

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة البليدة 1

Université Blida 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie des populations et des Organismes

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master 2

Option : Reproduction Animale

Thème

**Effet d'un produit nutritif à base du curcume (*Curcuma longa*)
sur la
reproduction du poisson Tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*)**

Présenté par :

Mlle Haddouche Hizia

Devant le Jury :

Mr Bessaad M A	MCB	U.S.D. Blida	Président
Mr Larbi Dokara K	MCB	U.S.D. Blida	Examineur
Mme Djazouli Alim F/Z	MCA	U.S.D. Blida	Promotrice
Mlle Chabat Dis Chalabia	Doctorante ENSSMAL	CNRDPA	Co-Promotrice

Promotion : 2015/2016

Dédicaces

Je dédie ce mémoire à :

- ✚ A ma chère grande mère, ma chère mère ; pour leur gentillesse, leur affection, leur douceur, leur tendresse et ses encouragements éternels.*
- ✚ A mon cher grand père et mon cher père pour leur encouragement et leur aide continuel sur le long chemin de mes études et leur soutien financier.*
- ✚ A mes chères tantes « Malika », « Fatiha », « Djamila » et « Fatma »*
- ✚ A mes chers oncles : Abd el Kader, Ali, Mohamed et Rachid*
- ✚ A mes chers frères : Billel et Khaled*
- ✚ A mes chers cousins : Mohamed Amine, Ihab Ramzi, Fayçal, Rafik, Abd el Rahim, Abd el Malek, Mohamed Lotfi, Mouloud Abd el Wadoud, Haithem Abd el Ghani et Yacine.*
- ✚ A mes chères cousines : Ahlem, Wissem, Nour el hoda, Chaimaa, Bekhta Wafa et Malak Lodjain.*
- ✚ A toute la famille Haddouche et la famille Cherfi.*
- ✚ A ma chère amie « Saida ».*
- ✚ A mes chères amies : Saida, Massessyli , Nassila, Zineb, Bahia, Khalissa, Wanassa, Hayet, Habiba, Manel, Malika, Amina, Rachida, Naima et chalabia .*
- ✚ A mes chers amis : Khaled, Billel, Ihab, Mohamed Amine et Saif El Dine.*
- ✚ A tous ceux qui m'ont aidé pour réaliser ce modeste travail.*
- ✚ Tous qui m'ont enseigné durant mes études et à tout la promotion de Master 2 Reproduction Animale 2015-2016.*

Hizia

Remerciements :

*En premier lieu, je remercie mon **Dieu** pour sa clémence et qui m'a donné le courage, la volonté et surtout la santé pour réaliser ce modeste travail.*

C'est un plaisir autant qu'un devoir d'exprimer mes gratitudee à toutes les personnes ayant contribué, chacune à sa manière, pour le bon déroulement de ma formation.

*Mes vifs remerciements à Madame **Djazouli Alim Fatma Zohra** d'avoir accepté de m'encadrer dans la réalisation de ce mémoire. Pour la confiance qu'il m'a accordée pour faire avancer ce travail, pour sa patience, sa gentillesse et son esprit responsable, ses conseils précieux qui ont permis l'avancée des points les plus délicats de ce sujet.*

*Mes grands remerciements sont formulés à la co-promotrice **Chabet Dis Chalabia** pour avoir accepté de Co-diriger mes travaux de recherche et pratique au CNRDPA.*

*Mes sincères remerciements et gratitudee à **Mr Bessaad Mohamed Amine** d'avoir fait l'honneur de présider ma séance de soutenance tout en lui adressant mes respectueuses considérations.*

*Je tiens à remercier l'examineur **Mr Larbi Dokara Kamel** qui a aimablement accepté de faire partie de mon jury de thèse. Sincères remerciements.*

*Je tiens à remercier **Mr Djazouli Zahr Eddine**, professeur au département biotechnologie université Blida 1 pour les analyses statistique, sa gentillesse et sa rigueur scientifique.*

*Je tiens à remercier **Dr Merah Othman** de l'université de Toulouse, France.*

*Je tiens à remercier **Mr Annane Rachid** Directeur de CNRDPA, aussi **Mme EL Hawati Habiba** qui grâce à eux j'ai réalisé ma partie pratique.*

Je témoigne ma gratitude à l'ensemble de l'équipe de la ferme piscicole de CNRDPA, et surtout l'équipe de la station de tilapia « Chalabia, Rachida, Saida et Halim ».

J'exprime également mes remerciements à tous les enseignants de département de biologie qui ont contribué à ma formation.

Merci pour vous !



Liste des figures

Figure.1 : Carte mondiale de répartition de poisson Tilapia dans le monde	3
Figure.2 :Tilapia du Nil (<i>Oreochromis niloticus</i>)	8
Figure.3 :Appareil génitale male de tilapia rouge (<i>Oreochromis sp</i>)	9
Figure.4 :Appareil génitale femelle de tilapia rouge (<i>Oreochromis sp</i>)	9
Figure.5 :Dimorphisme sexuel chez l' <i>Oreochromisniloticus</i>	11
Figure.6 :Nid formé par un mal de tilapia	13
Figure.7 :Plante de curcuma longa	19
Figure.8 :Le rhizome de curcuma longa frais, séché et réduit en poudre	19
Figure.9 :Rhizome de curcuma longa, séché et réduit en poudre	22
Figure.10 :Centre nationale de la recherche et de développement de la pêche el l'aquaculture (CNRDPA)- Bousmail - Wilaya de Tipaza-	23
Figure.11 :Tilapia du Nil (<i>Oreochromis niloticus</i>).	23
Figure.12 :Alevins de tilapia âgé de 2 mois	24
Figure.13 : partie de quantité de ration journalière des alevins	25
Figure.14 :lot d'alevins	26
Figure.15 :étapes de préparation d'aliments d'alevins	27
Figure.16 :pesée et mensuration des individus de tilapia	29
Figure.17 :multi paramètres	30
Figure.18 :analyse de nitrates	30
Figure.19 :analyse de nitrite	31
Figure.20 :analyse de phosphore	32

Figure.21 :sexage et séparation des géniteurs	33
Figure.22 :Estimation des paramètres de conditionnement de Tilapia du Nil au niveau des blocs expérimentaux	35
Figure 23 :Projection des mesures de tailles et de poids de Tilapia du Nil sur les deux axes de l'A.C.P.	36
Figure 24 :Etude comparée des mesures de tailles et de poids de Tilapia du Nil sous l'effet l'additif alimentaire formulé à base de <i>Curcuma longa</i>	38
Figure 25 :Variation temporelle comparée des mesures pondérales de Tilapia du Nil sous l'effet des doses de l'additif alimentaire formulé à base de <i>Curcuma longa</i>	39
Figure 26 :Relations entre les croissances en taille et les gains pondérauxchez Tilapia du Nil	40
Figure 27 :Evolution temporelle de la charge en Nitrites (NO_2^-) de l'eau douce d'élevage de Tilapia du Nils soumis à différentes régies alimentaires	41
Figure 28 :Evolution temporelle de la charge en Nitrates (NO_3^-) de l'eau douce d'élevage de Tilapia du Nils soumis à différentes régies alimentaires	42
Figure 29 :Evolution temporelle de la charge en Ammonium (NH_4^+) de l'eau douce d'élevage de Tilapia du Nils soumis à différentes régies alimentaires	43
Figure 30 :Evolution temporelle de la charge en Phosphore (PO_4) de l'eau douce d'élevage de Tilapia du Nils soumis à différentes régies alimentaires	44

Liste des tableaux

Tableau.1 : Tolérance de la salinité des tilapias d'élevage (valeur en ‰)	6
Tableau.2 : besoins en acides aminés essentiels d' <i>O.niloticus</i>	14
Tableau.3 : apports nutritifs en fonction du stade de croissance de tilapia	15
Tableau.4 : besoins en minéraux d' <i>Oreochromis niloticus</i>	17
Tableau.5 : taille des granulés recommandés pour les différentes classes de taille de tilapia nilotica	17
Tableau.6 : rationnement et fréquences des repas du tilapia élevés en étang (25-28°C) exprimés en quantité d'aliment sec (g/100g de biomasse / jour)	18
Tableau.7 : composition nutritionnelle de la poudre de curcuma	21
Tableau.8 : Valeurs statistiques des caractéristiques physico-chimiques de l'eau d'élevage	34
Tableau 9 : Evaluation de la charge en Nitrites (NO_2^-) de l'eau douce d'élevage de Tilapia du Nils soumis à différentes régions alimentaires	41
Tableau 10 : Evaluation de la charge en Nitrates (NO_3^-) de l'eau douce d'élevage de Tilapia du Nils soumis à différentes régions alimentaires	42
Tableau 11 : Evaluation de la charge en Ammonium (NH_4^+) de l'eau douce d'élevage de Tilapia du Nils soumis à différentes régions alimentaires	43
Tableau 12 : Evaluation de la charge en Phosphore (PO_4) de l'eau douce d'élevage de Tilapia du Nils soumis à différentes régions	44
Tableau 13 : Corrélations entre les traits de production de Tilapia du Nilet la qualité chimique d'eau douce d'élevage au niveau du bloc témoin	45
Tableau 14 : Corrélations entre les traits de production de Tilapia du Nilet la qualité chimique d'eau douce d'élevage au niveau du bloc régie par la curcumine à 2%	46
Tableau 15 : Corrélations entre les traits de conditionnement et de production de Tilapia du Nilet la qualité chimique d'eau douce d'élevage au niveau du bloc régie par la curcumine à 5%	46

Tableau 16 : Valeurs moyennes (\pm SD) des paramètres de conditionnement et potentiel biotique de Tilapia du Nil *Oreochromis niloticus* sous l'effet d'un additif alimentaire formulé à base de *Curcuma longa*⁴⁷

Liste des abréviations

CNRDPA : Centre nationale de recherche et de développement de la pêche et de l'aquaculture.

FAO : Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

Nb : nombre.

PH : Potentiel hydrogène.

T : température.

Pm : poids moyen.

Tm : taille moyenne.

96 Hlc50 : bioaccumulateur

L'objectif de notre travail consiste à rechercher l'effet d'un additif alimentaire à base de *Curcuma longa* sur les traits de conditionnement et la reproduction du Tilapia du Nil *Oreochromis niloticus*.

Les alevins de Tilapia ont été séparés en trois lots, le témoin recevant l'aliment commercial seule et deux autres lots qui ont reçus séparément l'aliment commercial avec l'additif alimentaire à base de *Curcuma longa* à raison de 2 % et 5% pendant une période de 5 mois. Les mensurations de la taille et le poids des alevins et le suivi de la croissance et de la reproduction ainsi que le dosage des éléments chimiques (nitrites, nitrates, phosphore, ammonium) ont été confrontés à des analyses statistiques à savoir l'ANOVA one way, la multivariée (ACP), les tests de Pearson (r), Wilcoxon et Monte Carlo. Ces derniers ont été réalisés par les logiciels SYSTAT et PAST.

Les résultats de la croissance affichent un avantage en taille respectivement chez les poissons nourris au curcumine CUR5% (+2,73%) et CUR2% (+3,68%) par rapport au témoin, ($p > 5\%$) confirme l'absence d'une différence significative entre les différents lots expérimentaux. En revanche, l'incorporation de la curcumine à 5% et à 2% dans la ration alimentaire conduit à un gain pondéral respectif de (+8,60%) et (+17,99%) par comparaison aux poissons témoins.

La comparaison des paramètres chimiques de l'eau douce d'élevage de Tilapia sous l'effet des différentes régies alimentaires dans chaque dispositif d'élevage montre que les quantités de Nitrites, Nitrate, Ammonium, et Phosphore ne présentent aucune différence significative au niveau des blocs expérimentaux. Néanmoins, un test de corrélation par le biais du coefficient de Pearson (r) a été mené pour mettre en évidence les points de faiblesse de l'élevage dans un but de gérer rationnellement les méthodes de production en aquaculture.

Sur le plan reproduction, on a remarqué que les femelles gagnent un premier palier de production d'Alevins précoce et plus prolifique chez les traités au CUR2% et au CUR5%. Alors que les données de signalisation d'Alevins chez le témoin montrent une absence d'Alevins.

On suggère d'après nos résultats que le curcuma semble avoir un effet significatif sur les traits de conditionnement du tilapia ainsi que sur son développement et son potentiel reproducteur, il est signalé que la charge de l'eau d'élevage en Phosphore (PO_4^+), reste un élément à risque pour la promotion de la taille et du poids des poissons de Tilapia du Nil.

Mots clés : Tilapia, Curcuma, Traits de conditionnement, poids, taille, Reproduction.

الهدف من عملنا هو دراسة تأثير المضافات الغذائية المصنوعة من كركم لونغا على ميزات نمو وتكاثر سمك البلطي النيلي.

تم تقسيم بلاعيط سمك البلطي النيلي إلى ثلاث حصص ،الأول الشاهد تحصل على الغذاء التجاري و قطعتين الأخرى التي وردت على حدة تغذية التجارية مع علف أساس معدل كركم لونغا من 2 % و 5 % لمدة 5 أشهر . قياسات حجم ووزن البلاعيط و اتبعت النمو والتكاثر وكذلك جرعة من العناصر الكيميائية (النتريت والنترات والفوسفور و الأمونيا) واجهت مع التحليل الإحصائي لمعرفة اتجاه واحد أنوفا و متعدد المتغيرات (ACP) ، بيرسون اختبارات (ص) ، يلكوكسون و مونت كارلو . وقدمت هذه الأخيرة من قبل البرنامج SYSTAT و PAST.

أظهرت النتائج مزايا النمو في حجم التوالي في أعلاف الأسماك في الكركمين (+2.73 % CUR5) و(CUR2+3.68%) مقارنة مع الشاهد (ع < 5 %) يؤكد عدم وجود فرق كبير بين النقيض من مختلف الدفعات ، وإدماج الكركمين إلى 5 % و 2 % في الحصة يؤدي إلى زيادة الوزن منها (+ 8.60 %) و (17 ، 99 %) بالمقارنة مع السيطرة على الأسماك .

المقارنة بين الكميات في كل جهاز تربية تبين أن كميات نتريت ، نترات ، أمونيوم والفوسفور لا تظهر أي اختلاف كبير في الكتل ، وهو اختبار العلاقة من خلال معامل بيرسون (ص) وقد أجريت لتسليط الضوء على نقاط الضعف هدفا لفريق الإدارة السليمة لطرق إنتاج تربية الأحياء المائية .

من حيث التكاثر، لوحظ أن الإناث يحصلون على أول إنتاج البلاعيط في وقت مبكر و أكثر إنتاجا بين تعامل CUR2 % و CUR5 % في حين تأخرها وانعدامها عند الشاهد. تشير نتائجنا أن الكركم لها تأثير كبير على خطوط التعبئة والتغليف وكذلك تطوير و تكاثر سمك البلطي ، يقال إن عبء الفوسفور في مياه التربية ، يبقى عنصر خطر في تعزيز حجم ووزن أسماك البلطي النيلي.

كلمات البحث: البلطي، كركم، خطوط التعبئة والتغليف الوزن، الطول، التكاثر.

The objective of our work is to investigate the effect of a food additive made from *Curcuma longa* on packaging lines and reproduction of Nile Tilapia *Oreochromis niloticus*.

Tilapia fingerlings were divided into three lots, the first receiving only commercial feed and two other lots that were received separately commercial food with the food additive made from *Curcuma longa* at 2% and 5% for a period of 5 months. The measurements of the size and weight of fry and followed the growth and reproduction as well as the dosage of the chemical elements (nitrites, nitrates, phosphorus, ammonium) were confronted with statistical analysis to know one way ANOVA the multivariate (ACP), Pearson tests (r), Wilcoxon and Monte Carlo. These latter were made by the SYSTAT software and PAST.

The results show a growth advantage in size respectively in fish feeds in curcumin CUR5% (+2.73%) and CUR2% (+3.68%) compared to control ($p > 5\%$) confirms the absence of a significant difference between the different experimental groups. In contrast, the incorporation of curcumin to 5% and 2% in the ration leads to a respective weight gain (+8.60%) and (+17.99%) compared to control fish.

Comparison of chemical parameters of fresh farmed Tilapia water under the effect of different food governed in each farming system shows that the amounts of Nitrite, Nitrate, Ammonium and Phosphorus and show no significant difference in experimental blocks. However, a correlation test through the Pearson coefficient (r) was conducted to highlight the weak points of livestock in a goal for sound management of aquaculture production methods

The reproduction plane, it was noted that females earn a first bearing production early fry and more prolific among treated CUR2% and CUR5%. While the fry signaling data in the control showed a lack of fingerlings.

It was suggested by our results that turmeric appears to have a significant effect on Tilapia packaging lines as well as its development and reproductive potential, it is reported that the burden of the rearing water Phosphorus (PO_4^-) remains a risk element for promoting size and weight of the Nile Tilapia fish.

Keywords: Tilapia, Curcuma, Trayspackaging , weight, height , Reproduction .

INTRODUCTION	1
 CHAPITRE 1 : DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES	
I. Les espèces de poisson tilapia dans le monde	2
I.1.Répartition géographique	2
I.2.Importance piscicole de Tilapia	3
I.3.Elevage de poisson Tilapia	3
 II. Conditions écologiques	4
II.1.la température	4
II.2. l'oxygène dissous	4
II.3. le pH du milieu	5
II.4. Salinité du milieu	5
II.5.Les composés azotés	7
III. Donnés biologiques et physiologiques	7
III.1.biologie de développement de l'espèce	7
III.2. physiologie de la reproduction de tilapia	10
III.2.1.Maturité sexuelle	10
III.2.2.Dimorphisme sexuel	10
III.2.3.Période de reproduction	11
III.2.4.Fécondité	11
III.2.5.Reproduction	12
IV. Régime et comportement alimentaire	13
V. Besoins nutritionnels de poisson Tilapia	14
V.1. Besoins en acides aminés essentiels d' <i>O.niloticus</i>	14
V.2.Besoins en protéines d' <i>O.niloticus</i>	14
V.3.Besoins en lipides et glucides	15
V.4.Besoins en vitamines et minéraux d' <i>O.niloticus</i>	16
VI. le curcuma	18
VI .1. Historique et origine	18
VI. 2. Classification systématique	19

VI .3. Présentation de la plante	19
VI .3.1. Description botanique de la plante	19
VI.3.1.1. Le rhizome	20
VI .3.1.2. Les feuilles	20
VI .3.1.3. L'inflorescence	20
VI.4.Les composés nutritionnels de curcuma	21
VI.5. Usage	21

CHAPITRE 2. MATERIEL ET METHODES

I. Matériel biologique	23
I.1. Lieu et durée de la réalisation de l'étape expérimentale	23
I.2. Modèle animale	23
II.1. Systématique	24
II.2. Suivie et récolte des alevins d'expérimentation	24
II.3. Protocole expérimental	25
II.3.1. Répartition des alevins	25
II.3.2. Alimentation des alevins	26
II.3.2.1. Type d'aliment et composition	26
II.3.2.2. Préparation d'aliment à base de curcuma pour les lots d'expérimentation	26
II.3.2.3. Rationnement et fréquence de nourrissage	28
II.3.3. Suivie de croissance	28
II.3.3.1. Mesure de poids et de taille	28
II.3.4. Analyse chimique de l'eau	29
II.3.4.1.Le dosage des nitrates	30
II.3.4.2.Le dosage des nitrites (NO ₂)	31
II.3.4.3.Le dosage de l'azote ammoniacal (NH ₄ ⁺)	31
II.3.4.4.Le dosage du phosphate (PO ₄ ⁻)	31
II.3.5. Mise à la reproduction	32
III. Traitement des données	33

CHAPITRE 3. RESULTATS

I. Présentation générale de l'effet de l'additif alimentaire formulé à base de <i>Curcuma longa</i> sur les traits de conditionnement de Tilapia du Nil <i>Oreochromis niloticus</i>	34
I.1. Rétrospective sur le conditionnement de Tilapia du Nil	34
I.2. Tendence de la variation des paramètres de conditionnements de Tilapia du Nil sous l'effet de l'additif alimentaire formulé à base de <i>Curcuma longa</i>	35
I.3. Etude comparée de l'effet de l'additif alimentaire formulé à base de <i>Curcuma longa</i> sur la variation des paramètres de conditionnements de Tilapia du Nil	36
I.4. Relation taille/poids chez Tilapia du Nil sous l'effet des différentes doses de l'additif alimentaire formulé à base de <i>Curcuma longa</i>	38
II.1. Présentation générale de la qualité d'eau douce d'élevage de Tilapia du Nil <i>Oreochromis niloticus</i> sous l'effet d'un additif alimentaire formulé à base de <i>Curcuma longa</i>	39
II.2. Corrélations entre les traits de conditionnement de Tilapia du Nil <i>Oreochromis niloticus</i> sous l'effet d'un additif alimentaire formulé à base de <i>Curcuma longa</i> et la qualité chimique d'eau douce d'élevage	43
III. Présentation générale de l'effet de l'additif alimentaire formulé à base de <i>Curcuma longa</i> sur les traits de reproduction de Tilapia du Nil <i>Oreochromis niloticus</i>	46

CHAPITRE 4. DISCUSSION

I. Effet du curcuma sur la croissance de Tilapia du Nil « <i>Oreochromis niloticus</i> »	48
II. Effets de l'additif alimentaire formulé à base de <i>Curcuma longa</i> sur la qualité physico-chimiques de l'eau d'élevage de Tilapia du Nil « <i>Oreochromis niloticus</i> »	49
III. L'effet de l'additif alimentaire formulé à base de <i>Curcuma longa</i> sur la reproduction de Tilapia du Nil « <i>Oreochromis niloticus</i> »	50

CONCLUSION	52
-------------------	----

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	53
------------------------------------	----

ANNEXES	
----------------	--

L'Algérie a accordé une importance particulière au développement de l'aquaculture d'eau douce, en mettant en place une stratégie de valorisation de ses ressources. Les barrages et les bassins d'irrigation sont les principaux systèmes d'intégration de la pisciculture à l'agriculture. Les bassins d'irrigation à la région saharienne sont désormais exploités pour l'élevage semi-intensif du Tilapia.

En effet, dès son introduction en 2002 de l'Égypte, le Tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*) s'est adapté de façon remarquable à son nouvel environnement et a montré des résultats encourageants de son élevage, ce qui a incité le secteur privé à initier des investissements dans cette nouvelle activité en aquaculture.

En effet, afin de pouvoir aboutir à la rentabilité de l'élevage du poisson Tilapia, il est important de maîtriser et intensifier le stade alevin et son développement. Little (2000) a signalé que l'augmentation rapide de la production mondiale du Tilapia du Nil, espèce la plus élevée des Tilapias, est due à l'intensification de la production d'alevins en éclosiers.

La mise au point de la maîtrise de l'élevage du Tilapia a été rapporté par Abdelhamid qui découle, en grande partie, de l'optimisation des conditions de gestion de l'unité des géniteurs, à savoir l'alimentation. D'autres auteurs insistent sur la bonne gestion la densité, la salinité, la photopériode et le renouvellement d'eau. (De Lapeyre, 2010; Tahoun, 2008 ; Bart, 2007 et El-Sayed, 2005).

Ces dernières années, avec l'augmentation des maladies inflammatoires chroniques, des cancers et de la maladie d'Alzheimer, le monde occidental s'est intéressé de plus en plus à *Curcuma longa*. En effet, il a été constaté que le cancer du côlon est moins fréquent dans les pays où l'on consomme du curcuma quotidiennement (Hombourger, 2010).

Plusieurs études utilisant les techniques modernes ont authentifié le curcuma utilisé comme anti-inflammatoire, antimicrobien, anticancéreux, antidiabétiques, antioxydant, hypolipédimiant, anti-venin, anti hépatotoxique, néphroprotecteur, anticoagulant et autres. (Ishita, 2004).

De par l'effet bénéfique du curcuma sur le plan santé et sur la reproduction et l'importance du poisson tilapia dans le secteur de l'aquaculture d'autre part, nous avons recherché dans le présent travail de l'effet du curcuma comme additif alimentaire sur la croissance, la précocité de la reproduction et les stades du développement du tilapia.

Le choix de cet adjuvant se justifie par l'effet du curcuma dans l'accélération de la reproduction (El-Wakf, 2011) et la puberté précoce du tilapia du Nil, ainsi l'augmentation de la qualité organoleptique de la chair.

I. les espèces de poisson Tilapia dans le monde

I.1. Répartition géographique

La distribution géographique d'une espèce animale ou végétale est fortement liée à ses exigences écologiques. Melard a signalé en 1986 que le Tilapia est un poisson thermophile et sa distribution géographique est principalement déterminée par la température

Le Tilapia du Nil présente une répartition originelle strictement africaine couvrant les bassins du Nil, du Tchad, du Niger, des Volta, du Sénégal et du Jourdain ainsi que les lacs du graben est-africain jusqu'au lac tanganika (Philippart et Ruwet, 1982).

Selon Welcomme (1988), cette espèce a été largement répandue en Afrique hors de sa zone d'origine pour compléter le peuplement des lacs naturels ou des barrages déficients ou pauvres en espèces planctonphages ainsi que pour développer la pisciculture. Mais ces introductions ne sont pas limitées à l'Afrique puisqu'elle est trouvée dans les lacs, les fleuves et les piscicultures aussi bien d'Amérique Centrale, d'Amérique du Sud (Brésil), d'Amérique du Nord (Auburn) et d'Asie.

Cette espèce commence également à être cultivée dans les eaux chaudes industrielles en régions tempérées. C'est le cas en Europe (Allemagne, 1977 et Belgique, 1980).

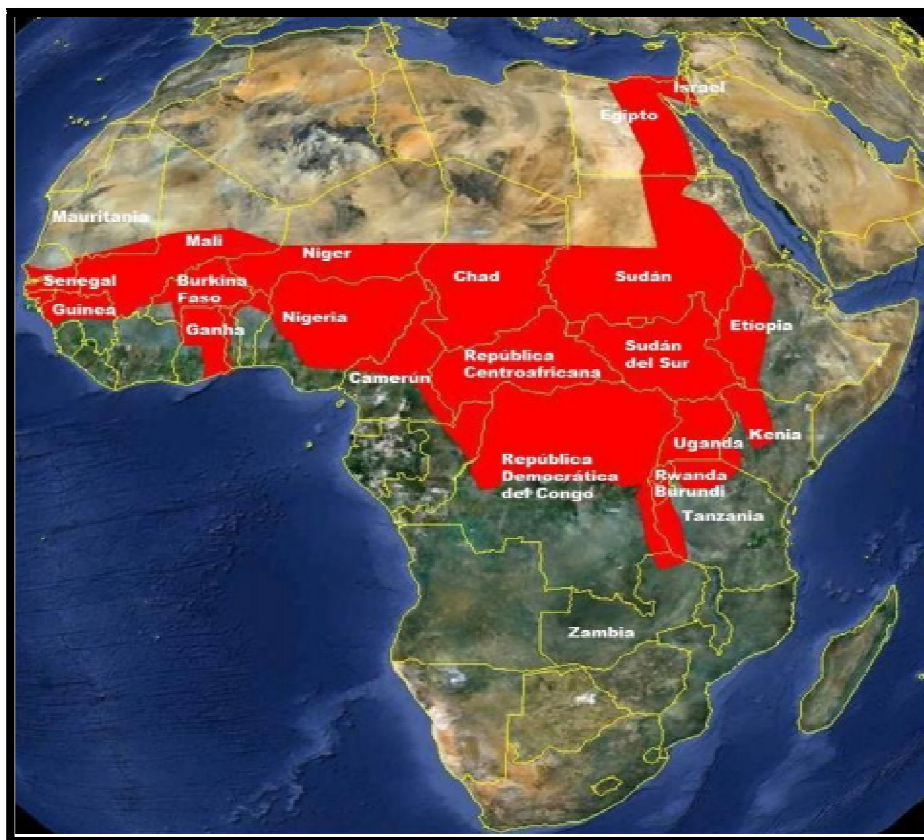


Figure 1 : Carte mondiale de répartition de poisson Tilapia dans le monde (Broali, 2009)

I.2.Importance piscicole de Tilapia

L'espèce piscicole la plus intéressante, le **Tilapia nilotica** (*Oreochromis niloticus*), microphage omnivore, parfois macro phytophage, est rencontrée dans tout l'ouest africain ainsi qu'en zone équatoriale. Elle a été introduite dans l'ensemble de la zone intertropicale du globe.

Sont encore présentes, dans les stations expérimentales ou dans des élevages privés, d'autres espèces moins intéressantes : *O.andersonii*, *O.galileus*, *O.macrochir*, *O.mossambicus*, recommandés là où le Tilapia nilotica n'a pas sa place ou n'a pas encore été diffusé.

En Afrique orientale on élève *T.esculenta* en Tanzanie, ainsi que *T.nigra*, *O.mossambicus* et le Tilapia nilotica.

A Madagascar, la pisciculture des Cichlidés s'est surtout portée sur *O.rendalli*, puis sur *O.mossambicus* et *T.macrochir*, plus récemment et avec succès sur le Tilapia nilotica.

Le Tilapia nilotica et quelques autres espèces sont également élevés en Asie, dans des régions de grandes traditions piscicoles comme Philippine, le Sri Lanka et Taïwan, parfois associés à la riziculture comme en Thaïlande et en Indonésie.

O.aureus et le Tilapia nilotica sont élevés en Amérique du Nord et du Sud, notamment dans cette dernière, en Amazonie centrale.

Enfin, en Europe, le Tilapia nilotica entre dans l'élevage de poissons tropicaux pratiqués dans les eaux chaudes provenant du refroidissement des centrales nucléaires.

I.3.Elevage de poisson Tilapia

Trois systèmes d'élevage du Tilapia peuvent être adoptés : un système extensif avec lequel on adopte la pisciculture intégrée où ses produits sont destinés à l'autoconsommation également en partie aux marchés locaux, un système semi-intensif où l'aliment est constitué d'un ou plusieurs sous-produits.

Le troisième et le dernier système est le système industriel ou intensif avec une production destinée au marché international, utilisation de souches sélectionnées et un aliment composé performant.

II. Conditions écologiques

II.1. la température

Dans l'habitat naturel, cette espèce supporte des températures de 14 à 33°C, mais dans les conditions de laboratoire, *Oreochromis niloticus*, elle tolère à des températures estimées de 8 °C à 40 °C (Balarin et Hatton, 1979). L'optimale pour l'activité biologique (alimentation, croissance et reproduction) est entre 26 et 28°C. Cette espèce ne se nourrit pas en dessous de 15°C (Malcolm et al, 2000)

II.2. l'oxygène dissous

La consommation d'oxygène augmente aussi avec l'augmentation de la température. Pour un poisson de 1g, le métabolisme de poisson à jeun présente une activité spontanée et multiple (9 fois) lorsque la température passe de 20 à 32 °C.

Le taux d'oxygène dissous nécessaire pour l'*Oreochromis niloticus* est de 3 mg/L et l'optimal est de 4 à 5 mg/L (Malcolm et al, 2000).

II.3. le pH du milieu

La tolérance à la variation de pH est très grande puisque l'espèce se rencontre dans des eaux présentant des valeurs de pH allant de 5 à 11 (Malcolm et al, 2000) et le pH optimum varie de 8 à 11 (Gorge, 1996).

II.4. Salinité du milieu

Bien que les Tilapias soient des poissons d'eau douce, plusieurs espèces sont euryhalins, et vivent dans des lacs ou les salinités dépassent celles trouvées dans la mer. Myers (1938) suggère que les ancêtres des Tilapias étaient marins en premier lieu, puis ils ont envahi les eaux douces en second lieu.

La tolérance aux différentes salinités varie par espèce et par âge. La tolérance des juvéniles et des adultes a été discutée par plusieurs auteurs. En effet, (Suresh et Kweilin, 1992) ont synthétisé un tableau qui signale les espèces de tilapia les plus utilisées en élevage, et leurs limites de tolérance à la salinité (**Tab.1**).

Tableau.1 : Tolérance à la salinité des tilapias d'élevage (Suresh et Kweilin, 1992)(valeur en‰)

Espèce	Limite pour transfert directe	Limite de tolérance pour un transfert graduel	Salinité pour une croissance optimale	Salinité pour la reproduction
<i>O. massambicus</i>	27	120	17.5	+49
<i>O. niloticus</i>	18	36	5-10	+32 Pauvre couvée
<i>O. aureus</i>	27	40	10-15	+18
<i>O. spilurus</i>	27	36	Croissance modérée en eau salée	En eau de mer faible fécondité
<i>O.sp</i>	27-29	35	Eau salée	En cas de mer faible fécondité

L'adaptation des Tilapias à la salinité « Euryhalinité » est due à leurs épithélium branchial qui est le site majeur de transfert de sels, par exemple, chez *O. massambicus* le taux d'échange s'accroît 200 fois lorsque l'espèce est transférée directement de l'eau douce à l'eau de mer.

Plusieurs Tilapias comme *T. guineensis* et *S. melanotheron*, vivent et se reproduisent dans les eaux côtières d'Afrique de l'ouest jusqu'à des salinités de 30‰, Albert (1987) à même signalé l'observation en Casamancedes populations de *S. melanotheron*et *T. guineensis* dans des eaux d'une salinité de 90‰ au cours d'une période de sécheresse.

Les espèces Est-africaines, comme *O. mossambicus*, *O. hornomum* et *O. placidus* sont également une grande tolérance à la salinité. Leveque et Dider en 1999 ont même observé que *O. mossambicus* pouvait se reproduire dans les eaux dont la salinité atteint 69‰, soit près de deux fois la salinité de l'eau de mer .De sa part *zilli*qui vit habituellement en eau douce, se reproduit dans le lac Quarun en Egypte, dont la salinité varie de 10 à 26‰, et peut survivre dans les eaux atteignant une salinité 44‰.

II.5. Les composés azotés

A. les Nitrites

Sont toxiques pour les poissons, car ils peuvent facilement passer dans le sang par les branchiers, ou ils transforment l'hémoglobine en une forme relativement stable : méthahémoglobine, qui a une faible capacité de capturer l'oxygène. (Lewis et Morris, 1986). Les tilapias ont une sensibilité moindre pour les nitrites par rapport aux Salmonidés. Palachek et Tomasso en 1984, trouvèrent la LD_{50} pour *O. aureus* qui était de l'ordre de 16 mg/l de $N.NO_2$. Ils considèrent que la différence de résistance entre différentes espèces pour les nitrites est due partiellement à leur capacité d'empêcher les concentrations élevées de nitrites d'entrer dans le plasma.

B. L'Ammoniaque

Chez les poissons téléostéens, l'ammoniaque est le sous-produit principal du métabolisme des protéines, il peut représenter jusqu'à 90% de l'azote total excrété. L'excrétion de l'ammoniaque fluctue fortement avec le poids : à 28°C, 1kg de Tilapias produit 4 fois plus d'ammoniaque (200 mg/kg.h). La production d'ammoniaque croît aussi lorsque la température de l'eau s'élève, mais, de façon nettement moins importante chez les gros poissons que chez les petits. On indique aussi que l'excrétion azotée s'accroît fortement au cours de la période de nourrissage, pour ensuite décliner rapidement à la fin de celui-ci. Le niveau léthal se situe à 2 mg/l de NH_3 et la DL_{50} est de 2.8 mg/l pour *Oreochromis niloticus* et *Oreochromis aureus* (Melard et al, 2000).

III. Données biologiques et physiologiques

III.1. biologie de développement de l'espèce

Morphologie de l'espèce

Le Tilapia du Nil a un corps en général comprimé latéralement, tendant vers l'ovale et allongé, une tête portant une narine de chaque côté, une bouche petite, pourvue de lèvres ; le Tilapia est pourvu de 3 à 4 séries de dents sur chaque mâchoire et six chez les individus dépassant les 20 cm (longueur standard).

Cette espèce présente un os operculaire non épineux, une ligne latérale supérieure renferme 21 à 24 écailles, une ligne latérale inférieure 14 à 18 cm (Melard, 1986 in FAO, 1989), une

nageoire dorsale formée d'une seule pièce comprend une partie épineuse présentant 17 ou 18 épines et une partie molle comprend 12 à 14 rayons souples, une nageoire caudale tronquée et comporte de nombreuses lignes noires, une nageoire anale formée de 3 rayons épineux, des nageoires pelviennes portant un rayon dur suivi de 5 rayons mous, de couleur grise.

Le Tilapia du Nil a des muscles (tache plane sur la peau) blanches entre les rayons des nageoires impaires, ainsi qu'une coloration générale grise avec des flancs rosâtres, voir rouge (Arrignon, 2000) et un liseré noir en bordure de la nageoire dorsale et caudale chez les mâles, ces derniers en maturation ont une gorge, un ventre et des nageoires impaires teintées de noir.

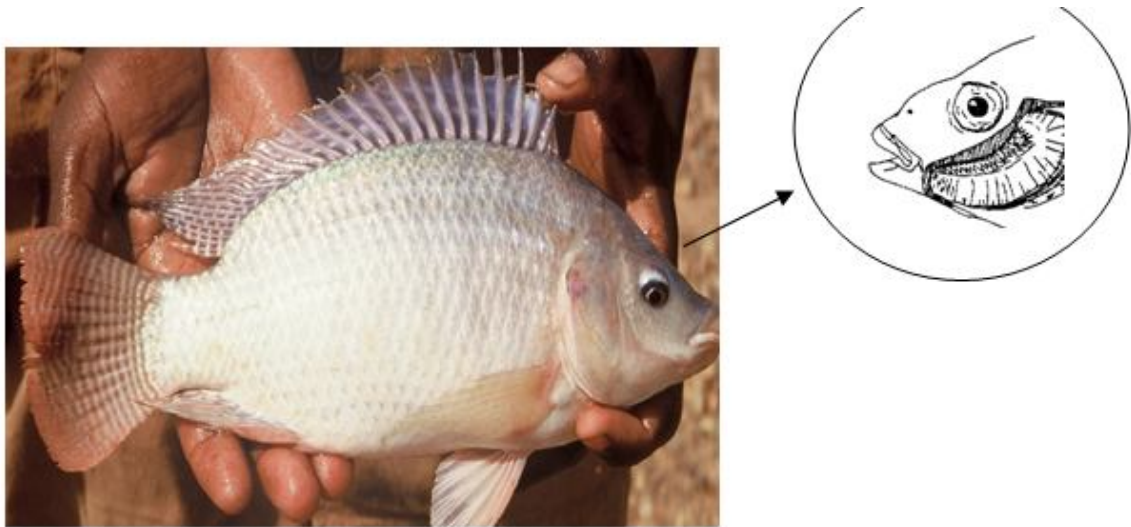


Figure 2 : Tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*)

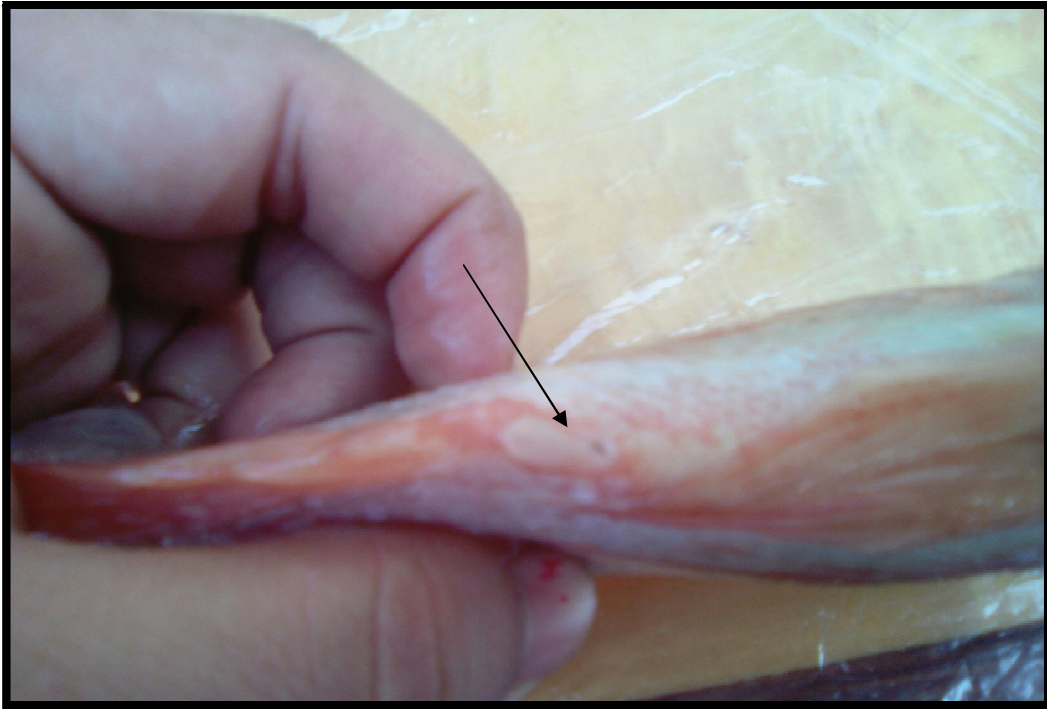


Figure 3 : Appareil génitale male de Tilapia rouge (*Oreochromis sp*)(originale, CNRDPA 2016)



Figure 4 : Appareil génitale femelle de Tilapia rouge (*Oreochromis sp*) (originale, CNRDPA 2016)

III.2.physiologie de la reproduction de Tilapia

III.2.1.Maturité sexuelle

L'*Oreochromis niloticus* est connu par sa maturité sexuelle précoce qui peut intervenir dès 03 à 04 mois dans certains élevages ; selon Balarin et Haller (1982), des individus de 30 g et 8 cm peuvent se reproduire.

Dans les milieux naturels, la taille de la première maturation d'*Oreochromis niloticus* varie généralement entre 14 et 20 cm, ce qui correspond à un âge de 2 à 3 ans, mais peut atteindre 28 cm (Ruwet et al. 1975). Toutefois, cette taille de maturité peut varier au sein d'une même population en fonction des conditions fluctuantes du milieu (déficit alimentaire qualitatif et quantitatif, dimensions réduites du milieu, etc.). En conditions stressantes de pisciculture rurale mal conduite, l'*Oreochromis niloticus* peut se reproduire dès l'âge de trois mois, à un poids inférieur à 50 g.

Une étude détaillée sur la biologie des populations de l'*Oreochromis niloticus* réalisée par Low-McConnell (1958, 1982) dans plusieurs lacs ougandais, a permis d'établir une série de constatations:

La taille maximale et la taille de maturation sexuelle ne varient pas tellement. Les poissons des grands lacs mûrissent à une taille plus grande que ceux des lagons, étangs ou rivières ;

En lac, la taille de maturation et la longueur maximale des mâles et des femelles ne diffèrent pas. Par contre, dans les petites étendues d'eau où les milieux surpeuplés, les mâles grandissent plus vite que les femelles dont la taille de maturation est inférieure à celle des mâles.

Selon Lowe–McConnel(1982), les facteurs qui font diminuer la taille de maturation sont :

- La mauvaise condition relative ;
- Les démentions réduites du milieu (confinement) ;
- Le déficit alimentaire qualitatif et quantitatif ;
- La pêche trop intensive.

III.2.2.Dimorphisme sexuel

Les caractéristiques qui permettent la différenciation morphologique entre le mâle et la femelle de l'*Oreochromis niloticus* sont :

- Pour la papille génitale : le mâle présente une protubérance en forme de cône avec un pore urogénitale à l'extrémité, cependant chez la femelle, elle est de petite taille et arrondie avec fente transversale au milieu (pore génital) et avec pore urinaire à l'extrémité.

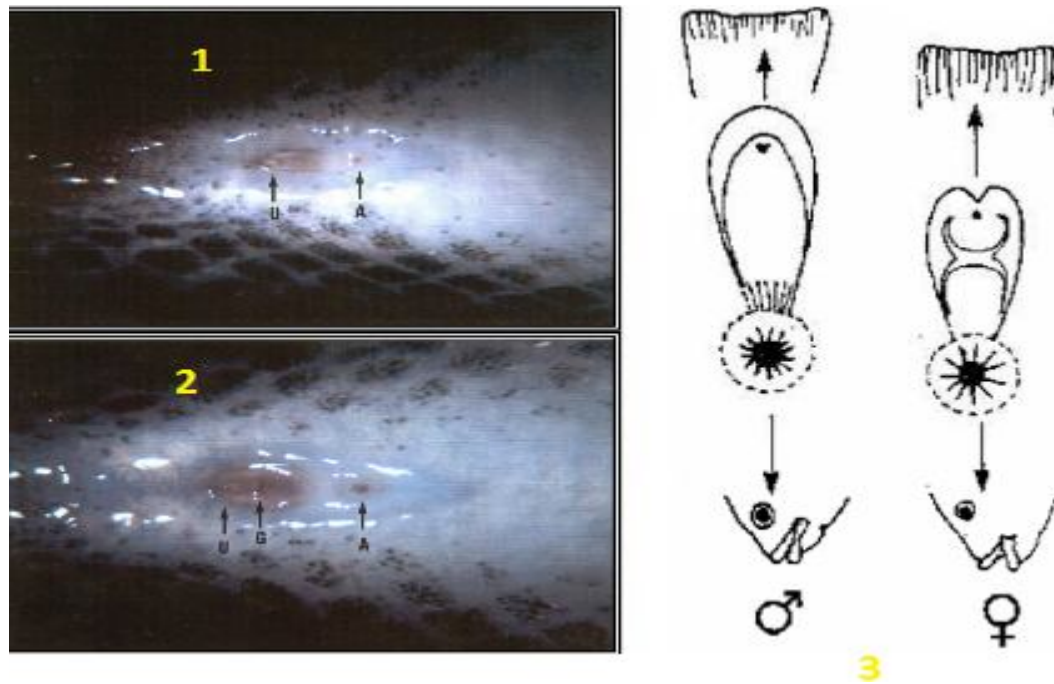


Figure 5. Dimorphisme sexuel chez l'*Oreochromis niloticus*(Linnaeus, 1758)

1 :la papille uro-génitale d'un mâle *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) ; 2 :la papille uro-génitale d'une femelle *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) ; Chez le mâle : A = anus ; U = orifice uro-génital. Grossissement = 75 x ; Chez la femelle : A = anus ; U = orifice urinaire ; G = orifice génital. Gross. = 33 x ; 3 : Papilles génitales chez un mâle et une femelle du tilapia du Nil (FAO, 2002)

III.2.3.Période de reproduction

L'*Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) se reproduit toute l'année dans les lacs équatoriaux (Lowe-McConnell,1958,in FAO 1989), elle peut se reproduire tous les 30-40 jours si la température de l'eau est supérieure à 22°C (Ruwet et al.,1976 in Melard,1986), alors que dans des régions distantes de l'équateur, la même espèce présente une saison de reproduction bien définie durant les mois les plus chauds et les plus ensoleillés (Lowe-McConnell,1958 ;Babiker et Ibrahim, 1979 in FAO 1989).

Cette espèce présente des pics d'activité reproductrice induits par :

- Augmentation de la photopériode et de l'intensité lumineuse ;
- Augmentation de la température de l'eau ;
- Augmentation du niveau de l'eau.

III.2.4.Fécondité

L'*Oreochromis niloticus* présente une faible fécondité qui varie de quelques centaines d'œufs à plusieurs milliers par ponte chez les gros individus. Par contre, la fréquence élevée de ponte et la garde parentale des alevins, permettent d'obtenir de bonnes productions d'alevins par femelle.

Selon Moreau (1979), la fécondité absolue est très variable puisqu'elle fluctue fortement en fonction du poids des femelles, des milieux et des saisons.

III.2.5.Reproduction

La différenciation sexuelle d'*Oreochromis niloticus* se reproduit très précocement, environ 15 à 30 jours après la fécondation à une température de 23 - 25 °C, la gonade est différenciée et possède la morphologie caractéristique de l'ovaire ou de testicule. (Nakamura et Takahasi, 1973).

Lorsque les conditions abiotiques deviennent favorables en milieu naturel, les adultes migrent vers la zone littorale et les mâles se rassemblent sur un substrat meuble, sablonneux ou argileux où ils délimitent chacun leur territoire et ils creusent un nid; Le nid à la forme d'une cuvette de 20 à 30 cm de diamètre, le mâle l'aménage de préférence dans un sol sablonneux à une profondeur comprise entre 30 cm et 150 cm, selon les possibilités.

Les femelles pondent dans des nids, puis elles collectent les œufs dans la bouche après leur fécondation par les mâles pour l'incubation à 28°C (Burlot et al., 1998). Le nombre d'œufs est proportionnel au poids corporel de la femelle. Une femelle d'un poids de 100 g produira environ 100 œufs par frai, alors qu'une femelle pesant 600 à 1000 g peut produire 1000 à 1500 œufs. Le mâle est capable de féconder des œufs de plusieurs femelles.

L'éclosion a lieu 6 jours après la fécondation. Pendant environ 10 jours, les alevins nagent en nuage puis s'affranchissent de leurs parents (Burlot et al, 1998).



Figure 6 : nid formé par un mal de Tilapia (originale, CNRDPA, 2016)

IV. Régime et comportement alimentaire

Les arcs branchiaux de *Tilapia niloticus* disposent de branchies fines, longues et nombreuses et de microbranchiospines, l'eau qui transite est véritablement filtrée de son plancton, donc cette espèce en milieu naturel, essentiellement phytoplanctonphage et consomme de multiples espèces de chlorophycées, cyanophycées et euglinophycées, ce qui ne l'empêche pas également d'absorber du zooplancton et même des sédiments riches en bactéries et diatomées. (Trewavas, 1983).

En milieu artificiel (système de pisciculture) cette espèce est pratiquement omnivore (euryphage) valorisant divers déchets agricoles (tourteaux d'oléagineux, déchets de brasserie) tirant parti des excréments de porcs ou de volailles, de déchets ménagers, acceptant facilement des aliments composés sous forme de granulés, cette capacité d'adaptation à divers aliments et déchets est phénoménale et est à la base de sa haute potentialité pour la pisciculture. (Trewavas, 1983).

Les jeunes *Tilapia* sont d'abord zooplancton phages jusqu'à une taille de 50 mm, puis de 50 à 100 mm ils deviennent omnivores et consomment des algues filamenteuses, d'un régime plus éclectique à base d'algues, d'insectes, de zooplancton, de débris végétaux supérieures (Lauzanne, 1994).

V. Besoins nutritionnels de poisson Tilapia

En pisciculture l'aliment est un facteur important qui influence fortement la croissance du poisson et par conséquent la production. C'est pourquoi l'aliment doit satisfaire les besoins du poisson en protéines, lipides, hydrates, de carbones ou glucides, vitamines et sels minéraux.

V.1. Besoins en acides aminés essentiels d'*O.niloticus*

Les besoins quantitatifs en acides aminés essentiels de *T. nilotica* sont présentés dans le **tab. N°2**. Ces dix acides (10) acides aminés essentiels, communs à toutes les espèces chez qui les besoins ont été déterminés, ne peuvent être synthétisés par le poisson et doivent donc se trouver intégralement dans l'aliment.

Tableau N°2 : Besoins en acides aminés essentiels d'*O .niloticus* :

Acides aminés essentiels	Besoins minimum(°/° des protéines)
Arginine	4.2
Histidine	1.7
Isoleucine	3.1
Leucine	3.4
Lysine	5.1
Méthionine	2.7
Phénylalanine	3.8
Thréonine	3.6
Tryptophane	1.0
Valine	2.8

V.2. Besoins en protéines d'*O.niloticus*

Les protéines sont constituées par des chaînes d'acides aminés se sont des constituants essentiels pour le poisson, le niveau adéquat des protéines permet une croissance maximale. Il diminue à mesure que la taille des poissons augmente.

Le **tab.N° 3** présente les recommandations de Jauncey et Ross(1982) concernant le taux de protéines nécessaires selon les différents stades de croissance de tilapia.

Chez les larves et les jeunes alevins (inférieur 1.0g), la plupart des auteurs préconisent un régime avec une teneur en protéines avoisinant 50%. Hutabarat et Juancey (1987) signalent toutefois que le meilleur coefficient de conversion (rapport entre le poids d'aliment distribué et le gain de poids) est obtenu avec un régime à 30% de protéines et un rapport protéines-énergie de 66.69 mg de protéines par kilocalorie d'énergie brute.

On peut admettre que le rapport protéine alimentaire/énergie diminue à mesure que le *Tilapia* grandit.

Ainsi, Kubaryk (1980) a montré que *T. nilotica* (d'un poids moyen individuel de 1.7 g à 7 g) présentait la meilleure croissance avec un régime à 36% de protéines et un rapport énergie digestible /protéines de 8.3 kcal/g de protéine

Tableau N°3 :apports nutritifs en fonction du stade de croissance de *Tilapia*
(en % de la matière sèche d'après JAUNCEY et ROSS, 1982)

Composés (°/° matière sèche)	<0.5 g	0.5-10g	10-35g	35g	>35g
Protéines brutes	50	35-40	30-35	25-30	30
Lipides bruts	10	10	6-10	6	8
Hydrates de carbone digestibles	25	25	25	25	25
Fibres	8	8	8-10	8-10	8-10
Vitamines	2	2	2	2	2
Minéraux	4	4	4	4	4

V.3.Besoins en lipides et glucides

Jauncey et Ross (1982) signalent qu'en terme de kilocalories, les protéines constituent la source d'énergie la plus onéreuse. Le but d'un aliment pour poissons est donc de maximiser l'utilisation de protéines pour la croissance en fournissant une quantité adéquate d'énergie sous forme de lipides et d'hydrates de carbone (action d'épargne des protéines).

Toutefois, à des niveaux modérés de protéines, la quantité d'énergie ne peut dépasser un certain seuil sans provoquer des dépôts de graisse et des changements indésirables dans la composition de la chair du poisson.

Les lipides constituent la première source d'énergie, le contenu énergétique d'un gramme de lipides (9.1 kcal d'énergie brute) étant deux fois plus élevé que celui d'un gramme de protéines (5.5 kcal) ou d'un gramme d'hydrate de carbone (4.1 kcal) (Jauncey et Ross 1982 ; NEW, 1987). Il semblerait toutefois que les tilapias n'utilisent pas les taux élevés de lipides aussi efficacement que le font les salmonidés ou les cyprins (Jauncey, 1979 ; Stickney, 1986), mais peu d'études se sont intéressées à l'utilisation des lipides par ce groupe.

Les lipides servent également de source en certains acides gras essentiels. Afin de satisfaire avec certitude les besoins en acides gras essentiels des tilapias, Jauncey et Ross (1982) recommandent d'inclure dans le régime, 1% de chacune des séries d'acides gras ω -3 et ω -6.

Les quelques études ayant évalué les besoins des tilapias en hydrate de carbone ont montré qu'il existait des possibilités importantes d'épargne des protéines par utilisation d'hydrate de carbone (Anderson et al, 1983). Toutefois, les fibres (polysaccharides complexes constitués principalement de cellulose chez les végétaux) ne sont pas utilisables par les tilapias qui, comme les autres poissons, ne disposent pas de cellulase (Stickney, 1976). En étang, ces ingrédients non digestibles peuvent être utilisés comme fertilisants (Huet, 1970).

V.4. Besoins en vitamines et minéraux d'*O. niloticus*

Certains aliments composés contiennent un supplément vitaminé et minéral appelé prémix. Ces prémix, mis au point pour d'autres espèces ont également donné satisfaction chez les Tilapias, bien que certains symptômes de déficience (scoliose par exemple) puissent être observés, principalement suite à une carence en vitamine C.

Signalons toutefois que la vitamine B12 peut être synthétisée dans l'intestin de *T. nilotica* et qu'il n'est donc pas nécessaire de l'inclure dans le régime (Lovell et Limsuwan, 1982). Même en cas d'une alimentation artificielle, les prémix vitaminé et minéral doivent être additionnés respectivement à raison de 2 et 4 ‰ du poids sec de l'aliment.

Ces suppléments ne sont, par contre, pas requis dans les élevages de Tilapias en étangs, car, dans ce milieu, ils trouvent ce qui leur faut en vitamines et oligo-éléments (NEW, 1987).

Les besoins en minéraux du *Tilapia nilotica* sont indiqués dans le tableau suivant :

Tableau N°4 : Besoins en minéraux d'*Oreochromis niloticus*

Minéraux	Besoins
phosphore	4.6 g/kg d'aliment
Magnesium	0.5-0.65g/kg d'aliment
Zinc	30 mg/kg d'aliment
Calcium**	0.65°/°de la matière sèche*
Calcium***	12ppm*
Cuivre***	3.5ppm*

* besoin pour les Tilapias / ** Eau sans calcium / *** Oligo-élément

Tableau N°5 : Taille des granulés recommandés pour les différentes classes de taille de *Tilapia nilotica*

Age/poids du poisson	Taille de la particule(µm)	Références
Larve : premières 24h	En solution	Macintosh et De silva, (1984)
Larve : 2 jours – 10jours	500µm	Macintosh et De silva, (1984)
Larve :10jours-30jours	500-1000µm	Macintosh et De silva, (1984)
Alevin :30jours-juvénile de 0.5 à 10g	500-1500µm	Macintosh et De silva, (1984)
Alevin : de 1 à 30 g	1-2 mm	Jauncey et Ross,(1982)
Sup.30 g	2-4mm	Jauncey et Ross,(1982)

La ration journalière est fortement influencée par la qualité des eaux pour l'alimentation naturelle et la qualité de l'aliment, et plus particulièrement par son quotient nutritif, ainsi par le poids des alevins.

La ration journalière et la fréquence de nourrissage du *Tilapia* sont représentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau N°6 : rationnement et fréquences des repas du Tilapia élevés en étang (25-28°C) exprimés en quantité d'aliment sec (g/100g de biomasse/jour)(JAUNCEY et ROSS).

Poids vif(g)	Ration	Nombre de repas
<1g	30-10	>8
1-5	10-6	6
5-20	6-4	4
20-100	4-3	3-4
>100	3	3

VI.le curcuma

VI.1. Historique et origine

Le curcuma est une épice qui fait l'objet d'échanges commerciaux depuis longtemps qu'on ne peut déterminer avec certitude son origine. On pense cependant qu'il vient du sud ou du sud-est de l'Asie, peut-être plus spécifiquement de l'Inde, d'où il se serait répandu dans toute l'Asie, de même qu'au proche et au Moyen-Orient, il y a des milliers d'années (Penso, 1986 ;Perry,2008).

Le curcuma a été au commencement cité dans la médecine ayurvédique(médecine traditionnelle indienne) ou on prescrit pour traiter l'ictère (Ravindran, 2007). Il a été présenté en chine avant le 7ème siècle et en Afrique vers le 13ème siècle, l'épice a été apportée la première fois à l'ouest, essentiellement vers l'Europe par ArabSailors (Aggarwal et al ;2007).Il a été également énuméré comme agent de coloration dans les écritures de Marco Polo durant son voyage 1280 vers la chine et l'inde. Puis a été exposé en Amérique du nord pendant la domination coloniale britannique au-dessus de l'Amérique (Sharma, 2005).

VI.2. Classification systématique

On dénombre près de 80 espèces dans ce genre (Guldner, 1986).

Règne : plante

Embranchement : spermaphyte

Sous embranchement : angiosperme

Classe : monocotylédone

Ordre : zingibérale

Famille : zingibéracée

Genre : curcuma

Espèce : *curcuma longa* L.

VI .3.Présentation de la plante

VI.3.1. Description botanique de la plante

Curcuma longa, est une grande plante herbacée vivace, rhizomateuse, monocotylédone, de la famille des Zingibéracées (famille du gingembre) mesurant de 60 cm à 1 m de hauteur, elle est robuste et érigée (OMS Monographs on selected medicinal plants, 1999 ; Mishral ; 2009).



Figure 7 : Plante de *curcuma longa* (lamouche, 2011).

VI.3.1.1. Le rhizome



Figure 8 : le rhizome de *curcuma longa* frais, séché et réduit en poudre (Goel et al., 2008).

Les rhizomes principaux de forme ovoïde fournissent le curcuma rond et les secondaires, le curcuma long épais, écailleux, charnu, comportant un tubercule primaire ellipsoïde d'environ 5 cm x 2.5 cm, présentant à maturité de nombreux rhizomes latéraux digités d'un diamètre voisin du centimètre se ridant par dessiccation, de couleur jaune orangé en section gris brunâtre en surface , une odeur aromatique se dégage après section du rhizome (Jansen,2005 ; Rivera-Espinoza et *al.*,2009).

VI.3.1.2. Les feuilles

Elles sont larges, très longues, oblongues à elliptiques, naissent à partir du rhizome (Boullard, 2001). Les gaines des feuilles forment une pseudo tige courte, les limbes sont vert foncé au-dessus, vert très clair en dessous, ciblés de points translucides (Ravindran,2007 ; Loap,2008).

VI.3.1.3. L'inflorescence

Issue du rhizome les fleurs sont regroupées par de grandes bractées, elles sont organisées par paires. Elles sont verdâtres ou blanches à sommet rose. Longues de 5 à 6 cm(Boullard,2001)

VI.4.Les composés nutritionnels de curcuma

Elle contient les macronutriments et les micronutriments essentiels, tels que les minérales, les graisses, les protéines et les hydrates de carbone (Ishita, 2004).

Tableau 7 : composition nutritionnelle de la poudre de curcuma (Peter, 1999).

constituants	Quantité pour 100 g
Eau	11.4g
Energie	1481 K j(354 K.cal)
Protéines	7.8 g
Lipides	9.9 g
Glucides	64.9 g
Amidon	54 à 55 %
Fibres alimentaires	21.1 g
Ca	183 mg
Mg	193 mg
Zn	4.4 mg
P	268 mg
Fe	41.4 mg
Vitamine A	Traces mg
Thiamine	0.15 mg
Folate	39 µg
Acide ascorbique	25.9 mg
Riboflavine	0.23 mg
Niacine	5.14 g

VI.5. Usage

Le curcuma longa est cultivé pour ses rhizomes, C'est le rhizome qui constitue la partie médicalement intéressante de la plante. Il est récolté sept à dix mois voire douze mois après la plantation, lorsque la tige et les feuilles sont séchées. Il est généralement utilisé après avoir été bouilli, nettoyé, séché puis réduit en poudre, de couleur jaune orangée. On obtient ainsi l'épice « curcuma » ou safran des indes (Ammon, 2008 ; Jansen, 2005).



Figure 9 : rhizome de *curcuma longa* frais, séché et réduit en poudre (Goel et *al*,2008).

En Afrique de l'ouest, le curcuma est surtout utilisé comme colorant pour teindre en jaune d'or des produits tels que le cuir tanné, les tissus en coton, le fil et les fibres de palme(Jansen et *al* ;2005 ; Kamble et Soni,2008).

En Asie, le curcuma est largement utilisé comme l'un des principaux ingrédients du curry(qui contient jusqu'à 25% de curcuma), En occident, la poudre de curcuma est largement employée dans l'industrie alimentaire, notamment en tant que colorant (E100) dans les aliments transformés (Aggarwai et *al* ; 2007), elle rentre dans la fabrication de nombreux médicaments c'est un très puissant antioxydant, anti-inflammatoire(Delaveau, 1987 ;Araujo et Leon, 2001 ; Jansen,2005 ;Goel et *al*,2008).

I. Matériel biologique

I.1. Lieu et durée de la réalisation de l'étape expérimentale

L'expérience a été réalisée au niveau de la station expérimentale du Tilapia au CNRDPA de Bou Ismail (wilaya de Tipaza) dans la période allant du 6 mars 2016 au 30 juillet 2016.



Figure 10. Centre nationale de la recherche et de développement de la pêche et de l'aquaculture (CNRDPA) - Bou Ismail - wilaya de Tipaza (originale, CNRDPA 2016)

I.2. Modèle animale

Notre expérience a été réalisée sur le poisson Tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*) (Linnaeus, 1758)



Figure 11: Tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*) (originale, CNRDPA 2016)

II.1. Systématique

Le terme tilapia est en générale utilisé pour désigner un groupe bien élevé et important à des fins commerciaux appartenant à la famille des cichlidés.

Règne : Animalia.

Embranchement : Chordata.

Classe : Actinopterygii.

Ordre: Perciformes.

Famille : Cichlidae.

Genre : *Oreochromis*.

Espèce : *Oreochromis niloticus*(Linnaeus, 1758).

II.2. Suivre et récolte des alevins d'expérimentation

Notre travail a commencé à partir des alevins de Tilapia âgés de 2 mois recevant quotidiennement une ration alimentaire d'une quantité croissante chaque 15 jour.

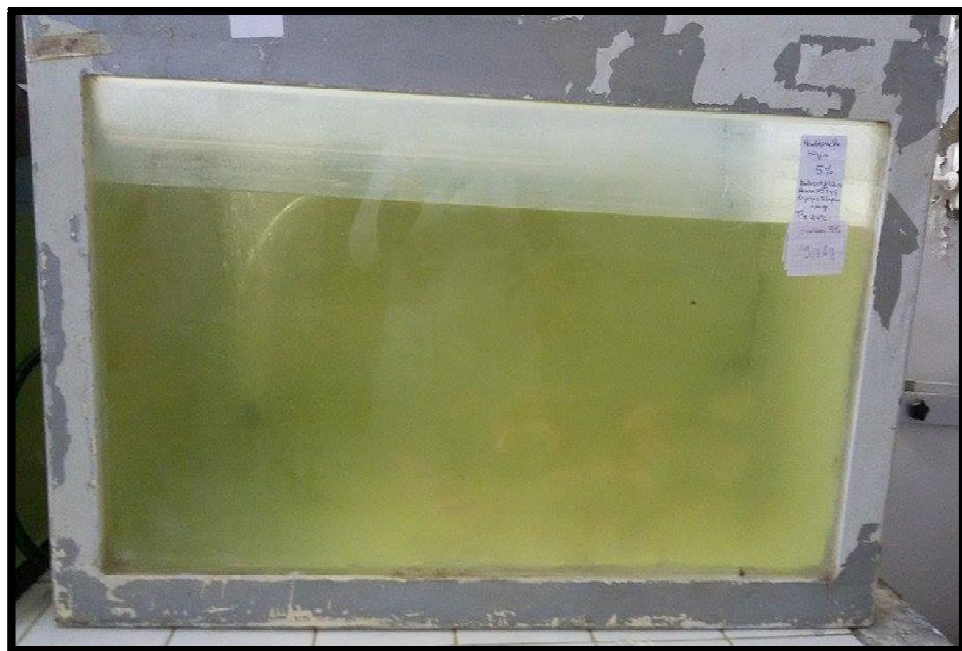


Figure 12. Alevins de Tilapia âgé de 2 mois



Figure 13. Partie de quantité de ration journalière des alevins

Le nombre total des poissons ayant fait l'objet de la présente expérimentation est de 135 individus avec un poids moyens de $1,45 \pm 0,74$ g et une longueur totale moyenne de $4,39 \pm 1,04$ cm, répartis sur trois aquariums de 100 L(**Fig.13**).

II.3. Protocole expérimental

II.3.1. Répartition des alevins

Les alevins sont répartis en trois (03) lots dans des aquariums :

1. Lot n°1 représentant les individus témoins (N= 45), dans ce dernier les alevins reçoivent une alimentation dépourvue du produit formulé à base de curcuma.
2. Lot n°2 représentant les individus (N= 45) recevant une alimentation contenant 20g de produit formulé à base de curcuma pour 1kg d'aliment commercial.
3. Lot n°3 représentant les individus (N= 45) recevant une alimentation contenant 50g de produit formulé à base de curcuma pour 1kg d'aliment commercial.



Figure 14 : lot d'alevin

II.3.2. Alimentation des alevins

II.3.2.1. Type d'aliment et composition

L'aliment utilisé par le centre pour nourrir les alevins est importé (annexe) et composé de : protéines, vitamines.....

II.3.2.2. Préparation d'aliment à base de curcuma pour les lots d'expérimentation

-l'additif alimentaire a été fourni gracieusement par le professeur Djazouli Zahr Eddine du département biotechnologie université Blida 1 et Dr Merah Othman de l'université de Toulouse, France.

- pour la préparation de l'aliment à base de curcuma 2% on a prèsdans 1000g d'aliment commerciale et 2% de curcuma.

-pour la préparation de l'aliment à base de curcuma 2% on a près dans 1000g d'aliment commerciale et5% de curcuma.



Figure 15.Étapes de préparation d'aliment d'alevins

II.3.2.3. Rationnement et fréquence de nourrissage

La ration journalière peut varier en fonction de plusieurs facteurs tels que la taille du poisson, ses besoins en protéines et sa capacité de digestion, la qualité de l'aliment, les conditions physico-chimiques du milieu (T°, O2, lumière,.....)

La fréquence de nourrissage des larves et des jeunes alevins du tilapia rouge doit être au minimum de 4 fois par jour (Jancey et Ross, 1982).

Les trois aliments sont distribués manuellement aux poissons quatre fois par jour selon le programme suivant : 9H ,11H ,13 H et 15 H.

-Mode d'alimentation

La ration alimentaire est calculée d'après la formule suivante :

$$Ra (g/j) = P *N*Tn$$

Ra : ration alimentaire journalière ;

P : poids moyen des poissons ;

Tn : nombre total d'individus ;

N : taux de nourrissage.

II.3.3. Suivre de croissance

II.3.3.1. Mesure de poids et de taille

Le poids total moyen et la longueur totale moyenne ont été prélevés chaque 15 jours à l'aide d'une balance de type KERN PCB 1000-2 0,01g/1000g et un ichtyo mètre par aquarium en vue de recalculer la ration alimentaire et de contrôler la croissance



Figure 16. Pesée et mensuration des individus du tilapia

II.3.4. Analyse chimique de l'eau

Le suivi et le contrôle des différents paramètres physico-chimiques pendant l'expérimentation sont réalisés en utilisant le matériel suivant :

- l'analyse multi-paramètre pour la mesure des facteurs physiques du milieu (PH, oxygène, salinité et température) ;
- un spectrophotomètre (Type : 6405 UV/Vis. Marque : Jenway) pour mesurer les taux d'ammoniaque (NH_4), des nitrites (NO_2) et du phosphore (PO_4^{3-}).



Figure 17. Multi paramètre

Les analyses des sels nutritifs (les nitrates, l'azote ammoniacal et le phosphore) de l'eau sont réalisées au laboratoire de recherche au CNRDPA par la méthode spectrale après chaque pesée et mensuration des poissons. Le protocole des dosages est celui d'Aminot et Chaussepied (1983).

II.3.4.1. Le dosage des nitrates

L'échantillon de 100 ml d'eau de bassin auquel on lui ajoute 2 ml de chlorure d'ammonium. Le mélange passe dans la colonne réductrice, 50 ml de solution récupérée sont mélangés avec 1 ml de réactif R1 (solution de sulfamide) dans une fiole. Deux à huit minutes après, nous ajoutons 1 ml de réactif R2 (solution de N-1naphtyenediamine). Au bout d'au moins 10 mn une coloration rose apparaît (Figure 07). Nous mesurons l'absorbance à 543 nm.



Figure 18. Analyse de nitrates (laboratoire CNRDPA 2016).

II.3.4.2. Le dosage des nitrites (NO₂)

Nous procédons au mélange de 50 ml de l'échantillon d'eau avec 1 ml de réactif R1 (solution de sulfamide) dans une fiole. Deux à huit minutes après, nous ajoutons 1ml de réactif R2 (solution de N-1naphtyenediamine). Il faut attendre au moins 10 mn et ne pas dépasser 2 heures pour obtenir une coloration rose.

Nous mesurons l'absorbance à 543 nm grâce au spectrophotomètre U.V visibles.



Figure 19. Analyse de nitrite

II.3.4.3. Le dosage de l'azote ammoniacal (NH₄⁺)

Nous procédons au mélange de 100 ml de l'échantillon d'eau avec 3 ml de réactif R1 (solution de phénol-Nitroprussiate de sodium) dans une bouteille puis nous l'agitons pour homogénéiser la solution, ensuite nous ajoutons sans attendre 3 ml de réactif R2 (solution d'alcaline d'hypochlorite). La bouteille fermée doit être placée à l'abri de la lumière pendant une nuit. Nous mesurons l'absorbance à 630 nm.

II.3.4.4. Le dosage du phosphate (PO₄⁻)

Réactifs :

Réactifs R1 : Solution de molybdate d'ammonium.

Réactifs R2: 2.5 mol/L (H₂SO₄) d'acide sulfurique.

Réactifs R3 : Solution d'acide ascorbique.

Réactifs R4 : Solution d'oxytatrate de potassium et d'antimoine.

Réactifs R5 : mélange des réactifs 1, 2,3 et 4.

Réactifs R6 : solution étalon primaire de phosphate.

Réactifs R7 : Solution étalon secondaire de phosphate

Pour préparer le mélange des réactifs, nous avons mis 100 ml de l'échantillon plus 10±0.5 ml de mélange réactifs dans une fiole. Nous mélangeons et laissons reposer 5 mn. Nous mesurons l'absorbance à 885 nm.



Figure 20. Analyse de phosphore

II.3.5. Mise à la reproduction

Lorsque les alevins atteignent la taille de maturation, il est fort probable du début de l'acquisition de la faculté reproductrice, à ce moment les individus sont surveillés pour la mise en reproduction.

Une sex-ratio de (2 :6) (2 males pour trois femelles) et on a mis dans trois aquariums.



Figure 21.Sexage et séparation des géniteurs

III.Traitement des données

L'analyse statistique a été effectuée selon les méthodes standards de l'analyse de variance à un critère (ANOVA) au moyen du logiciel Statistica version 5.1 après vérification préalable de l'homogénéité des variances et de la normalité des données à analyser.

Analyses de la variance (SYSTAT vers. 12, SPSS 2009) : Dans les conditions paramétriques (ANOVA pour *ANalysis Of VAriance*).

Corrélations (SYSTAT vers. 12, SPSS 2009 et Excel™)

Lorsque 2 variables quantitatives varient conjointement, la significativité du coefficient de corrélation doit être mesuré.

Analyses multivariées (PAST vers. 1.37, Hammeret *al.*, 2001)

Dans le cas de variables de type présence-absence, les relations multivariées sont étudiées à l'aide d'une analyse factorielle des correspondances en composantes principales (A.C.P.) (Ter Braak et Prentice, 1988)

Les résultats relatifs aux effets de l'additif alimentaire formulé à base de *Curcuma longa* sur les traits de conditionnement et de production de la Cichlidae Tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) ainsi que la qualité chimique de l'eau douce d'élevage sont présentés dans ce chapitre.

1. Présentation générale de l'effet de l'additif alimentaire formulé à base de *Curcuma longa* sur les traits de conditionnement de Tilapia du Nil *Oreochromis niloticus*

La variation de la taille et du poids du poisson Tilapia du Nil a été évaluée sous l'effet des différents ratios de l'additif alimentaire formulé à base de Curcumine dans les conditions semi-naturelles.

Les valeurs affichées montrent l'effet apparent des différents ratios de l'additif alimentaire formulé à base de Curcumine sur la taille et le poids des poissons par comparaison au témoin (Tableau 8). Sur le plan croissance, les résultats finaux de l'élevage affichent un avantage en taille respectivement chez les poissons nourris au curcumine CUR5% (+2,73%) et CUR2% (+3,68%) par rapport au témoin (Tableau 8). En revanche, l'incorporation de la curcumine à 5% et à 2% dans la ration alimentaire conduit à un gain pondéral respectif de (+8,60%) et (+17,99%) par comparaison aux poissons témoins (Tableau 8).

Tableau 8 : Valeurs moyennes (\pm SD) des paramètres de conditionnement de Tilapia du Nil *Oreochromis niloticus* sous l'effet d'un additif alimentaire formulé à base de *Curcuma longa*

	Taille (cm)			Poids (g.)		
	TEM	CUR2%	CUR5%	TEM	CUR2%	CUR5%
06/03/2016	4,16 \pm 0,33	4,39 \pm 0,31	4,19 \pm 0,38	1,20 \pm 0,11	1,30 \pm 0,09	1,23 \pm 0,10
21/03/2016	4,98 \pm 0,40	4,90 \pm 0,34	4,68 \pm 0,42	2,17 \pm 0,20	2,42 \pm 0,17	2,23 \pm 0,18
03/04/2016	5,49 \pm 0,45	5,69 \pm 0,40	5,83 \pm 0,53	3,75 \pm 0,33	3,98 \pm 0,28	3,44 \pm 0,28
17/04/2016	6,43 \pm 0,51	7,02 \pm 0,49	6,90 \pm 0,62	4,52 \pm 0,41	5,92 \pm 0,41	5,44 \pm 0,44
02/05/2016	7,45 \pm 0,60	7,64 \pm 0,53	7,62 \pm 0,69	7,11 \pm 0,64	8,61 \pm 0,60	7,56 \pm 0,60
01/06/2016	9,50 \pm 0,76	9,85 \pm 0,69	9,76 \pm 0,88	14,17 \pm 1,28	16,72 \pm 1,17	15,39 \pm 1,23
Taux (%)	-	+3,68%	+2,73%	-	+17,99%	+8,60%

TEM : Témoin, CUR2% : Curcumine à 2%, CUR5% : Curcumine à 5%

I.1. Rétrospective sur le conditionnement de Tilapia du Nil

La taille et le poids des poissons ont été estimés au niveau des différents blocs expérimentaux avant l'introduction du paramètre « *additif alimentaire* ». La figure 22 montre clairement que le lot de poissons qui recevra la curcumine à 2% (CUR2%) affiche une taille moyenne (Fig. 22a) ainsi qu'un poids moyen (Fig. 22b) plus marqué par comparaison aux tailles et poids moyens des lots considérés comme témoins et ceux qui recueilleront la curcumine à 5% (CUR5%). Nous avons appliqué le test One-way ANOVA afin d'apprécier l'écart enregistré dans les paramètres de conditionnement chez le Tilapia du Nil. Ce dernier confirme l'absence d'une différence significative ($p > 5\%$) entre les différents lots expérimentaux (Fig. 22a et b).

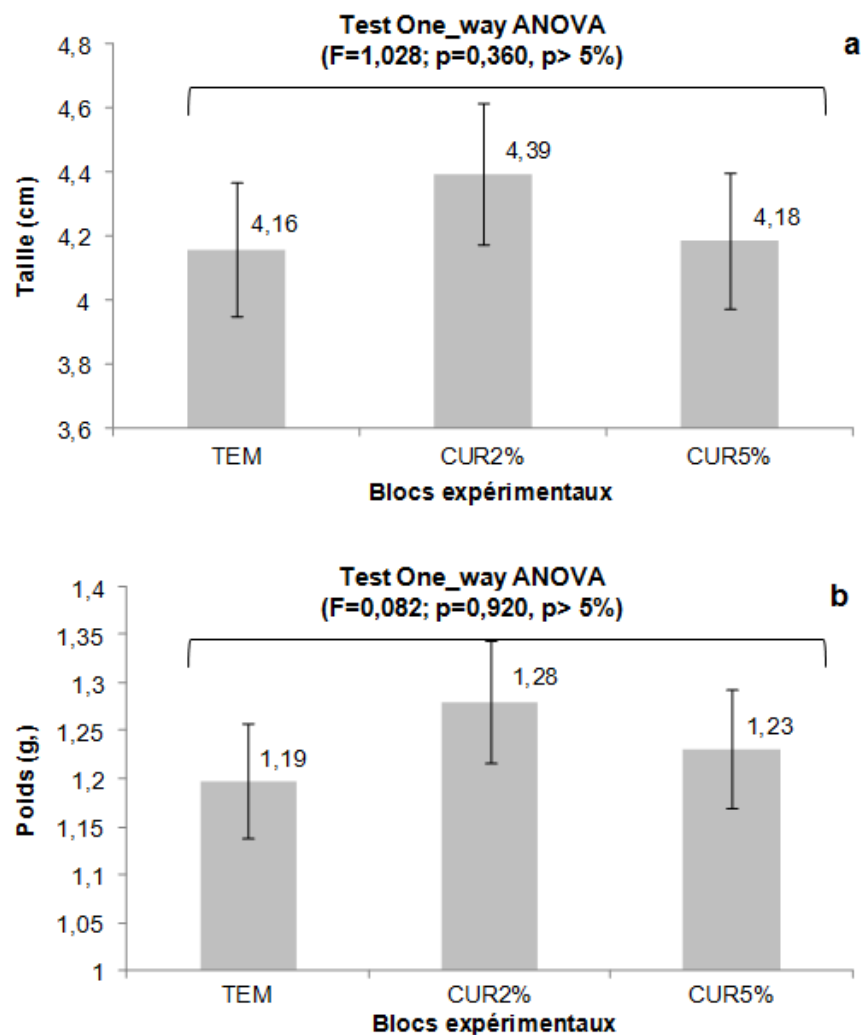


Figure 22: Estimation des paramètres de conditionnement de Tilapia du Nil au niveau des blocs expérimentaux

TEM: témoin, CUR2%: Curcumine à 2%, CUR5%: Curcumine à 5%

1.2. Tendence de la variation des paramètres de conditionnements de Tilapia du Nil sous l'effet de l'additif alimentaire formulé à base de *Curcuma longa*

L'analyse en composantes principales (A.C.P.), effectuée avec le logiciel PAST, à partir des valeurs des mesures de tailles et de poids de Tilapia du Nil est satisfaisante pour le paramètre étudié « *additif alimentaire* » dans la mesure où plus de 80% de la variance est exprimée sur les 2 premiers axes (Fig. 23).

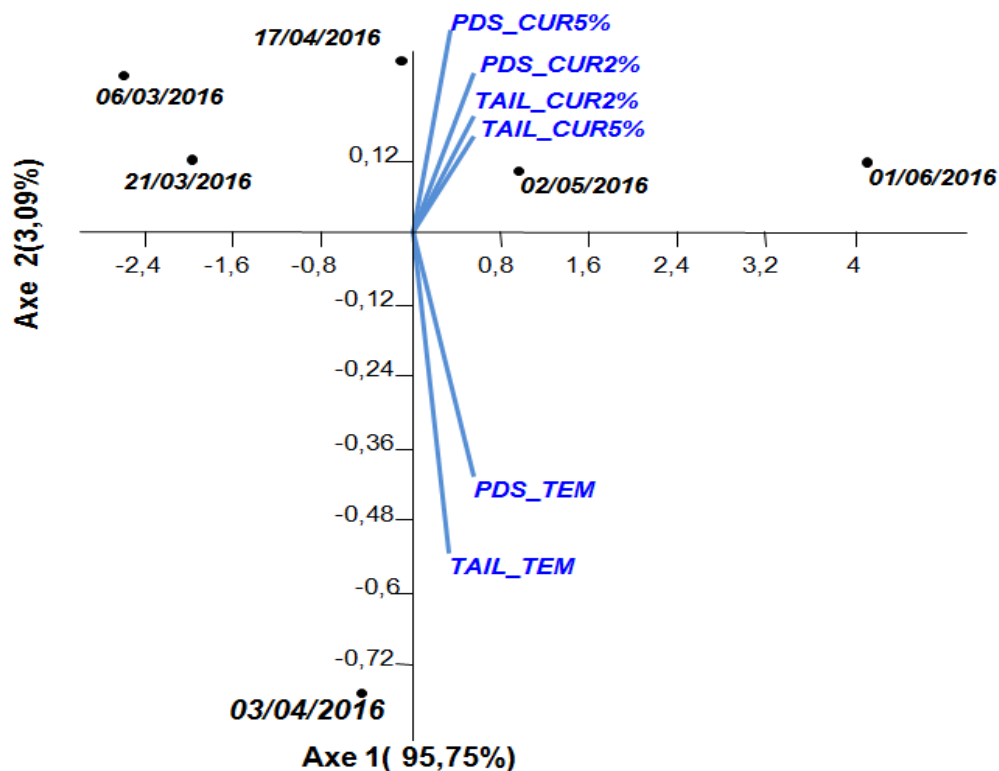


Figure 23 : Projection des mesures de tailles et de poids de Tilapia du Nil sur les deux axes de l'A.C.P.

TAIL : Taille, PDS : Poids, TEM: témoin, CUR2%: Curcumine à 2%, CUR5%: Curcumine à 5%

Nous nous limiterons à exposer les tendances de la variation des paramètres de conditionnements de Tilapia du Nil sous l'effet de l'additif alimentaire formulé à base de *Curcuma longa* uniquement par la projection des valeurs de tailles et de poids en vecteurs à travers le premier axe (Axe 1) du fait qu'il enregistre la plus forte contribution (95,75 %). La figure montre que les projections des vecteurs relatifs aux tailles et aux poids informent que l'additif alimentaire formulé à base de curcumine aux doses appliquées montre un effet

contrasté en termes de croissance en taille et gain en poids par comparaison aux mesures du témoin (Fig. 23). Sur la base des orientations des vecteurs de tailles et de poids, il en ressort que la distinction de l'effet de l'additif alimentaire sur le conditionnement de Tilapia du Nil ne soit visible que durant la période couvrant le laps de temps du 02/05/2016 au 01/06/2016 (Fig.23).

1.3. Etude comparée de l'effet de l'additif alimentaire formulé à base de *Curcuma longa* sur la variation des paramètres de conditionnements de Tilapia du Nil

Le recours au modèle général linéaire (G.L.M.) a été adopté dans le but d'étudier la croissance de la taille et le gain pondéral chez Tilapia du Nil sous l'effet strict des deux facteurs à savoir : les doses de l'additif alimentaire formulé à base *Curcuma longa* et le temps d'exposition.

Les résultats de l'analyse de la variance stipulent que les doses de l'additif alimentaire n'exercent aucun effet significatif sur la croissance en taille (Fig. 24a). Cependant, l'analyse signale la présence de différence très hautement significative quant à l'effet du temps sur l'évolution de la taille (Fig.24 b). En revanche, les gains pondéraux se trouvent très liés aux doses appliquées de l'additif alimentaire (Fig. 24c). En fin, le test GLM, estime que l'évolution pondérale des poissons est dépendante du temps d'exposition de ces derniers aux différentes doses de l'additif alimentaire (Fig. 24d).

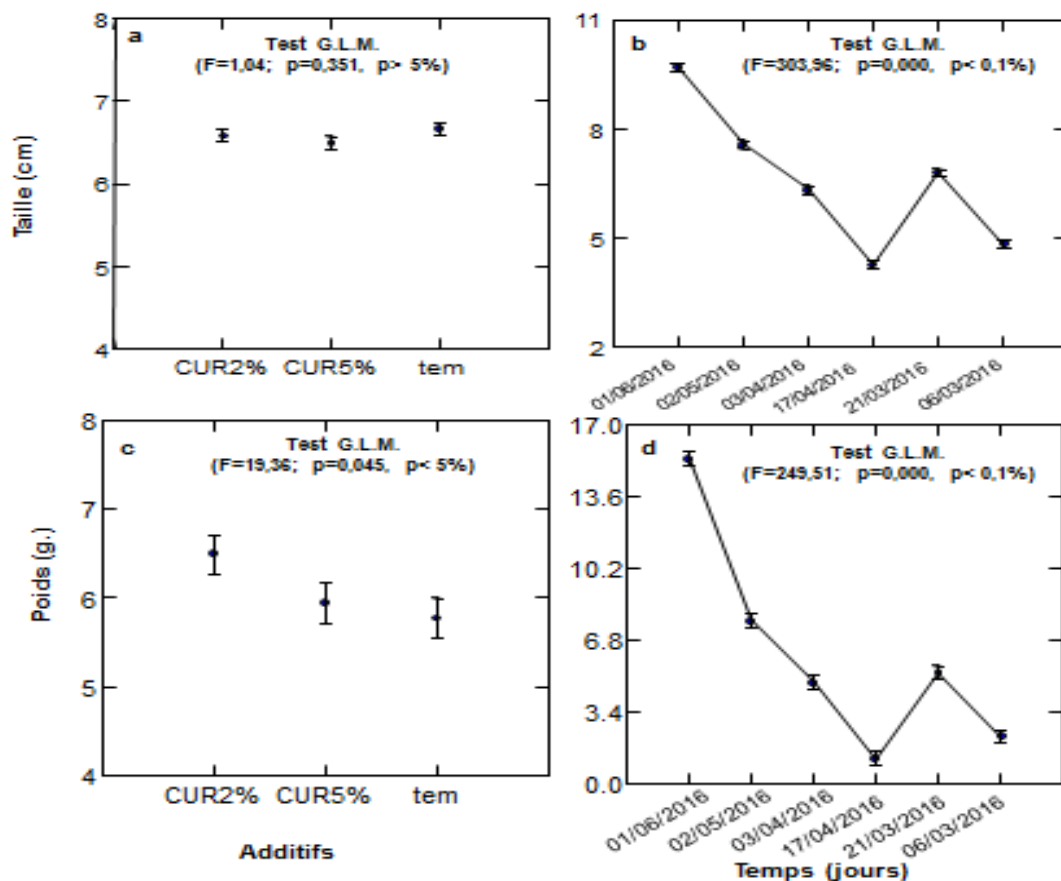


Figure 24 : Etude comparée des mesures de tailles et de poids de Tilapia du Nil sous l’effet l’additif alimentaire formulé à base de *Curcuma longa*

tem: témoin, CUR2%: Curcumine à 2%, CUR5%: Curcumine à 5%

La confrontation du facteur dose de l’additif alimentaire formulé à base *Curcuma longa* au temps d’exposition de Tilapia du Nil aux ressources alimentaires, nous indique une progression temporelle d’efficacité très hautement significative se traduisant par l’augmentation pondérale des poissons, plus plausible chez les Tilapia ayant reçu la dose 2% de l’additif alimentaire formulé à base de *Curcuma longa* (Fig.25).

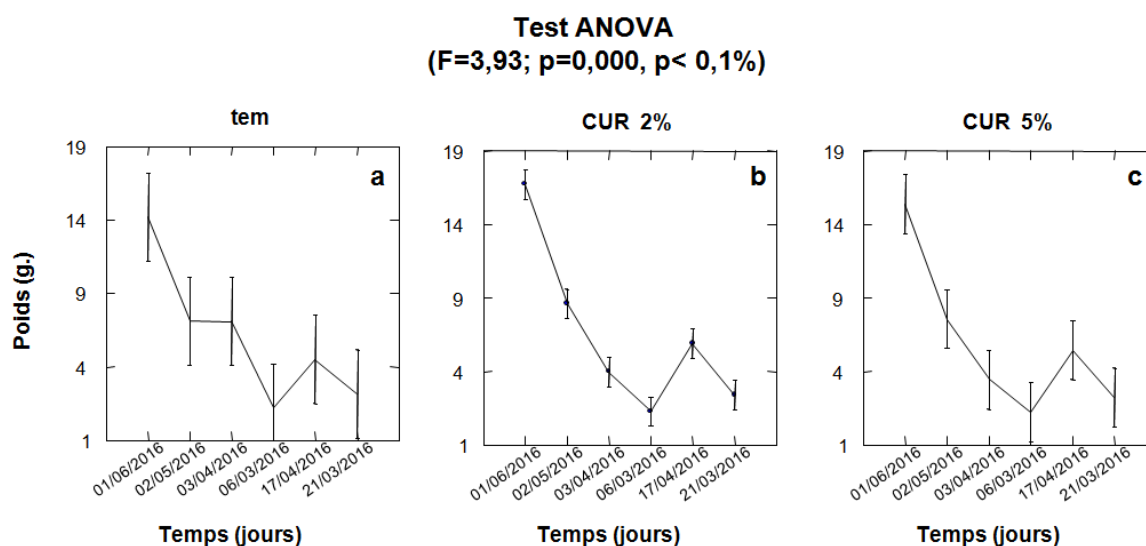


Figure 25 : Variation temporelle comparée des mesures pondérales de Tilapia du Nil sous l'effet des doses de l'additif alimentaire formulé à base de *Curcuma longa*

a : témoin, b : Curcumine à 2%, c : Curcumine à 5%

1.4. Relation taille/poids chez Tilapia du Nil sous l'effet des différentes doses de l'additif alimentaire formulé à base de *Curcuma longa*

Nous avons vérifié l'existence d'une corrélation positive entre les croissances en taille et les gains pondéraux en fonction des différentes régies alimentaires. Le coefficient de corrélation de Pearson affiche nettement la réaction positive de la croissance de la taille au gain pondéral respectivement au niveau des différentes régies alimentaire ($r = 0,975$, Fig. 26a), ($r = 0,979$, Fig.26b) et ($r = 0,970$, Fig.26c). Cette corrélation paraît très visible chez les poissons de Tilapia dont la nourriture a été enrichie par de la curcumine à 2%.

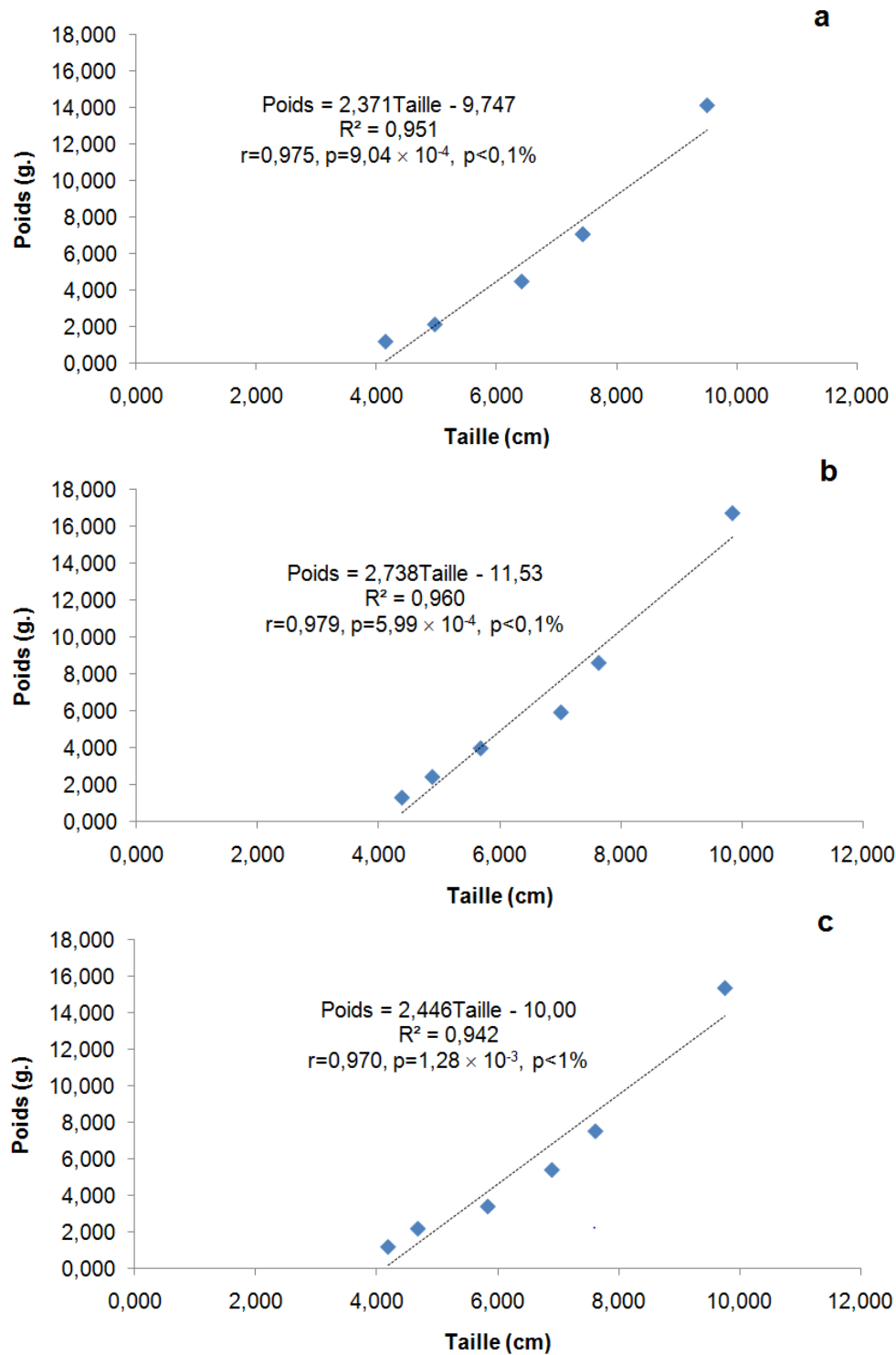


Figure 26: Relations entre les croissances en taille et les gains pondéraux chez Tilapia du Nil

R^2 : Coefficient de détermination, r : Coefficient de corrélation de Pearson, p : Probabilité associée,
 a : témoin, b : Curcumine à 2%, c : Curcumine à 5%

II.1. Présentation générale de la qualité d'eau douce d'élevage de Tilapia du Nil *Oreochromis niloticus* sous l'effet d'un additif alimentaire formulé à base de *Curcuma longa*

La fluctuation des quantités de Nitrites dans l'eau douce d'élevage de Tilapia révèle une gradation temporelle assez marquée, néanmoins plus fournie au niveau du bloc témoin (Fig. 27)

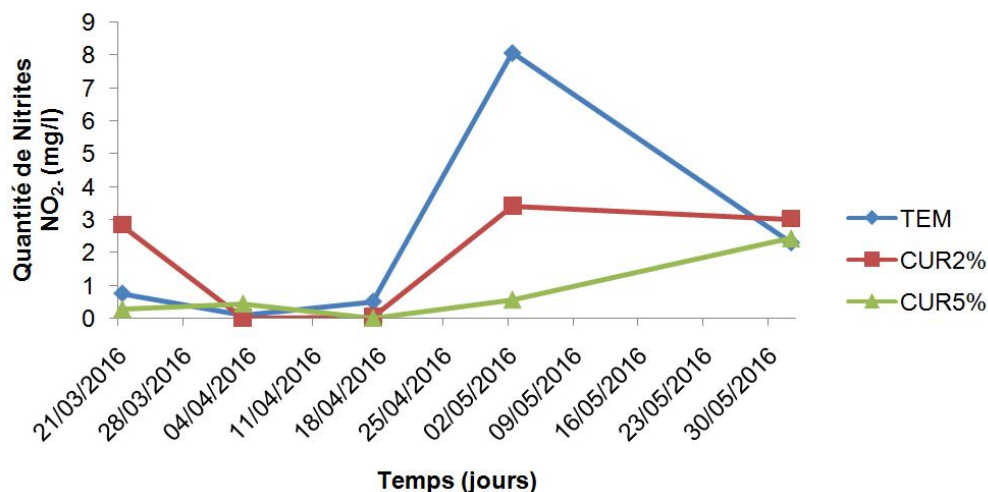


Figure 27: Evolution temporelle de la charge en Nitrites (NO₂⁻) de l'eau douce d'élevage de Tilapia du Nil soumis à différentes régies alimentaires

tem: témoin, CUR2%: Curcumine à 2%, CUR5%: Curcumine à 5%

Le test de Wilcoxon confirmé par le test de Monte Carlo est avancé dans le but d'apprécier la charge des eaux douces d'élevage de Tilapia sous l'effet des différentes régies alimentaires. La comparaison des quantités dans chaque dispositif d'élevage montre que les quantités de Nitrites ne présentent aucune différence au niveau des blocs expérimentaux (tableau 9).

Tableau 9: Evaluation de la charge en Nitrites (NO₂⁻) de l'eau douce d'élevage de Tilapia du Nil soumis à différentes régies alimentaires

	TEM	CUR2%	TEM	CUR5%	CUR2%	CUR5%
Nombre d'échantillon	5		5		5	
Moyenne des quantités de Nitrites NO ₂ ⁻	2,33	1,85	2,33	0,74	1,85	0,74
Test de Wilcoxon (p)	0,8927 ^{NS}		0,2249 ^{NS}		0,138 ^{NS}	
Test de Monte Carlo (p)	1 ^{NS}		0,3117 ^{NS}		0,1854 ^{NS}	

p : Probabilité associée, NS : Non significative à 5%,
tem: témoin, CUR2%: Curcumine à 2%, CUR5%: Curcumine à 5%

La fluctuation des quantités de Nitrates dans l'eau douce d'élevage de Tilapia révèle une gradation temporelle très apparente, cependant, les nitrates sont très disponibles au niveau des blocs gérés par de la curcumine (Fig. 28)

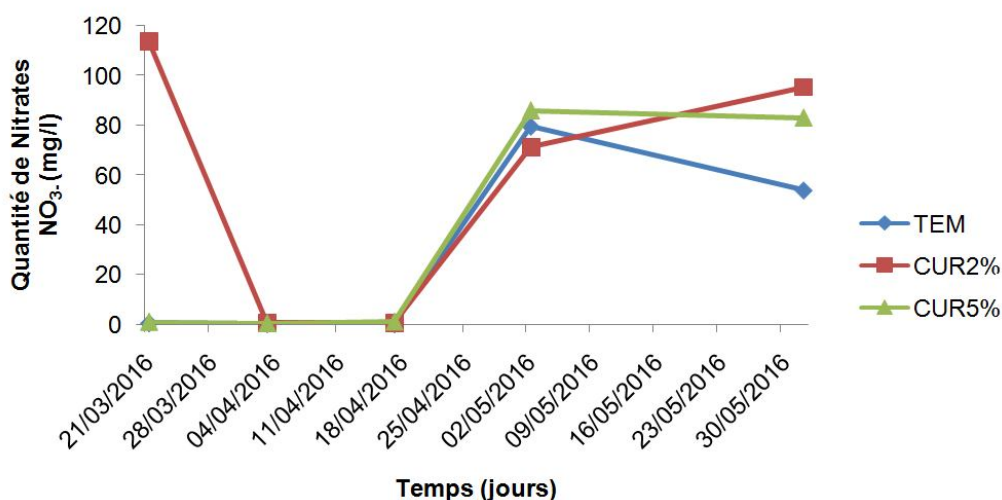


Figure 28: Evolution temporelle de la charge en Nitrates (NO₃⁻) de l'eau douce d'élevage de Tilapia du Nils soumis à différentes régies alimentaires

tem: témoin, CUR2%: Curcumine à 2%, CUR5%: Curcumine à 5%

Les tests de comparaison par paire avancés (Wilcoxon et Monte Carlo), révèlent que la charge en Nitrate des eaux douces d'élevage de Tilapia sous l'effet des différentes régies alimentaires n'affiche aucune différence au niveau des blocs expérimentaux (tableau 10).

Tableau 10: Evaluation de la charge en Nitrates (NO₃⁻) de l'eau douce d'élevage de Tilapia du Nils soumis à différentes régies alimentaires

	TEM	CUR2%	TEM	CUR5%	CUR2%	CUR5%
Nombre d'échantillon	5		5		5	
Moyenne des quantités de Nitrates NO ₃ ⁻	26,94	56,3	26,94	34,27	56,3	34,27
Test de Wilcoxon (p)	0,2249 ^{NS}		0,0531 ^{NS}		0,6858 ^{NS}	
Test de Monte Carlo (p)	0,3142 ^{NS}		0,0624 ^{NS}		0,8134 ^{NS}	

p : Probabilité associée, NS : Non significative à 5%,
tem: témoin, CUR2%: Curcumine à 2%, CUR5%: Curcumine à 5%

La variation temporelle des quantités d'Ammonium dans l'eau douce d'élevage de Tilapia affiche une disparité quantitative selon la régie alimentaire entretenue. La régie CUR2%, permet aux poissons de stabiliser la génération d'Ammonium, alors que la régie CUR5% et le témoin signalent une gradation vers la fin de l'investigation (Fig.29).

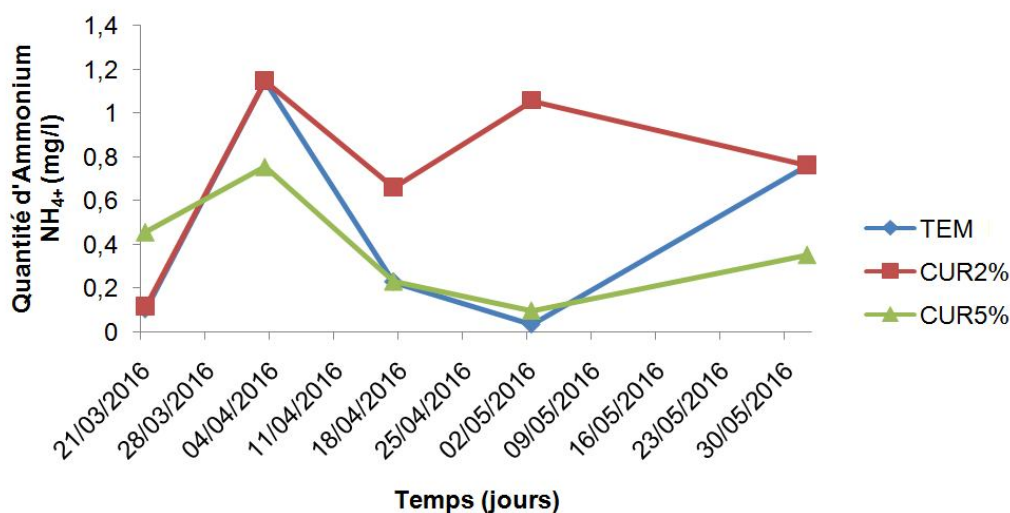


Figure 29: Evolution temporelle de la charge en Ammonium (NH₄⁺) de l'eau douce d'élevage de Tilapia du Nils soumis à différentes régies alimentaires

tem: témoin, CUR2%: Curcumine à 2%, CUR5%: Curcumine à 5%

Les tests de comparaison par paire avancés, révèlent que la charge en ammonium des eaux douces d'élevage de Tilapia sous l'effet des différentes régies alimentaires n'affiche aucune différence au niveau des blocs expérimentaux (tableau 11).

Tableau 11: Evaluation de la charge en Ammonium (NH₄⁺) de l'eau douce d'élevage de Tilapia du Nils soumis à différentes régies alimentaires

Ammonium NH ₄ ⁺	TEM	CUR2%	TEM	CUR5%	CUR2%	CUR5%
Nombre d'échantillon	5		5		5	
Moyenne des quantités d'Ammonium NH ₄ ⁺	0,45	0,74	0,45	0,37	0,74	0,37
Test de Wilcoxon (p)	0,1088 ^{NS}		0,715 ^{NS}		0,0796 ^{NS}	
Test de Monte Carlo (p)	0,2497 ^{NS}		0,87508 ^{NS}		0,1264 ^{NS}	

p : Probabilité associée, NS : Non significative à 5%,
tem: témoin, CUR2%: Curcumine à 2%, CUR5%: Curcumine à 5%

La variation temporelle des quantités de Phosphore dans l'eau douce d'élevage de Tilapia, malgré la variation des régies alimentaires, la génération du Phosphore présente une réduction similaire vers la fin de l'étude (Fig. 30).

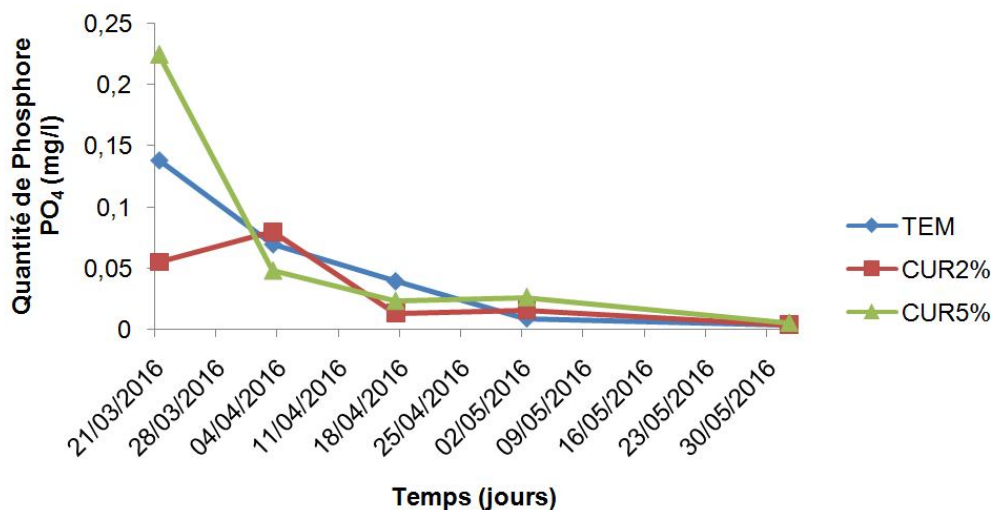


Figure 30: Evolution temporelle de la charge en Phosphore (PO₄) de l'eau douce d'élevage de Tilapia du Nils soumis à différentes régies alimentaires

tem: témoin, CUR2%: Curcumine à 2%, CUR5%: Curcumine à 5%

Les tests de comparaison par paire avancés, révèlent que la charge en Phosphore des eaux douces d'élevage de Tilapia sous l'effet des différentes régies alimentaires n'affiche aucune différence au niveau des blocs expérimentaux (tableau 12).

Tableau 12: Evaluation de la charge en Phosphore (PO₄) de l'eau douce d'élevage de Tilapia du Nils soumis à différentes régies alimentaires

Phosphore PO ₄	TEM	CUR2%	TEM	CUR5%	CUR2%	CUR5%
Nombre d'échantillon	5		5		5	
Moyenne des quantités du Phosphore PO ₄	0,052	0,0332	0,052	0,0654	0,0332	0,0654
Test de Wilcoxon (p)	0,4652 ^{NS}		0,6858 ^{NS}		0,3452 ^{NS}	
Test de Monte Carlo (p)	0,6247 ^{NS}		0,8122 ^{NS}		0,4355 ^{NS}	

p : Probabilité associée, NS : Non significative à 5%,
tem: témoin, CUR2%: Curcumine à 2%, CUR5%: Curcumine à 5%

II.2. Corrélations entre les traits de conditionnement de Tilapia du Nil *Oreochromis niloticus* sous l'effet d'un additif alimentaire formulé à base de *Curcuma longa* et la qualité chimique d'eau douce d'élevage

Nous avons voulu connaître le degré d'affinité entre la promotion de la taille et le poids de Tilapia du Nil et la fluctuation de la charge chimique de l'eau douce d'élevage en condition de régie alimentaire variable. Un test de corrélation par le biais du coefficient de Pearson (r) a été mené pour mettre en évidence les points de faiblesse de l'élevage dans un but de gérer rationnellement les méthodes de production en aquaculture (Tableaux 13, 14 et 15).

Au niveau du bloc expérimental témoin (Tableau 13), la croissance en taille et en poids est compromise par la charge de l'eau douce d'élevage en Phosphore (PO_4^+). Ce risque en croissance est visible par référence à la valeur négative du coefficient de corrélation de Pearson ($r = -0,8228$) dont les pertes de croissance en taille restent marginalement significative ($p = 0,0871$). Les valeurs du coefficient de corrélation de Pearson signalent que le poids et la taille sont pareillement influencés par la présence des Nitrates et d'Ammonium dans les l'eau douce d'élevage (*valeurs soulignées*).

Tableau 13 : Corrélations entre les traits de conditionnement et de production de Tilapia du Nilet la qualité chimique d'eau douce d'élevage au niveau du bloc témoin

<i>Témoin</i>	NO_2^-	NO_3^-	NH_4^+	PO_4	Taille	Poids
NO_2^-	-	0,0319	0,4223	0,3399	0,6713	0,7380
NO_3^-	0,9101	-	0,7025	0,1659	0,2890	0,3067
NH_4^+	-0,4719	-0,2358	-	0,8559	0,3442	0,3706
PO_4	-0,5471	-0,7249	-0,1134	-	0,0871	0,1509
Taille	0,2612	<u>0,5959</u>	<u>0,5431</u>	-0,8228	-	0,0030
Poids	0,2073	<u>0,5787</u>	<u>0,5186</u>	<u>-0,7422</u>	0,9815	-

En dessous de la diagonale, sont indiqués les coefficients r de Pearson, au-dessus le risque associé.

Au niveau du bloc expérimental conduit par la curcumine à 2% (Tableau 14), la croissance en taille et en poids est compromise par la charge de l'eau douce d'élevage en Phosphore (PO_4^+). Ce risque en croissance est visible par référence à la valeur négative du coefficient de corrélation de Pearson ($r = -0,8140$) dont les pertes de croissance en taille restent marginalement significative ($p = 0,0936$). Sous l'influence de la curcumine à 2%, et par

référence aux valeurs du coefficient de corrélation (*tendent vers zéro*) des Nitrates et d'Ammonium, les poissons semblent bien gérer leurs déjections.

Tableau 14: Corrélations entre les traits de conditionnement et de production de Tilapia du Nilet la qualité chimique d'eau douce d'élevage au niveau du bloc régié par la curcumine à 2%

<i>CUR2%</i>	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	PO ₄	Taille	Poids
NO ₂ ⁻	-	0,0285	0,6818	0,4984	0,5546	0,4560
NO ₃ ⁻	0,9166	-	0,3254	0,7023	0,7767	0,6137
NH ₄ ⁺	-0,2527	-0,5608	-	0,9797	0,5811	0,6682
PO ₄	-0,4054	-0,2361	0,0160	-	0,0936	0,1607
Taille	0,3576	0,1763	0,3354	-0,8140	-	0,0036
Poids	0,4422	0,3084	0,2637	<u>-0,7308</u>	0,9791	-

En dessous de la diagonale, sont indiqués les coefficients r de Pearson, au-dessus le risque associé.

Au niveau du bloc expérimental conduit par la curcumine à 5% (Tableau 15), la croissance en taille et en poids est stimulée par la charge de l'eau douce d'élevage en Nitrites (NO₂⁻) et en Nitrates (NO₃⁻). Cette promotion en taille et poids est visible par référence aux valeurs du coefficient de corrélation de Pearson. Les excès de croissance en longueur et en poids restent marginalement significative (*valeurs en gras*). La charge de l'eau d'élevage en Phosphore (PO₄⁺), reste un élément à risque pour la promotion de la taille et du poids des poissons de Tilapia du Nil par référence aux coefficients de corrélation de Pearson (*valeurs soulignées*)

Tableau 15: Corrélations entre les traits de conditionnement et de production de Tilapia du Nilet la qualité chimique d'eau douce d'élevage au niveau du bloc régié par la curcumine à 5%

<i>CUR5%</i>	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	PO ₄	Taille	Poids
NO ₂ ⁻	-	0,1929	0,9571	0,5279	0,0919	0,0270
NO ₃ ⁻	0,6948	-	0,3123	0,3921	0,0937	0,0999
NH ₄ ⁺	-0,0337	-0,5733	-	0,6571	0,4551	0,5552
PO ₄	-0,3801	-0,4991	0,2727	-	0,1264	0,2684
Taille	0,8162	0,8138	-0,4429	<u>-0,7717</u>	-	0,0057
Poids	0,9198	0,8056	-0,3571	<u>-0,6162</u>	0,9717	-

En dessous de la diagonale, sont indiqués les coefficients r de Pearson, au-dessus le risque associé.

III. Présentation générale de l'effet de l'additif alimentaire formulé à base de *Curcuma longa* sur les traits de reproduction de Tilapia du Nil *Oreochromis niloticus*

Dans les conditions pratiques d'élevage de poissons en bassins, généralement alimentées en groupes, les effets de l'alimentation sont souvent masqués par d'autres facteurs d'élevage connus pour modifier eux-mêmes la capacité reproductrice des géniteurs (potentiel biotique). Il est donc nécessaire de prendre en compte la variabilité individuelle (paramètres corporel et pondéral) pour définir la stratégie d'alimentation qui permette de maîtriser l'alevinage.

Les essais de supplémentation par l'additif alimentaire formulé à base de *Curcuma longa*, est une originalité. Bien que l'importance des ressources végétales dans l'alimentation de la plupart des espèces piscicoles et plus spécifiquement des tilapias ait été mise en évidence (Lauzanne, 1978 ; Schroeder, 1978 ; Dempster *et al*, 1993), il est également montré que cette source de nourriture naturelle est de qualité variable et souvent mauvaise (Bowen, 1976, 1979, 1987 ; Eyuaem et Getachew, 1992).

Les poissons de Tilapia du Nil, sexés et caractérisés morphologiquement sont installés dans les bassins dont les caractéristiques figurent au tableau 16. Dans tous les cas de figure l'analyse de la variance type One-way ANOVA, stipule l'absence d'une différence significative concernant les paramètres corporel et pondéral des différents lots expérimentaux ($F=0,0119$; $p=0,988$, $p>5\%$).

Tableau 16: Valeurs moyennes (\pm SD) des paramètres de conditionnement et potentiel biotique de Tilapia du Nil *Oreochromis niloticus* sous l'effet d'un additif alimentaire formulé à base de *Curcuma longa*

		Poids (g)	Taille (cm)	Date de mise en reproduction	Date de signalisation d'œufs incubés	Nombre d'œufs incubés/femelle	Date de signalisation d'Alvins	Nombre total d'Alvins récolté
TEM	Femelles	46,55 \pm 7,26	13,98 \pm 0,92	24/06/2016	31/07/2016	323 œufs	-	00
	Males	49,80 \pm 4,85	14,06 \pm 0,48					
CUR 2%	Femelles	42,47 \pm 7,79	13,78 \pm 0,67	24/06/2016	31/07/2016	470 œufs	10/07/2016	200 Alevins/♀
	Males	62,92 \pm 10,84	13,78 \pm 0,70				31/07/2016	490 Alevins/♀
CUR 5%	Femelles	41,29 \pm 6,39	13,31 \pm 0,84	24/06/2016	31/07/2016	300 œufs	26/07/2016	180 Alevins/♀
	Males	65,35 \pm 0,64	13,31 \pm 0,82				31/07/2016	549 Alevins/♀

En conditions non limitantes de température et de photopériode (effet nul), la fécondité relative (production d'œufs) est plus importante durant les 38 jours qui ont précédé la date de mise en reproduction, pour les poissons en début d'activité reproductrice dans le lot expérimental (CUR2%). Les femelles gagnent un premier palier de production d'Alevins précoce et plus prolifique chez les traités au CUR2% par comparaison à ceux traités au CUR5%. Alors que les données de signalisation d'Alevins chez le témoin montrent une absence d'Alevins (Tableau 16). Le deuxième palier de production d'Alevins serait par contre plus important, chez les poissons traités au CUR5% (Tableau 16). La période de ponte est plus longue chez les poissons traités au CUR2% (Tableau 16).

I. Effet du curcuma sur la croissance de Tilapia du Nil « *Oreochromis niloticus* »

Le curcuma montre une large activité biologique qui comprend l'activité anticancéreuse, anti-oxydante, anti-inflammatoire, antibactérienne, anti-virale, antifongique, antidiabétiques, antistress, hépatoprotective et gastroprotective. Midhun (2016) a signalé en travaillant sur la modulation des enzymes digestifs chez le Tilapia où il a utilisé le curcuma avec l'introduction des doses de 0,5 % et de 1 % de la curcumine dans l'aliment comme additif alimentaire chez le Tilapia mossambicus pendant 35 jours. Comme une première étude, il a signalé que l'introduction de la curcumine dans l'aliment à des concentrations de 0,5 et 1% améliore l'activité des enzymes digestives et module l'expression de l'hormone de croissance dans le cerveau et aussi les facteurs de croissance tels que le IGF-1 et IGF-2 dans le muscle.

De plus, Chamroon a signalé en 2012, dans une étude sur l'effet du curcuma sur les performances de croissance et la digestibilité des nutriments chez les porcs, que les performances de croissance étaient importantes chez les groupes nourri avec le curcuma que chez le groupe témoin, et elles ne différaient pas entre les groupes alimentés avec du curcuma, cependant, la digestibilité était plus élevée dans le groupe nourri avec le curcuma à 0,10% ($P < 0,05$).

Maniyan Manju a noté en 2012, l'effet protecteur de curcuma naturel in vivo chez la perche grimpeuse *Anabas testudineus* (Bloch, 1792) ;deux doses de curcuma 0,5 et 1% ont été introduites dans un aliment à 40% de protéine pour les périodes : 2 et 8 semaines. Le statut antioxydant, la teneur en protéines, et la structure des tissus des poissons expérimentaux ont été examinées. Dans tous les groupes nourris de curcuma, le produit de la peroxydation des lipides, des substances réagissant avec l'acide thiobarbiturique contenu diminué ou non affecté. La teneur en glutathion augmenté, tandis que le modèle d'activité enzymatique antioxydant varie au cours du temps et de la dose. Le statut antioxydant amélioré et la teneur en protéines suggèrent un effet favorable pour le curcuma introduit dans l'aliment des poissons d'élevage.

En comparant les résultats obtenus, les trois groupes nourris chacun par l'aliment commercial, l'aliment à base de curcuma 2% et l'aliment à base curcuma 5%, semblent fournir des performances de croissances zootechniques différentes.

En termes de croissance, la différence dans les résultats entre les deux groupes, groupe curcuma 2% et curcuma 5% peut être expliqué par la large variété de facteurs Antinutritionnels que l'on retrouve dans les matières dérivée des plantes, et qui limite leur utilisation en aquaculture. Tanaka a signalé en 2015 que l'analyse chimique du curcuma a révélé des propriétés chimiques particulières: faible quantité d'acide phytique et de métaux inorganiques, tels que Fe, Mn et Al, ainsi que des concentrations plus élevées de réduction des dérivés de curcuminoïdes, tels que dihydrobisdemethoxycurcumin, tetrahydrobisdemethoxycurcumin, dihydrodemethoxycurcumin et tétrahydro-déméthoxycurcumine.

Aussi, Guillaume a noté en 1999 que l'acide phytique est un élément limitant l'efficacité des processus de digestion d'une manière plus ou moins spécifique.

Manal a signalé en 2014, l'efficacité de l'utilisation du curcuma dans l'aliment du Tilapia, après y avoir testé trois aliments, un aliment de base (sans suppléments de curcuma), aliment avec 0,25 % de curcuma et un aliment avec 0,5 % de curcuma sur 180 individus du Tilapia du Nil dans une période de 03 mois afin d'étudier l'effet du curcuma sur la croissance du Tilapia, en marquant l'amélioration significative de la consommation d'aliment d'une part et de croissance de l'autre part. Aussi en affectant la composition de la chair chez le Tilapia où la teneur en protéine brute a été significativement augmentée avec l'apport du curcuma dans l'aliment.

L'aquaculture est confrontée aux défis de l'utilisation de composés synthétiques comme activateurs et accélérateurs de croissance et la présence de plusieurs contaminants dans l'eau et leurs influences sur le système endocrinien humains. Ces éléments synthétiques détériorent la qualité et la quantité des produits de l'aquaculture. Des éléments phyto-chimiques jouent un rôle majeur en travaillant comme agents antioxydants, dont le curcuma est très recherchée.

II. Effets de l'additif alimentaire formulé à base de *Curcuma longa* sur la qualité physico-chimiques de l'eau d'élevage de Tilapia du Nil « *Oreochromis niloticus* »

Les paramètres physico-chimiques sont indicateurs de la bonne qualité de l'eau. L'ammoniaque et les nitrites substances dégagées par les poissons dans l'eau d'élevage, exercent une influence défavorable sur le bilan d'oxygène. .

Dans les aquariums de nos essais, les concentrations en nitrites pour le groupe témoin variaient entre 0,02 et 8,06 mg.L⁻¹ avec une moyenne de $2,33 \pm 3,31$ mg.L⁻¹; de $1,88 \pm 1,66$ mg.L⁻¹ pour le groupe curcumine 2% et de $0,78 \pm 0,92$ mg.L⁻¹ pour le groupe curcuma 5%. Il semble d'après Gominan, (1999) que les valeurs étaient en dessous de la limite de détection de pollution recommandées pour l'aquaculture. Quant aux concentrations des trois lots en ammoniacque, elles ne dépassaient pas les limites (<15 mg.l⁻¹) recommandées pour une bonne croissance des poissons (Mélard, 1999).

Les concentrations en nitrate variaient en général entre 0.27 et 113.804mg.L, avec une moyenne de 12.94 ± 23.26 mg.L pour le groupe témoin, de 36.30 ± 44.04 mg.L pour le groupe curcuma 2%, de 34.27 ± 45.79 mg.L pour le groupe curcuma 5%. Les concentrations de l'ammoniacque variaient en général entre 0.03 et 1.14mg.L avec une moyenne de 0.45 ± 0.48 mg.L pour le groupe témoin, de 0.74 ± 0.40 mg.L pour le groupe curcuma 2%, de 0.37 ± 0.25 mg.L pour le groupe curcuma 5%. Les concentrations de phosphore variaient en général entre 0.003 et 0.2mg.L⁻¹ avec une moyenne de 0.05 ± 0.05 mg.L⁻¹ pour le groupe témoin, de 0.03 ± 0.03 mg.L⁻¹ pour le groupe curcuma 2%, de 0.06 ± 0.09 mg.L⁻¹ pour le groupe curcuma 5%.

En effet, selon, Menon et Sudheer (2007), le curcuma régule l'activité des enzymes antioxydants ou pro-oxydants, elle inhibe significativement la production des ROS par l'inhibition des enzymes pro-oxydatives tel que l'inhibition de l'iNO-synthétase (iNO) responsable de la synthèse de l'oxyde nitrite (NO), ce dernier est un agent pro-inflammatoire très actif.

D'une autre part, El-Wakf a démontré en 2011 que le curcuma et la curcumine en particulier, sont efficaces dans la réduction de toxicité du nitrate.

III. L'effet de l'additif alimentaire formulé à base de *Curcuma longa* sur la reproduction de Tilapia du Nil « *Oreochromis niloticus* »

El-Wakf (2011) a rapporté que le curcuma avait un effet sur la reproduction par la normalisation du nombre de spermatozoïdes, le poids des organes sexuels, les hormones sexuelles mâles et d'autres troubles de la reproduction. Ainsi, le curcuma et la curcumine pourraient fournir une solution viable approche basée sur les aliments pour améliorer la fertilité masculine. Le même auteur signala aussi que le curcuma et son composant actif, la curcumine a atténué les effets néfastes de la pollution par les nitrates sur la reproduction.

Les nitrates provoquent une réduction sensible des composants anti-oxydants des testicules, le glutathion (GSH), les superoxyde-dismutase (SOD) et la γ -glutamyl transpeptidase (γ -GT), ainsi que l'élévation du niveau d'oxyde nitrique (NO), la peroxydation des lipides (MDA) et de la protéine carbonyle. La chute de ces composés indiquait un stress oxydatif par les nitrates dans les testicules de rats. D'autre part, l'utilisation de curcuma et la curcumine semble être efficace dans la pour réduction des changements néfastes de la reproduction induite par les nitrates. Le curcuma et la curcumine pourraient être utiles dans la reproduction.

De plus, Jang,(2009) a signalé que la curcumine est un composant actif majeur du curcuma, cette dernière a été utilisée pour le traitement de nombreuses maladies telles que les maladies inflammatoires et infectieuses, le cancer et d'autres maladies en raison de ses propriétés antioxydantes. Ce même auteur, a étudié les effets antioxydants de la curcumine en relation avec la qualité du sperme pendant le stockage in vitro. Les spermatozoïdes traités avec différentes concentrations de la curcumine (1, 5 et 10 μ M) en présence ou en l'absence de peroxyde d'hydrogène H_2O_2 (250 μ M) ont été mis en incubation pendant 3, 6 et 9 heures à 37 °C et l'analyse des caractéristiques des spermatozoïdes telles que la mobilité ont été pris en considération. La mobilité des spermatozoïdes non traitée avec de la curcumine étaient inférieurs à ceux traité avec de la curcumine.

Ceci laisse suggérer que le curcuma et la curcumine pourraient être utiles dans la reproduction.

En effet, Aishwarrya Arivudainambi (2015) a mis en évidence l'efficacité de l'utilisation du curcuma sur le poisson zèbre dans une étude sur les effets de la curcumine sur le développement embryonnaire ou la longueur de l'embryon est caractéristique et augmente juste trois jour, cependant pour le groupe témoin il a pris cinq jours à sept jours. Ce qui pourrait aussi expliqué dans notre étude de l'apparition de femelles reproductrices et d'un développement embryonnaire précoce et l'apparition d'alevins dans les lots expérimentales (CUR2%). Les femelles gagnent un premier palier de production d'Alevins précoce et plus prolifique chez les traités au CUR2% par comparaison à ceux traités au CUR5%. Alors que les données de signalisation d'Alevins chez le témoin montrent une absence d'Alevins ; Le deuxième palier de production d'Alevins serait par contre plus important, chez les poissons traités au CUR5%. La période de ponte est plus longue chez les poissons traités au CUR2%.

D'autre part, l'effet protecteur du curcuma sur la crevette géante d'eau douce *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879), ont été signalés dans les travaux de Jennifer et

al.(2012) ; en étudiant les effets Immuno-modulateurs du curcuma sur la population hémocytaire et l'expression des peptides antimicrobiens (AMP). L'addition du curcuma dans des aliments commerciaux a également augmenté le taux de survie des crevettes exposés à un agent pathogène bactérien.

A travers notre étude, il est conclu, qu'il est fort probable que l'additif alimentaire à base de curcuma joue un rôle important dans: la croissance pondérale du poisson Tilapia, car les valeurs affichées montrent l'effet apparent des différents ratios de l'additif alimentaire sur la taille et le poids des poissons par comparaison au témoin.

Sur le plan croissance, les résultats finaux de l'élevage affichent un avantage en taille respectivement chez les poissons nourris au curcuma CUR5% et CUR2% par rapport au témoin.

D'autre part, le curcuma joue un rôle très important sur la qualité de l'eau d'élevage, puisque il a été démontré statistiquement que les valeurs étaient en dessous de la limite de détection de pollution recommandées pour l'aquaculture. Quant aux concentrations des trois lots en nitrite, nitrate, ammoniac ne dépassaient pas les limites recommandées pour une bonne croissance des poissons. Le phosphore semble avoir des tendances négatives sur les traits de conditionnements.

Il semble que, le curcuma comme additif alimentaire, joue un rôle considérable dans l'amélioration de la reproduction du fait que les poissons en début d'activité reproductrice dans les lots expérimentaux (CUR2% et 5%), les femelles sont montrés la précocité de l'existence d'alevins avec l'absence de ces derniers dans le lot témoin.

En perspective, il serait intéressant de:

1. prolonger la période de l'élevage et suivre les effets l'additif alimentaire à base de curcuma sur la reproduction du poisson tilapia sur plusieurs générations.
2. Vérifier histologiquement l'effet sur les gonades en poids et en qualité des cellules germinale ainsi que sur la précocité de la puberté et l'impact sur le développement embryonnaire.
3. Etablir des tests sur le caractère organoleptique de la chair.

Finalement, il est recommandé de :

- réaliser un suivi journalière du taux du phosphore dans les lots d'élevage puisque ce dernier présente un effet négatif sur la taille et le poids et donc indirectement sur la reproduction.

- et de rechercher les différences dans les traits de conditionnement à partir de trois mois de nutrition des poissons avec l'additif alimentaire à base de curcuma.

Aggarwal B.B, Sundaram C; Malani N; Ichikawa H, 2007. Curcumin: The Indian solid Gold the Molecular Targets and Therapeutic Uses of curcumin in Health and Disease. Springer US: 595: 1-75.

Aggarwall B,B; Sundram C, Malari N, Ichikawa H, 2007. Curcumin: The Indian solid Gold , The molecular Targets and Therapeutic Uses of Curcumin in Health and Disease “Springer US: 595: 1-75.

Anderson J., Jackson A.J. et Matty J.A., 1983. Effects of purified carbohydrates and fibre on the growth of the *Oreochromis (Tilapia) niloticus* (Abstr.). In: Fishelson L. et Yaron Z. Eds., The First International Symposium on Tilapia in Aquaculture, Nazareth, Israel, May 8-13, 1983 - Tel Aviv University, 624p.

Anderson J; Jackson A.J; Capper B.S., 1984 . Effects of dietary carbohydrate and fiber on the Tilapia *Oreochromis niloticus*(L.). *Aquaculture*, 37, 303-314.

Araujo C A C; Leon I, I... “Biological activities of curcuma longa” I, *Mem I, Oswaldo Cruz*

Aishwarrya Arivudainambi Massachusetts Academy of Math and Science

“Effects of Curcumin and Piperine on Embryological Development in *Danio rerio*”;

Azza M. El-Wakf; EL-Said M. Elhabiby; Waffa M. El-kholy and Eman Abd El-Ghany.: Use of Tumeric and Curcumin to Alleviate Adverse Reproductive Outcomes of Water

Nitrate Pollution in Male Rats. *Nature and Science* 2011; 7(7): 229-239]. (ISSN: 1545-1003).
<http://www.sciencepub.net/nature>

Balarin, ID. Et Hatton J. P.. 1979 - Tilapia. Aguide to their biology and culture in Africa. Unit of Aquatique pathobiology, University of Sterling, Scotl and

BALARIN, ID. ET HATTON J. P.. 1979 - Tilapia. Aguide to their biology and culture in Africa. Unit of Aquatique pathobiology, University of Sterling, Scotl and

Bardach J.E., Ryther J.H. et Mclarney W.D., 1972. Aquaculture: The farming and husbandry of freshwater and marine organisms. Wiley-Interscience, New York and London, 868 p.

Bharat B. Aggarwal, Anushree Kumar, Manoj S. Aggarwal, and Shishir Shishodia :Curcumin Derived from Turmeric (*Curcuma longa*):a Spice for All Seasons; -This research was supported by The Clayton Foundation for Research (to BBA), by the Department

Of Defense U.S. Army Breast Cancer Research Program BC010610 (to BBA), and by a P50 Head and Neck SPORE grant from the National Institutes of Health (to BBA). We would like to thank Walter Pagel for a careful review of the manuscript

Boullard B, 2001. Dictionnaire des plantes médicinales du monde .Paris : Estem, PP : 174: 96 (5) : 723-728.

Burlot G. Buthon L. et Davaine Y., 1998.*Références Aquaculture.* Editions Synthèse Agricole, Bordeaux, p198.

Delaveau P, 1987. Les épices Histoire, description et usage des différentes épices aromatisés et condiments. Paris : Album Michel PP : 130-136.

FAO ,1989. Méthode de production d'alevins de tilapia nilotica.

Jansen P C M ;Grubben G I H ; Cardon D, 2005.Ressources végétales de l'Afrique Tropicale 3, Colorants et Tanins, Wageningen, Pays-Bas ; PROTA ; PP 238.

Jansen P C M 2005. Curcuma longa L. PROTA” Retrieved February 25, 2012.

[https://database.prota.org/PROTA.html / Curcuma %20 longa_En.html](https://database.prota.org/PROTA.html/Curcuma%20longa_En.html)

Jauncey, K., 1979.Growth and nutrition of carp in heated effluents. Ph. D. Thesis, University of Aston,Birmingham.

Jauncey 1979. les méthodes de production d'alevins de tilapia nilotica

Jauncey K. et Ross B., 1982.A guide to tilapia feeds and feeding.University of sterling, Scotland: Institute of aquaculture, 111 p.

Jennifer R. Alambra, Rod Russel R. Alenton, Pia Clarisse R. Gulpeo, Christine L. Mecnas, Abigail P. Miranda, Rey C. Thomas, Maden Krista S. Velando, Lawrence D. Vitug, 1,2,3Mary Beth B. ManingasImmunomodulatory effects of turmeric, *Curcuma longa* (Magnoliophyta, Zingiberaceae) on *Macrobrachium rosenbergii*(Crustacea, Palaemonidae) against *Vibrio alginolyticus*(Proteobacteria, Vibrionaceae).Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation International Journal of the Bioflux Society. 2012.

Joseph N Sciberras, Stuart DR Galloway, Anthony Fenech, Godfrey Grech, Claude Farrugia, Deborah Duca and Janet Mifsud. The effect of turmeric (Curcumin) supplementation on cytokine and inflammatory marker responses following 2 hours of endurance cycling; Sciberras et al. Journal of the International Society of Sports Nutrition (2015)

Julie S. Jurenka, MT(ASCP). Anti-inflammatory Properties of Curcumin, a Major Constituent of *Curcuma longa*: A Review of Preclinical and Clinical Research ;Alternative Medicine Review Volume 14, Number 2 2009.

Hasting W.H 1969. Nutritional score. In; fish in research Neuhaus OW and JE. Halver. Eds. Pp 263-292. New York, acad. Press.

Hastings W.H., 1973. Regional project on research and fisheries development (Cameroon-Central Africa Republic - Gabon - Congo Peoples Rep.). Experience related to the preparation of fish feed and their feeding. Report prepared for the regional project. FAO Project Rep. FAO-FI-DP/RAF-66/054/10: 24p.

Hiroshi Hayakawa, Yukio Minaniya, Katsura It, Yoshinori Yamamot, Tatsuya Fukuda:

Difference of Curcumin Content in *Curcuma longa* L. (Zingiberaceae) Caused by Hybridization with Other *Curcuma* Species. *American Journal of Plant Sciences*, 2011, 2, 111-119

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

Hutabarat J. et Jauncey K., 1987. The effects of varying dietary protein level on the growth, food conversion, protein utilization and body composition of first feeding fry of *Oreochromis niloticus* (Linnaeus). In: "Abstract of paper presented at The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture", 16-20 march 1987, Dept. Fish. Bangkok, Thailand and I.C.L.A.R.M., Manila, Philippines, 68p.

Ishita C; Kaushik B; Uday B ; Banerjee RK, 2004. Turmeric and curcumin: Biological actions and medicinal applications current science: 87(1): 10.

Goel A, Kunnumakkara AB ; Aggrawal B; B; 2008. Curcumin as Curcumin From kitchen to clinic. *Biochemical Pharmacology*: 75(4): 787-809.

Guldner S ; 1986. LesZingiberacées ; une famille à épices . 2000Biochimie Végétale 2éme édition Dunond ; PP : 188.

Kamble K I etSoni S B 2008. A story of improving tumeric processing. Karnataka.

Kubary J.M., 1980.Effect of diet, feeding schedule and sex on food consumption, growth and retention of protein and energy by tilapia.Ph.D. thesis, Auburn Univ., Auburn, AL,21-43pp.

Lauzanne, L. ,1988-Feeding habits of african freshwater fishes. In LEVEQUE, C; BRUTON, M.N;SENTONGO, G. W., 1988- Biologie and Ecology of African Freshwater Fishes, P. 221- 233

Leon and Stickney 1976: Fire Ecology, United States and Southen Canada.

Lewis W.M., Morris D.P. (1986): Toxicity of nitrite to fish:A Review. Transactions of the American Fisheries Society, 115, 183–195.

Lewis et Morris 1986: Nitrite influence on fish.

Loap S, 2008. phytothérapique. 6: 23-28.

Lovell, R.T. etLimsuwan, T., 1982.Intestinal synthesis and dietary nonessentiality of vitamin B₁₂ in *Tilapia nilotica*. Trans. Am. Fish. Soc., 111, 485.

Law-MC Connell, R. H., 1958- Observations on the Biology of *Tilapia niloticus* L. IN East African Waters. Rev. Zool. Bot. Afr, 57 : 129-170

Lowe-McConnell R.H.1982.The biology and culture of tilapias.ICLARM Conference Proccedingo, 7, Manila, Philippines, 83-114.

ManiyanManju, Appiyathu S. Vijayasree, Mohammad A. Akbarsha, Oommen V. Oommen. Effect of curcumin supplementation on hepatic, renal and intestinal organization of *Anabas testudineus*(Bloch):Light and electron microscopic studies” J EndocrinolReprod 17 (2013) 2 : 83 – 98

Macintosh, D.J. et DA Silva, S.S., 1984.The influence of stocking density and food ration on fry survival and growth in *Oreochromismossambicus* and *O. niloticus*female × *O. aureus* male hybrids reared in a closed circulated System. Aquaculture, 41, 345-354.

Melard, Ch. et Philippart, J.C., 1981. La production de tilapia de consommation dans les rejets industriels d'eau chaude en Belgique. Cahiers d'Ethologie appliquée, collection Enquêtes et dossiers: 2, vol. 1, suppl. 2, Institut de Zoologie de l'Univ. de Liège, 122 p.

MelardCh, DURCARME Ch, LASSERRE J, 2000.Technologie de l'élevage intensif du tilapia. Rapport CREUPOP Université de Liège.

Melard, Ch., 1986. Les bases biologiques de l'élevage intensif du tilapia du Nil. Cahiers d'Ethologie appliquée, Fasc. 3, Vol. 6, 224p.

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

Myers, G . S. 1938. Freshwater fishes and West Indianzoogeography . Pages 339-364 in Smithsonian report for 1927. Smithsonian Institution, Publication3465, Washington, D.C.

M.Akram, Shahab-Uddin, Aifzal Ahmed2, KhanUsmanghani,AbdulHannan, E. Mohiuddin, M. Asif: "CURCUMA LONGA AND CURCUMIN: A REVIEW ARTICLE" ;

M. M. Babiker et H. Ibrahim. 1979. Studies on the biology of reproduction in the cichlid *Tilapia nilotica*(L.): gonadal maturation and fecundity.*J. Fish Biol.*(1979) 14,437448.

Nakamura M, Takahashi H. Gonadal sex differentiation in tilapia, with special regard to the time of estrogen treatment effective in inducing complete feminization of genetic males. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.* 1973; **24**: 1–13.

NewM.B., 1987. Feed and feeding of fish and shrimp. A manual on the preparation and presentation of compound feeds for shrimp and fish in aquaculture. ADCP/REP, 87,26,275p.

Palachek, R. M.; Tomasso, J. R., 1984: Toxicity of nitrite to channel catfish (*Ictalurus punctatus*), tilapia (*Tilapia aurea*) and largemouth bass (*Micropterus salmoides*): Evidence for a nitrite exclusion mechanism. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 41, 1739–1743.

Peter KV; 1999: Informations of curcuma and ginger Indian spices: 36 (2§3): 12-14.

Penso, G, 1986. Les plantes médicinales dans l'art et l'histoire, Paris : Roger Du Costa ed.

Perry, M.C. 2008. Evaluation de la curcuma comme agent anti-cancéreux dans le traitement des tumeurs cérébrales » Mémoire : chimie : Montréal.

Philippart, I. C. et 1C.Ruwet, 1982. Ecology and distribution of Tilapia, p. 15-59. In R.S. V. Pullin ET R.H. Lowe- Mc Connell (eds). The Biology and culture of Tilapia. ICLARM conference proceedings 7 ,432p. International center for living Aquatic Ressources Management, Manila, Philippines

Ponthier J., Van Den Berghe F, Parrilla-Hernandez S., Hanzen C.2, Deleuze S. Congélation du sperme dans l'espèce équine :

État des lieux et perspectives » *Ann. Méd. Vét., 2014, 158,, 0517-72.*

Preetha Anand, Ajaikumar B. Kunnumakkara, Robert A. Newman, and Bharat B. Aggarwal : Bioavailability of Curcumin: Problems and Promises ; Molecular Pharmaceutics is published by the American Chemical Society. 1155 Sixteenth Street N.W., Washington, DC 20036.

Ravindran P.N; Nirmal Rabi K ; Sharman K, 2007. Medecinal and aromatic plants – Industrial profiles Tumeric : The geans Curcuma CRC. Press, Washintogton , PP: 484.

Richard.TLovella et TasaneeLimsuwana 1982: Transactions of The American Fisheries Society .pp: 485-490

Rivera – Espinoza Y; Mariel P; 2008; Liver lot : 29 : 1457-1466.

Ruwet, I. ; Vuss, I. ; Hanon, L. et Micha, I.C., 1976 - Biologie et élevage du Tilapia, pp. 332-364. In Symposium on aquaculture in Africa. C.I.F.A. Tech. Pop., 4 (Suppl. 1): 791 Pages

Seyed Mohammad Hosseini¹, Hasan Nazarizadeh¹, Saeede Ahani, and Masoume Vakili Azghandi. Effects of mannan oligosaccharide and Curcuma xanthorrhiza essential oil on the intestinal morphology and stress indicators of broilers subjected to cyclic heat stress. Arch. Anim. Breed., 59, 285–291, 2016

Steven Minear , Allyson F. O'Donnell, Anna Ballew, Guri Giaever, Corey Nislow, Tim Stearns, and Martha S. Cyert. Curcumin inhibits growth of *Saccharomyces cerevisiae*

through iron chelation » EC Accepts, published online ahead of print on 9 September 2011; Eukaryotic Cell doi:10.1128/EC.05163-11;

Sharma RA, A J G, Steward W, P ; 2005. Curcumin : The story so far. European journal of cancer (41).

Stickney R.R., 1976. Cellulase activity in the stomachs of freshwater fishes from Texas. Proc. S.E. Assoc. Game and Fish Comm., 26, 282.

Stickney R.R., 1986. Culture of Nonsalmonid Freshwater Fishes. R.R. Stickney (ed.), CRC Press, Boca Raton, Florida, 201 p.

Suresh, A. V. and C. K. Lin. 1992. Tilapia culture in saline waters: a review. Aquaculture 106: 201-226.

Trewavas, E., 1983. Tilapiine Fishes of the Genus *Sarotherodon* and *Oreochromis* and *Danakilia*. British Museum Nat. Hist. 583 p.

Wangead, C., A. Geater et R. Tansukul. 1989. Effect of acid water on survival and growth rate of nil tilapia (*Oreochromis niloticus*). In the second international symposium on tilapia in aquaculture by (eds) R.S.V. Pullin, S. Bhukaswan, K. Tonguthai and J.L. Maclean, ICLARM, Manila, Philippines: 433-437.

Welcomme R.L., 1988. International introductions of inland aquatic species. FAO Fish Techn. Rep. (294):318 p.

Composition d'aliment commerciale :

- poissons dérivés
- dérivés d'origine végétale
- protéines végétales
- Mollusques et crustacés
- Céréales
- Algues
- Levures (y compris Beta-1,3 / 1,6-glucane 1000 mg / kg)
- huiles et graisses
- minéraux
- additifs: vitamines, provitamines et substances chimiquement bien définies ayant un effet similaire: vit.A 29800IU / Kg; Vit.D3 1890IU / Kg; vit.E 100mg / Kg, vit.C 500mg / Kg.
- Composés d'oligo-éléments: fer E1 37,8 mg / Kg, E6 zinc 10,5 mg / Kg, E5 manganèse 7,8 mg / kg, E4 cuivre de 1,7 mg / kg, E2 iode 0,23 mg / kg, E8 sélénium 0,23 mg / Kg, E7 molybdène 0,05 mg / kg, E3 cobalt 0,012 mg / kg. colorantes.
- Anti-oxydants
- Constituants analytiques: protéines brutes 48,0%, huiles et graisses 8,0% brut, fibres brutes 3,0%, l'humidité de 10,0%.

