suggérée par (El-Sayed, 2000). (Fig.91).



**Figure 91.** Conception expérimentale (fréquence d'alimentation) de Tilapia du Nil

### **Chapitre III Effets de niveau et fréquence d'alimentation chez les alevins de Tilapia du Nil en captivité**

La ration alimentaire journalière optimale est de **45%** de la biomasse pour les deux premières semaines de (28/05/2020 au 11/06/2020) et de **22.5%** de la biomasse pour les deux dernières semaines de l'expérience concernant la période allant du (12/06/2020 au 25/06/2020), La quantité d'aliment est recalculée au début de chaque semaine.

Les alevins d'*O. niloticus* sont nourris entre 9h :00 et minuit 00 h 00, à raison de 2 à 6 nourrissages par/jour. Les traitements ont été conçus en tant que T (6), T (4), T (3) et T (2) et chaque traitement comporte trois répétitions.

**T (6)** (T6 a, T6 b, T6 c), avec une fréquence alimentaire de six fois par jour (06) à 9h :00 ; 12h :00 ; 15h :00 ; 18 h :00 ; 21H00 et 00h00.

**T (4)** (T4 a, T4 b, T4 c), avec une fréquence d'alimentation de quatre fois par jour (04) à 9h :00 ; 12h :00 ; 15 h :00 et 18h00.

**T (3)**(T3 a, T3 b, T3 c), avec une fréquence de trois fois (03) par jour à 9h :00 ; 12h :00 et 15h00.

**T (2)** (T2a, T2 b, T2 c), avec une fréquence de deux fois (02) par jours à 9h :00.

#### **III.1.3 Fréquence d'alimentation chez le Tilapia rouge**

Les alevins sont répartis au hasard dans douze (12) boîtes carrées en plastique et contenant au maximum 4 alevins / litres d'eau. Les alevins sont alimentés en granulés à apparente satiété à différentes fréquences d'alimentation séparée en quatre groupes. Les traitements ont été conçus en tant que T1, T2, T3 et T4 respectivement, une fois (T1) à 06h00, deux fois (T2) à 06h00 et à 18h00, trois fois (T3) à 06h00, 12h00 et à 18h00 et quatre fois (T4) 06h00, 12h00, 18h00 et à 00h00, et exposés à la lumière pendant 12 heures par jour.

Chaque groupe est constitué de trois répétitions, nourris avec aliment commercial (DZIRAPONIC) fabriqué localement, une taille d'aliments de 0.8 mm à un poids corporel de 15%.

Les données des Statistiques descriptives recueillies, sont analysées à l'aide d'Excel 2019. et logicielle (R) et testées pour la normalité et l'homogénéité de la variance avant d'avoir

### **Chapitre III Effets de niveau et fréquence d'alimentation chez les alevins de Tilapia du Nil en captivité**

été soumis à l'analyse de variance (ANOVA ;  $p \leq 0,05$ ) et de la méthode de Duncan. Un test de plage multiple a été utilisé pour comparer les différences moyennes.

#### **III.2 Résultats**

##### **III.2.1 Régime d'alimentation chez le Tilapia du Nil**

Le gain en poids est différent pour les quatre essais ; avec une valeur minimale mesurée en TD (15/7.5) de  $1.13 \pm 0.009$  g, Une valeur maximale en TA (45/22.5) qui est de  $2.20 \pm 0.886$  g (**Fig.92**). Selon les résultats du Test **Annova** (Tab.28), aucune différence significative n'est relevée soit (0,08) entre traitements.

**Chapitre III Effets de niveau et fréquence d'alimentation chez les alevins de Tilapia  
du Nil en captivité**

**Tableau 28 . Paramètres de croissance du Tilapia du Nil nourri à différentes rations alimentaires**

Paramètre	TD (T15/T 7,5)	TC (T25/T 12,5)	TB (T35/T 17,5)	TA (T45 /T 22,5)	
GP	1,13±0,009 "a"	1,36 ±0,043 "a"	1,94±0,358 "a"	2,20 ±0,886 "a"	0,0822 ,
GT	3,00±0,173 "a"	3,10±0,086 "a"	3,51±0,4907 "a"	3,50±0,692 "a"	0,392
TC	0,028	0,034±0,001	0,049±0,008	0,054±0,022	0,0822 ,
SGR	7,17±0,008	7,38±0,002	7,65±0,141	7,49±0,605	0,348
FCR	0,78 "a"	1,64 "b"	2,11 "c"	3,94 "d"	<2e-16 ***
FCE	127,55 "d"	60,79 "c"	47,25 "b"	25,38 "a"	<2e-16 ***
K	1,37±0,16 "a"	1,53±0,13 "ab"	1,66±0,2 "ab"	1,81±0,05 "b"	0,0307 *
TS	95	96,66±2,89	88,33±5,77	71,66±5,77	0,000388 ***

La signification statistique des codes : La signification statistique des codes : le taux de sécurité est 99,99%(0 '\*\*\*') /99%( 0,001 '\*\*') / 95% (\*' 0,05) / 90% (0,1) / 100% (1);TD(T15/T 7,5) : niveau d'alimentation de 15 % de la biomasse pour les deux premières semaines d'élevage et 7,5 % de la biomasse pour les deux semaines qui reste.

Le gain en taille (GT) moyen s'élève à 3 ±0.17 cm pour **TD (T15/T 7,5)**et une moyenne maximum de 3.5 ±0.692 cm **TA (45/22.5)**(Fig.93),nous relevons également une différence significative entre les quatre traitements (Tab.28).

La moyenne du Taux de croissance varie entre un minimum de 0.03 g au **TD (15/7.5)**et un maximum de 0.05 ±0.022 gau **TA (45/22.5)**(Fig.94, Tab.27).À ce niveau il n'est constaté aucune différence significative entre les rations Alimentaires.

La moyenne de Taux de croissance spécifique (SGR) varie entre un minimum de 7.17±0.008 g au TD (15/7.5) et un maximum de 7.65±0.141 gauTA (45/22.5) (Fig.95, Tab.27), pareil aucune différence significative n'est observée entre les différentes rations alimentaires.

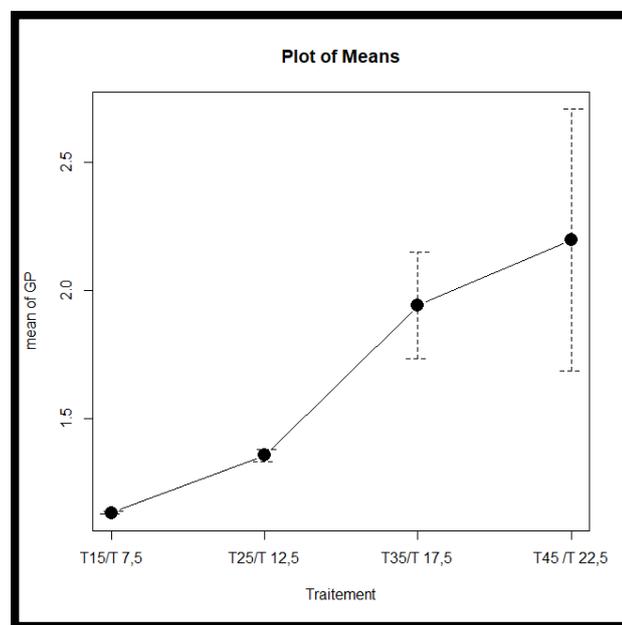
### Chapitre III Effets de niveau et fréquence d'alimentation chez les alevins de Tilapia du Nil en captivité

La moyenne du taux de conversion alimentaire (FCR) varie entre un minimum de 0.78 au TA (45/22.5) et un maximum de 3.94 au TD (15/7.5) (**Fig.96, Tab.27**). À ce niveau, nous mentionnons, une différence très significative de  $<2e-16$  \*\*\* entre les rations d'alimentation.

Les valeurs de l'efficacité de conversion des aliments en pourcentage FCE (%) sont comprises entre 25.38% TD (15/7.5) et 127.55% TA (45/22.5) pendant la phase de l'étude (**Fig.97, Tab.27**).

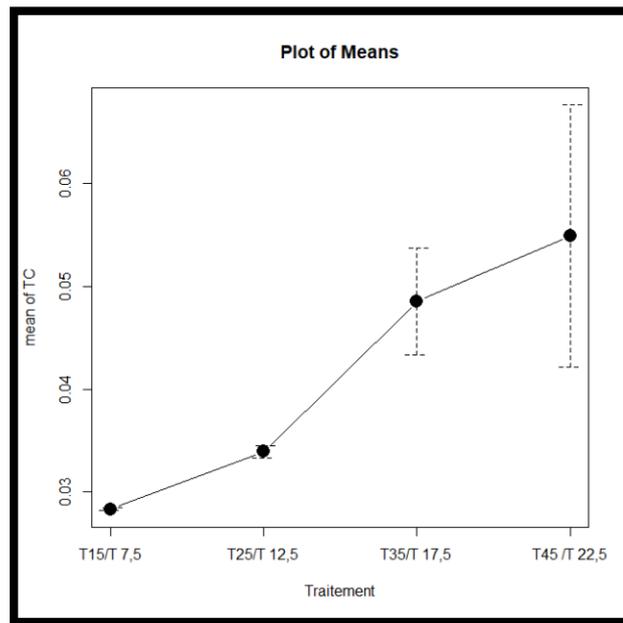
Les valeurs du Facteur de condition (K) sont comprises entre  $1.37 \pm 0.16$  TD (15/7.5) et  $1.81 \pm 0.05$  TA (45/22.5) pendant la durée de l'étude (**Fig.98, Tab.27**)

Nos résultats indiquent que les taux de survie respectifs 95 % et  $96.66 \pm 2.89$  % sont à leur Maximum et correspondent à des niveaux de taux d'alimentation les plus bas soit TC (25/12.5) et TD (15/7.5) par ailleurs, Les taux d'alimentation les plus hauts TA (45/22.5) ; et TB (35/17.5) correspondent à des taux de survie respectifs, de l'ordre de  $88.33 \pm 5.77$  % et  $71.66 \pm 5.77$  % (**Fig.99, Tab.27**), à ce niveau nous remarquons une différence très significative, de (0.000388) \*\*\* entre les rations alimentaires.

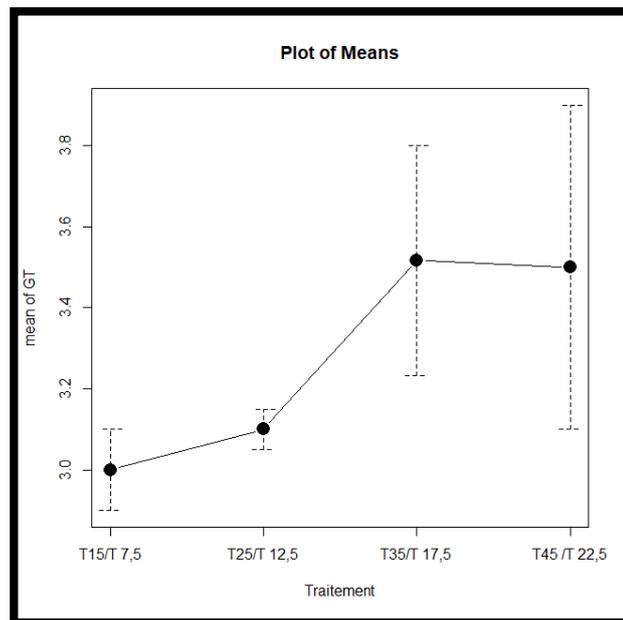


**Figure 92.** Valeurs en gain de poids (g) entre les quatre traitements de Tilapia du Nil

**Chapitre III Effets de niveau et fréquence d'alimentation chez les alevins de Tilapia du Nil en captivité**

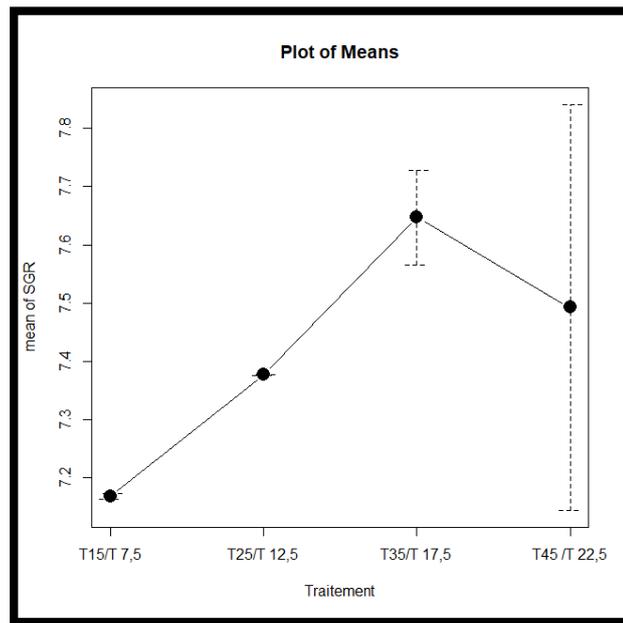


**Figure 93.** Valeurs de croissance entre les quatre traitements de Tilapia du Nil

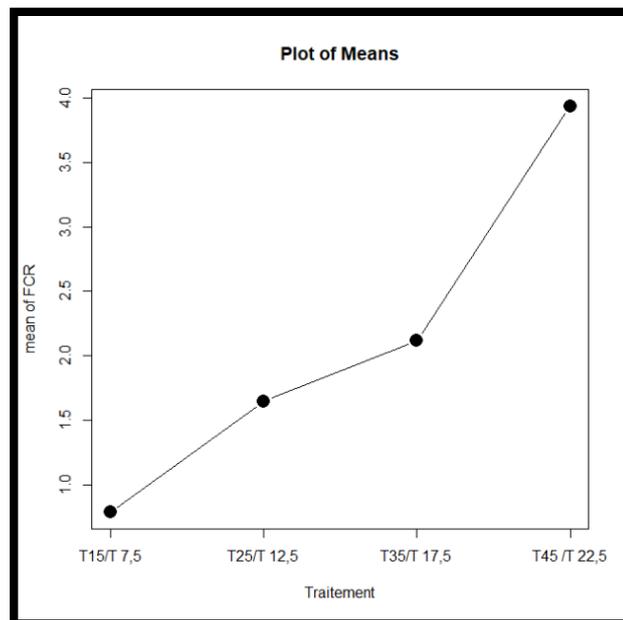


**Figure 94.** Valeurs en gain de taille (GT) en (cm) entre les quatre traitements de Tilapia du Nil

**Chapitre III Effets de niveau et fréquence d'alimentation chez les alevins de Tilapia du Nil en captivité**

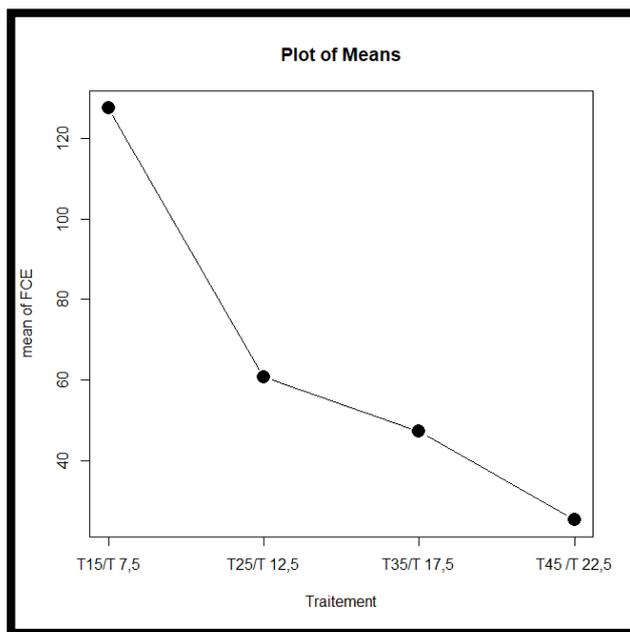


**Figure 95.** Valeurs du taux de croissance spécifique (SGR) entre les quatre traitements de Tilapia du Nil

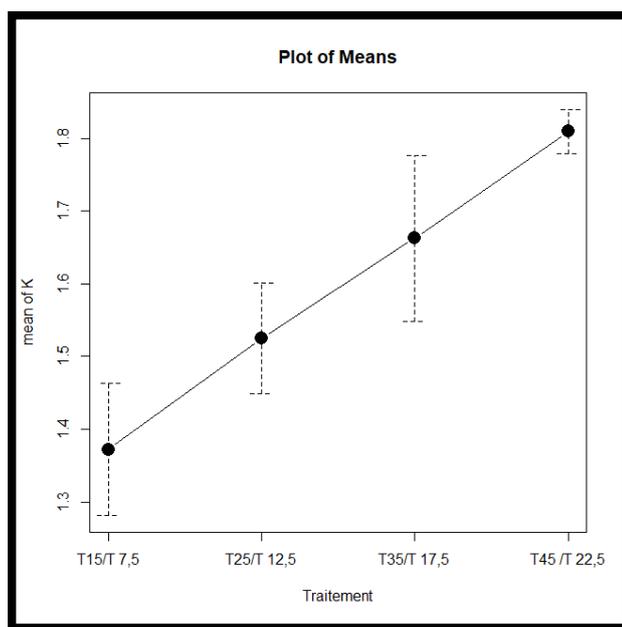


**Figure 96.** Valeurs du taux de conversion alimentaire (FCR) entre les quatre traitements de Tilapia du Nil

**Chapitre III Effets de niveau et fréquence d'alimentation chez les alevins de Tilapia du Nil en captivité**

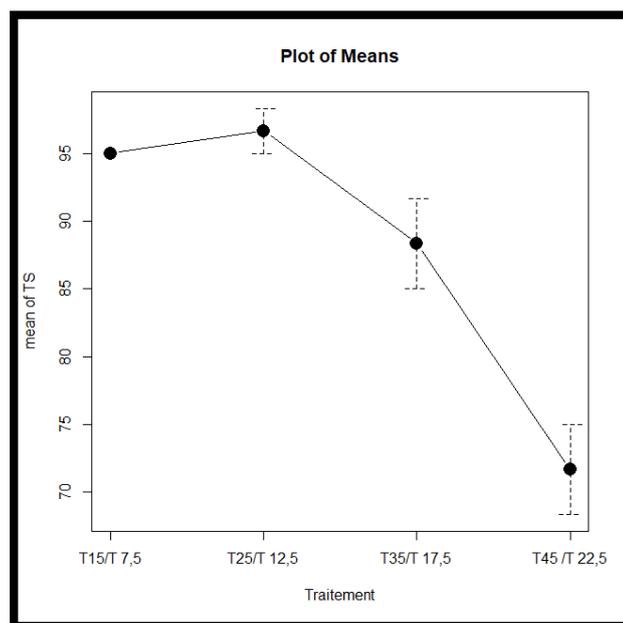


**Figure 97.** Valeurs de (FCE) entre les quatre traitements de Tilapia du Nil



**Figure 98.** Valeurs du Facteur de condition (K) entre les quatre traitements de Tilapia du Nil

**Chapitre III Effets de niveau et fréquence d'alimentation chez les alevins de Tilapia du Nil en captivité**



**Figure 99.** Valeurs du taux de survie (TS) entre les quatre traitements de Tilapia du Nil

**III.3 Fréquence d'alimentation chez le Tilapia de Nil**

Au cours de l'expérience, les aliments sont consommés, quelle que soit la fréquence de l'alimentation (Tab.29).

**Chapitre III Effets de niveau et fréquence d'alimentation chez les alevins de Tilapia  
du Nil en captivité**

**Tableau 29.** Paramètres de croissance des alevins du Tilapia du Nil

Paramètres	T2 fois	T3fois	T4fois	T6fois	p <0,05
Poids Initiale (w1) (g)	0,03	0,03	0,03	0,03	Vide
Poids finale (w2) (g)	0,92± 0,07	0,81	1,44± 0,20	1,36± 0,13	0,0389 *
Langueur initial(L1) (cm)	1,4	1,4	1,4	1,4	Vide
Langueur finale (L2)(cm)	3,75± 0,28 a	3,70 ab	4,57± 0,17 b	4,6± 0,15 b	0,0188 *
GT=L2-L1	2,35 ±0,28 a	2,30 ab	3,17 ±0,17 b	3,20± 0,15 b	0,0188 *
GP(g)	0,89 ±0,07 a	0,78 a	1,42±0,21 a	1,3±0,13 a	0,0389 *
TC(g/jours)	0,029±0,002 a	0,026 a	0,047±0,006 a	0,044±0,004 a	0,0389 *
SGR (%)	4,96± 0,12 ab	4,77 a	5,60±0,20 b	5,51±0,15 ab	0,0223 *
FCR	0,99 d	0,98 c	0,61 a	0,67 b	<2e-16 ***
FCE (%)	100,57 a	101,29 b	161,87 d	148,29 c	<2e-16 ***
k(%)	1,76±0,25 a	1,59 a	1,50±0,03 a	1,41±0,26 a	0,459
TS(%)	92,5±10,60 a	100 a	95,0±7,07 a	90±0 10 a	0,818

La signification statistique des codes : le taux de sécurité est 99,99% (0 '\*\*\*\*')/99%(0,001  
\*\*\*) / 95% (\*' 0,05) / 90% (0,1) / 100% (1)

Le gain en poids est différent entre les quatre essais avec une valeur minimale mesurée en T3 de 0,78 g, et Une valeur maximale en T4 de 1,42±0,21 (**Fig.100**). Selon les résultats de l'analyse du test Anova (Tab.29), nous remarquons qu'il existe une différence significative de 0,0389 \*. Entre les traitements.

Le gain en taille (GT) moyen s'élève à 2,30± g (T2) avec une moyenne maximum de 3,20± 0,15 g (T6) (**Fig.101**). Le gain en taille moyen est en augmentation avec un résultat de 3,17 ±0.17g pour T4.une différence significative de 0,0188 \*entre les quatre traitements est enregistrée.

Le taux de croissance pour le (T2) représente une valeur minimale de 0,026 et une valeur maximale pour T4 de 0.047±0,006 g (Tab.28).

### **Chapitre III Effets de niveau et fréquence d'alimentation chez les alevins de Tilapia du Nil en captivité**

Le taux de croissance (TC) le plus élevée est représenté par les alevins nourris quatre fois (T4) et six fois (T6) par jour. Quant au taux le plus faible, ce sont les alevins nourris une deux fois et trois fois par jour (**Fig.102**).

La moyenne du Taux de croissance spécifique varie entre un minimum de 4,77 g au T2 et T3 et un maximum de  $5,60 \pm 0,20$ g(**Fig.103**) au T 4 et T6. Il est relevé également une différence significative de  $0,0223 *$  entre les fréquences d'alimentations (Tab.28).

Le taux de conversion alimentaire (FCR) le plus élevé se retrouve chez les poissons nourris deux fois et trois fois par jour (T2 = 0,98) et (T3=0,99) respectivement, suivi des sujets nourris quatre et une six par jour (T4=0,61 ; T6= 0,67) (**Fig.104**).

Les alevins nourris quatre (04) fois et six (06) fois par jour enregistrent, la plus faible valeur de taux de conversion alimentaire (FCR).

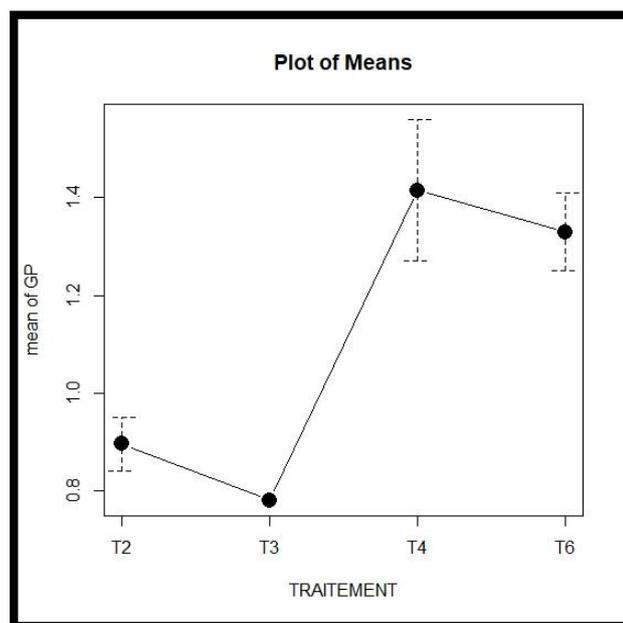
Le taux d'efficacité de conversion des aliments (FCE), le plus élevé est observé chez la fréquence d'alimentation de quatre (04) fois par jour (T4= 161,87%) et six fois par jours (T6= 148.29%). Les valeurs de l'efficacité de conversion des aliments (FCE) enregistrées dans la présente étude sont supérieurs à 100 % considérés comme une « excellente croissante » (**Fig.105**).

Il existe une différence très significative de  $< 2e-16 ***$  entre les fréquences d'alimentations pour les taux de conversion alimentaire (FCR) et l'efficacité de conversion des aliments FCE).

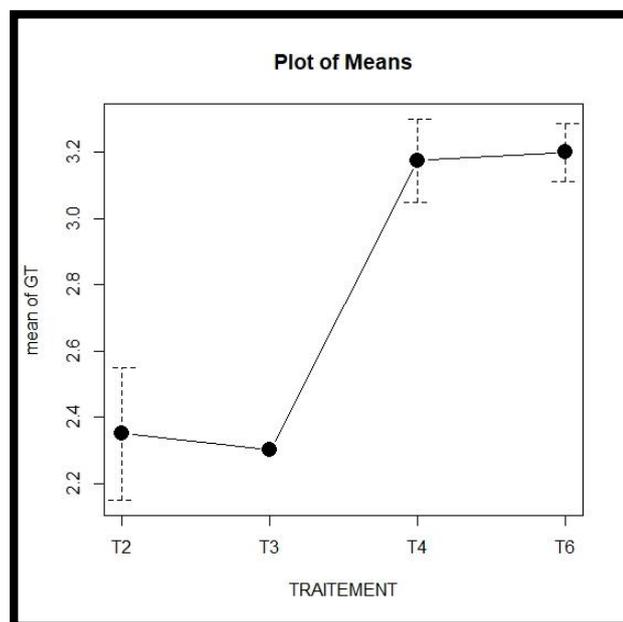
Les valeurs de « facteur de condition » en pourcentage (%) varient de  $1,41 \pm 0,26$  (T 6 ) à  $1,76 \pm 0,25$ (T2 ) durant la période d'étude(**Fig.106**) .

Le taux de survie (TS) le plus élevé se retrouve chez les poissons nourris trois et quatre fois par jour (**Fig. 107**).

**Chapitre III Effets de niveau et fréquence d'alimentation chez les alevins de Tilapia du Nil en captivité**

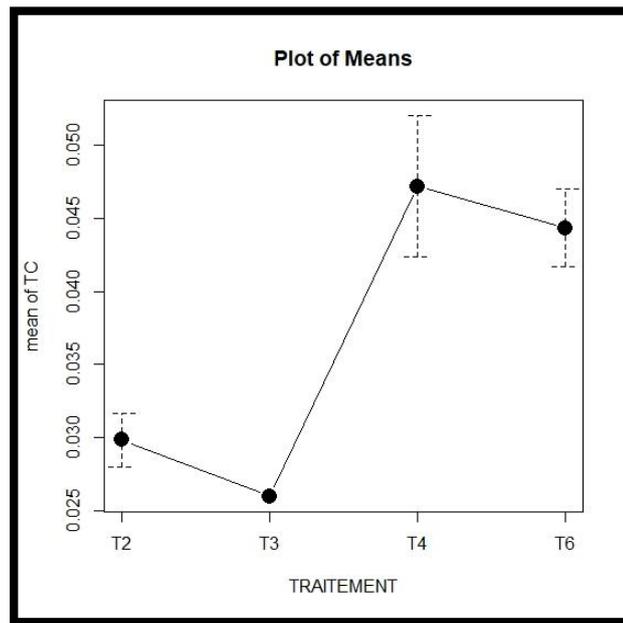


**Figure 100.** Valeurs engain de poids (GP) en (g) entre les quatre fréquences alimentations de Tilapia du Nil.

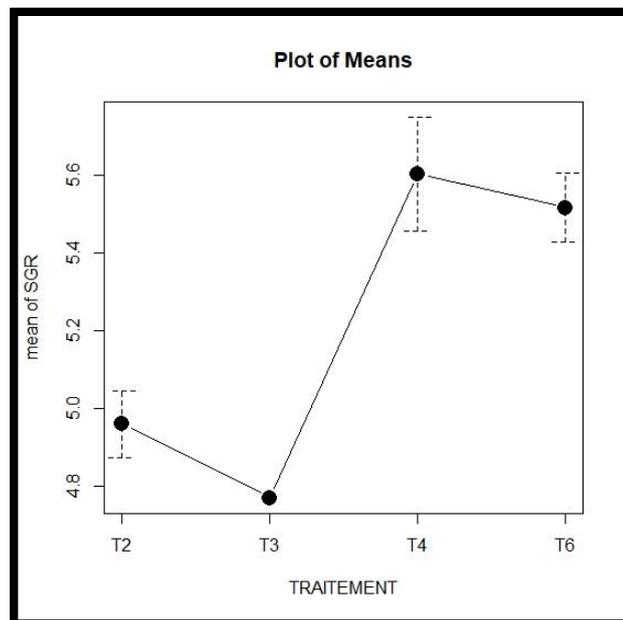


**Figure 101.** Valeurs en gain de taille (GT) en (cm) entre les quatre fréquencesalimentationsde Tilapia du Nil

**Chapitre III Effets de niveau et fréquence d'alimentation chez les alevins de Tilapia du Nil en captivité**

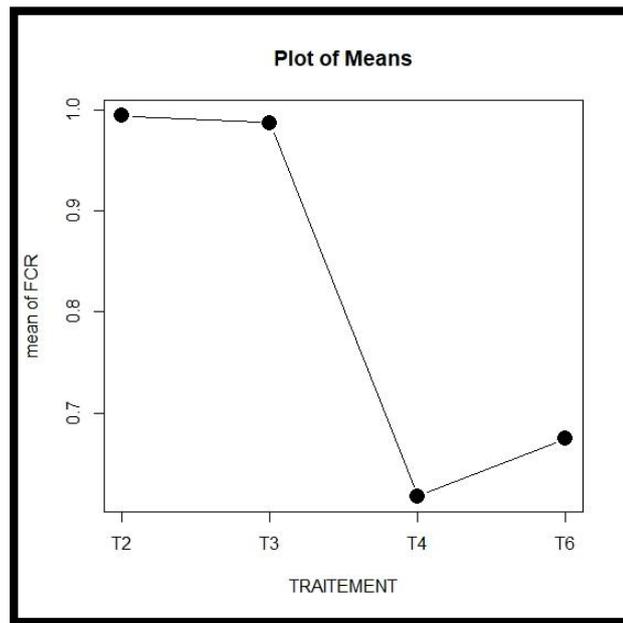


**Figure 102.** Valeurs du taux de croissance (TC) en (cm) entre les quatre fréquences alimentaires de Tilapia du Nil

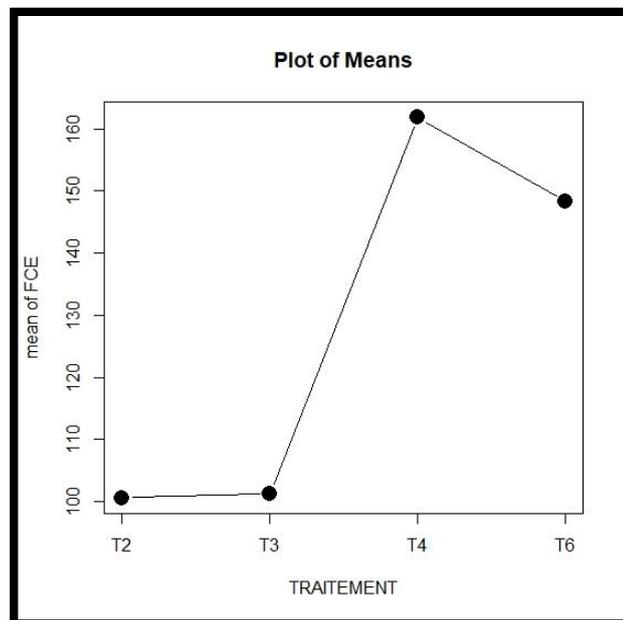


**Figure 103.** Valeurs du Taux de croissance spécifique (SGR) en (%) entre les quatre fréquences alimentaires de Tilapia du Nil

**Chapitre III Effets de niveau et fréquence d'alimentation chez les alevins de Tilapia du Nil en captivité**

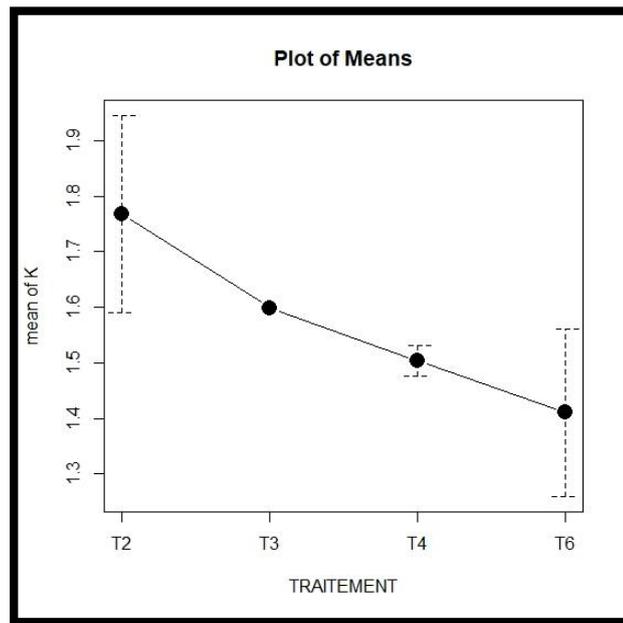


**Figure 104.** Valeurs du taux de conversion alimentaire FCR (%) entre les quatre fréquences alimentations de Tilapia du Nil

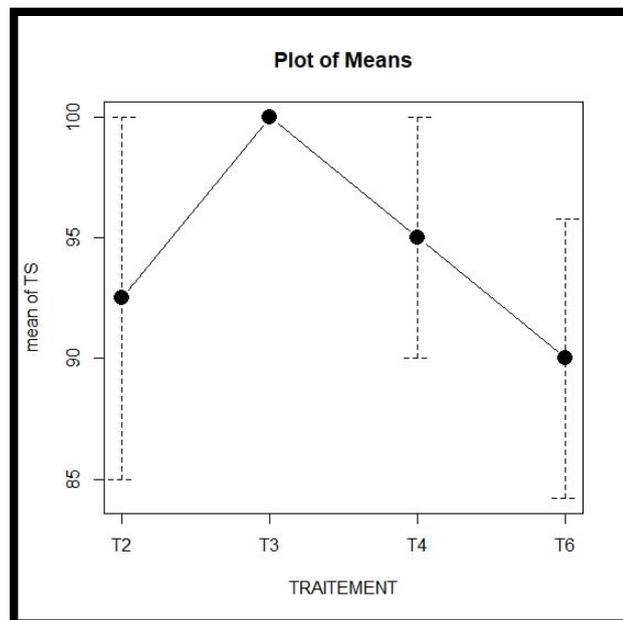


**Figure 105.** Valeurs de l'efficacité de conversion des aliments FCE (%) entre les quatre fréquences alimentations de Tilapia du Nil

**Chapitre III Effets de niveau et fréquence d'alimentation chez les alevins de Tilapia du Nil en captivité**



**Figure 106.** Valeurs du facteur de condition « K » entre les quatre fréquences alimentaires de Tilapia du Nil



**Figure 107.** Valeurs du taux de survie « TS » entre les quatre fréquences alimentaires de Tilapia du Nil

**Chapitre III Effets de niveau et fréquence d'alimentation chez les alevins de Tilapia du Nil en captivité**

**III.4 Fréquence d'alimentation chez le Tilapia rouge**

Tout au long de l'expérience, les aliments sont consommés, quelle que soit la fréquence de l'alimentation, cependant des mortalités sont enregistrés par suite de l'élévation de la température de l'eau, due aux chaleurs excessives estivales induisant un manque d'oxygène dans les boites (**Fig.108**).Les données sur la croissance sont présentées au tableau 30.



**Figure 108.**Les mortalités au mois d'aoûtdu Tilapia rouge

**Chapitre III Effets de niveau et fréquence d'alimentation chez les alevins de Tilapia  
du Nil en captivité**

**Tableau 30.** Les paramètres de croissance du Tilapia rouge nourri 1, 2, 3, ou 4 fois par jour pendant 43 jours.

Paramètres	T1 fois	T2fois	T3fois	T4fois	p <0,05
Poids Initiale (w1) (g)	0,128 d	0,126 c	0,120 a	0,125 b	2e-16
Poids finale (w2) (g)	1,45±0,53	1,36 ±0,52	1,49±0,50	1,64±0,64	0,279
Langueur initial(L1) (cm)	1,38 a	1,38 a	1,48 b	1,50 c	2e-16
Langueur finale (L2)(cm)	4,20 ±0,56	4,31±0,67	4,45±0,53	4,55±0,59	0,132
L2-L1	2,82±0,56	2,93±0,67	2,97±0,53	3,05±0,59	0,538
MWG(g)	1,44±0,53	1,26 ± 0,56	1,36 ± 0,54	1,59±0,70	0,186
GR (g/jours)	0,03±0,01	0,029±0,01 3	0,031±0,01 3	0,037±0,01 6	0,186
SGR (%)	2,37±0,41	2,32±0,44	2,48±0,35	2,54±0,34	0,121
FCR	2,04 ±0,97	2,58 ±1,68	2,22 ±1,24	1,81 ±0,62	0,108
FCE (%)	57,71±21,3 0	50,55±22,4 9	54,59±21,6 4	63,71±28,1 4	0,186
CF(%)	1,90±0,43	1,73 ±0,62	1,71±0,51	1,73±0,47	0,397

T1 ; T2 ; T3 ; T4 fois : Tilapia rouge nourri une fois ; deux fois ; trois fois, ou quatre fois par jours.

Le gain de poids moyen compris entre de 1,26 ± 0,56 (T2) à 1,59±0,70 (T4) (**Fig.109**). Le taux de croissance journalière compris entre 0.029±0,013 (T2) à 0,037±0,016 (T4) (**Fig.110**).

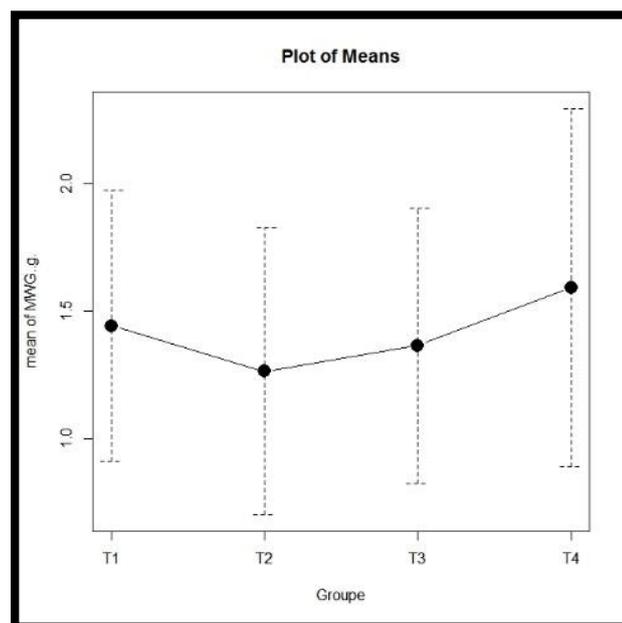
Taux de croissance spécifiques compris entre 2,32±0,44 et 2,54±0,34 (**Fig.111**). Les taux de conversion des aliments de 1,81 ±0,62 (T4), à 2,58 ±1,68 (T2) (**Fig.112**).

Les paramètres de croissance étaient influencés par la fréquence d'alimentation, chez les de Tilapia rouge étant nourris 4 fois par jour, produisant un taux de croissance spécifique (**Fig.111**) supérieur par rapport à la conversion d'alimentation (FCR) inférieur et le pourcentage supérieur de croissance (**Fig.112**) par rapport à ceux nourris une fois(T1).

### Chapitre III Effets de niveau et fréquence d'alimentation chez les alevins de Tilapia du Nil en captivité

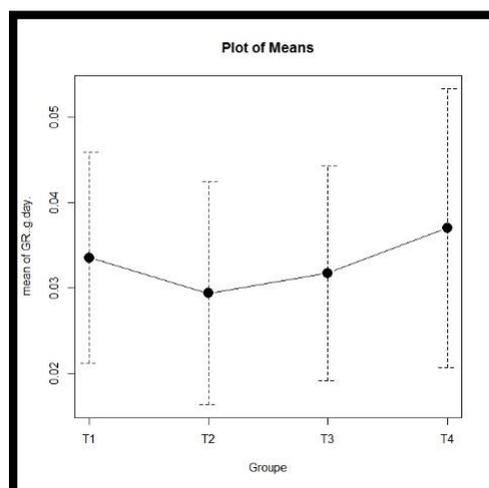
Donc les deux indicateurs étaient plus élevés dans (T4). Montre une corrélation inverse qui existe entre développement SGR (**Fig.111**) et FCR (**Fig.112**), à savoir : un FCR bas est toujours obtenu lorsque la SGR augmente. Ces changements chez les poissons nourris 4 fois par jour ont démontré de manière claire que les performances de croissance supérieures à celles des poissons nourris une fois par jour.

Les valeurs de l'efficacité de conversion des aliments en pourcentage FCE (%) étaient comprises entre  $50,55 \pm 22,49$  (T2) et  $63,71 \pm 28,14$  % (T4) sur la durée de l'étude (**Fig.113**). Les valeurs de Facteur de condition (K) étaient comprises entre  $1,71 \pm 0,51$  (T3) et  $1,90 \pm 0,43$  (T1) sur la durée de l'étude (**Fig.114**)

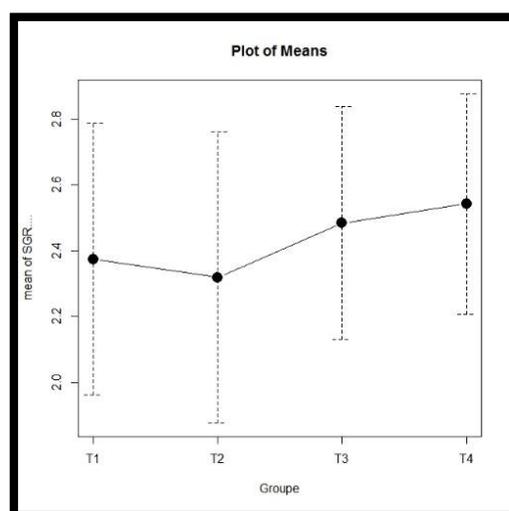


**Figure 109.** Valeurs du gain de poids moyen (MWG) en (g) entre les quatre fréquences alimentaires.

**Chapitre III Effets de niveau et fréquence d'alimentation chez les alevins de Tilapia du Nil en captivité**

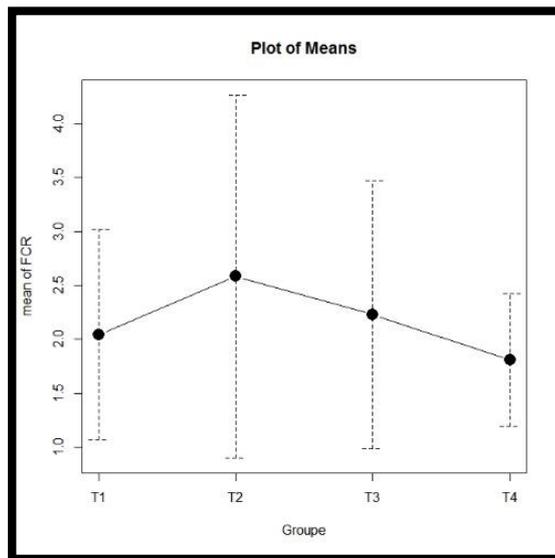


**Figure 110.** Valeurs du taux de croissance journalière « GR » (g/jour) entre les quatre fréquences alimentations

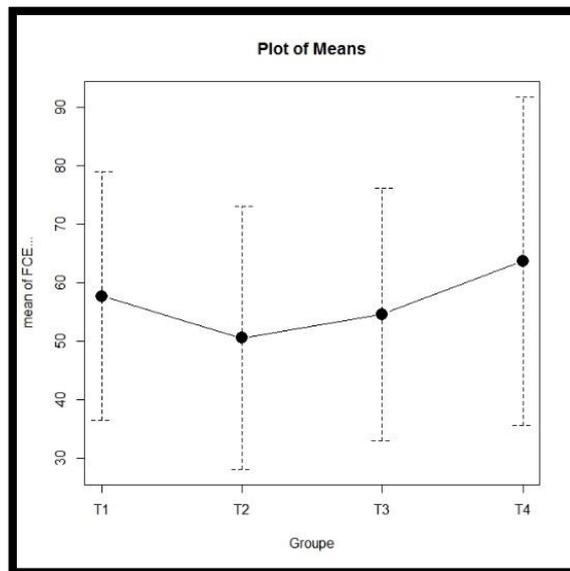


**Figure 111.** Valeurs du Taux de croissance spécifiques « SGR » (%) entre les quatre fréquences alimentations

**Chapitre III Effets de niveau et fréquence d'alimentation chez les alevins de Tilapia du Nil en captivité**

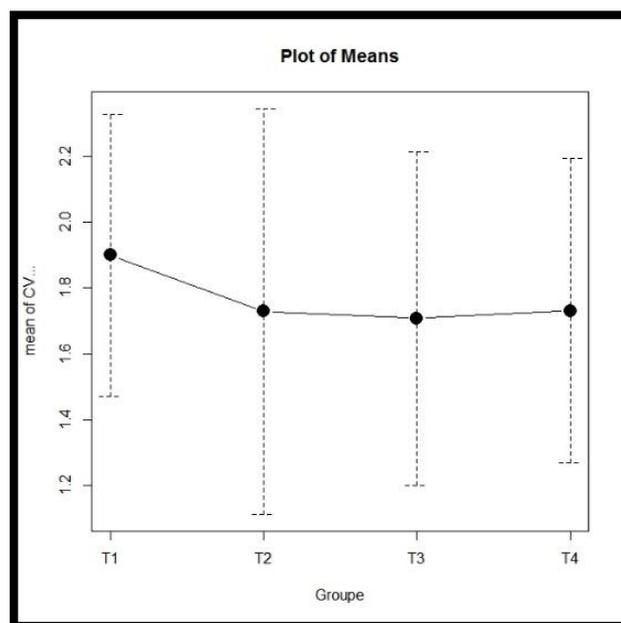


**Figure 112.** Valeurs du Taux de conversion de l'alimentation « FCR » (%) entre les quatre fréquences alimentaires



**Figure 113.** Valeurs de l'efficacité de conversion des aliments « FCE » (%) entre les quatre fréquences alimentaires

### Chapitre III Effets de niveau et fréquence d'alimentation chez les alevins de Tilapia du Nil en captivité



**Figure 114.** Valeurs de Facteur de condition « CV » (%) entre les quatre fréquences alimentaires

Par suite d'un manque d'aquariums au niveau du laboratoire, et vu la prolificité des géniteurs de Tilapia. Les résultats encourageants de la reproduction contrôlée, une initiative a été prise pour peupler avec 2000 alevins, les bassins d'eau destinés à l'irrigation des plantations maraichères et arboricoles de la ferme expérimentale de Hassi Mamache.

Ceci enrichira l'eau en matière organique provenant des excréments du poisson et servira de fertilisants pour les cultures mises en place. C'est l'intégration de la pisciculture à l'agriculture.

#### **III.5 Discussion**

Les résultats signalés dans la présente étude, notamment pour les niveaux d'alimentation variant entre 35% et 45% de la biomasse des alevins suggèrent une économie d'aliments et peu de gaspillage et concordent bien avec ceux signalés dans la littérature par [Santiago et al., \(1987\)](#), qui avancent que la croissance des alevins du Tilapia du Nil augmente avec l'augmentation du niveau d'apport alimentaire jusqu'à 65%, cependant aucune différence significative n'est observée entre un niveau d'alimentation de 30% et 65%. Pour les performances de croissance et de survie des pensionnaires, néanmoins [\(El-Sayed, 2002\)](#) recommande d'adopter un taux d'apport alimentaire variant entre  $30 \pm 45\%$  ce qui est le cas

### **Chapitre III Effets de niveau et fréquence d'alimentation chez les alevins de Tilapia du Nil en captivité**

de notre étude, en outre le même auteur (El-Sayed, 2002), signale que le taux de croissance des alevins, et leur survie était extrêmement mauvais, à un niveau d'alimentation de **10%**, et s'améliore de manière significative à une augmentation du niveau d'apport alimentaire optimal de 30%. pour se stabiliser par la suite, en outre il est suggéré également que la densité de charge des alevins et le niveau d'apport alimentaire, doivent être respectivement **de 5 alevins/ L et 30%** d'apport alimentaires de la biomasse par jour ce qui est bien confirmé dans nos résultats, voir un régime alimentaire de **35%** pour deux semaines d'élevage larvaire et **17,5%** pour trois autres semaines de suivi, au niveau du laboratoire sciences et technique de production animale. Nous relevons également que les performances de croissance des alevins du Tilapia dépendent étroitement de la fréquence d'apports alimentaires journaliers, et où tous les paramètres de croissance analysés sont significativement différents au seuil de (0,05) excepté le facteur de conditions, (Tab.28). En outre le taux de survie de cette population, durant la période de suivi est très appréciable voir 90% au T6. Cela témoigne des performances de survie du Tilapia du Nil.

Le moyenne de Taux de croissance spécifique varie entre un minimum de 4.77 %/ j au T2 et T3 et un maximum de  $5.60 \pm 0.20$  %/j au T 4 et T6. Ces résultats sur la croissance de cette souche, sont similaires à ceux signalées dans la littérature, (Sissao, 2019), avec 90 jours de suivi, le taux de croissance spécifique varie de 5,15 à 9,21 %/j et le gain en poids quotidien de 0,23 à 0,56 g/j. Ces valeurs sont relativement proches des intervalles 5,38 à 7,18 %/j et 0,10 à 0,31 g/j obtenus pour la souche Maryut en fonction de la température de l'eau d'élevage (Azaza et al., 2008).

Toutefois, l'homogénéité de nos conditions d'élevage suggère que les facteurs abiotiques n'ont pas été un facteur influençant, pour l'expression des performances zootechniques des alevins. En effet, au niveau de la qualité physico-chimique de l'eau, les moyennes des paramètres contrôlés au niveau du laboratoire se situent dans les intervalles propices pour la pisciculture du Tilapia du Nil (Tran-Duy et al., 2008).

Nous avons remarqué, que le taux de conversion alimentaire (FCR) le plus élevé se retrouve chez les alevins nourris deux fois par jour T2, suivi des poissons nourris trois fois par jour T3. Cependant Les poissons nourris quatre (04) et six (06) fois par jour enregistrent le plus faible taux de conversion alimentaire (FCR).

### Chapitre III Effets de niveau et fréquence d'alimentation chez les alevins de Tilapia du Nil en captivité

il faut signaler que les alevins de 0.03 g, nourris avec un aliment en granulés de taille relativement grosse et fractionné en petit morceau de petite taille, à l'aide d'un mortier n'est pas convenable et représente une contrainte à la croissance des sujets, car Les alevins de Tilapia préfèrent des granulés de petite taille que le poisson-chat et les salmonidés. [Jauncey et Ross \(1982\)](#).

Par ailleurs Nourrir quatre fois, à six fois par jour est souvent recommandé chez les alevins plus petits. En raison du comportement alimentaire continu et la capacité d'un estomac de petite taille, les Tilapias répondent mieux à une alimentation plus fréquente que le poisson-chat et les salmonidés.

Les fingerlings d'*O. niloticus* croissent plus vite quand ils sont nourris quatre fois (04) par jour que deux fois (02) par jour, mais, ils ne grandissent pas plus vite quand ils sont nourris huit fois par jour ([Kubaryk, 1980](#)).

La fréquence alimentaire est un facteur important, car il peut affecter la croissance, la survie et la composition du filet ainsi que la qualité de l'eau. Une fréquence alimentaire optimale peut entraîner des économies considérables en coût d'alimentation ([Davies et al., 2006](#)). D'autre part, les faibles valeurs du coefficient de condition ( $< 2$ ) et de l'indice de consommation des différents lots, indiquent aussi des conditions d'élevage optimales ([van de Nieuwegiessen et al., 2009](#)).

La présente étude révèle que les juvéniles de Tilapia du Nil, ont besoin d'une **fréquence Alimentaire de quatre ou six fois par jour** pour obtenir une meilleure performance de croissance, associée à un gain en poids élevé et une meilleure conversion alimentaire. Étant donné que la croissance, et la conversion alimentaire sont influencées, par les aliments et que l'augmentation des apports alimentaires sans limite sont contre-productifs ([Brett et Groves, 1979](#); [Reddy et Katre, 1979](#); [Hung et Lutes, 1987](#); [Hung et al., 1993](#); [Ng et al., 2000](#)).

Le niveau minimal d'apport alimentaire correspondant à quatre fois par jour, signalé dans nos observations correspond bien à celui recommandé par ([Daudpota et al., 2015](#))

Une alimentation supérieure à quatre fois par jour est synonyme de gaspillage et sa décomposition représente une nocivité pour l'élevage larvaire du Tilapia, de plus une fréquence alimentaire de deux et trois fois par jour, assurent seulement les besoins d'entretien en nutriments des larves, et leur taux de croissance étant affecté ([Daudpota et al., 2015](#)) .

### Chapitre III Effets de niveau et fréquence d'alimentation chez les alevins de Tilapia du Nil en captivité

Dans les prochaines thématiques de recherche, nous pouvons et compte- tenu de l'expérience vécue au laboratoire, LSTPA mettre en place, un programme d'alimentation pour le développement d'un programme d'amélioration, des alevins devant aboutir, à la sélection d'une souche plus performante pour l'aquaculture locale (Little et Hulata, 2000).

Cette sélection peut se faire par une approche génomique, en identifiant les marqueurs génétiques de croissance, et/ou par une méthode empirique consistant à sélectionner les individus les plus performants à chaque génération(Ponzoni et al., 2005 ; Vandeputte et al., 2009).

D'après les résultats de cet essai d'alimentation chez le Tilapia rouge, les performances de croissance de Tilapia rouge ont été légèrement liées au nombre d'heures d'alimentation. Bien que tous les autres paramètres ne soient pas significativement différents ( $p > 0,05$ ) (Tab.29). L'alimentation et les fréquences d'alimentation sont des facteurs clés qui déterminent les chances de croissance et de survie des poissons.

Le taux de conversion alimentaire (FCR) était le plus élevé chez les poissons rouge nourrit deux fois par jour ( $T_2 = 2,58 \pm 1,68$ ), suivi des poissons nourris trois et une fois par jour ( $T_3 = 2,22 \pm 1,24$  et  $T_1 = 2,04 \pm 0,97$ ). Les poissons nourris quatre (04) fois par jour avaient la plus faible valeur du taux de conversion alimentaire (FCR) ( $T_4 = 1,81 \pm 0,62$ ).

Les valeurs obtenues pour l'efficacité de conversion des aliments (FCE) reflètent les valeurs du taux de conversion alimentaire (FCR). Le taux de conversion alimentaire (FCR) est l'inverse du l'efficacité de conversion des aliments (FCE) exprimé en pourcentage. L'efficacité de conversion des aliments (FCE) le plus élevé a été observé chez la fréquence d'alimentation de quatre (04) fois par jour ( $T_4 = 63,71 \pm 28,14\%$ ) et la plus faible était la fréquence d'alimentation une deux fois (02) par jour ( $T_2 = 50,55 \pm 22,49\%$ ). Les valeurs de l'efficacité de conversion des aliments (FCE) enregistrées dans la présente étude sont supérieurs à 50% considérés comme une «bonne croissante».

En fin, Les résultats obtenus indiquent des potentialités zootechniques, très prometteuses pour cette population. Une fréquence d'alimentation **de 4 fois, et six (06) fois par jour** a révélé une utilisation plus efficace des aliments, qu'avec une fois, deux fois et trois fois d'apports aliments/jour. Tous les paramètres de croissance pour l'élevage larvaire sont satisfaisants au **TB (35/17.5)**, reflétant un régime d'alimentation fixé à **35 % pour deux**

### **Chapitre III Effets de niveau et fréquence d'alimentation chez les alevins de Tilapia du Nil en captivité**

**semaine d'élevage et 17.5 % pour les trois semaine restantes**, ces résultats représentent à notre sens des valeurs guides préliminaires pour le lancement de l'élevage larvaire et la reproduction en captivité de la souche Tilapia du Nil, par ailleurs l'analyse des paramètres zootechniques révèle que le succès de la reproduction et l'élevage larvaire du Tilapia de Nil en captivité dépend d'un aliment artificiel de haute qualité riche en protéine , de la photopériode, de l'intensité lumineuse, de la densité d'élevage, des conditions du milieu et de la qualité de l'eau d'élevage (le type de bassin ou aquarium/circuit ouvert et ou /fermé) l'observation rigoureuse de ces paramètres, d'élevage induira une reproduction et une croissance efficace et rentable, des géniteurs et alevins pour l'aquaculteur.

## **Conclusion générale**

### Conclusion générale et perspectives

Le projet de thèse portant sur la reproduction et croissance du Poisson Chat africain *C. gariiepinus*, et du Tilapia du Nil *O. niloticus*, avance des résultats pour la phase reproduction contrôlée chez des géniteurs autochtones de *C. gariiepinus*. Que l'utilisation d'une dose optimale d'hormone **Ovaprim** de **0,4 ml / kg**, est satisfaisante, prometteuse, et pourrait servir de valeur guide, pour les futures expériences menées, à la station Aquacole d'Ouargla pour la reproduction contrôlée de cette espèce.

L'analyse des performances de la reproduction induite à travers quatre paramètres, taux d'ovulation, temps de latence, indice pseudo-gonado-somatique, et taux de fertilisation sont encourageants.

Les observations sur les embryons, l'éclosion des œufs, et les stades larvaires sont primordiaux, et assurent pour une grande part, la qualité des alevins destinés aux programmes d'élevage aquacole. Le suivi de ces différents stades de l'embryogenèse au développement larvaire relevé dans notre cas, se rapproche bien des cas signalés dans la littérature, avec quelques mal- formations notées chez le Tilapia du Nil.

Le signalement dans la région d'Illizi de deux espèces de poisson chat *Clarias anguillaris*, à Gueltas Ifni et *C. gariiepinus*, à l'Oued Takhamalte confirmée par des approches morphométriques, méristiques. Et une analyse moléculaire des codes-barres à ADN pour *C. gariiepinus*, ont révélé sa présence pour la première fois à l'Oued Takhamalte - Illizi, en utilisant le gène mitochondrial cytochrome c oxydase sous-unité I (COI), et où l'on note une faible diversité génétique du taxon.

La population Algérienne partage son haplotype avec les populations d'Egypte et du Nigéria, suggérant un flux génétique continu à travers elles. En revanche, les populations du bassin du Congo sont génétiquement différenciées de celles du reste de l'aire de répartition naturelle, proposant qu'il existe une barrière géographique ou écologique entravant le flux génétique entre ces zones, séparant les populations d'Afrique du Nord et du Congo. Le réseau phylogéographique indique que l'origine de la plupart des populations introduites dans d'autres régions se trouve dans le bassin du fleuve Congo, bien qu'une partie des populations asiatiques ait été introduite d'Afrique du Nord. Ces connaissances sont importantes pour gérer à la fois les populations naturelles et introduites de cette espèce d'importance économique potentielle, la présence de ces taxons dans une zone intégrante au Parc national Tassili N'Ajjer témoigne d'un passé humide et d'une faune aquatique isolée, pouvant représentée un intérêt certain pour la

sauvegarde de la faune ichthyologique relique, elle complète l'inventaire établi sur les espèces Aquacoles du Sud Algérien et la cartographie de leur présence dans l'espace Africain.

La caractérisation des performances zootechniques de la population de Tilapia du Nil dans les conditions de laboratoire pour les paramètres de croissance et de reproduction en captivité. Signale un poids initial moyen pour les femelles de  $43.60 \pm 10.94$  g correspondant à une longueur totale moyenne de  $13,17\text{cm} \pm 1,04$ . Le gain en poids moyen chez les femelles est de  $35,20 \pm 10,37$  g et  $71,42 \pm 33,18$  g chez le mâle du Tilapia de Nil après 60 jours d'observations.

Le taux de croissance est deux fois supérieur chez le mâle avec une moyenne de 0,81 que chez la femelle qui est de  $0,39 \pm 0,06$ . Le facteur de condition chez la femelle est de  $1,74 \pm 0,24$  mais il reste supérieur chez le mâle avec une moyenne de  $1,85 \pm 0,02$ . Le taux de survie pendant deux mois d'observations est évalué à 66.67 %.

**Quant aux paramètres de reproduction**, une moyenne de 18 jours est nécessaire au premier frai, avec un minimum de 11 jours et un maximum de 24 jours. Le nombre total d'œufs est de 5466 œufs. La moyenne de fécondité absolue est de 1822 œufs. La fécondité relative varie entre un maximum de 9,21 œufs/g de femelles et un minimum de 4,31 œufs/g de femelles (soit une moyenne de 6,91 œufs/g de femelles).

Le nombre moyen des œufs par frai est de  $394,01 \pm 128,11$ . Le nombre total de fraies est de (14) fois, avec une moyenne de trois (03) représentant, le nombre de fraies pour chaque femelle. L'intervalle de fraie des géniteurs varie entre 16 et 20 jours avec une moyenne de 18 jours. Ces résultats témoignent bien des similitudes de performances dans la reproduction, en comparaison avec ceux signalés dans la littérature pour cette population, Le rendement en frai du Tilapia du Nil dépend de multiples facteurs en particulier, la nutrition, la densité, l'âge et la taille des géniteurs, le sexe ratio ; la photopériode et la qualité d'eau d'élevage.

De plus Une fréquence alimentaire **de 4 fois, et six (06) fois par jour** révèle une utilisation plus efficace des aliments, qu'avec une fois, deux fois et trois fois d'apports aliments/jour. Pour le Tilapia du Nil et le Tilapia rouge hybride. Tous les paramètres de croissance pour l'élevage larvaire sont satisfaisants et reflètent un régime d'alimentation fixé à **35 %** de la biomasse des pensionnaires en captivité **pour deux semaine d'élevage et 17.5 % pour les trois semaines restantes**, ces résultats représentent à notre sens des valeurs guides préliminaires pour le lancement de l'élevage larvaire et la reproduction en captivité de la souche

Tilapia du Nil, pour l'obtention de larves à l'échelle éclosion. Par ailleurs l'analyse des paramètres zootechniques montre que le succès de la reproduction et l'élevage larvaire du Tilapia dépend d'un aliment artificiel de haute qualité riche en protéines, de la photopériode, de l'intensité lumineuse, de la densité d'élevage, des conditions du milieu et de la qualité de l'eau d'élevage et le type de bassin ou aquarium/circuit ouvert et/ou fermé). L'observation rigoureuse de ces paramètres, d'élevage induira une reproduction et une croissance efficace et rentable, des géniteurs et alevins pour l'aquaculteur.

**Le poisson chat** dispose de performances de croissance, de démographie et de reproduction bien établies à travers les observations contenues dans ce manuscrit. Cela incite à la préservation de ces taxons autochtones et suggèrent des élevages de géniteurs et de larves pour s'affranchir des importations de larves souvent onéreuses et à coûts de devises pour le pays, en outre de nombreuses éclosions sont confrontées au problème du faible taux de frai et d'éclosion du poisson chat importé. Il est recommandé de suivre minutieusement le circuit d'élevage conduit en système ouvert, d'adopter des intensités lumineuses de 70 à 500 Lx en phase expérimentale qu'à l'obscurité totale, et de veiller à l'alimentation en eau des aquariums pour éviter les agressions fongiques causés aux œufs qui affectent les indices d'évaluation d'une reproduction induite réussie, chez le poisson chat.

Le manuscrit recommande la protection du stock de poisson chat vivant dans les plans d'eau cités plus haut, par la diminution de la pression anthropique exercée sur le géniteurs et juvéniles au moment des crues d'Oued, car ces taxons disposent d'un statut à l'échelle de l'IUCN, que les usagers de ces sites ignorent souvent, ensuite envisager la culture de ces espèces, en accord avec les riverains, les directions de l'environnement, du tourisme et de la pêche des wilaya concernées par le développement de l'Aquaculture au Grand Sud Algérien.

À l'avenir les programmes de peuplement et de repeuplement, avec l'introduction d'espèces aquacoles importées dans nos plans d'eau, devraient tenir compte des impacts environnementaux que pourraient générer ces introductions. Il est fortement suggéré de compléter l'identification moléculaire de *Clarias anguillaris*, et les 4 autres espèces qui lui sont associées, pour la zone d'étude et dont les échantillons sont disponibles au niveau du laboratoire, ceci enrichira d'avantage, la connaissance du patrimoine ichtyologique du pays. L'Aquaculture en Algérie est rentable, génère de l'emploi, à tous les niveaux de la filière, pour peu que son infrastructure soit parachevée, et qu'une synergie intersectorielle soit instaurée.

## Références bibliographiques

**Références bibliographiques**

**Abanikannda, O. T. F., Jimoh, A. A., Giwa, A. O., & Awosanya, L. A. 2019.** Sexual dimorphism in body weight, morphometric measures and indices of African Catfish (*Clarias gariepinus*). *Aquaculture*, 502, 148-152.

**Abanikannda, O., Oke-Tojiru, S., Jimoh, A., Leigh, A., & Giwa, A. 2018.** Population dynamics and size stratification in 75-day old *Clarias gariepinus* juveniles. *ICAR Technical Series*, (23):255-262.

**Adeoye, A.A., Rotimi, E.A., Udoh, J.E. 2016.** Quantitative Characterization of Farmed African Catfish (*Clarias gariepinus*) in Okitipupa, Ondo State, Nigeria. *WSN 47* (2):329–339.

**Adepo-Gourene, B., Agnèse, J. F., Teugels, G. G., Risch, L. M., & Hanssens, M. M. 1997.** Morphological and genetic differentiation of 11 populations of the African catfish *Chrysichthys nigrodigitatus* (Siluroidei; Clariidae), with consideration of their biogeography. *Canadian Journal of Zoology*, 75(1):102-109.

**Adewumi A A and Olaleye V F. 2011.** Catfish culture in Nigeria: Progress, prospects and problems *African Journal of Agricultural Research Vol. 6*(6), pp. 1281-1285.

**Adriaens, D., & Vandewalle, P. 2003 .**Embryonic and larval development in catfishes. In Arratia, G., Kapoor, B., Chardon, M., & Diogo, R. (Eds.). *Catfishes*. Science Publisher, Inc. USA, p. 639-666.

**Agnese (J. F.), Teugels (G. G.).2001.** Monophyly of the genus *Heterobranchus* and paraphyly of the genus *Clarias* (Siluriformes, Clariidae) *Copeia*, 2 : 548-552.

**Alam, M.J. Begum. Islam, M.A. and Pal, H.K. 2006.** Spawning behavior and induced breeding of an estuarine catfish, *Mystus gulio* (Ham). *Bangladesh. J. Fish. Res.* 10 (2): 101-109.

**Albaret, J.-J.1982.** Reproduction et fécondité des poissons d'eau douce de Côte d'Ivoire. *Rev. Hydrobiol. Trop.* 15(4) :347-371.

**Anwa-Udondiah, E.P., Pepple, P.C.G. 2012.**Length-weight relationship and condition factor of blackchin Tilapia (*Sarotherodon melanotheron*) cultured in sheltered outdoor

tanks. In: 26th Annual Conference of the Fisheries Society of Nigeria (FISON), 28 Nov- 2 Dec 2011, Minna, Nigeria, pp. 98–102.

**Anyanwu, P.E., Okoro, B.C., Anyanwu, A.O., Matanmi, M.A., Ebonwu, B.I., Ayabu-Cookey, I.K., Hamzat, M.B., Ihumekpen, F., Afolabi, S.E. 2007.** Length–Weight relationship, condition factor and sex ratio of African mud catfish (*Clarias gariepinus*) reared in indoor water recirculation system tanks. *Res. J. Biol. Sci.* 2, 780–783.

**Aung, N. L., & Thin, C. C. 2019.**effect of temperature on hatching and survival rates of Nil Tilapia, *oreochromis niloticus* (linnaeus, 1758).

**Avit J-BLF, Bony KY, Kouassi NC, Konan KF, Assemian O, Allouko JR. 2012.**Conditions écologiques de production de fingerlings de *Oreochromis niloticus* (Linné, 1758) en association avec le riz WITA 12 en étang. *Journal of Applied Biosciences*, 59: 4271–4285. [http://www.m.elewa.org/JABS/2012/59/1 .pdf](http://www.m.elewa.org/JABS/2012/59/1.pdf)

**Ayala, E. G. 1994.** Bases normales d'entiers dans les extensions de Kummer de degré premier. *Journal de théorie des nombres de Bordeaux*, 6(1) : 95-116.

**Azaza MS, Mensi F, Abdelmouleh A, Kraïem MM. 2005.** Elaboration d'aliments Secs Pour Le Tilapia de Nil *Oreochromis niloticus* (L., 1758) en élevage dans les eaux géothermales du Sud Tunisien. *Bulletin de l'Institut National des Sciences et Technologies de la Mer de Salammbô*, 32: 23–30. <http://hdl.handle.net/1834/3711>

**Azaza MS, Mensi F, Imorou Toko I, Dhraïef MN, Abdelmouleh A, Brini B, Kraïem MM. 2006.** Effets de l'incorporation de la farine de tomate dans l'alimentation du Tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus* L. 1758) en élevage dans les eaux geothermales du Sud Tunisien. *Bulletin de l'Institut National des Sciences et Technologies de la Mer de Salammbô*, 33: 47–58. <http://hdl.handle.net/1834/4238>

**Azaza, M. S., Dhraïef, M. N., & Kraïem, M. M. 2008.**Effects of water temperature on growth and sex ratio of juvenile nil Tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) reared in geothermal waters in southern Tunisia. *Journal of thermal Biology*, 33(2), 98-105.

**Azeroual, T. Bousso, A. Getahun, P. P. et Moelants.2010.** *Clarias anguillaris*. *Le Liste rouge de l'UICN des espèces menacées en 2010* : e. T182189A7827640. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-3.RLTS.T182189A7827640.en>.

**Babiker, M. M., and H. Ibrahim. 1979.** Studies on the biology of reproduction in the cichlid *Tilapia nilotica* (L.): Gonadal maturation and fecundity. *Journal of Fish Biology* 14:437–448. doi: 10.1111/jfb.1979.14.issue-5.

**Balon, E. K. 1990.** Epigenesis of an epigeneticist: the development of some alternative concepts on the early ontogeny and evolution of fishes. *Guelph Ichthyology Reviews*, 1.

**Bamba Y, Doumbia L, Ouattara S, Ouattara A, Da Costa KS, Gourene G. 2015.** Effet de l'incorporation de sous-produits de cacao et d'arachide dans l'alimentation du *Tilapia (Oreochromis niloticus L.)* élevé en bassin. *Afrique Science*, 11(5). <http://www.afriquescience.info/document.php?id=5235>

**Bamba Y, Ouattara A, Da Costa KS, Gourene G. 2008.** Production d'*Oreochromis niloticus* avec des aliments à base de sous-produits agricoles. *Sciences & Nature*, 5(1): 89–99. DOI:10.4314/scinat.v5i1.42155

**Bandelt, H. J., Forster, P., and Röhl, A. 1999.** Median-joining networks for inferring intraspecific phylogenies. *Mol. Molecular Biological Evolution* 16: 3748

**Barel, c. d. n., m. j. p. Van oijen, F. Witte & e. l. m. Witte-Maas, 1977.** An introduction to the taxonomy and morphology of the haplochromine Cichlidae from Lake Victoria. - *Neth. J. Zool.* 27: 333-389

**Baroiller, J. F., Desprez, D., Carteret, Y., Tacon, P., Borel, F., Hoareau, M. C., ... & Jalabert, B. 1997.** Influence of environmental and social factors on the reproductive efficiency in three *Tilapia* species, *Oreochromis niloticus*, *O. aureus*, and the red *Tilapia* (red Florida strain). In *Tilapia aquaculture: Proceedings of the Fourth International Symposium on Tilapia in Aquaculture, Orlando (US), November 9-12, 1997* (Vol. 106, pp. 808-p). Northeast Regional Agricultural Engineering Service.

**Bartley, D.M., De Graaf, G.J., Valbo-Jørgensen, J. & Marmulla, G. 2015.** Inland capture fisheries: status and data issues. *Fisheries Management and Ecology*, 22: 71–77.

**Behmene, I. E., Bachir Bouiadjra, B., et Daoudi, M. (2020).** On the presence of the African catfish *Clarias anguillaris* (Linnaeus, 1758) (Siluriformes Clariidae) in southeastern Algeria (Ifni-Illizi). *Biodiversity journal*, 11 (2): 363–368. <https://doi.org/10.31396/Biodiv.Jour.2020.11.2.363.368>

- Bhujel, R. C., Turner, W. A., Yakupitiyage, A., & Little, D. C. (2000).** Broodfish selection and its effect on seed output of Nil Tilapia (*Oreochromis niloticus*) in large-scale commercial seed production system. In *Proceedings of the Fifth International Symposium on Tilapia in Aquaculture. American Tilapia Association and International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines* (pp. 334-340).
- Binohlan, C.; Pauly, D. 2000.** The POPGROWTH Table. In: FishBase 2000: concepts, design and data sources. R. Froese and D. Pauly (Eds). Los Baños, Laguna, Philippines, ICLARM, pp. 138–145.
- Ble MC, Otchoumou KA, Alla YL, Kaushik S.(2011).**Utilisation des farines végétales dans l'alimentation des poissons d'élevage en milieu tropical. Fiches Techniques et Documents de Vulgarisation, 11: 7–11. <http://hdl.handle.net/1834/5797>
- Boglione, C., Gisbert, E., Gavaia, P., E. Witten, P., Moren, M., Fontagné, S., & Koumoundouros, G. (2013).** Skeletal anomalies in reared European fish larvae and juveniles. Part 2: main typologies, occurrences and causative factors. *Reviews in Aquaculture*, 5, S121-S167.
- Boulenger, G. A. (1911).** III.—descriptions of new Reptiles from the Andes of South America, preserved in the British Museum. *Annals and Magazine of Natural History*, 7(37), 19-25.
- Boutouchaent, T.(2002).** Introduction du Tilapia *Oreochromis niloticus* en Algérie. Agroligne, N°24 août – septembre.
- Brett, J. R., & Groves, T. D. D. (1979).** Physiological energetics. *Fish physiology*, 8(6), 280-352.
- Bromage, N.R., Roberts, R.J.(1995).**Broodstock Management and Egg and Larval Quality. Iowa State University Press, Blackwell Science Company 2121 S, State Avenue, Ames, Iowa 50014-8300, USA, pp. 6–24:76–93.
- Bruton, M. N. (1979).** The breeding biology and early development of *Clarias gariepinus* (Pisces: Clariidae) in Lake Sibaya, South Africa, with a review of breeding in species of the subgenus *Clarias* (*Clarias*). *The Transactions of the Zoological Society of London*, 35(1), 1-45.

**Brzuska, E., Adamek, J. (1999).** Artificial spawning of European catfish, *Silurus glanis* L.: stimulation of ovulation using LHRH-a, Ovaprim and carp pituitary extract. *Aquacult. Res.* 30 (1), 59–64.

**Cahu C.( 2004) .** Domestication et fonction nutrition chez les poissons. *INRA Production Animale*, 17(3): 205–210. [http://archimer.ifremer.fr/doc/00000/1102\\_1/](http://archimer.ifremer.fr/doc/00000/1102_1/).

**Campos-Mendoza, A., Bromage, N., & McAndrew, B. J. (2003).** The effect of photoperiod on the reproductive performance of the Nil Tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Fish Physiology and Biochemistry*, 28(1-4). 503-504. <https://doi.org/10.1023/B:FISH.0000030641.95659.be> .

**Campos-Mendoza, A., McAndrew, B. J., Coward, K., & Bromage, N. (2004).** Reproductive response of Nil Tilapia (*Oreochromis niloticus*) to photoperiodic manipulation; effects on spawning periodicity, fecundity and egg size. *Aquaculture*, 231(1-4). 299-314. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2003.10.023>.

**Cavaco, J. E. B., Van Blijswijk, B., Leatherland, J. F., Goos, H. T., & Schulz, R. W. (1999).** Androgen-induced changes in Leydig cell ultrastructure and steroidogenesis in juvenile African catfish, *Clarias gariepinus*. *Cell and tissue research*, 297(2), 291-299.

**Chikou A, (2006).** Etude de la démographie et de l'exploitation halieutique de six espèces de poissons-chats (Teleostei, Siluriformes) dans le Delta de l'Ouémé au Bénin. Thèse de Doctorat, Université de Liège, Belgique. 459 p.

**Cho, S.H., Lim, Y.S., Lee, J.H., Lee, J.K., Park, S., Lee, S.M.(2003).** Effects of feeding rate and feeding frequency on survival, growth, and body composition of Ayu post-larvae *Plecoglossus altivelis*. *Journal of World Aquaculture Society* 34, 85-91.

**Chowdhury, D. K. (2011).** *Optimal feeding rate for Nil Tilapia (Oreochromis niloticus)* (Master's thesis).

**Compaoré, I., Toguyéni, A., Rougeot, C., Kestemont, P., & Mélard, C. (2015).** Morphometric and Meristic Identification of Wild Populations of *Clarias* sp and their Hydro-geographical Structuring in Burkina Faso. *American Journal of Agricultural Science*, 2, 208-216.

**Courtenay Jr, W. R., & Hensley, D. A. (1980).** Special problems associated with monitoring exotic species. *Biological Monitoring of Fish, Lexington Books, Lexington*, 281-307.

**Coward K, Bromage NR. (2000).** Reproductive physiology of female Tilapia broodstock. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 10(1): 1–25. DOI: 10.1023/A: 1008942318272.

**Coward, K., & Bromage, N. R. (1999).** Spawning periodicity, fecundity and egg size in laboratory-held stocks of a substrate-spawning tilapiine, *Tilapia zillii* (Gervais). *Aquaculture*, 171(3-4), 251-267.

**Daudpota, A. M., Abbas, G., Kalhoro, I. B., Shah, S. S. A., Kalhoro, H., Hafeez-ur-Rehman, M., & Ghaffar, A. (2016).** Effect of feeding frequency on growth performance, feed utilization and body composition of juvenile Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) reared in low salinity water. *Pakistan Journal of Zoology*, 48(1).

**David, L. (1935).** Poissons de Kapanga (Katanga). *Rcv. Zool. Bot. Afric.*

**Davies O.A, Inko-Tariah MB, Amachree D (2006).** Growth response and survival of *Heterobranchus longifilis* fingerlings fed at different feeding frequencies. *Afr. J. Biotechnol.*, 5: 778-787.

**De Graaf, G. J., F. Galemoni, and E. A. Huisman. (1999).** Reproductive biology of pond reared Nil Tilapia, *Oreochromis niloticus* L. *Aquaculture Research* 30:25–33. doi:10.1046/j.1365- 2109.1999.00295.x.

**De Graaf, G., & Prein, M. (2005).** Fitting growth with the von Bertalanffy growth function: a comparison of three approaches of multivariate analysis of fish growth in aquaculture experiments. *Aquaculture Research*, 36(1), 100-109.

**De Graaf, G., Janssen, H.(1996)** .Tropical production and pond rearing of the Africa catfish *Clarias gariepinus* in sub-Saharan Africa. FAO Fish Technical paper, vol.326, pp. 1–20.

**De Moor, I. J., & Bruton, M. N. (1988).** *Atlas of alien and translocated indigenous aquatic animals in southern Africa*. National Scientific Programmes Unit: CSIR.

**De Silva, S.S., Radampola, K. (1990)** .Effect of dietary protein level on the reproductive performance of *Oreochromis niloticus*. In: Hirano, R., Hanyu, I. (Eds.), Proc. 2nd AsianFish. Forum. Asian Fisheries Society, Manila, Philippines, pp. 559–563.

**Duponchelle F, Cecchi P, Corbin D, Nunez J, Legendre M.(2000)** . Variations in fecundity and egg size of female Nil Tilapia, *Oreochromis niloticus*, from manmade lakes of Côte d’Ivoire. *Environmental Biology of Fishes*, 57: 155–170. DOI: 10.1023/A:1007575624937

**Duponchelle F, Panfili J.(1998)** . Variations in age and size at maturity of female Nil Tilapia, *Oreochromis niloticus*, populations from man-made lakes of Côte d’Ivoire. *Environmental Biology of Fishes*, 52: 453–465. DOI: 10.1023/A:1007453731509

**Elegbe HA, Imorou Toko I, Agbohessi P, Ble C, Banag A, Chikou A, Eyango M, Laleye P.(2015)** .Co-culture *Clarias gariepinus-Oreochromis niloticus*: Quels avantages pour l’amélioration des performances zootechniques et économiques des poissons élevés dans les « Whedos » du delta de l’Ouémé au Bénin ? *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9(4): 1937–1949. <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i4.19>

**El- Sayed, A. F. M. (2002)**. Effects of stocking density and feeding levels on growth and feed efficiency of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fry. *Aquaculture research*, 33(8), 621-626.

**El-Sayed, A. F. M. (2006)**. Tilapia culture in salt water: environmental requirements, nutritional implications and economic potentials. *Avances en Nutrition Acuicola*.

El-Sayed, A. F., Nmartinez, I., & Moyano, F. J. (2000). Assessment of the effect of plant inhibitors on digestive proteases of Nile Tilapia using in vitro assays. *Aquaculture International*, 8(5), 403-415.

**Eriksen, M. S., Bakken, M., Espmark, Å., Braastad, B. O., & Salte, R. (2006)**. Prespawning stress in farmed Atlantic salmon *Salmo salar*: maternal cortisol exposure and hyperthermia during embryonic development affect offspring survival, growth and incidence of malformations. *Journal of Fish Biology*, 69(1), 114-129.

**Escalante, A. A., & Ayala, F. J. (1994)**.Phylogeny of the malarial genus Plasmodium, derived from rRNA gene sequences. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 91(24), 11373-11377.

**FAO, 2012.** Food and Agriculture Organization of the United Nations: The state of world fisheries and aquaculture, 2012.

**FAO, 2014.** Food and Agriculture Organization of the United Nations: The state of world fisheries and aquaculture, 2014.

**FAO, 2020.** Food and Agriculture Organization of the United Nations: The state of world fisheries and aquaculture, 2020.

**Fao,2020:**[http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oreochromis\\_niloticus\\_fr/en#tcN800B1](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oreochromis_niloticus_fr/en#tcN800B1)

**Fao.2010.** Food and Agriculture Organization of the United Nations: The state of world fisheries and aquaculture, 2010.

**Fessehaye, Y., El-bialy, Z., Rezk, M. A., Crooijmans, R., Bovenhuis, H., & Komen, H. (2006).** Mating systems and male reproductive success in Nil Tilapia (*Oreochromis niloticus*) in breeding hapas: a microsatellite analysis. *Aquaculture*, 256(1-4), 148-158.

**Fishelson, L. (1966).** Untersuchungen zur vergleichenden Entwicklungsgeschichte der Gattung Tilapia: (Cichlidae, Teleostei). *Zool. Jb. Anat. Bd.*, 571 656, 67 Figs.

**Fishelson, L. (1995).** Cytological and morphological ontogenesis and involution of the thymus in cichlid fishes (Cichlidae, Teleostei). *Journal of morphology*, 223(2), 175-190.

**Folasade A et al. (2016).** Morphological Characterization of Wild and Cultured *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) Using Principal Component and Cluster Analyses. 2016.

**Froese, R., & Pauly, D. (2011).** FishBase. 2011. *World Wide Web electronic publication Available at: <http://www.fishbase.org> (accessed 22 February 2011).*

**Fujimura, K., & Okada, N. (2007).** Development of the embryo, larva and early juvenile of Nil Tilapia *Oreochromis niloticus* (Pisces: Cichlidae). Developmental staging system. *Development, growth & differentiation*, 49(4), 301-324.

**Gaillard, F., & Scaillet, B. (2014).** A theoretical framework for volcanic degassing chemistry in a comparative planetology perspective and implications for planetary atmospheres. *Earth and Planetary Science Letters*, 403, 307-316.

**Galman, O. R., & Avtalion, R. R. (1989).** Further study of the embryonic development of *Oreochromis niloticus* (Cichlidae, Teleostei) using scanning electron microscopy. *Journal of fish biology*, 34(5), 653-664.

**Gennotte V, François E, Rougeot C, Ponthier J, Deleuze S, Mélard C.(2012).**a. Sperm quality analysis in XX, XY and YY males of the Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Theriogenology*78(1): 210–217. DOI:10.1016/j.theriogenology.2012.02.002

**Gennotte V, Sawadogo P, Milla S, Kestemont P, Melard C, Rougeot C. 2012b.** Cortisol is responsible for positive and negative effects in the ovarian maturation induced by the exposure to acute stressors in Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Fish Physiology and Biochemistry*, 38(6): 1619–1626. DOI:10.1007/s10695-012-9656-7

**Gheyas, A.A, M.S.Islam, M.F.A.Mollah and M.G. Hussain (2002).**A comparative study on the embryonic development of gynogen, triploid, haploid and normal diploid of stinging catfish, *Heteropneustes fossilis*. *Bangladesh Journal Fisheries Research*: 107-115.

**Haimovic, M., Velasco, G.(2002).** Length–Weight Relationship of Marine Fishes from Southern Brazil Naga. 23. pp. 19–23.

**Haniffa M A, Merlin R T and Francis T.( 2000).**Induced Spawning of the striped murrel *Channa striatus* using pituitary extracts human chorionic gonadotropin luteinizing hormone releasing hormone analogue and ovaprim *Acta Ich. Piscat.* 30 : 53-60.

**Haniffa, M.A.K. and S. Sridhar. (2002).** Induced spawning of spotted murrel (*Channa punctatus*) and catfish (*Heteropneustes fossilis*) using human chorionic gonadotropin and synthetic hormone (Ovaprim). *Veterinarski Arhiv* 72: 51-56.

**Haylor, G. S. (1992).** Controlled hatchery production of *Clarias gariepinus* (Burchell): growth and survival of larvae at high stocking density. *Aquaculture Research*, 23(3), 303-314.

**Haylor, G.S., & Mollah, M.F.A. (1995).** Controlled hatchery production of African catfish, *Clarias gariepinus*: the influence of temperature on early development. *Aquatic Living Resources*, 8, 431-438.

**Hecht, T., & Appelbaum, S. (1988).** Observations on intraspecific aggression and coeval sibling cannibalism by larval and juvenile *Clarias gariepinus* (Clariidae: Pisces) under controlled conditions. *Journal of Zoology*, 214(1), 21-44.

- Herbst, K. L., Anawalt, B. D., Amory, J. K., & Bremner, W. J. (2002).** Acyline: the first study in humans of a potent, new gonadotropin-releasing hormone antagonist. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 87(7), 3215-3220.
- Hogendoorn, H., & Vismans, M.M. (1980).** Controlled propagation of the African catfish, *Clarias lazera* (C&V). II. Artificial reproduction. *Aquaculture*, 21, 39-53.
- Holden, K. K., & Bruton, M. N. (1992).** A life-history approach to the early ontogeny of the Mozambique Tilapia *Oreochromis mossambicus* (Pisces, Cichlidae). *African Zoology*, 27(4), 173-191.
- Hopwood, D. A. (2007).** How do antibiotic-producing bacteria ensure their self-resistance before antibiotic biosynthesis incapacitates them? *Molecular microbiology*, 63(4), 937-940.
- Houlihan D, Boujard T, Jobling M. (2001).** Food Intake in Fish. Blackwell Science Ltd: Oxford.
- Huchette SMH, Beveridge MCM. (2003).** Technical and economical evaluation of periphyton-based cage culture of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) in tropical freshwater cages. *Aquaculture*, 218(1-4), 219–234. DOI: 10.1016/S00448486(02)00414-3.
- Hung, S. S., & Lutes, P. B. (1987).** Optimum feeding rate of hatchery-produced juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*): at 20 C. *Aquaculture*, 65(3-4), 307-317.
- Idder, T., Idder, A., Tankari Dan-Badjo, A., Benzida, A., Merabet, S., Negais, H., & Serraye, A. (2014).** Les oasis du Sahara Algérien, entre excédents hydriques et salinité. L'exemple de l'oasis de Ouargla. *Revue des sciences de l'eau/Journal of Water Science*, 27(2), 155-164.
- Iga-Iga R. (2008).** Contribution à la mise au point d'aliments pour Tilapia *Oreochromis niloticus* à base d'intrants locaux : Cas du Gabon. Mémoire de Master, Institut de Recherches Agronomiques et Forestières, Libreville, p. 47
- Ipungu L, Ngoy K, Banze K, Lumfwa K, Kafund M.( 2015).** L'étude de la croissance d'*Oreochromis niloticus* par la fertilisation des étangs : Le cas de la ferme Naviundu Lubumbashi. *Journal of Applied Biosciences*, 91: 8503–8510. <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v91i1.3>

- Iswanto, B., Imron, I., Suprpto, R., & Marnis, H. (2015).** Embryonic and larval development of a red strain of the Egyptian African catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822). *Indonesian Aquaculture Journal*, 10(1), 19-31.
- Ivanova, N.V., Dewaard, J.R., Hebert, P.D.N.(2006).** An inexpensive, automation-friendly protocol for recovering high-quality DNA. *Molecular Ecology Notes* 6, 998–1002
- Jansen (G.), Devaere (S.), Weekers (P.H.H.), Adriaens (D.).(2006).** Phylogenetic relationships and divergence time estimate of African anguilliform catfish (Siluriformes : Clariidae) inferred from ribosomal gene and space sequences. *Mol. Phylog. Evol.* 38 : 65-78.
- Janssen J. (1985).** Elevage du poisson-chat Africain *Clarias lazera* (cuv. & val., 1840) en République Centrafricaine. FAO. Document technique n°20, FAO Rome : 37P.
- Jauncey ,K. and Ross, B . (1982) .**A Guide to Tilapia feeds and feeding. institute of aquaculture, university of stirling , Scotland , 111 pp .
- Jeziarska, B., Ługowska, K., & Witeska, M. (2009).** The effects of heavy metals on embryonic development of fish (a review). *Fish physiology and biochemistry*, 35(4), 625-640.
- Kasi, M., Nirmell, S., Aminur Rahman, M., Arshad, A., Gokul Raj, M., Arockiaraj, J. (2015).** Induced ovulation and spawning of African catfish *Clarias gariepinus* (Bloch) using ovaprim. *J. Environ. Biotechnol. Res.* 1 (1), 2–9.
- Katoh, K., & Standley, D. M. (2013).** MAFFT multiple sequence alignment software version 7: improvements in performance and usability. *Molecular biology and evolution*, 30(4), 772-780.
- Kestemont, P., & Baras, E. (2001).** Environmental factors and feed intake: mechanisms and interactions. *Food intake in fish*, 131-156.
- Khan, M.M.R. and Mollah, M.F.A. (1998).** Embryonic and larval development of African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell), *Bangladesh Journal of Fisheries*, 21, 91-97.
- Kimmel, C. B., Ballard, W. W., Kimmel, S. R., Ullmann, B., & Schilling, T. F. (1995).** Stages of embryonic development of the zebrafish. *Developmental dynamics*, 203(3), 253-310.

**Kipper, D., Taguti, T.L., Bialecki, A., Makrakis, M.C., Baumgartner, G., & Sanches, P.V. (2013).** Early ontogeny of *Clarias gariepinus* (Siluriformes, Clariidae) and aspects of its invasion potential in natural freshwater environments. *Maringa*, 35(3), 411-418.

**Klett, V., & Meyer, A. (2002).** What, if anything, is a Tilapia?—mitochondrial ND2 phylogeny of tilapiines and the evolution of parental care systems in the African cichlid fishes. *Molecular Biology and Evolution*, 19(6), 865-883.

**Klett, V., & Meyer, A. (2002).** What, if anything, is a Tilapia?—mitochondrial ND2 phylogeny of tilapiines and the evolution of parental care systems in the African cichlid fishes. *Molecular Biology and Evolution*, 19(6), 865-883.

**Korzelecka-Orkisz, A., Smaruj, I., Pawlos, D., Robakowski, P., Tanski, A., Szulc, J., & Formicki, K. (2010).** Embryogenesis of the stinging catfish, *Heteropneustes fossilis* (Actinopterygii: Siluriformes: Heteropneustidae). *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 40(2), 187-197.

**Kubaryk, J. M. (1980).** *Effects of diet, feeding schedule and sex on food consumption, growth and retention of protein and energy by Tilapia*. Auburn University, Alabama (Doctoral dissertation, Ph. D. dissertation).

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

**Lalèyè P. (1995).** - *Ecologie comparée de deux espèces de Chrysichthys, poissons Siluriformes (Claroteidae) du complexe lagunaire Lac Nokoué - Lagune de Porto-Novo au Bénin*. Thèse de doctorat en sciences (zoologie). Université de Liège (Laboratoire de Démographie des poissons et d'Aquaculture). 199 p.

**Lamotte M. (1971).** *Initiation aux méthodes statistiques en biologie*. Masson et Cie Ed. 2<sup>ème</sup> ed. 3<sup>ème</sup> tirage, paris : 144p.

**Lauzanne, L. (1988).** *Les habitudes alimentaires des poissons d'eau douce africains= Feeding habits of African freshwater fishes*.

**Lawan I., Hassan, M., Yusuf A. (2017).** Effects of Feeding Frequency on Growth and Feed Efficiency of Rearing African Catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell 1822) Fingerlings. *ARC International Journal of Agribusiness Innovations ISSN: 2360-9983, Volume 4, Issue 1, pages 01 – 08*. <http://www.africaresearchcorps.com>

**Lazard J, Legendre M. (1996).** La reproduction spontanée du Tilapia : Une chance ou un handicap pour le développement de l'aquaculture Africaine ? In : Le troisième symposium international sur le Tilapia en aquaculture, ICLARM (ed). Jakarta; 82– 98.

**Lazard J, Levêque C. (2009).** Introductions et transferts d'espèces de poissons d'eau douce. Cahiers Agricultures, 18(2-3): 157–163. DOI : 10.1684/agr.2009.0290

**Lazard J. (2009).** La pisciculture des Tilapias. Cahiers Agricultures, 18(2-3): 393–401. <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cps idt=21713651>

**Lazard J. (2013).** Les paradoxes et les questionnements soulevés par l'exploitation de la biodiversité (autochtone et introduite) en aquaculture. Potentiels de la science pour l'avenir de l'agriculture, de l'alimentation et de l'environnement, 1–13. <https://inra-damfront-resourcesscdn.brainsonic.com/ressources/afile/337564-892ff-resource-revue-de-loacademiedoagriculture-o-aquacultureo.pdf>

**Leary, R. F., Allendorf, F. W., Phelps, S. R., & Knudsen, K. L. (1988).** Population genetic structure of westslope cutthroat trout: genetic variation within and among populations. In *Proceedings of the Montana Academy of Sciences* (Vol. 48, pp. 57-70).

**Lee, S. M., U. G. Hwang, and S. H. Cho. (2000).** Effects of feeding frequency and dietary moisture content on growth, body composition and gastric evacuation of juvenile Korean rockfish (*Sebastes schlegelii*). *Aquaculture* 187:399–409.

**Legendre, M. (1986).** Seasonal changes in sexual maturity and fecundity and HCG-induced breeding of the catfish *Heterobranchus longifilis* Val. (*Clariidae*) reared in Ebrien lagoon (Ivory Coast). *Aquaculture* Vol. 55 pp. 201-213.

**Legendre, M., & Teugels, G.G. (1991).** Development and thermal tolerance of eggs in *Heterobranchus longifilis*, and comparison of larval developments of *H. longifilis* and *Clarias gariepinus* (Teleostei, Clariidae). *Aquatic Living Resources*, 4, 227-240 (in French with English abstract).

**Lévêque C, Paugy D, Teugels GG. (1992).** Faune des Poissons d'Eaux Douces et Saumâtres de l'Afrique de l'Ouest (2ndedn). Muste Royal de l'Afrique Centrale & ORSTOM: Tervuren & Paris. Lévêque C, Bruton MN, Ssentongo GW. 1994. Biologie et Ecologie des Poissons d'Eau Douce Africains. ORSTOM: Paris.

**Lévêque C, Paugy D. (2006).** Les Poissons des Eaux Continentales Africaines: Diversité, Ecologie, Utilisation par l'Homme. IRD: Paris

**Lévêque, C., Paugy, D., & Teugels, G. G. (1990).** *Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest= The fresh and brackish water fishes of West Africa: Tome 1.*

**Little DC, Hulata G. (2000).** Strategies for Tilapia seed production. In Tilapias: Biology and Exploitation, Malcolm CM. Beveridge B, McAndrew J (ed). Fish and Fisheries Series; 267-326.

**Luquet P, Moreau Y. (1989).** Energy-protein management by some warmwater finfishes. *Advances in Tropical Aquaculture*, 9: 751–755.  
<http://archimer.ifremer.fr/doc/1989/acte1424.pdf>

**Macintosh, D. J., & Little, D. C. (1995).** Nil Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Broodstock management and egg and larval quality*, 277.

**MacLean, D., MacIntosh, R., & Grant, S. (2002).** Mode 2 management research. *British Journal of Management*, 13(3), 189-207.

**Madrid JA, Boujard T, Sánchez-Vázquez FJ.( 2001).**Feeding rhythms. In Food Intake in Fish. Blackwell Science Ltd: Oxford; 189–215.

**Madu, C.T. (1989).** Hatchery management of the mudfish, *Clarias anguillaris* (L). Ph.DThesis, University of Jos, Jos, Nigeria. 218p.

**Maire, J. L. (2002).** A model of characterization of the performance for a process of benchmarking. *Benchmarking: An International Journal*.

**Mashai N, Rajabipour F, Mohammadi M, Sarsangi H, Bitaraf A, Hossein-Zadeh H, Sharif-Rohani M. (2016).** Reproduction of Nil Tilapia, *Oreochromis niloticus* in Brackish Water. *Journal of Applied Aquaculture*, 28(1): 1–8. DOI:10.1080/10454438.2015.1104943

**Mathur, N., & Bhatara, M. (2007).** Length weight relationship and relative condition factor (Kn) of *Cirrhinus mrigala* (Ham.) from two lakes of Ajmer Zone, Rajasthan. *Ecology Environment And Conservation*, 13(2), 225.

**McElwain, A., Ray, C., Su, B., Shang, M., Fobes, M. C., Duncan, P., ... & Bullard, S. A. (2013).** Osteological and histopathological details of unilateral microphthalmia and anophthalmia in juvenile common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture*, 400, 135-141.

**Médale, F., & Kaushik, S. (2009).** Les sources protéiques dans les aliments pour les poissons d'élevage. *Cahiers Agricultures*, 18(2-3), 103-111.

**Mélard C. 2014a.** Base biologique de l'aquaculture : Biologie de la reproduction 3. Note de cours à l'intention des étudiants de Master

**Monsengo, M. F., Ngalya , B N., Shabani, E. I., Kankonda, B. A.,(2017).**Reproduction induite chez les silures de l'espèce *Clarias gariepinus* dans la région de Kisangani, République Démocratique du Congo. *Innovative Space of Scientific Research Journals*. Vol. 30 No, pp. 65-74.

**Morrison, C. M., Miyake, T., & Wright Jr, J. R. (2001).** Histological study of the development of the embryo and early larva of *Oreochromis niloticus* (Pisces: Cichlidae). *Journal of Morphology*, 247(2), 172-195.

**Münz, H. (1979).** Morphology and innervation of the lateral line system in *Sarotherodon niloticus* (L.)(cichlidae, teleostei). *Zoomorphologie*, 93(1), 73-86.

**Nelson JS. 2006.** Fishes of the World. John Wiley & Sons: New York.

**Ng W.K., Lu K.S., Hashim R. and Ali A. (2000):** Effects of feeding rate on growth, feed utilization and body composition of tropical bagrid catfish. *Aquaculture International*, 8:19–29.

**Nwokoye, C.O., Nwuba, L.A., Eyo, J.E.(2007).**Induced propagation of African clariid catfish, *Heterobranchus bidorsalis* (Geoffrey Saint Hillarie, 1809) using synthetic and homoplastic hormones. *Afr. J. Biotechnol.* 6 (23), 2687–2693.

**Oh, S. Y. and B. A. Venmathi Maran.( 2015).** Feeding frequency influences growth, feed consumption and body composition of juvenile rock bream (*Oplegnathus fasciatus*). *Aquaculture International* 23:175–184.

**Olaniyi, W.A., & Omitogun, O.G. (2013).** Stages in the early and larval development of African catfish *Clarias gariepinus* (Teleostei, Clariidae). *Zygote*, p. 1-17. doi:10.1017/S0967199413000063.

**Olivier, S., & Patrick, G. (2013).** *Mémento de pisciculture d'étang: 5e édition*. Editions Quae.

**Onumah, E. E., S. Wessels, N. Wildenhayn, B. Brümmer, and G. H. Schwark.(2010).** Stocking density and photoperiod manipulation in relation to estradiol profile to enhance spawning activity in female Nil Tilapia. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 10:463–470.

**Ouattara NI, Iftime A, Mester LE. (2009).** Age et croissance de deux espèces de Cichlidae (Pisces): *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) et *Sarotherodon melanotheron* Rüppell, 1852 du lac de barrage d'Ayamé (Côte d'Ivoire, Afrique de l'Ouest). *Travaux du muséum national d'histoire naturelle «Grigore Antipa»*, LII: 313–324. <https://www.researchgate.net/publication/242520866>

**Ouedraogo S.(2000).** Biologie de reproduction du Tilapia : *Oreochromis niloticus* du lac de barrage de la Comoé. Mémoire d'Ingénieur du Développement Rural Université Polytechnique de BoboDioulasso, Bobo-Dioulasso, p. 77.

**Owiti, D. O., & Dadzie, S. (1989).** Maturity, fecundity and the effect of reduced rainfall on the spawning rhythm of a siluroid catfish, *Clarias mossambicus* (Peters). *Aquaculture Research*, 20(4), 355-368.

**Panfili J. & Ximénès M. C. (1994).** - Evaluation de l'âge et de la croissance de l'anguille européenne (*Anguilla anguilla* L.) en milieu continental : méthodologies, validation, application en Méditerranée et comparaisons en Europe. *Bulletin Français de Pêche et Pisciculture*. 335 : 43-66.

**Panfili J., De Pontual H., Troadec H. & Wright P. J. (eds). (2002).** - Manuel de sclérochronologie des poissons. Co-Editions IFREMER/IRD. 464 p.

**Paugy D., Lévêque C., Teugels G. G. (2004).** Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest : tome 1 = The fresh and brackish water fishes of West Africa : volume 1, IRD, Paris (FRA) ; Tervuren.

**Pauly D. (1979).** - Theory and management of tropical multispecies stocks: a review with emphasis on the Southeast Asian demersal fisheries. *ICLARM Studies Review* 1. 35 p.

**Pauly, D., & Gaschutz, G. (1979).** A simple method for fitting oscillating length growth data, with a program for pocket calculators. *ICES CM*, 6, 24.

**Peña-Mendoza, B., J. L. Gómez-Márquez, I. H. Salgado-Ugarte, and D. Ramírez-Noguera. (2005).** Reproductive biology of *Oreochromis niloticus* (Perciformes: Cichlidae) at Emiliano Zapata Dam, Morelos, Mexico. *Revista de Biología Tropical* 53(3–4): 515–522. doi:10.15517/rbt.v53i3-4.14666.

**Peterson, M. S., W. T. Slack, N. J. Brown-Peterson, and J. L. McDonald. (2004).** Reproduction in nonnative environments: Establishment of Nil Tilapia, *Oreochromis niloticus*, in coastal Mississippi watersheds. *Copeia* 4:842–849. Doi: 10.1643/CE-04-134R1.

**Phelps, R.P., Hastey, R., Pendetar, A., Linley, L., Papanikos, N., Dunham, R.A.(2007).** Effects of temperature on the induced spawning of channel catfish and the production of channel \_ blue catfish hybrid fry. *Aquaculture* 273 (1), 80–86.

**Philippart J-C. (1970).** - Age et croissance du chevaine, *Leuciscus leuciscus* (L.), de la vaudoise, *Leuciscus cephalus* (L.) et du hotu, *Chondrostoma nasus* (L.) dans l'Ourthe et la Berwinne. Mémoire de licence en sciences zoologiques. ULg (sept. 1970).

**Philippart J-C. (1977).** - Contribution à l'hydrologie de l'Ourthe. Dynamique et production des populations de quatre espèces de poissons Cyprinidae : *Barbus barbus* (L.), *Leuciscus cephalus* (L.), *Leuciscus leuciscus* (L.) et *Chondrostoma nasus* (L.). Thèse de doctorat en sciences (Zoologie). Université de Liège. 225 p. + bibliographie.

**Piper, R. G.; I. B. McElwain, L. E. Orme; J. P. McCraren; L. G. Flower, and J. R. Leonard. (1982).** Fish hatchery management. U. S. Fish and Wildlife Service, Washington, D. C.

**Ponzoni RW, Hamzah A, Tan S, Kamaruzzaman N. (2005).** Genetic parameters and response to selection for live weight in the GIFT strain of Nil Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 247: 203-210. DOI : <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.02.020>.

**Pradeep, P. J. et al. (2014).** Optimal conditions for cold-shock induction of triploidy in red Tilapia. *Aquacult Int.* 22, 1163–1174.

**Pradeep, P. J. et al.(2009).** Identification of diploid and triploid Red Tilapia by using erythrocyte indices. *Caryologia.* 64, 485–492.

**Prokesova, M., V .Stejskal., J.Matousek., J. Kouril1 & E. Baras .(2016)** .Effect of light intensity on early ontogeny of African sharptooth catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell). *Aquaculture Research*, 2016, 1–9. doi:10.1111/are.13116.

**Proue O., 1974.** La mer: volume 8.Ed. Grange BATELIERE, Paris (France).2060p.

Puvaneswari, S., Marimuthu, K., Karuppasamy, R., & Haniffa, M.A. (2009). Early embryonic and larval development of Indian catfish, *Heteropneustes fossilis*. *EurAsian Journal of BioSciences*, 3, 84-96.

**Rahman, M.R., Rahman, M.A., Khan, M.N. and Hussain, M.G. (2004).** Observation on the embryonic and larval development of silurid catfish, gulsha (*Mystus cavasius* Ham), *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 7(6), 1070-1075.

**Reddy, K. R., Reddy, V. R., & Hodges, H. F. (1992).** Temperature effects on early season cotton growth and development. *Agronomy Journal*, 84(2), 229-237.

**Reddy, S. R., & Katre, S. (1979).** Growth rate and conversion efficiency of the air-breathing catfish, *Heteropneustes fossilis*, in relation to ration size. *Aquaculture*, 18(1), 35-40.

**Robinson, T.P., Franceschini, G. & Wint, G.R.W. (2007).** FAO's Gridded Livestock of the World. In *Veterinaria Italiana* 43, 745–751.

**Santana F-M., Morize E. & Lessa R. (2006).** - Age and growth of the spotted goatfish, *Pseudupeneus maculatus* (Bloch, 1793) in Brazil, validated through marginal increment and oxytetracycline dyes in the sagittae. *J. Appl. Ichthyol.* 22: 132-137.

**Sarr, S. O., Fall, A. D., Gueye, R., Diop, A., Sene, B., Diatta, K., & Diop, Y. M. (2015).** Evaluation de l'activité antioxydante des extraits des feuilles d'*Aphania senegalensis* (Sapindaceae) et de *Saba senegalensis* (Apocynaceae). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9(6), 2676-2684.

**Sissao, R., Anvo, M. P. M., & Toguyeni, A. (2019).**Caractérisation des performances zootechniques de la population de Tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*) du lac de la vallée du Kou (Burkina Faso). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 13(6), 2603-2617.

- Skelton, C. E. (2001).** New dace of the genus Phoxinus (Cyprinidae: Cypriniformes) from the Tennessee River drainage, Tennessee. *Copeia*, 2001(1), 118-128.
- Skelton, P. H. (2002).** Changes to the scientific and common names of southern African freshwater fishes. *African Journal of Aquatic Science*, 27(2), 171-174.
- Solomon, S. G., Tihamiyu, L. O., Okomoda, V. T., & Adaga, K. (2016).** Effects of storage conditions on quality characteristics of commercial aquafeeds and growth of African catfish *Clarias gariepinus*. *Croatian Journal of Fisheries*, 74(1), 30-37.
- Soomro, M. H., Memon, A. J. A. F., Zafar, M., Daudpota, A. M., Soomro, A. M., & Ishaqu, A. M. (2015).** To evaluate growth performance of Milkfish, *Chanos chanos* (Fingerling) applied a range of food treatment in captivity. *International Journal of Interdisciplinary and Multidisciplinary Studies*, 2(6).
- Srisakultiew, P. (1993).** Studies on the reproductive biology of *Oreochromis niloticus* L.
- Stearns, S. C., 1983.** A natural experiment in life-history evolution: field data on the introduction of mosquito fish (*Gambusia affinis*) to Hawaii. *Evolution* 37:601-617. DOI: 10.2307/2408273.
- Sule, O.D., Adikwu, I.A., & Aluko, P.O. (2001).** Embryonic development in *Clarias gariepinus* under laboratory conditions. Proceeding of the 16th Annual Conference of the Fisheries Society of Nigeria (FISON). Maiduguri, Nigeria, 4-9 November 2001. p. 266-270.
- Swain D.P., Ridell B.E., Murray C.B.(1991).**Morphological differences between hatchery and wild populations of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*): environmental versus genetic origin – *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 48:1783-1791.
- Swain DP, Foote CJ. (1999).** Stocks and chameleons the use of phenotypic variation in stock identification. *Fisheries Research* 43:113-128.
- Tarby, M. L., & Webb, J. F. (2003).** Development of the supraorbital and mandibular lateral line canals in the cichlid, *Archocentrus nigrofasciatus*. *Journal of Morphology*, 255(1), 44-57.
- Teugels (G. G.), ADRIAENS (D.).(2003).**« Taxonomy and phylogeny of Clariidae: an overview ». In Arratia (G.), Kapoor (B. G.), Chardon (M.), Diogo (R.), (eds) : *Catfishes*, Enfield, NH, Science Publishers, Inc. : 465-487.

**Teugels (G. G.).(1982) b.** A systematic outline of the African species of the genus *Clarias* (Pisces; Clariidae), with an annotated bibliography. *Ann. Mus. r. Afr. Centr.*, 236.

**Teugels (G. G.).(1992).**« Clariidae ». In Lévêque (C.), Paugy (D.), Teugels (G. G.) (eds) : Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest, tome 2, Paris, Orstom/Tervuren, MRAC.

**Teugels G.G. (1982).** Preliminary results of a morphological study of five nominal species of the subgenus *Clarias* (Pisces: Clariidae). *Journal of Natural History, London*, 16 pp 439-464.

**Teugels, G. (1986).** A systematic revision of the African species of the genus *Clarias* (Pisces: Clariidae). *Annales Musee Royal de l'Afrique Centrale*,247: 1–199.

**Teugels, G. G., Legendre, M., & Hung, L. T. (1998).** Preliminary results on the morphological characterization of natural populations and cultured strains of *Clarias* species (Siluriformes, Clariidae) from Indonesia. In *Proceedings of the Mid-Term Workshop of the 'Catfish Asia Project'. Cantho, Vietnam* (pp. 31-36).

**Teugels, G.G. (1986).** A systematic revision of the African species of the genus *Clarias* (Pisces: Clariidae). *Annal. Musee Royal de l'Afrique Centr.* **247**, 1–199.

**Teugels, G.G.(1996)** .Taxonomy, phylogeny and biogeography of catfishes (Ostariophysi; Siluroidei): an overview. *Aquatic Living Resources*, 9(5): 9–34.

**Thakur, N. K. (1980).**Notes on the embryonic and larval development of an airbreathing catfish, *Clarias batrachus* (Linn). *J. Inland Fish. Soc. India.* 12: 30-43.

**Thakur, N. K., R. N. Pal and H. A. Khan. (1974).** Embryonic and larval development of *Heteropneustes fossilis* (Bloch). *J. Inland Fish. Soc. India* VI: 33-44.

**Toguyeni A, Fauconneau B, Melard C, Fostier A, Lazard J, Baras E, Kuhn E, Van der Geyten S, Baroiller J-F.(2009).**Sexual dimorphism in two pure Cichlid species, *Oreochromis niloticus* niloticus (Linnaeus, 1758) and *Sarotherodon melanotheron* melanotheron Rüppel 1852, and their intergeneric hybrids. *African Journal of Aquatic Science*, 34(1): 69–75. DOI : 10.2989/AJAS.2009.34.1.7.732

## Références bibliographiques

**Tran-Duy, A., Schrama, J. W., van Dam, A. A., & Verreth, J. A. (2008).** Effects of oxygen concentration and body weight on maximum feed intake, growth and hematological parameters of Nil Tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, 275(1-4), 152-162.

**Tucker, C.S. and Robinson, E.H. (1990).** Channel Catfish Farming Book. Van Nostrand Reinhold: New York, New York.

**Turan C (2004).** Stock Identification of Mediterranean horse mackerel (*Trachurus mediterraneus*) using morphometric and meristic characters. *ICES Journal of Marine Science* 61:774-781.

**Van de Nieuwegiessen PG, Olwo J, Khong S, Verreth JAJ, Schrama JW.(2009).** Effects of age and stocking density on the welfare of African catfish, *Clarias gariepinus* Burchell. *J. Aquaculture*, 288: 69-75. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.11.009>

**Van der Waal, B. C. W. (1974).** Observations on the breeding habits of *Clarias gariepinus* (Burchell). *Journal of Fish Biology*, 6(1), 23-27.

**Van Eer A, Van Schie T, Hilbrands A. (2004).** La pisciculture à petite échelle en eau douce. Fondation Agromisa: Wageningen.

**Vandeputte M, Baroiller J-F, Haffray P, Quillet E. (2009).** Amélioration génétique des poissons : quelles réalisations et quels défis pour demain ? *Agriculture*, 18(2) : 3262-269. DOI: <http://dx.doi.org/10.1684/agr.2009.0291>.

**Vitule JRS, Freire CA, Simberloff D. (2009).** Introduction of non-native freshwater fish can certainly be bad. *Fish and Fisheries*, 10(1): 98–108. DOI:10.1111/j.14672979.2008.00312.x

**Viveen, W. A. R., Richter, C. J. J., Van Oordt, P. G. W. J., Janssen, J. A. L., & Huisman, E. A. (1985).** Practical manual for the culture of the African catfish (*Clarias gariepinus*).

**Von Bertalanffy L. (1938).** - A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws II.). *Hum. Biol.*, 10(2): 181-213.

**Wang N., Hayward R.S. and Noltie D.B. (1998).**Effect of Feeding Frequency on Food Consumption, Growth, Size Variation, and Feeding Pattern of Age-0 Hybrid Sunfish. *Aquaculture*, 165 : 261-267.

**Wang, I., Lingling, w., & Qianru, c. (1981).**Observations sur le developpement embryonnaire et larvaire de *Tilapia nilotica*.

**Ward, R. D., Zemlak, T. S., Innes, B. H., Last, P. R., & Hebert, P. D. (2005).** DNA barcoding Australia's fish species. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 360: 1847–1857. <https://doi.org/10.1098/rstb.2005.1716>.

**Webb, J. F. (1989).** Developmental constraints and evolution of the lateral line system in teleost fishes. In *The mechanosensory lateral line* (pp. 79-97). Springer, New York, NY.

**Webb, J. F. (1990).** Ontogeny and phylogeny of the trunk lateral line system in cichlid fishes. *Journal of Zoology*, 221(3), 405-418

**Webster, C. D., & Lim, C. (Eds.). (2006).** *Tilapia: biology, culture, and nutrition*. CRC Press.

**Wetherall J. A. (1986).** - A new method for estimating growth and mortality parameters from length-frequency data. *ICLARM Fishbyte*. 4(1): 12-14.

**Wimberger P.H.(1992).**Plasticity of fish body shape, the effects of diet, development, family and age in two species of *Geophagus* (Pisces: Cichlidae) – *Biol. J. Linn. Soc.* 45:197-218.

**Woynarovich, E. and L. Horvath. (1981).** La reproduction artificielle des poissons en eau chaude : Manuel de vulgarisation, FAO, *Doc. Tech. Pêche*, 201 : 191p.

**Xie, F., Q. Ai, K. Mai, W. Xu, and H. Ma. (2011).** The optimal feeding frequency of large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea*, Richardson) larvae. *Aquaculture* 311 :162–167.

**Zhu, W., Wang, L., Dong, Z., Chen, X., Song, F., Liu, N., & Fu, J. (2016).** Comparative transcriptome analysis identifies candidate genes related to skin color differentiation in red *Tilapia*. *Scientific reports*, 6(1), 1-12.

## **Références bibliographiques**

**Zimmermann, S., Fitzsimmons, K.( 2004).** Tilapicultura intensive. In: José Eurico Posseibon Cyrino, Elisabeth Criscuolo Urbinati, Débora Machado Fracalosi, Newton Castagnolli (Editores),*Topicos especiais em piscicultura de agua doce tropical intensiva*, Sao Paulo: TecArt, cap. 9, p. 239-266.

### **Logiciel Utilisé:**

**FISAT II (2000-2004).** - The FAO-ICLARM Fish Stock Assessment Tools (FISAT II, user's guide) **2000-2004** *FAO, Rome, Italie*. Version 1.1.2.

**Annexe A : Articles scientifique publiés ou sous presse relatifs à la thématique de la thèse :**

**+ Article publié :**

**Sur la présence du poisson-chat africain *Clarias anguillaris* (Linnaeus, 1758) dans le Sud-Est de l'Algérie (Ifni-Illizi)**

Ce travail est le résultat d'une publication acceptée le mars 2020 et publiée en ligne Avril 2020 dans la revue biodiversity journal catégories « B ».

**+ Article sous presse**

**Effets de la fréquence d'alimentation sur la Performance de croissance chez les alevins de Tilapia rouge (*Oreochromis mossambicus* × *O. niloticus*).**

Ce travail est une publication sous presse envoyée à la revue : Algerian Journal of Arid And Environment (AJAE) de l'université de Ouargla Rédacteur **en chef** : Pr OULD EL HADJ Mohamed Didi catégorie « B » : ISSN 2170-1318 .EISSN: 2588-1949.

## On the presence of the African catfish *Clarias anguillaris* (Linnaeus, 1758) (Siluriformes Clariidae) in south-eastern Algeria (Ifni-Illizi)

Behmene Ibrahim Elkhail<sup>1</sup>, Bachir Bouiadjra Benabdallah<sup>2</sup> & Daoudi Mohamed<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Marine Science and Aquaculture, Laboratory of Sciences and Technics of Animal Production, Abdelhamid Ibn Badis University, Mostaganem, Algeria.; e-mail: benabdellah.bachirbouiadjra@univ-mosta.dz, mohamed.daoudi@univ-mosta.dz  
<sup>3</sup>Corresponding author, e-mail: ibrahim.behme@univ-mosta.dz

### ABSTRACT

Experimental fisheries carried out in August 2019 made it possible to report the presence of a species of freshwater fish, Mudfish *Clarias anguillaris* (Linnaeus, 1758) (Siluriformes Clariidae), to Guelta Ifni (Illizi) an integral part of the Tassili N'Ajjer National Park (south-eastern Algeria). This species is on the IUCN red list as Least Concern (LC) being a taxon that does not qualify for Critically Endangered, Endangered, Vulnerable or Nearly Threatened. Surveys of 16 morphometric variables and three meristics, representing specific distinguishing characteristics, established on two male specimens, confirm this determination. This new locality will complete the current inventory of freshwater species reported in southern Algeria as well as the mapping of the distribution of the species in the in the African continent.

### KEY WORDS

Algeria; *Clarias anguillaris*; Ifni; Illizi; Morphometric; Meristic.

Received 31.11.2019; accepted 03.03.2020; published online 28.04.2020.

### INTRODUCTION

In South of Algeria despite the existence of several water bodies, the studies on the ichthyo-fauna are rare. The objective of this study is the identification and reporting for the first time in this locality of a species of African catfish, Mudfish *Clarias anguillaris* (Linnaeus, 1758) (Siluriformes Clariidae). The greatest diversity of the Clariidae family is found in Africa with 14 genera and 92 species and in Asia with two genera and some 17 species currently known (Teugels, 1996). The genus *Clarias* Scopoli, 1777 is the most widespread of the Clariidae family and it is represented by 32 species on the African continent (Teugels, 1986, 1992; Teugels et al., 2007).

African catfish *Clarias anguillaris* (Linnaeus, 1758) was found in a Guelta of the Ifni zone, where

recent studies were not carried to update the inventory of the aquatic fauna of the extreme south of Algeria, particularly the Tassili N'Ajjer massif, which represents a protected area. This species which has a status LC (Least Concern) for its protection, according to the IUCN (Azeroual et al., 2010).

“Asataf” is the local name of the African catfish in southern Algeria, and these fishes are highly valued by consumers accounting an important source of animal protein for rural populations, especially in these Algerian regions (Bartley et al., 2015). The residents of the Ihrir Valley, in particular the Tuaregs of the region, have had a very important relationship with these fish for centuries. The presence of the species at the Ifni site encourages the measures of its protection and promises the development of a sustainable Saharan aquaculture.

## MATERIAL AND METHODS

## Samples

## Study area

The African catfish, Mudfish *Clarias anguillaris*, was found in the Guelta of the Saharan rural area named Ifni, a village of Tassili N'Ajjer located 150 km from the capital of the willaya of Illizi, Algeria (25°45'51.4"N and 007°54'53.8' E) (Figs. 1, 2).

Two specimens of *Clarias anguillaris* were caught in August 2019 via fishing with a rod of 6 m, and a wire of 5 m, with hook of a total length of 30 mm and an opening of 10 mm. The bait consisted of a cooked paste (fish feed flour with a protein content of 40 %) mixed with wheat flour.

Specimens were transported to the laboratory for biometric measurements. The weights of the

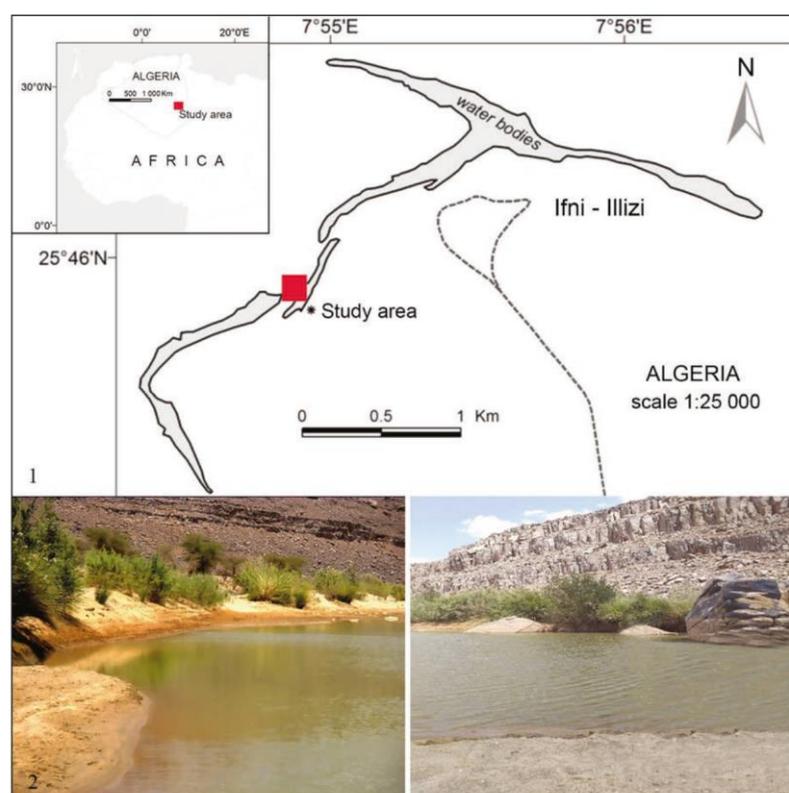


Figure 1. Map of geographical location of study area of Ifni - Illizi (south-eastern Algeria). Figure 2. Guelta Ifni sangling area.

specimens obtained by means of an electronic field precision scale with a maximum of 500 x 0.01 g, and the morphometric measurements made by means of sliding feet (0.05 mm) and a metric band.

#### Methodology

On each sample, 16 morphometric variables and three meristic variables were carried out for the identification of this siluriform according to Lévêque et al. (1990). The meristic counts carried out are: the number of branchiospines on the first branchial arch, number of dorsal fin rays, and number of anal fin rays (Teugels et al., 1998; Swain & Foote 1999; Turan, 2004) (Fig. 3). The percentages of morphometric measurements are given in relation to the standard length (SL) for the body and the Head length (HL). These data are shown in Table 1. The analyses and data collection were performed using Excel 2010 software.

ABBREVIATIONS. 1. Total length (TL); 2. Standard length (SL); 3. Body depth (BD); 4. Head length (HL); 5. Snout length (SNL); 6. Eye diameter (Ed); 7. Predorsal length (PDL); 8. Preanal Length (PAL); 9. Prepectoral Length (PPCL); 10. Pre-pelvic length (PPVL); 11. Length of dorsal-fin base (LDF); 12. Length of anal-fin base (LNA); 13. Pectoral-fin length (PECF); 14. Pelvic fin length (PELF); 15. Caudal-peduncle length (CPL); 16. Depth of caudal-peduncle (DCP). Number of dorsal fin rays (RD); number of anal rays (RA); number of branchiospines on the first branchial arc (BR).

## RESULTS AND DISCUSSION

### Systematics

Superclassis OSTEICHTHYES Huxley, 1880  
 Classis ACTINOPTERYGII Klein, 1885  
 Ordo SILURIFORMES G. Cuvier, 1817  
 Familia CLARIIDAE Bonaparte, 1846  
 Genus *Clarias* Scopoli, 1777

### *Clarias anguillaris* (Linnaeus, 1758)

DESCRIPTION. The main morphometric variables measured on both specimens are shown in Table 1 for the first (a) and the second (b) specimen. The

size of the first fish is 256 mm (LT), 236.5 mm of standard length (LS), 73 mm of head length and weight of 128.2 g. The size of the second specimen is 260 mm, 231 mm of standard length (LS) 70 mm cranial length and weight of 147.84 g. The head is very long with an average of 31% of the standard length (LS) (Figs. 4, 5).

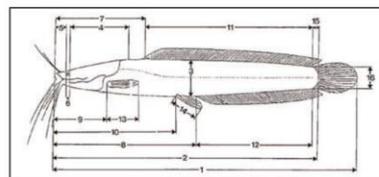


Figure 3. Diagram showing the measurements made (Lévêque et al. 1990).



Figure 4. Front view of the body of *Clarias anguillaris* fished at Guelta of Ifni. Figure 5. Idem, dorsal view of the head. Figure 16. Idem, denticulate pectoral spine on anterior part.

The results of the parameters studied above coincide well with the range of proportions proposed by Teugels (1982a, b) for the two specimens in our study.

The results of the three meristic variables are presented in Table 2.

The number of rays at the dorsal fin (RD) is 72 in the first *C. anguillaris* (a) and 59 in the second (b). The number of anal fin rays (AR) is 51 in the first *C. anguillaris* (a) and 48 in the second (b).

The first specimen of *C. anguillaris* has 25 branchiospines and the second has 32 branchiospines. The pectoral spine is identified on the anterior part (Fig. 6); the neuromasts on the flanks show a regular pattern for the specimen reported to Ifni.

**DISTRIBUTION.** *Clarias anguillaris* is known from the lower Nigeria Cross River, Mauritania, southern Algeria and the Nile (Teugels, 1986;

Paugy et al., 2003; Teugels et al., 2007). It is present also in Benin, Burkina Faso, Cameroon, Chad, Côte d'Ivoire, Egypt, Ethiopia, Gambia, Ghana, Guinea, Guinea-Bissau, Mali, Niger, Nigeria, Senegal, Sierra Leone, South Sudan, Togo (Azeroual et al., 2010).

**HABITAT AND ECOLOGY.** *Clarias anguillaris* is a demersal, potamodromous species, that is widespread in flooded areas. It lives mainly in deep waters, in muddy and semi-muddy bottoms, and bury itself in mud when water bodies dry up. According to Albaret (1982), the reproduction of some *Clarias* is generally limited to the flood period. The diets of the different *Clarias* are very similar in their food. According to Lauzanne (1988), they consume insects and larvae of insects, various crustaceans, molluscs, fish, plant debris, and combined with their ability to breathe atmospheric oxygen, these fish can adapt to the harshest living conditions, hence their presence in the Saharan areas.

**REMARKS.** *Clarias anguillaris* is very similar to *C. gariepinus* Burchell, 1822. The only net difference between the two species is the number of branchiospines on the first branchial arch, which is much smaller (15-60) in *C. anguillaris* (Fig. 10).

Clariidae are distinguished from other Siluriformes by the combination of lack of spine to the dorsal, very long dorsal and anal fins, an anguilliform type body, the presence of four pairs of barbels and a supra-organbranchial, formed by evaginations of the second and fourth branchial arc, allowing fish to practice aerial breathing. This organ is synapomorphic for the family (Teugels & Adriaens, 2003). Several species, including those of the genera *Clarias* and *Heterobranchus* É. Geoffroy Saint-Hilaire, 1809, play an important role in fishing and fish farming (Paugy et al., 2003).

The genus *Clarias* is characterized by the presence of a single dorsal fin extending up to the caudal (Fig. 7), the adipose being absent. Vertical fins are not confluent. The body is more or less elongated, with the caudal peduncle measuring less than 50% of the standard length.

The head is flattened and longer (20-34% LS), the lateral cephalic bones are generally contiguous. The eyes, with free-edge, are very small (Fig. 8). The genus *Clarias* was divided into six sub-genera (Teugels 1982b, 1986; Teugels & Adriaens,

Code	The abbreviations	Catfish Male (a)	Catfish Male (b)	Teugels,1982 in mm
0	W (g)	128.2	147.84	/
1	TL (mm)	256	260	/
2	SL (mm)	236.5	231	(119.7-426)
3	BD (SL %)	12.68	14.29	(9.2-16.3)
4	HL(SL %)	30.87	30.30	(29.1-33.6)
5	SNL (SL %)	20.55	22.86	(19.6-22.9)
6	Ed (HL %)	9.59	7.14	(5.9-10.2)
7	PDL (SL %)	35.94	37.66	(32.9-38.4)
8	PAL (SL %)	54.97	58.44	(53.2-59)
9	PPCL (SL %)	25.37	26.41	(22.5-28.9)
10	PPVL (SL %)	45.67	48.48	(44.3-49.9)
11	LDF (SL %)	59.35	58.87	(54.4-64.7)
12	LNA (SL %)	41.19	43.29	(39.4-44.6)
13	PECF (SL %)	11.84	12.55	(11.4-14.6)
14	PELF (SL %)	10.99	11.26	(7.3-11.4)
15	CPL (SL %)	2.33	3.90	(3-5.7)
16	DCP (SL %)	5.50	6.93	(5.7-9.4)

Table 1. Body measurements for *Clarias anguillaris* from Guelta of Ifni compared with reference Teugels, 1982a, b.

2003; Agnese & Teugels, 2001; Jansen et al., 2006 demonstrated that the genus is paraphyletic.

The Head Length represents 27-35% of LS; 16-110 branchiospines throughout the first branchial arch; the postorbital bones are fully contiguous; the lower part of the head shows two blackish lateral bands; neuromasts on the sides form a regular pattern, which is consistent with the observations reported for the species.

### CONCLUSIONS

Our results, compared with those of Compaoré et al. (2015) in Burkina Faso, reveal the presence of *C. anguillaris* in the southern Algeria.

	RD	RA	BR
<i>Clarias anguillaris</i> (a)	72	51	25
<i>Clarias anguillaris</i> (b)	59	48	32
Teugels, 1982	60-82	42-61	16-50

Table 2. Distinguishing characteristics of the two specimens of the genus *Clarias anguillaris* from Guelta of Ifni compared to Teugels (1982a).

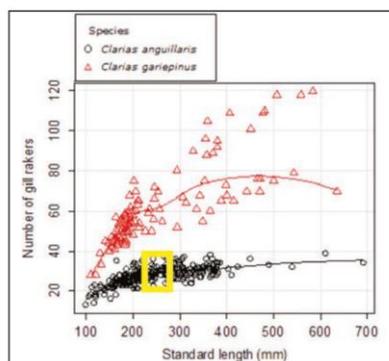


Figure 14. Number of branchiospines on the first branchial arch relative to standard length (LS) in *Clarias gariepinus* and *C. anguillaris* (Compaoré et al., 2015).

The presence of *C. anguillaris* in Guelta Ifni, wilaya Illizi, an integral part of the Tassili N'Ajjer National Park, testifies to a past as wet location and the presence of an interesting aquatic fauna. This study helps to improve knowledge on the inventory of the aquatic species of the southern Algeria and on distribution of the species in the African continent. The presence of *C. anguillaris* in this large and protected territory is reassuring for the future monitoring of this species

### ACKNOWLEDGEMENTS

This research was partly supported by my family of Behmene Mohamed Ben Djallol in Ouargla. We thank our colleagues in the Department of Marine Science and Aquaculture at the University of Mostaganem, who provided information and expertise for this research, PhD student Mr. Tahar Ferah, and PhD student Rachida Senoussi for their help, as well as my thesis director, Mr. Bachir Bouiadja Benabdallah for comments that greatly improved the manuscript. We would also like to express our gratitude to the tour operator Mr. Mohamed Kamel Chaib for sharing this research, to Mr. Abdelhafid Tamina for his experience in the Sahara desert and the Director and the team of the National Tassili Park Board in Ihrir M Ibrahim Hmaoui together with its former director M. Mohamed Tafkik.

### REFERENCES

- Agnese J.F. & Teugels G.G., 2001. Genetic Evidence for Monophyly of the Genus *Heterobranchus* and Paraphyly of the Genus *Clarias* (Siluriformes, Clariidae). *Copeia*, 2: 548–552. [http://dx.doi.org/10.1643/0045-8511\(2001\)001\[0548:GEFMOT\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1643/0045-8511(2001)001[0548:GEFMOT]2.0.CO;2)
- Albaret J.J., 1982. Reproduction et fécondité des poissons d'eau douce de Côte d'Ivoire. *Revue d'Hydrobiologie tropicale*, 15: 347–371.
- Azeroual A., Bousso T., Getahun A., Lalèye P. & Moe-lants T., 2010. *Clarias anguillaris*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T182189A78 27640. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-3.RLTS.T182189A7827640.en>. Downloaded on 12 february 2020.
- Bartley D.M., De Graaf G.J., Valbo-Jørgensen J. & Marmulla G., 2015. Inland capture fisheries: status and data issues. *Fisheries Management and Ecology*, 22: 71–77.

- Compaoré I., Toguyéni A., Rougeot C., Kestemont P. & Mèlard C., 2015. Morphometric and Meristic Identification of Wild Populations of *Clarias* sp. and their Hydro-geographical Structuring in Burkina Faso. *American Journal of Agricultural Science*, 2: 208–216.
- Jansen G., Devaere S., Weekers P.H.H. & Adriaens D., 2006. Phylogenetic relationships and divergence time estimate of African anguilliform catfish (Siluriformes: Clariidae) inferred from ribosomal gene and space sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 38: 65–78. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2005.09.011>
- Lauzanne L., 1988. Les habitudes alimentaires des poissons d'eau douce africains= Feeding habits of African freshwater fishes, pp. 221–242.
- Lévêque C., Paugy D. & Teugels G.G., 1990. Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest= The fresh and brackish water fishes of West Africa: Tome 1.
- Paugy D., Lévêque C. & Teugels G.G., 2003. The fresh and brackish water fishes of West Africa: vol 1. IRD Paris (FRA): Tervuren.
- Swain D.P. & Foote C.J., 1999. Stocks and chameleons the use of phenotypic variation in stock identification. *Fisheries Research*, 43: 113–128. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(99\)00069-7](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(99)00069-7)
- Teugels G.G., 1982a. Preliminary results of a morphological study of five nominal species of the subgenus *Clarias* (*Clarias*) (Pisces: Clariidae). *Journal of Natural History*, 16: 439–464. <https://doi.org/10.1080/00222938200770351>
- Teugels G.G., 1982b. A systematic outline of the African species of the genus *Clarias* (Pisces: Clariidae), with an annotated bibliography. *Annales du Musée royal de l'Afrique centrale (Sciences zoologiques)*, 236: 1–249.
- Teugels G., 1986. A systematic revision of the African species of the genus *Clarias* (Pisces: Clariidae). *Annales Musée Royal de l'Afrique Centrale*, 247: 1–199.
- Teugels G.G., 1992. Clariidae. In: Lévêque C., Paugy D. & Teugels G.G. (Eds.), *Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest*, tome 2, Paris, Orstom/Tervuren, MRAC.
- Teugels G.G., 1996. Taxonomy, phylogeny and biogeography of catfishes (Ostariophysi, Siluroidei): an overview. *Aquatic Living Resources*, 9: 9–34.
- Teugels G.G., Legendre M. & Hung L.T., 1998. Preliminary results on the morphological characterization of natural populations and cultured strains of *Clarias* species (Siluriformes, Clariidae) from Indonesia. In: *Proceedings of the Mid-Term Workshop of the "Catfish Asia Project"*. Cantho, Vietnam, 31–36.
- Teugels G.G. & Adriaens D., 2003. Taxonomy and phylogeny of Clariidae: an overview. In: Arratia G., Kapoor B.G., Chardon M. & Diogo R. (Eds.), *Catfishes*, Enfield, NH: Science Publishers Inc, 465–487.
- Teugels G.G., Adriaens D., Devaere S. & Musschoot T., 2007. Clariidae, pp. 653–691. In: Stiassny M.L.J., Teugels G.G. & Hopkins C.D. (Eds.), *The fresh and brackish water fishes of Lower Guinea, West-Central Africa*. Volume I. Collection Faune et Flore tropicales 42. Institut de Recherche pour le Développement, Paris, France, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, France, and Musée Royal de l'Afrique Centrale, Tervuren, Belgium, 800 pp
- Turan C., 2004. Stock Identification of Mediterranean horse mackerel (*Trachurus mediterraneus*) using morphometric and meristic characters. *ICES Journal of Marine Science*, 61: 774–781. <https://doi.org/10.1016/j.icesjms.2004.05.001>

**Annexe B : Participations au séminaire et congrès scientifiques nationales et internationales :**

1. Participation avec une communication affichée ; intitulée : essai de reproduction contrôlée du BLACK BASS *micropterus salmoides* (lacepede.1802) à l'écloserie de Tabia wilaya de SIDI BEL ABBES.

Au 1<sup>er</sup> **séminaire nationale** sur l'environnement et le développement durable, organisé le 14 octobre 2018 à l'institut des sciences exacte et des sciences de la nature et de la vie, centre universitaire de Ahmed ZABANA de Rélizane .

Co-auteurs : BACHIR BOUIADJRA BEN ABDELLAH, ATTO MILOUD, FRANCISCO JAVIER SANCHEZ VASQUEZ

2. Participation avec une communication orale, intitulée : essai de reproduction contrôlée du poisson chat africain *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) en captivité, à l'écloserie saharienne d'Ouargla. Le 27 octobre 2018 au **troisième Workshop internationale** sur la biodiversité et la gestion des écosystèmes exploités qui a eu lieu à l'ENSSMAL.

Co-auteurs : BACHIR BOUIADJRA BEN ABDELLAH ET DAOUDI MOHAMED

3. Participation avec une communication affichée, intitulée : le premier enregistrement du poisson chat africain (*Clarias anguillaris*) dans le sud- Est de l'Algérie. Le 22 et 23 octobre 2019 au 5<sup>èmes</sup> **Journées d'Etude Nationale** sur La Zoologie Appliquée et L'Ecophysiologie Animale à Jijel, organisé par Laboratoire de Zoologie Appliquée et D'Ecophysiologie Animale.

Co-auteurs : BACHIR BOUIADJRA BEN ABDELLAH ET DAOUDI MOHAMED

4. Participation avec une communication affichée (poster) intitulée : the first record of the African catfish (*Clarias gariepinus*) in south eastern Algeria (ILLIZI).

Le 26 et 27 novembre 2019 au **congrès international** sur la valorisation des bios ressources : application et impact sur le développement durable. En collaboration avec (LRTA) et (INRAA).

Co-auteurs : BACHIR BOUIADJRA BEN ABDELLAH ET DAOUDI MOHAMED

5. Participation avec une communication orale intitulée : Effects of feeding frequency on growth performance in red Tilapia fry (*Oreochromis mossambicus x o.niloticus*). Le « le 10 au 12 février 2020, la 1<sup>ère</sup> **conférence internationale en aquaculture** (SIAQUA 2020) "Enjeux et perspectives, organisé par le département biologique de l'Université de Kasdi merbah ouargla.

Co-auteurs : BACHIR BOUIADJRA BEN ABDELLAH ET DAOUDI MOHAMED



**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
CENTRE UNIVERSITAIRE AHMED ZABANA RELIZANE  
INSTITUT DES SCIENCES EXACTES ET SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE



**Attestation  
de participation**

Nous attestons que

*Behmene Shrahim Eshakil*

A présenté une communication affichée intitulée :

**ESSAI DE REPRODUCTION CONTROLÉE DU BLACK BASS MICROPTERUS  
SALMOIDES, (LACÉPÈDE, 1802) A L'ÉCLAOSERIE DE TABIA WILAYA DE SIDI BEL ABBES.**

Avec les co-auteurs : **BACHIR BOUADIARA BENABDELLAH, ATTOU MLOUD, FRANCISCO JAVIER SANCHEZ VASQUEZ.**

Au 1<sup>er</sup> séminaire national sur l'environnement et le développement durable organisé le 14 Octobre 2018 à l'institut des sciences exactes et des sciences de la nature et de la vie, Centre Universitaire de Ahmed ZABANA de Relizane.



Dr. OUIS Miryam  
Mme. DJEBARA Soraya  
Présidentes du comité d'organisation



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



## Attestation de Participation

Je soussigné, Directeur de l'ENSSSMAL, Professeur **BALISTROU Mourad** certifie que :

**Behmene Ibrahim Elkhali, Bachir Bouiafira Benabdallah & Daoudi Mohamed.**

**LSTPA - Département des sciences de la mer et de l'aquaculture, Université de Mostaganem**  
Ont participé au 3<sup>ème</sup> Workshop International sur la biodiversité et la gestion des écosystèmes exploités, qui a eu lieu à l'ENSSSMAL le 27 octobre 2018 par la présentation d'une communication orale intitulée : **Essai de reproduction contrôlée du poisson chat africain *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) en captivité, à l'écluse saharienne de Ouargla.**

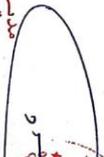
Fait à Dely Ibrahim, le 27/10/2018  
Le Directeur de l'ENSSSMAL



Workshop International sur la biodiversité et la gestion des écosystèmes exploités

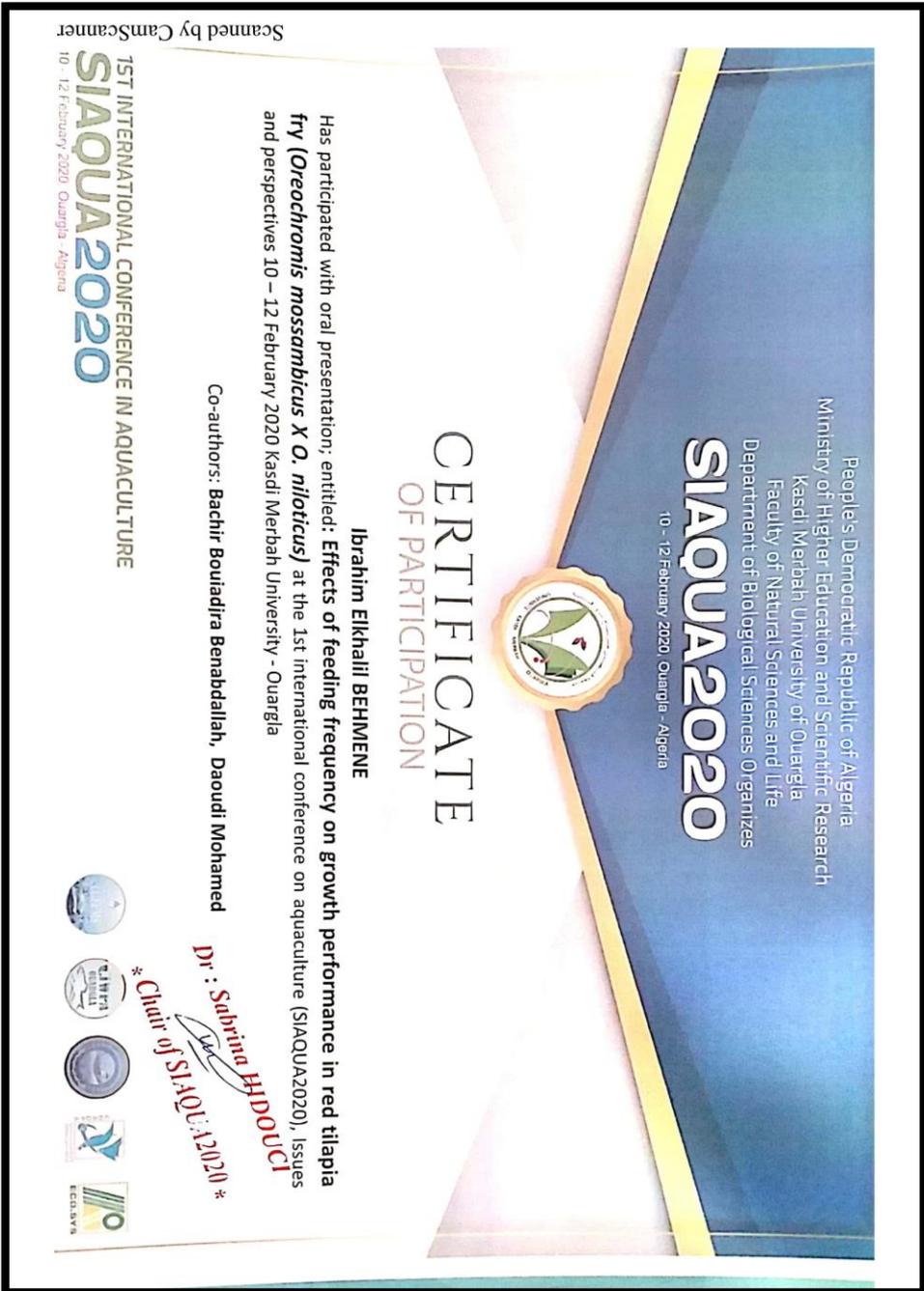


مدى المشاركة  
د. باليسترو مراد









Scanned by CamScanner