



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université SAAD DAHLAB – BLIDA

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biotechnologie

Spécialité : Production et Nutrition Animale

Mémoire de Fin de Cycle En vue de l'obtention du diplôme MASTER

**Etude et analyse biochimique de quelques
macro-algue de la cote algérienne à intérêt alimentaire**

Réalisé par :

BENHALIMA Bouchra et ETOUIL Khadidja

Devant le jury composé de :

Mme MEFTI. H	MCA	Présidente
Mme BABA ALI. A	MAA	Examinatrice
Mme METIDJI. H	MCB	Promotrice

Année universitaire : 2018 / 2019

Remerciements

*NOUS remercions tout d'abord à ALLAH
tout puissant pour nous avoir donné la volonté, la
Patience et le courage nécessaire pour mener ce modeste
travail.*

*Nous tenons particulièrement nos profonds remerciements et nos vifs
connaissances à Notre promotrice **Mme METIDJI H.** Maître de
Conférence classe B de l'université de Blida 1, Pour avoir encadré et dirigé ce
travail avec une grande rigueur scientifique, sa disponibilité, ses conseils, ses
encouragements et la
confiance qui nous ont permis de mener à bien cette étude.*

*On tient à exprimer nos profond respect et remerciements à **Mme MEFTI H.**
Maître de Conférence classe A de l'université de Blida 1
d'avoir accepté de présider notre soutenance.*

*On tient également nos remerciements à Mme **BABA ALI. A.** Maître Assistante
classe A de l'université de Blida 1 pour l'honneur qu'il nous a fait en accepter
de lire, corriger et examiner ce mémoire.*

*Enfin nous tenons à remercier également toutes les personnes qui ont
participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

A mes très chers parents qui ont toujours été derrière moi et qui m'ont donné un magnifique modèle de labeur, de persévérance, de l'amour et leurs prières tout au long de mes études dont je suis fière d'avoir comme modèle de parents.

Pour vous mes très chers irremplaçables :

A mes chers frères : Abderrahmen et Abdennour ainsi que ses femmes.

A mon mari Bilal qui m'a toujours encouragé et qui a été compréhensif et patient.

A mes chères sœurs : khira , salima et rabea.

A mes très chères nièces.

A mes très chers neveux.

A tous mes amis

A mon binôme Bouchra, elle m'a supporté tout le long de ce travail

A tous les gens de ma promotion, enseignants et étudiants.

A ceux qui me sont chers et qui m'ont aidé de près ou de loin à réaliser ce travail.



Khadidja

Dédicaces

Je dédie ce travail avec un énorme plaisir et une immense joie à :

Mes très chers parents, leur amour, leur sacrifice, leur compréhension et leur patience envers moi durant toutes mes études.

Mes chers frères, mes bougies : Abdelhak, Hamza et Moncef.

Ma belle-sœur Soundous.

L'adorable Sirine.

Toute ma famille.

Mon binôme Khadidja, qu'elle m'a accompagné durant ce travail.

Tous mes amis.

Mes camarades de ma promotion.

Tous mes enseignants.

Pour tous ceux qui m'ont apporté leurs aides.

Bouchra

Etude et analyse biochimique de quelques macro algues de la cote algérienne à intérêt alimentaire

Résumé

Ce travail vise à étudier les potentialités nutritionnelles de deux aliments, le premier fabriqué et le deuxième importé sur 150 alevins de *Tilapia niloticus* en une phase de pré-grossissement. Une analyse biochimique de protéines, glucides et lipides a été effectuée sur les ingrédients incorporés dans l'aliment fabriqué Maïs, son de blé et algue marine (le choix entre *Stypocaulon*, *Ulva* et *Hypnea* par rapport au taux le plus élevé en protéines) ainsi que l'aliment après sa formulation et importé. Le taux de protéines le plus élevé est illustré dans l'algue *Stypocaulon* (72,07%) qui a été incorporé dans aliment fabriqué. L'expérimentation a été effectuée sur six aquariums chaqu'un porte 25 alevins, trois aquariums alimenté aliment fabriqué et l'autre avec le 2^{ème} aliment. Le poursuivi de l'élevage durant 30 jours est contrôlé par le dosage des paramètres physico-chimiques où les résultats obtenus ont été dans les normes. Le poids moyen final atteint 2,50g et 2,13 g pour l'aliment fabriqué et l'aliment importé respectivement. Le taux de croissance spécifique de 6,81% et 6,23% et le Taux de survie obtenu 97,33% et 84% respectivement pour aliment fabriqué et aliment importé. La différence entre les deux aliments n'est pas significative.

Mots-clés : algues marines, *Stypocaulon*, *Oreochromis niloticus*, paramètres physico chimique, aliment fabriqué.

Study and biochemical analysis of some macroalgae from the Algerian coast with a nutritional interest

Abstract

This work aims to study the nutritional potential of two foods : the manufactured and the imported on 150 fingerlings of *Tilapia niloticus* in a pre-enlargement phase. A biochemical analysis of proteins, carbohydrates and lipids was performed on the ingredients incorporated in the food made of corn, bran and seaweed (the choice between *Stypocaulon*, *Ulva* and *Hypnea* compared to the highest protein level) as well as the food after its formulation and importation. The highest protein level is shown in *Stypocaulon* algae (72.07%) which have been incorporated into manufactured food. The experiment was carried out on six aquaria , each carrying 25 fry, three aquariums are fed by the manufactured food and the other with the other. The continuation of the breeding during 30 days is controlled by the dosage of the physico-chemical parameters where the results obtained were in the norms. The final average weight is 2.50g and 2.13g for the manufactured food and the imported one respectively. The specific growth rate consists of 6.81% and 6.23% and the survival rates are 97.33% and 84% respectively for the manufactured and the imported food. The difference between the two kinds is not significant.

Keywords: seaweed, *Stypocaulon*, *Oreochromis niloticus*, physicochemical parameters, manufactured food.

دراسة و تحليل كيميائي حيوي لبعض الطحالب الكلية من الساحل الجزائري ذات الاهتمام التغذوي

ملخص

اقتصر هذا العمل على دراسة الإمكانيات الغذائية لسماك البلطي النيلي. أحد الأغذية محضر مخبريا و الثاني مستورد و استخدم كلاهما كعلف ل 150 سمكة لذلك تم القيام بتحليل بيوكيميائي لنسبة البروتينات، الدسم و السكريات للمكونات المستخدمة في صناعة هذا العلف، الذرة، نخالة القمح و عوائق بحرية (الاختيار بين *Stypocaulon*, *Ulva* و *Hypnea*، حسب الاكثر ارتفاع في نسبة البروتين) و تم اختيار *Stypocaulon* التي تحتوي على 72,07% من البروتين و التي تم إضافتها إلى باقي المكونات.

التجربة تمت على ستة أحواض يتضمن كل منها 25 سمكة، ثلاثة أحواض تغذت بالغذاء المصنع و ثلاثة أخرى بالغذاء المستورد لمدة 30 يوم مع مراقبة و قياس المعلمات الفيزيوكيميائية لماء الأحواض الستة حيث كانت النتائج المحصل عليها في المعايير المقبولة. بلغ الوزن المتوسط النهائي 2,50 غ و 2,13 غ للغذاء المصنع و الغذاء المستورد على التوالي، معدل النمو المحدد في النموذجين 6,81% و 6,23% و معدل البقاء على قيد الحياة 97,33% و 84% على الترتيب للغذاء المصنع و الغذاء المستورد. نلاحظ أنه لم يسجل اختلاف كبير بين الغذائين.

الكلمات المفتاحية : عوائق بحرية، *Stypocaulon* ، البلطي النيلي ، معلمات فيزيوكيميائية، غذاء مصنع.

Sommaire

INTRODUCTION	1
 PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE	
CHAPITRE I : Généralités sur le Tilapia du Nil, <i>Oreochromis niloticus</i>	2
CHAPITRE II : Fabrication d'aliment piscicole	14
 PARTIE EXPÉRIMENTAL	
Matériel et méthodes	28
Résultats et discussion	44
CONCLUSION	71
 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	
 ANNEXES	

Depuis longtemps l'homme exploite les ressources hydriques pour satisfaire ses besoins pour l'alimentation. L'aquaculture fournit un aliment riche et équilibré, et source importante de protéines animales pour assurer la sécurité alimentaire et le développement économique des pays (**Arrigon, 2000**). Les premiers essais aquacoles ont commencé avant 4000 ans en Egypte par la production du fameux poisson : le Tilapia. Actuellement, chez la famille des Cichlidés, deux espèces sont majoritairement cultivées : le Tilapia du Mozambique (*Oreochromis mosambicus*) et le Tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*) (**FAO, 2017**).

Le Tilapia est l'une des espèces les plus largement élevée dans le monde ou sa production augmente à un rythme élevé de 400.000 Tonnes en 1990 à plus de 2.400.000 Tonnes en 2010, et en 2017 une production de 5.800.000 (**FAO, 2018**).

L'Algérie accorde aussi une importance particulière au développement de l'aquaculture d'eau douce où cette dernière connaît actuellement un essor important en matière de production. Il apparaît alors indispensable de valoriser les sous-produits agricoles pour satisfaire les besoins alimentaires de cette espèce. De plus, cette augmentation rend impérative la disponibilité d'un aliment composé sous forme de granulé qui réponde le mieux aux besoins des poissons à moindre cout.

La présente étude a pour principal but d'apporter des éléments des ressources d'origine locale (comme les algues) pour la fabrication d'un aliment composé performant (qui assure une croissance optimale tout en garantissant un produit sain et de qualité), qui respecte l'environnement et d'un prix accessible (prix stable et modéré).

Ainsi, ce travail a été structuré de la manière suivante :

- Dans la première partie, une présentation générale de l'espèce étudiée et les procédés de fabrication d'aliment
- La deuxième partie, les matériels et méthodes, inclut la présentation de site de prélèvements, la méthodologie employée les analyses de matières primaires ainsi que les essais effectués, le matériel biologique utilisé et le traitement statistique des données.
- La troisième partie englobe les résultats dégagés ainsi que leurs interprétations.

Le *Tilapia du Nil* ou *Oreochromis niloticus* est connu sous le nom de « poulet aquatique » en raison de plusieurs caractères tel que : sa croissance rapide, sa résistance aux maladies, et de sa capacité à se développer et à se reproduire dans un large éventail de conditions environnementales. Par conséquent, ils sont devenus un excellent choix pour l'aquaculture, en particulier dans les milieux tropicaux et subtropicaux (EI-Sayed, 2006).

1. Caractéristiques taxonomiques d'*Oreochromis niloticus*

Le terme *Tilapia* est utilisé pour désigner, en taxonomie, un groupe bien élevé et important appartenant à la famille des Cichlides (Chapman, 2003).

La dénomination universelle répandue *Tilapia nilotica*, est utilisée communément en pisciculture (Trewavas, 1981). Les principaux synonymes de cette espèce, retrouvés dans la littérature récente (Worms, 2018), sont :

- *Oreochromis niloticus*
- *Tilapia (Sarotherdon) nilotica*
- *Sarotherdon niloticus*

Selon la classification de Trewavas, (1981), le *Tilapia* appartient au :

- ✓ **Règne** : Animalia
- ✓ **Embranchement** : Métazoaires
- ✓ **Super classe** : Gnatostomes
- ✓ **Classe** : Poissons
- ✓ **Super classe** : Téléostéens
- ✓ **Ordre** : Perciformes
- ✓ **Super famille** : Percoides
- ✓ **Famille** : Cichlidae
- ✓ **Genre** : *Oreochromis*
- ✓ **Espèce** : *Oreochromis niloticus*

2. Morphologie

Oreochromis niloticus est facilement distinguée grâce aux rayures verticales blanches et noires de la nageoire caudale. Les particularités de cette espèce sont résumées en ce qui suit (figure 1a) (**Trewavas, 1983 ; Melard, 1986**) :

- La nageoire dorsale est formée d'une seule pièce comprenant une partie épineuse présentant 17 ou 18 épines et une partie mole comptant 12 à 14 rayons souples
- La ligne latérale supérieure comprend 21 à 24 écailles, et l'inférieure mesure entre 14 et 18 cm.
- Les branchiospines sont au nombre de 21 à 26 en partie supérieure et 5 à 7 en partie inférieure.
- La teinte générale est grisâtre relativement foncée chez l'adulte. Le dos est de couleur verte olive tandis que les flancs, plus pâles, présentent 6 à 9 bandes transversales peu apparentes.
- La tâche « Tilapienne » ne se distingue plus chez les adultes, mais les alevins en possèdent une assez apparente, ils ont en outre les bandes transversales mieux marquées dans la partie supérieure du pédoncule caudal.
- Les males matures ont la gorge, le ventre et les nageoires impaires teintées de noir.

Concernant le sexage d'*O.niloticus* (Figure 1b), par examinations de la papille génitale qui chez les males est protubérante en forme de cône et porte un pore urogénital à l'extrémité ; alors que chez la femelle, elle est petite, arrondie avec une fente transversale au milieu (pore génital) et un pore urinaire à l'extrémité (**Trewavas, 1983**).

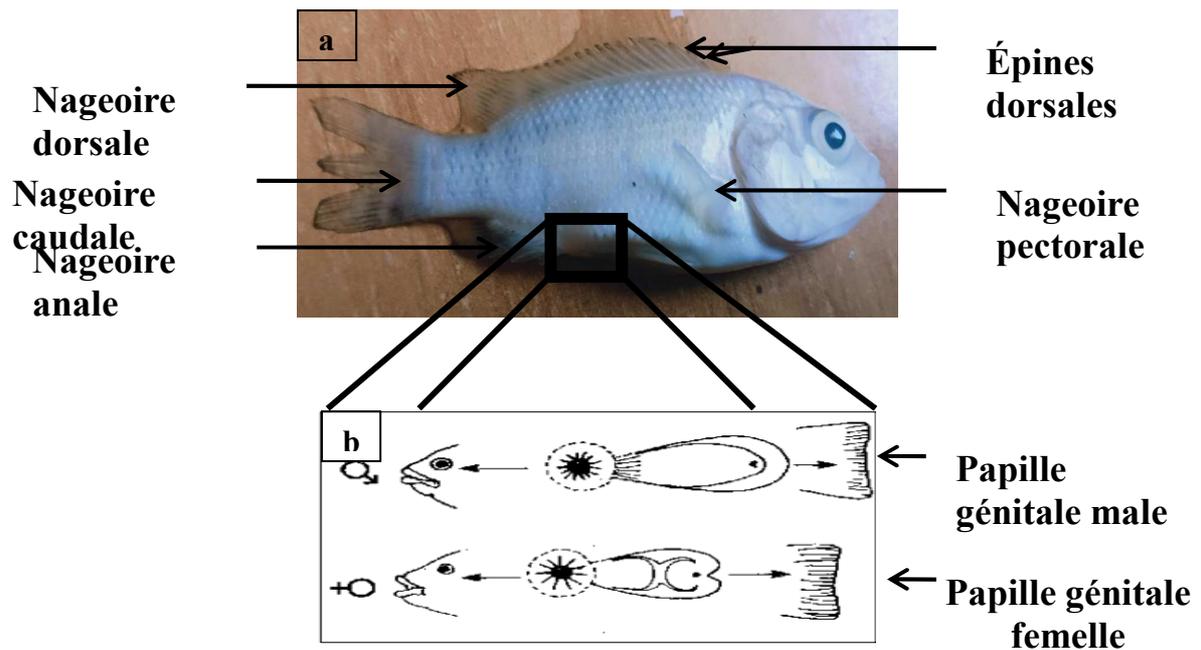


Figure 1: a. Caractéristiques morphologiques spécifiques de *Tilapia nilotica* (Original, 2019).

b. papilles génitales de *Tilapia nilotica* (Trewavas, 1983)

3. Répartition géographique

Le *Tilapia* présente une répartition originelle strictement 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 Tanginika (Phillippart et Ruwet, 1982) (Figure 2).

Ils sont adaptés dans les milieux aquatiques les plus divers : fleuves et rivières, lacs profonds (Albert, Kivu, Tanganyika, Malawi), lacs marécageux de cuvette (Bangweulu, Victoria, Moero, Naivasha), lacs de fracture alcalins et salés (Nakuru, Magadi). Ces milieux aquatiques présentent une gamme très étendue de conditions d'oxygénation, de salinité et de turbidité (Kestemont et al ; 1989)

O. niloticus se retrouve à présent, sur les continents asiatiques et américains, il est apprécié pour ses caractéristiques exceptionnelles d'élevage. Elle a été introduite en Algérie pour la première fois en 2002 par le Centre Nationale de la Recherche et du Développement de la Pêche et de l'Aquaculture (CNRDPA) (MPRH, 2015).

diatomées et algues vertes (25 mm<50 mm). Le régime est détritivore en saison des pluies et devient herbivore en saison sèche.

5. Exigences écologiques

De nombreuses études de terrain et de laboratoire montrent que *Tilapia nilotica* est une espèce relativement euryèce et eurytope adaptée à de larges variations des facteurs écologiques du milieu aquatique et colonisant des milieux extrêmement variés (**Pullin et Lowe McConnell, 1982, Derouiche et al., 2009**)

Ainsi *Tilapia nilotica*, espèce thermophile, se rencontre en milieu naturel entre 13,5° et 33°C mais l'intervalle de tolérance thermique observé en laboratoire est plus large: 7 à 41°C pendant plusieurs heures (Balarin et Hatton, 1979). Quant à la température optimale de reproduction elle se situe entre 26 et 28°C, le minimum requis étant 22°C.

D'après **Kirk (1972)**, l'euryhalinité de *Tilapia nilotica* est également bien connue car, on le rencontre dans des eaux de salinité comprise entre 0,015 et 30‰. Toutefois, au delà de plus ou moins 20‰ l'espèce subit un stress important qui la rend sensible à une série de maladies, réduisant sa compétitivité par rapport à d'autres espèces (*Tilapia melanocheilus*). Ainsi que, la reproduction serait inhibée en eau saumâtre à partir de 15 à 18‰. De même, la tolérance aux variations de pH est très grande puisque l'espèce se rencontre dans des eaux présentant des valeurs de pH de 5 à 11. (**Chervinski, 1998**).

Au point de vue concentration en oxygène dissous, cette espèce tolère à la fois de nets déficits et des sursaturations importantes. Ainsi jusqu'à 3 ppm d'oxygène dissous *Tilapia nilotica* ne présente pas de difficulté métabolique particulière mais en-dessous de cette valeur, un stress respiratoire se manifeste bien que la mortalité ne survienne qu'après 6 h. d'exposition à des teneurs de 3,0 ppm. Il n'empêche que, grâce à son hémoglobine particulière à haute affinité pour l'oxygène dissous (0,12 ppm), cette espèce peut supporter, sur de courtes périodes, des concentrations aussi faibles que 0,1 ppm d'oxygène dissous. (**Magid et Babiker, 1975**).

6. Croissance et reproduction.

6.1. Croissance :

En général, *T. nilotica* est connu pour sa croissance rapide (**Lowe-McConnell, 1982**) et présente un indice de croissance plus performant que les autres espèces de Tilapia (**Pauly et al, 1988**). Sa durée de vie est relativement courte (4 à 7 ans), sa vitesse de croissance est extrêmement variable selon les milieux. Ainsi d'après **Moreau (1979)** *T. nilotica* grandit plus vite dans le lac Albert (34 cm à 4 ans) que dans le lac Tchad (26 cm à 4 ans) ou le lac Mariout (24 cm à 4 ans). La croissance la plus lente et la durée de vie la plus courte sont observées dans le lac Alaotra (\pm 20 cm à 4 ans) où cette espèce a été introduite.

Une autre grande caractéristique de *T. nilotica* concerne son dimorphisme sexuel de croissance. Dès que les individus atteignent l'âge de maturité (après 3 mois), les individus mâles présentent une croissance nettement plus rapide que les femelles et atteignent une taille nettement supérieure. Ainsi dans le lac Itasy, les mâles atteignent une taille maximale de 38 cm soit 2000 g alors que les femelles ne dépassent pas 28 cm soit 950 g. (**Lazard et Legendre, 2006**).

6.2. Reproduction :

6.2.1. Comportement reproductif

En milieu naturel, lorsque les conditions abiotiques sont bien réunies, les adultes migrent vers une zone peu profonde à substrat meuble (gravier, sable, argile). Après avoir choisi le site d'aménagement de son propre nid, chaque mâle défend agressivement son territoire et creuse avec sa bouche un nid en forme d'assiette. Les femelles vivant en banc à proximité des arènes de reproduction se déplacent entre les mâles et chacun tente d'acquérir sa partenaire (**Dhraief, 2005**).

6.2.2. Maturité sexuelle

La taille de la première maturité sexuelle d'*O. niloticus* varie généralement entre 14-20 cm. Cependant, dans les conditions stressantes, cette espèce peut se reproduire dès l'âge de trois mois, à un poids inférieur à 50g (**Kestemont et al.,**

1989). En outre, la période de reproduction de cette espèce est exponentiellement continue pendant toute l'année si la température de l'eau est supérieure à 22°C.

6.2.3. Fécondité :

La fécondité absolue est définie comme étant le nombre d'œufs fraîchement récupérés de la cavité buccale d'une femelle. Or, chez les Tilapias, comme chez les autres poissons, cette fécondité augmente avec la taille des femelles. Ainsi, selon **(Mélard, 1986)**, la fécondité absolue minimale observée est de 340 ovules pour une femelle de 26g et la fécondité maximale est de 3500 ovules pour une femelle de 550g. Aussi, **(Dhraief, 2010)** a prouvé que ce paramètre augmente en fonction de la longueur des femelles. En revanche, **(Mélard, 1986)** prouve que la fécondité relative (exprimée en nombre d'œufs fécondés ou d'alevins produits/kg de femelle) varie en sens inverse du poids moyen des femelles du Tilapia.

7. Besoin nutritionnels du Tilapia du Nil :

7.1. Protéines :

Les protéines sont indispensables pour la structure et la fonction de tous les organismes vivants **(Auffray et Jacquard, 1998)**. D'après **Guillaume, 1999**, le besoin global des poissons en protéines est beaucoup plus important, par rapport à celui des vertébrés supérieurs.

La protéine est la source alimentaire la plus chère en aquaculture, cela représente environ 50% des coûts totaux d'alimentation. Le tableau 1 représente les besoins théoriques d'*O. niloticus* en protéines selon le stade d'élevage :

Tableau 1 : Besoins théoriques en protéines pour le *Tilapia du Nil* **(Lazard, 2007)**.

Stade (Classe selon le poids) (g)	Quantité (%)
0 à 0,5	50
0,5 à 10	35-40
10 à 35	30-35
35g a la taille marchande	25-30
Géniteurs	30

Peu d'études ont examiné les des acides aminés essentiels pour le *Tilapia du Nil*. Comme toutes les autres espèces aquatiques, ce dernier exige des concentrations bien déterminées de 11 Acides Aminés essentiels (**Lazard, 2007**). Les besoins quantitatifs en acides aminés essentiel sont reportés dans le tableau 2.

Tableau 2: Besoins quantitatifs en acides aminés essentiels du Tilapia du Nil (**Lazard, 2007**).

Acide Aminé Essentiel	Besoin minimum (%)
Tyrosine (Tyr)	1,6
Arginine (Arg)	4,1
Histidine (His)	1,5
Thréonine (Thr)	3,3
Valine (Val)	3,0
Leucine (Leu)	4,3
Isoleucine (Iso)	2,6
Méthionine (Met)	1,3
Cystéine (Cys)	2,1
Phénylalanine (Phe)	3,2
Tryptophane (Try)	0,6

7.2. Lipides :

L'effet bénéfique des lipides sur l'efficacité alimentaire se situe à plusieurs niveaux (**Guillaume et al, 1999**) :

- Maintien de l'intégrité des structures membranaires (via leur efficacité).
- Servent comme vecteurs lors de l'absorption intestinale des vitamines liposolubles et pigments caroténoïdes.
- Précurseurs de prostaglandine et stéroïdes lors de la reproduction et surtout de leur densité énergétique si on admet qu'une digestibilité de 95% de 1g de lipides alimentaire fournit 37 a 38 KJ soit approximativement 2,5fois plus que les glucides et 1,8 fois plus que les protéines

D'après **Beveridge et al, 2000**, les besoins nutritifs en lipides d'*O. niloticus* se situent entre 6 et 12% de la ration alimentaire. Le tableau 3 montre les besoins théoriques en lipides du *tilapia du Nil*.

Tableau 3: Besoins théoriques en lipides du *Tilapia du Nil* (**Lazard, 2007**).

Stade (classe selon le poids) (g)	Quantité (%)
0 à 0,5	10
0,5 à 10	10
10 à 35	6-10
35g a la taille marchande	6
Géniteurs	8

7.3. Glucides :

Les produits issus des végétaux terrestres contiennent des taux élevés de glucides. Certains, comme les farines de céréales et le pois sont riches en amidon, d'autres, comme les tourteaux de soja, de colza et le lupin sont riches en glucides membranaires complexes (pectines, hémicellulose, cellulose) (**NRC, 2011**).

Toutefois, les fibres (polysaccharides complexes constituées principalement de cellulose chez les végétaux) ne sont pas bien utilisables par *O. niloticus* qui ne dispose pas de cellulase (**Stichney, 1976 in Beveridge et al, 2000**).

Tableau 4: Besoins théoriques en glucides et en fibres d'*O. niloticus*, d'après **Lazard (2007)**.

Stade (classe selon le poids) (g)	Quantité de glucides (%)	Quantité de fibres (%)
0 à 0,5	25	8
0,5 à 10	25	8
10 à 35	25	8-10
35g a la taille marchande	25	8-10
Géniteurs	25	8-10

7.4. Vitamines :

Certains aliments composés contiennent un supplément vitaminé appelé prémix. Ces prémix, mis au point pour d'autres espèces ont également donné satisfaction chez les tilapias, bien que certains symptômes de déficience puissent être observés, principalement suite à une carence en vitamine C (**Jauncey et Ross, 1982**). Signalons toutefois que la vitamine B12 peut être synthétisée dans l'intestin de *Tilapia nilotica* et qu'il n'est donc pas nécessaire de l'inclure dans le régime (**Lovell et Limuwan, 1982**). En effet, 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.

Tableau 5: Les besoins vitaminiques de *Tilapia du Nil*. (**Satoh et al., 1987**).

Vitamines	Besoins (mg/kgD'aliment)	Signe de déficience
Cyanocobalamine (Vitamine B12)	Non Nécessaire	
Acide ascorbique (Vitamine C)	1250	Scoliose, lordose, croissance réduite, répartition des blessures faible, hémorragie, exophtalmie, et anémie.
Vitamine D	374,8	Croissance réduite, anémie, système immunitaire fragile
Vitamine E	50-100	Croissance réduite, Faible efficacité d'ingestion, mortalités élevés

7.5. Les minéraux :

Les minéraux sont des éléments inorganiques requis par les animaux pour maintenir leurs fonctions physiologiques et métaboliques. Ces fonctions peuvent être résumées comme suit (**Jauncey et al., 1982**) :

- Structuration de squelettes durs tels que les os et les dents.
- L'osmorégulation.
- Impulsion nerveuse et transmission et muscle.
- Équilibre acido-basique du corps et régulation du pH du sang.
- Catalyseurs et activateurs enzymatiques.

Les besoins de *Tilapia* en minéraux sont résumés dans le tableau 6.b

Tableau 6: Besoins du *Tilapia du Nil* en minéraux (Jauncey *et al.*, 1982).

Minéraux	Besoins (mg/kg d'aliment)
Phosphore	4600
Magnésium	600-800
Zinc*	79
Calcium**	6500
Manganèse*	12
Chrome	139,6
Fer	60

* : les oligo-éléments, ** : En eau sans calcium

7.6. Energie :

Lors de la distribution d'aliment, les poissons sont capables d'ajuster leur consommation d'aliment selon la densité énergétique de l'aliment, de façon à atteindre une croissance maximale (Guillaume *et al.*, 1999). Les besoins théorique du *Tilapia* du Nil en énergie digestible sont de l'ordre de 2500-3500Kcal/Kg de matière sèche (Barnabé, 1991).

L'efficacité dans l'utilisation des nutriments d'un régime chez le poisson est généralement appréciée en termes de pourcentage de rétention des protéines ou d'énergie. Kaushik *et al.*, (1993) estiment les besoins énergétiques d'entretien d'*O. niloticus* à 70 kJ/kg de poids vif/j à une température 28-30°C. Les mêmes auteurs rapportent ainsi que le taux de fixation des protéines et d'énergie est supérieure à 55% chez cette espèce.

8. Composition chimique globale et valeur nutritionnelle de chair du Tilapia :

La composition chimique de chair du Tilapia est variable en fonction des différences anatomiques, des variations physiologiques, du sexe, des individus, de la nourriture et de l'environnement (Enkord, 2006).

La chair du poisson contient en moyenne 70 à 80 % d'eau, 16 à 22 % de protéines, et des lipides en quantité très variable allant de 0,5 à 20 % selon les espèces et leur alimentation (**Médale, 2005**). La chair est très pauvre en glucides, sous forme de glycogène, sa teneur est généralement inférieure à 1%. La teneur en collagène est faible, habituellement inférieure à 3% (**Regost, 2001**). Les poissons sont riches en vitamines liposolubles (A et D) et en vitamines hydrosolubles B (**Médale, 2010**). Ils constituent une bonne source de minéraux comme le calcium, l'iode, le fer, le phosphore et le potassium (**Leduc, 2011**).

Cette composition est variable en fonction des différences anatomiques, des variations physiologiques, du sexe, des saisons, des individus, de la nourriture et de l'environnement (**Enkord, 2006**).

Le *Tilapia* possède une capacité supérieure de bioconversion des acides gras en C18 à chaîne plus longue ou plus insaturée par systèmes enzymatiques catalysant leur élongation et leur instauration, par rapport aux poissons marins, (**Dergal, 2015**).

La fabrication d'alimentation en pisciculture est un secteur clé pour l'aquaculture car elle est au cœur de problématiques aussi bien économiques qu'environnementales. Elle représente en effet la charge financière la plus élevée pour les aquaculteurs, soit au minimum 60% du coût de production (**Kaushik, 2009**). De plus, d'après **FAO, 2015**, l'alimentation du poisson représente 60 à 70% des couts de production.

Mais elle est également dépendante de la pêche professionnelle et participe aux problèmes d'épuisement des stocks. Pour développer une aquaculture durable, il est ainsi fondamental de pouvoir disposer d'aliments garantissant à la fois une croissance maximale des animaux et la gestion durable des stocks de poissons sauvages tout en ayant de faibles coûts de production.

1. Matières premières utilisées dans l'alimentation du *Tilapia*

Le Tilapia, (*Oreochromis niloticus*) est une espèce très adaptée à l'aquaculture africaine par sa croissance rapide et sa capacité à pouvoir vivre dans des conditions difficiles.

Les ingrédients utilisés dans la composition des aliments fabriqués dans les élevages de Tilapias varient d'une région à l'autre. Une formulation d'aliments typique pour le Tilapia peut être composée des farines (farine de poisson, farine de cacahuète, farine de soja...), de son de riz, de brisures de riz et de pré-mélanges de vitamines et de minéraux (**Somsueb, 1995; Guillaume et al., 1999**). Les huiles contenues dans ces produits sont une excellente source d'énergie et ont une teneur élevée en acides gras à longue chaîne polyinsaturés (**Guillaume et al., 1999**).

2. Principales matières premières d'origine végétale :

Les matières premières d'origine végétale sont très nombreuses (soja, colza, pois, blé, maïs) et sont moins chères que celles d'origine animale. Les fabricants d'aliments sont donc tentés de les substituer à ces dernières (**Guillaume et al., 1999**).

2.1. Matière première d'origine plantes terrestres

Les matières premières d'origine végétale sont nombreuses. Moins adaptées aux besoins des poissons, elles n'ont pas les mêmes valeurs nutritionnelles et la même appétence que la farine de poisson. Bien qu'elles soient pourvues de pouvoir liant favorisant la cohérence des granulés, leurs propriétés d'intégration dans des aliments composés sont différentes.

L'analyse chimique des matières premières incorporées dans la fabrication d'aliment est une étape importante dans le choix de la quantité des ingrédients utilisés. Les travaux réalisés par **Sauvant et al., 2004** présentes une des études sur cette approche et dont les valeurs sont reportées dans le tableau 7.

Tableau 7: Composition chimique des matières premières.

Matière première	MS (%)	MAT (%)	MG (%)	MM (%)	CB (%)
Son de blé	86,6	14,6	4,4	4,9	10,1
Mais	86,4	8,1	3,7	1,2	2,2

2.2. Huile de soja

La teneur en phospholipides est très faible dans les produits végétaux ; seul le tourteau de soja non délipidé en contient des quantités appréciables. Dans les aliments aquacoles à base de végétaux, les phospholipides sont le plus souvent apportés sous forme de lécithine dans l'huile de soja. (**C. Cahu 2004**). La composition chimique moyenne de l'huile de soja est reportée dans le tableau 8 (**Rapport/AFSSA, 2008**).

Tableau 8: composition chimique moyenne de l'huile de soja.

Acide gras	Pourcentage (%)
Acides gras saturés	16
Acides gras monoinsaturés (oméga-9)	24
Acide linoléique (oméga-6)	53
Acide α-linoléique (oméga-3)	7

2.3. Algues marines

Les algues sont les végétaux les plus primitifs qui présentent un appareil végétatif peu évolué (sans racine, ni tige, ni feuille), Thallophytes. Les algues ont formé pendant leur évolution, un groupe très diversifié d'organismes (**Garon-Lardiere, 2004**).

2.3.1. Définition des macroalgue

Le terme de macroalgue ou algue tout court, ne constitue pas de taxon mais il regroupe des classes polyphylétiques. En effet, il est constatable que ce regroupement obéit à des similarités de certaines caractéristiques photosynthétiques, trophiques et environnementales. Les algues pluricellulaires sont classées parmi les organismes thallophytes eucaryotes, chlorophylliennes et aquatiques (**Garon-Lardiere, 2004**).

2.3.2. Classification

Les macroalgues regroupant des espèces aux métabolismes extrêmement variés, issues de lignées évolutives distinctes composées de trois ensembles.

➤ **Chlorophycées (Algues vertes) :**

Les algues vertes ou Chlorophycées ont rôle primordial dans l'oxygénation des eaux. Elles sont de formes très variées, uni ou pluricellulaires. Leurs plastes sont colorés en vert par les chlorophylles a et b auxquelles sont associés carotènes et xanthophylles. La photosynthèse permet la fonction d'amidon comme pour les plantes supérieures. La plupart des algues vertes vivent en eau douce ou en milieux marins, mais certaines espèces peuvent également de développer sur terre (**Perez, 1997**).

➤ **Phéophycées (Algues brunes) :**

Les algues brunes ou Phéophycées sont de structure généralement pluricellulaire et de 7 dimensions très variables. La majorité de ces algues vivent en milieu marin et présentes une couleur brunâtre résultant de l'association de pigment dominant, à savoir la xanthophylle et le fucoxanthine (**Guillaume, 2010**).

Cette classe près de 1500 espèces. Elles sont une bonne source d'alginate. Aussi, elles sont utilisées comme produits alimentaires et comme herbes médicinales traditionnelles depuis longtemps (**Naegele et Nagele, 1961**).

➤ **Rhodophycées (Algues rouges) :**

Appelées aussi Rhodophytes, les algues rouges représentent un taxon très varié. Elles sont généralement pluricellulaires et sont retrouvées en milieu marin.

Ces algues sont colorées en rouge du fait de la présence dans leurs plastes d'un pigment appelé la phycoérythrine. Ce pigment s'associe à d'autres pigments comme la chlorophylle à «le centre réactionnel de la photosynthèse», la phycocyanine et l'allophycocyanine. (**Cabioc'h, 1992 ; Perez, 1997**).

La pigmentation est aussi en fonction de la longueur d'onde de la lumière absorbée par l'algue. Ainsi, l'abondance des algues rouges en profondeur est expliquée par la capacité de la phycoérythrine à absorber la lumière à cette profondeur. Ces algues sont riches en substances gélifiantes telles que les carraghénanes et les agars largement utilisés dans l'industrie. (**Floc'h, 2010**).

2.3.3. Composition chimique

La biodiversité extraordinaire du monde marin se traduit par de nombreux composés biologiquement actifs. Les organismes marins tels que les plantes, les animaux et les algues sont parfois exposés à des conditions extrêmes de température, pH, salinité, pression, lumière et autres ce qui rend leurs survies dans ces habitats complexes ; un véritable défi quotidien. (**Hamed, 2014; Ilknur, 2015**).

Pour survivre, elles produisent une variété de substances naturelles, bénéfiques et présentant des avantages potentiels et multiples. Ce sont des protéines, des vitamines, des sels minéraux et des métabolites secondaires. Il est à noter que les constituants bioactifs marins diffèrent d'un organisme à un autre et d'une espèce à l'autre, du fait de leurs conditions de vie différentes. D'une façon générale, elles sont riches en hydrates de carbone, en polysaccharides, en matières azotées et polyphénoliques, en acides aminés et en protéines, qui ont une large application dans les industries de l'alimentation soit humaine ou animal (**Ilknur, 2015; Satpati, 2011**).

2.3.4. Présentation des espèces étudiées

A. *Ulva rigida*

- **Nom latin** : *Ulva rigida*
- **Nom vernaculaire** : Laitue de Mer
- **Systematique** :
 - Classe : Ulvophyceae
 - Ordre : Ulvales
 - Famille : Ulvacea
- **Description botanique** : Elle se distingue par un thalle très mince (moins d'un dixième de millimètre d'épaisseur), en forme de feuille, de couleur vert émeraude et translucide qui peut virer à la transparence en cas de stress. Ce thalle, présentant un stipe très court, est rigide à la base et plus délicat à proximité des bords de croissance. Ce stipe, appelé aussi crampon par lequel l'algue se fixe à son support, est constitué par de petits rhizoïdes rigides. La croissance du thalle est diffuse de Structure parenchymateuse (figure 3 et 4) **(FAO 1987)**.
- **Reproduction** :

Cette espèce présente deux voies de reproduction

 - Gamétocystes : Donnent naissance à des gamètes biflagellés, Développés à partir de cellules végétatives,
 - Sporocystes : Donnent naissance à des spores tétraflagellés,

B. *Stypocaulon scoparium*

- **Nom latin** : *Stypocaulon scoparium* (*Halopteris scoparia*)
- **Nom vernaculaire** :
 - Français : Balai de Triton
 - Anglais : Seabroom;

- Espagnole : - Escobilla de mar
- **Systematique :**
 - Classe : Fucophyceae
 - Ordre : Sphacelariales
 - Famille : Stypocaulaceae
- **Description botanique :** Algue brune de taille jusqu'à 15 cm présentant de nombreuses ramifications semblables à de petits balais. L'aspect du thalle est arbustif à axes segmentés et souvent ramifiés avec de nombreux ramules disposés radialement, rugueux. Ces ramifications sont de type alterne. La croissance du thalle est effectuée à partir d'une grosse cellule appelée sphacèle, Apicale marginale. Il se fixe par rhizoïde avec une structure parenchymateuse (figure 5 et 6).
- **Reproduction :** aussi présente de modes de reproductions
 - Gamétocystes : Disposées en grappe à la base des ramifications,
 - Sporocystes : Pédicellés, globuleux ou elliptiques.

C. *Hypnea musciformis*

- **Nom scientifique :** *Hypnea musciformis*
- **Nom vernaculaire :**
 - Français : Houlette des Argonautes
 - Anglais : Crozier weed
 - Espagnole : Cayado de Neptuno
- **Systematique :**
 - Classe : Florideophyceae
 - Ordre : Gigartinales
 - Famille : Cystocloniaceae

- **Description botanique** : Espèce très polymorphe de couleur très variable en fonction de l'exposition (souvent verdâtre), formée d'axes très ramifiés, cylindriques et effilés au sommet ; chez les individus adultes, présence de rameaux enroulés en crosse, caractéristique. Le thalle commune 15 cm présente une structure uniaxiale mais avec différenciation de cellules apicales secondaires. En coupe transversale, le thalle présente quelques assises de cellules assimilatrices externes, arrondies, petites et 2 ou 3 assises de cellules corticales incolores beaucoup plus grandes à paroi épaisse ; la medulla est formée de la cellule axiale (souvent indistincte) entourée par les grandes cellules péricentrales (figure 7 et 8). (FAO, 1987).
- **Reproduction** : cycle trigénétique avec tétrasporophytes et gamétophyte isomorphes, tétrasporocystes zonés sur la partie terminale de ramules solitaires et renflés (stichidies). Cystocarpes sphériques sur des rameaux spiniformes, les 2 générations ne sont pas présentes dans toutes les régions.

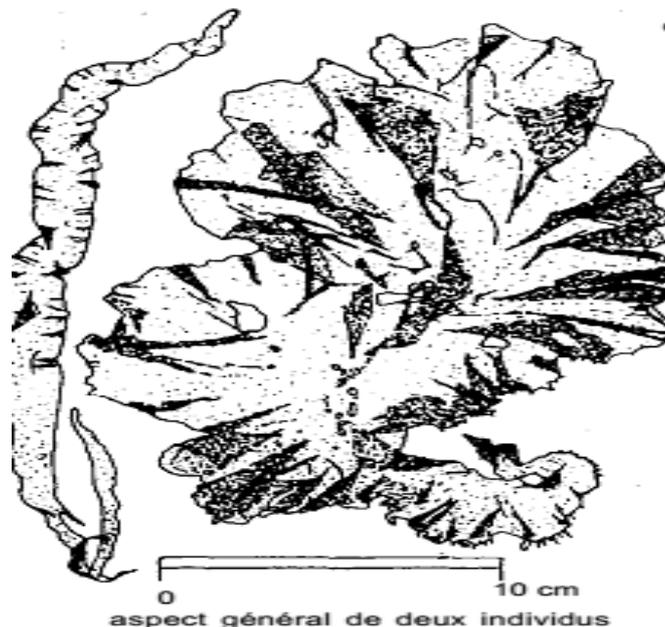


Figure 3 : Aspect général d'*Ulva rigida*

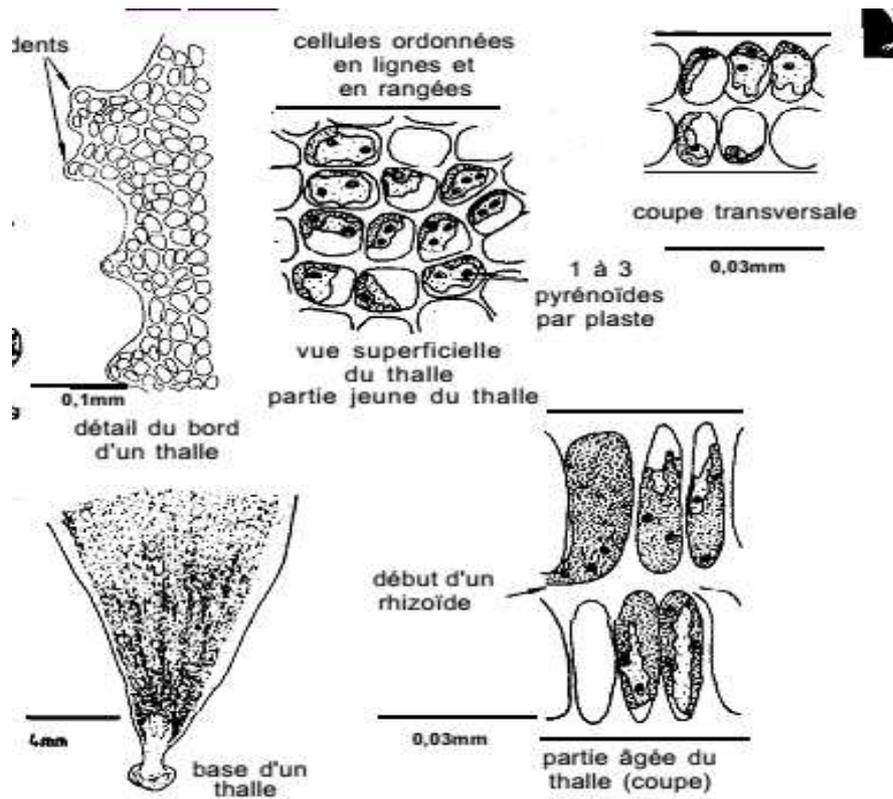


Figure 4: Coupes transversales au niveau du thalle d'*Ulva ridiga*



Figure 5: Aspect général de *Stypocaulon scoparium*

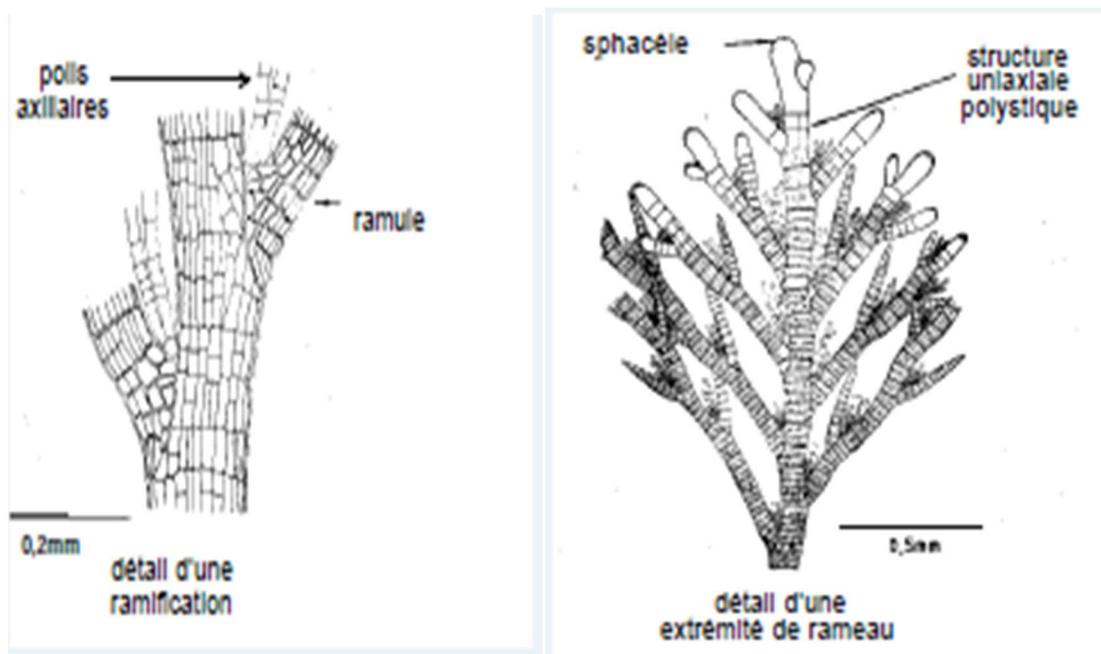


Figure 6: Coupe longitudinale au niveau du thalle de *Stypocaulon scopariu*

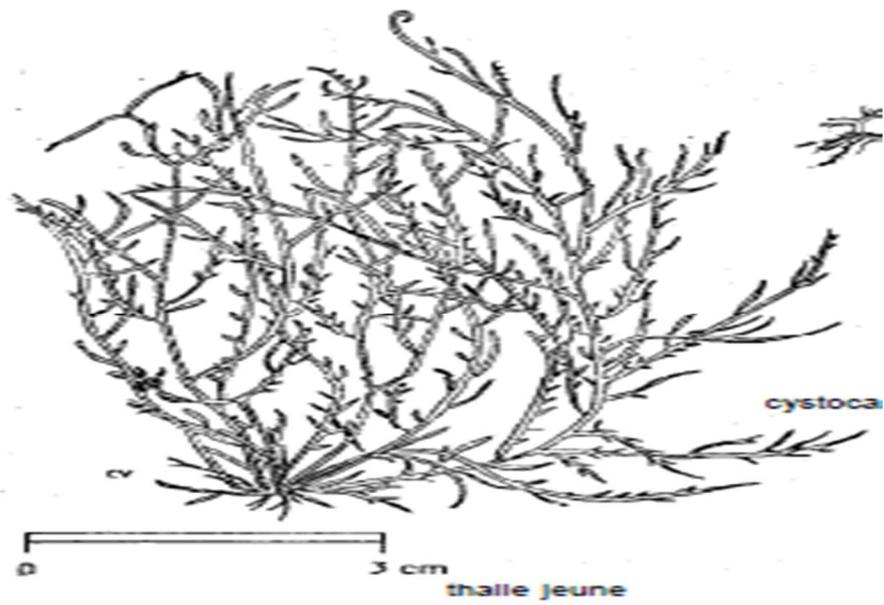


Figure 7: Aspect général de *Hypnea musciformis*

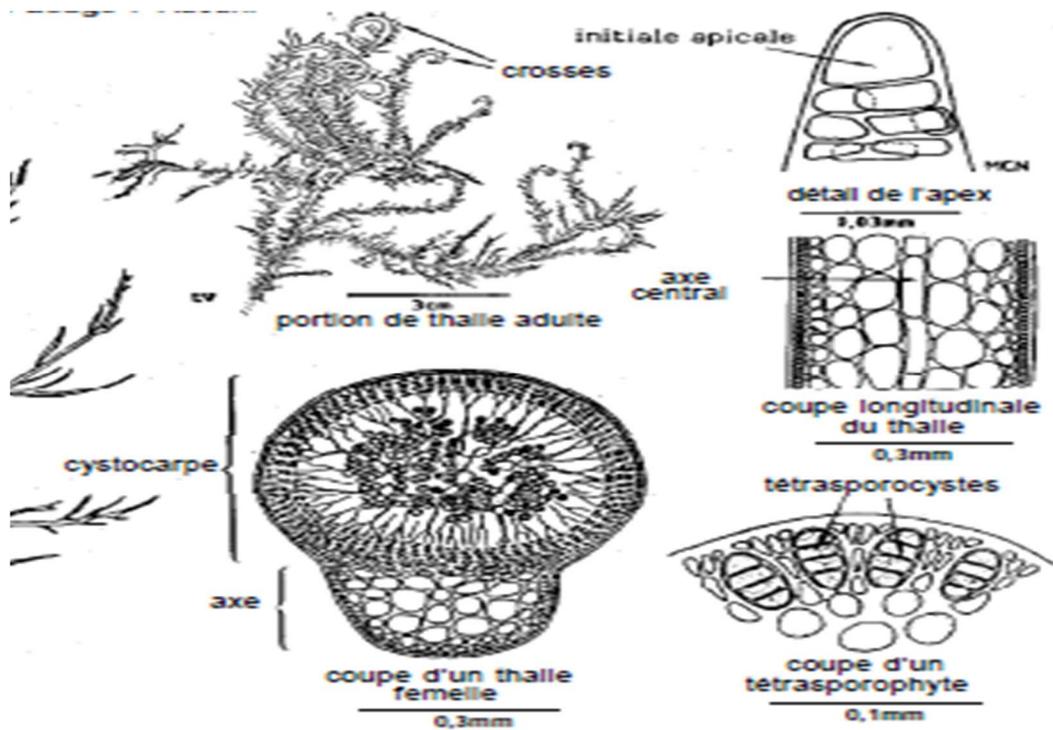


Figure 8 : Coupes transversales et longitudinales au niveau du thalle du *Hypnea musciformis*

2.4. Autres matières premières utilisées dans l'aliment de Tilapia

2.4.1. Farines de poisson

Elle regroupe toute farine fabriquée à base de poisson, quelque soit, poisson entier, ou sous-produits des poissons. Elle répond généralement aux besoins protéiques et riches en AAI (Acides Aminés Essentiels). Le pourcentage des protéines diffère d'une farine à une autre et dépend de la partie de poisson utilisée dans la fabrication (entre 58 et 70%). Chez les Tilapias, plusieurs auteurs ont essayé de remplacer les matières premières conventionnelles par des substituts agro-industriels dans les formules alimentaires (**Azaza et al., 2005 ; Azaza et al., 2006 ; Azaza et al., 2009 ; Adewolu, 2008 ; Belhasnet et el., 2010**).

3. Facteurs antinutritionnels

Ces substances, présentes en quantités variables selon les produits végétaux, peuvent intervenir à différents niveaux tels que l'appétit, la digestion des protéines et des autres nutriments, la disponibilité des acides aminés et des minéraux ou le métabolisme comme inhibiteur d'enzymes ou comme antivitamines (**Kaushik, 2009**).

3.1. L'acide phytique

Les poissons ne possèdent pas de phytase ou de la flore digestive active capable d'hydrolyser effectivement les liaisons esters de ce composé. L'action néfaste de l'acide phytique est d'agir sur certaines enzymes digestives et diminuer la digestibilité des protéines alimentaires (**Guillaume et al., 1999**).

3.2. Facteurs anti-trypsique

Il existe des composés inhibitoires à la Trypsine et à la Chymotrypsine se trouvant dans le soja, un ingrédient commun dans les aliments pour poissons. Ces aliments composés peuvent généralement être détruits par un traitement thermique de l'aliment avant l'utilisation, mais le processus est très variable. (**Kaushiket al., 1993**).

Ces composés de nature protéique n'exercent une action défavorable que lorsqu'ils sont en concentration élevée dans les aliments. D'après **Kaushik, 1993**, il ne faut pas que cette concentration dépasse 3mg/g d'aliment pour poisson.

La présence de ces composés dans l'aliment provoque une diminution très nette de la digestibilité des protéines.

3.3. Autres facteurs antinutritionnels

Parmi les facteurs antinutritionnels les plus connus présents dans les végétaux sont : les antienzymes (glucosinolates), certains phénols (gossypol), les tannins ou les alcaloïdes et enfin les toxines fongiques et algales. Les effets de ces composés sont bien démontrés chez les vertébrés supérieurs mais leur nocivité pour les poissons reste très mal connue (**Guillaume et al., 1999**).

4. Fabrication de l'aliment piscicole

La formulation des aliments expérimentaux est effectuée sur la base des besoins alimentaires des poissons et de la composition chimique des matières premières préalablement déterminée (**Guillaume, 1999**). La Sélection des matières premières est en tenant compte leurs caractéristiques nutritionnelles (composition chimique, digestibilité, présence de facteurs antinutritionnels), leurs coûts et leurs disponibilités. Les matières premières à utiliser en priorité, pour des raisons économiques et d'approvisionnement sont les produits et sous-produits locaux. La première étape avant la fabrication d'aliment est analyse de la composition chimique des matières premières sélectionnées pour déterminer les valeurs cibles à fixer pour chaque nutriment.

De plus, la combinaison des matières premières sélectionnées est dans le but d'obtenir une formule contenant les valeurs visées pour les nutriments de références. La composition finale devra alors être équilibrée et en fonction des besoins nutritionnels de l'espèce et de son stade physiologique. Dans certains cas, L'addition des additifs ou des substitutions de matières premières analogues est afin d'ajuster les valeurs optimales en divers nutriments limitant (acides aminés essentiels, acides gras essentiels, vitamines, minéraux, énergie digestible) (**Guillaume et al., 1999**).

Les étapes de formulation sont schématisées dans la figure 9 :

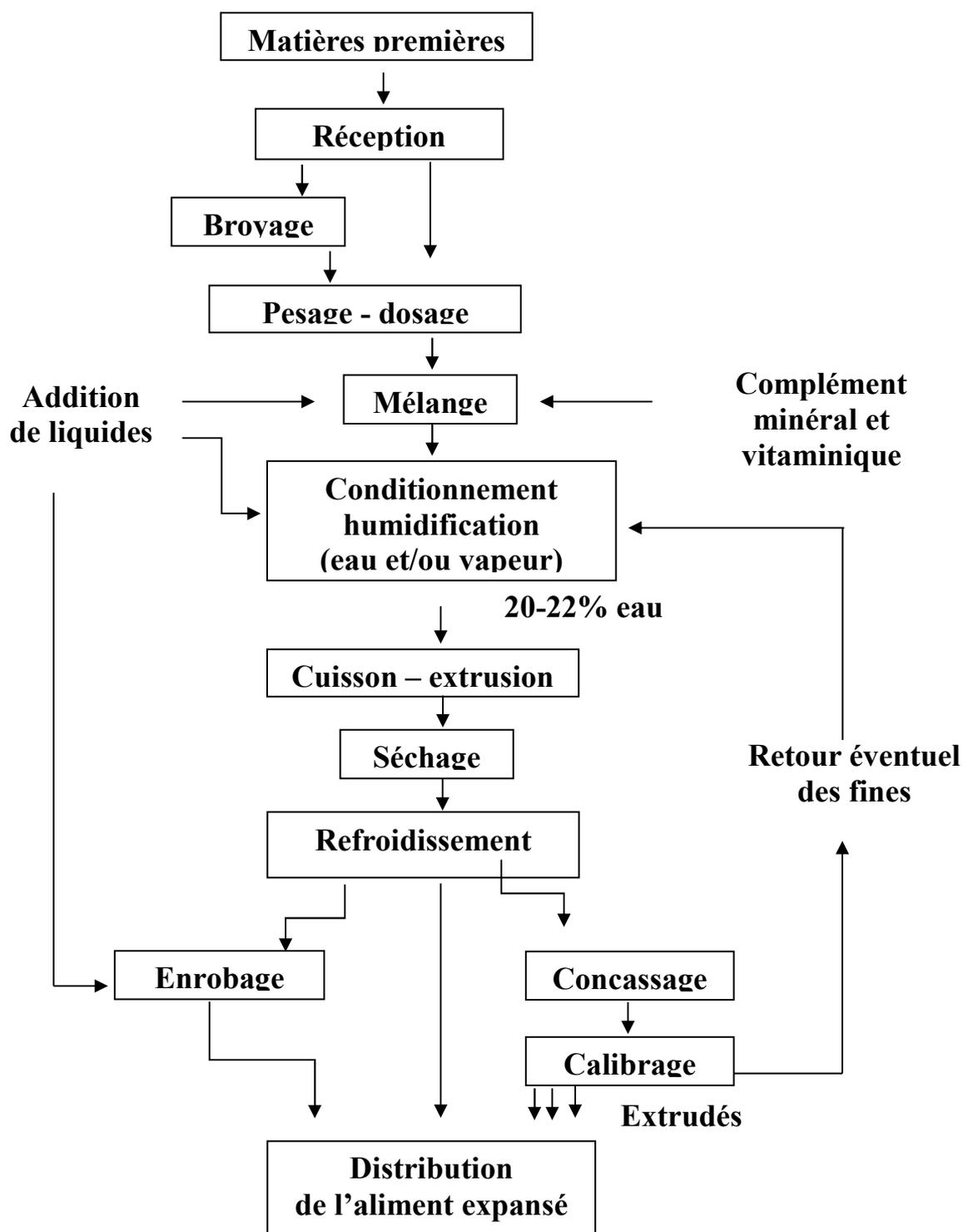


Figure 9: exemple de fabrication d'aliments extrudés flottants (Saumon, poisson-chat) (Guillaume *et al.*, 1999).

5.1. Taille de l'aliment

La taille de l'aliment doit être en relation avec l'âge du poisson (Tableau 9). Il est souhaitable que le granulé soit compact et ne se désagrège pas de suite au contact de l'eau mais les granulés trop durs sont déconseillés.

Tableau 9 : Tailles des granulés recommandés pour les différentes classes de taille de *Tilapia nilotica* (Jauncey et ROSS, 1982).

Age/poids du poisson	Taille de la particule
Larve: premières 72 h	En solution
Larve: 3 ^{ème} jour -10 ^{ème} jour	100 - 200 µm
Larve: 10 ^{ème} jour - 30 ^{ème} jour	500-1000 µm
Alevin: 30 ^{ème} jour - juvénile de 0.5 à 10g.	500-1500 µm
Alevin: de 1 à 30g.	1-2 mm
>30g	2-4 mm

Objectif :

Le présent travail vise à suivre la croissance de *Tilapia Oreochromis niloticus* dans la phase de pré grossissement, en utilisant deux types d'aliments piscicoles (aliment granulé standard et aliment expérimental fabriqué localement).

Lieu de réalisation de l'expérimentation

La réalisation de l'expérimentation ainsi que la fabrication d'aliment ont été faite au niveau de laboratoire de valorisation des substances naturelles à l'école normale supérieure (ENS) à Kouba (Alger) durant 5 mois (février au juin 2019).

1. Matériel

1.1. Le choix de site de prélèvement :

Le choix des sites a été effectué selon les critères suivants :

- Facilité d'accès.
- Stock important d'algues.
- Diversification des espèces.

La position géographique a été déterminée à l'aide d'un GPS : 36° 36 '30" Nord, 2° 37 '15" Est.



Figure 10: La localisation géographique du site d'échantillonnage plage suisse (Ait Tagourait) (Google Earth, 2019).

1.2. Matériels biologique

1.2.1. Matériel végétal

La matière végétale utilisée dans la présente étude est présentée dans le tablea10.

Tableau 10 : Matière végétale

Echantillon	Type	Photo
Son de blé	Plantesupérieure (monocotylédone)	
Maïs	Plantesupérieure (monocotylédone)	
<i>Ulva lactuca</i>	Chlorophycée (Algue verte)	
<i>Stypocaulon scoparium</i>	Phéophycées (Algue brune)	
<i>Hypnea musciformis</i>	Rhodophycées (Algue rouge)	

1.2.2. Matériel animal :

Pour la réalisation de notre expérimentation, nous avons utilisé 150 alvins de *Tilapia nilotica*, de poids varie entre 1-3 g (figure 11).



Figure 11 : *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) (originale, 2019)

Les alvins qui ayant fait l'objet de la présente expérimentation sont répartis en 6 aquariums, 3 aquariums pour chaque type d'aliment testé (Tableau 11).

Tableau 11: Répartition des poissons dans chaque aquarium.

Aliments	Effectifs	Aquariums	Poids moyens (g)	Tailles moyens (cm)
Aliment A1 Fabriqué	25	A1-1	2,44	5,08
	25	A1-2	2,07	4,66
	25	A1-3	2,21	4,88
Aliment A2 Importé	25	A2-1	2,28	4,86
	25	A2-2	2,11	4,71
	25	A2-3	1,94	4,55

1.3. Matériel non biologique

Le matériel utilisé pour nos expérimentations (la verrerie, l'appareillage et les réactifs) est illustré dans le tableau 12 et figure 12 (annexe).

2. Méthodes

2.1. La récolte des algues

Le prélèvement a été effectué le mois de Mars de l'année 2019 à la plage d'Ait Tagourait en marchant sur le récif. Les algues ont été fraîchement prélevées à la main et conservées dans des sacs en plastiques avec un peu d'eau de mer.

A chaque sac de récolte est attribuée la date de récolte puis transporté au laboratoire pour le traitement et l'identification.

Les algues prélevées sont transportées au laboratoire où elles sont lavées à l'eau douce, et étalées sur papier absorbant. Le séchage se fera à l'air libre et à l'ombre à une température ambiante pendant deux semaines.

Une partie d'échantillon est conservée dans le formol à 4% pour l'identification.

2.2. Identification des espèces

Les échantillons doivent être fraîchement prélevés sur le terrain avec leur base, celle-ci étant souvent un caractère fondamental de reconnaissance. Nous avons procédé à une :

Etude macroscopique: Les différentes parties ont été observées à la loupe binoculaire.

Etude microscopique (Etude Histologique) : des coupes transversales et longitudinales ont été réalisées au niveau des thalles à l'aide d'une lame puis observées au microscope photonique. L'espèce étudiée est photographiée dans chaque étape de détermination

2.3. Dosage biochimique :

Le dosage biochimique a été réalisé sur toute la matière première utilisée dans la fabrication d'aliment ainsi que pour l'aliment après fabrication.

2.3.1. Dosage des glucides

Le dosage des glucides est réalisé par la méthode colorimétrique avec le réactif de l'Anthrone. Le dosage à l'Anthrone mesure les fonctions carbonyles (C=O). Il est

Matériel et Méthodes

basé sur la déshydratation intramoléculaire des oses, en milieu acide et chaud, qui donne naissance à des dérivés furfuraliques (5-hydroxyméthyl-furfural pour les hexoses) (figure12). Ces derniers se condensent avec l'Anthrone pour donner des produits colorés (vert pour les hexoses) dont l'intensité est proportionnelle à la concentration des sucres (**Morris, 1948**).

Mode opératoire

500 μ l des échantillons à analyser (10g de l'échantillon en poudre + 100 ml l'eau distillée) sont placés dans tubes en verre, puis recouverts de 200 μ l de sulfate de sodium à 2%

Après centrifugation des tubes pour homogénéisation, 100 μ l de surnagent est transférée dans des nouveaux tubes. Ensuite, on ajoutant 2ml de solution anthrone (tableau 13) (annexes). Après l'agitation du mélange, les tubes sont chauffés à 100°C pendant 12min et transférés 2 min dans un bain de glace.

L'absorbance est mesurée à 625 nm contre un blanc. Le contenu de sucre est estimé par une courbe d'étalonnage en utilisant le glucose comme standard. Nous avons réalisés l'expérimentation en 3 répétitions successives.



Figure 13: Coloration des tubes après réaction des glucides.

2.3.2. Dosage des protéines

Le dosage des protéines par la méthode de Lowry rentre dans l'étude quantitative des protéines. Le dosage se fait à travers une gamme étalon, réalisée l'aide de quantité connue de l'albumine de sérum bovin (SAB).

Mode opératoire

Préparer la quantité nécessaire de réactifs de travail (tableau 14) (annexes). Dans des tubes à essai ajouter 800 μl de la solution Lowry finale (en annexes) à 250 μl de la solution à doser (10 mg de l'échantillon en poudre dans 100ml d'eau distillée). Agiter doucement et laisser incuber pendant 20 min. en suite, ajouter 100 μl de Folin diluée, et après agitation, incuber les tubes pendant 1 h jusqu'à l'obtention d'une couleur bleu.



Figure 14 : Coloration des tubes après réaction des protéines.

Lire la concentration en protéines à 560 nm. Nous avons réalisés l'expérimentation en 3 répétitions successives.

Le dosage des protéines a pour but de choisir l'algue la plus riche en protéines (il s'agit de *Stypocaulon scoparium*), a fin de l'ajouter dans la fabrication de l'aliment extrudé.

2.3.3. Dosage des lipides

Les lipides sont insolubles dans l'eau et très solubles dans les solvants organiques. **Frings et Dunn, (1970)** ont rapporté une méthode pratique de la détermination des lipides, basée sur la réaction sulfo-phospho-vanilline.

Mode opératoire

Après préparation des échantillons (tableau 15) (annexes) dans trois tubes à essai, on mélange 200 μl de l'échantillon à analyser avec 750 μl de Méthanol-chloroforme (1 : 2 $\text{CHCl}_3/\text{MeOH}$).Après, on additionne 250 μl de chloroforme et puis 250 μl d'eau distillée. Chaque étape est suivie par agitation sous vortex. Ensuite, une

centrifugation pendant 5min et incubation durant une nuit sous hôte. 500 µl d'acide sulfurique sont ajoutés aux tubes qui sont chauffés par la suite à 100°C pendant 10 min puis transférés 2 min dans un bain de glace.

Enfin, 900µl de Phospho-Vanilline sont ajoutés sur 100µl de contenu de chaque tube à essai.

Les tubes sont couverts en aluminium, et agités 30 min jusqu'à changement de couleur. L'absorbance est mesuré à 624 nm contre un blanc, et la concentration en lipides est estimée par une courbe d'étalonnage en utilisant l'huile de Maïs à 0.1% comme standard. L'expérimentation a été répétée 3 fois successivement.

2.4. Fabrication de l'aliment extrudé

La formulation des aliments pour animaux aquatiques repose sur les mêmes principes que celle des aliments pour animaux terrestres. Il s'agit de la formulation linéaire au moindre coût qui constitue la principale technique utilisée. (**Guillaume et al, 1999, Hardy et Barrows, 2003**).

Au début, les matières premières rentrent dans la composition de l'aliment, destiné à satisfaire les besoins des poissons Tilapia, ont été sélectionnées, broyées et prêtes pour l'étape de fabrication d'un aliment complet. Le choix de l'algue parmi les 3 étudiées est basé sur le pourcentage le plus élevé en protéines qui a été constaté dans l'algue brune *Stypocaulon scoparium*. Cette fabrication a suivi des étapes qui sont résumées comme suit : dosage, mélange, transformation de l'aliment, séchage et conditionnement

La composition centésimale de l'aliment (A) figure dans le tableau 16. La composition du complément minéral et vitaminique (tableau 17 en annexes).

Tableau 16 : composition centésimale de l'aliment.

Composés de l'aliment (A1)	Quantité en %
Son de blé	45
Maïs	32,3
<i>Stypocolonscoparium</i>	17,5
Huile de soja	3
Phosphore bicalcique	1
D. méthionine	0,2
CMV	1

2.4.1. Etapes de fabrication d'aliment extrudé

2.4.1.1. Dosage (pesage)

Pour produire 2 Kg d'aliment (ce qui couvrira largement la période des tests considérée), les quantités suivantes ont été pesées :

- 810 g de son de blé (figure .A)
- 581,4 g de maïs (figure .B)
- 315 g des algues (*stypocaulon scoparium*) (figure .C)
- 54 g huile de soja
- 18 g de phosphore bi calcique
- 36 g D-Méthionine
- 18 g CMV

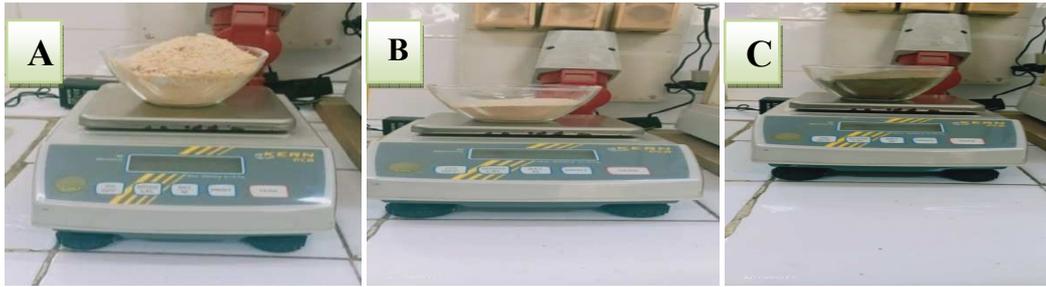


Figure 15 : Dosage de différents ingrédients

A : son de blé **B :** maïs **C :** styopcaulon scoparium

2.4.1.2. Mélange

Le mélange a été effectué manuellement.

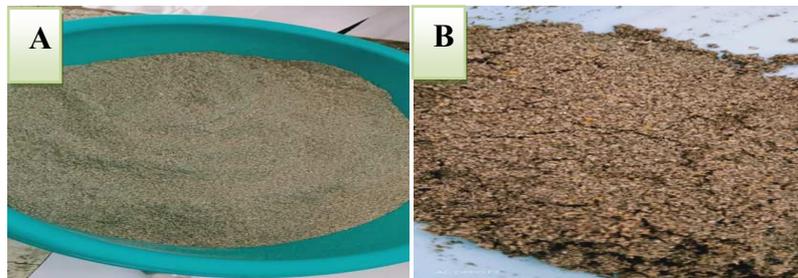


Figure 16 : Mélange des ingrédients à la main

A. ingrédients secs / B. ingrédients humidifiés

2.4.1.3. Transformation de l'aliment sous forme granulée

Juste après le mélange, et pour avoir le granulé à diamètre voulu, on utilise la machine à viande hachée. Le disque utilisé est celui de 1 mm.



Figure 17 : l'aliment sous forme granulés de 1mm

2.4.1.4. Séchage et conditionnement

Le séchage a été effectuée dans l'étuve à 60° pendant 2 à 3 heures. Ensuite, on stocke l'aliment fabriqué dans des bocaux.

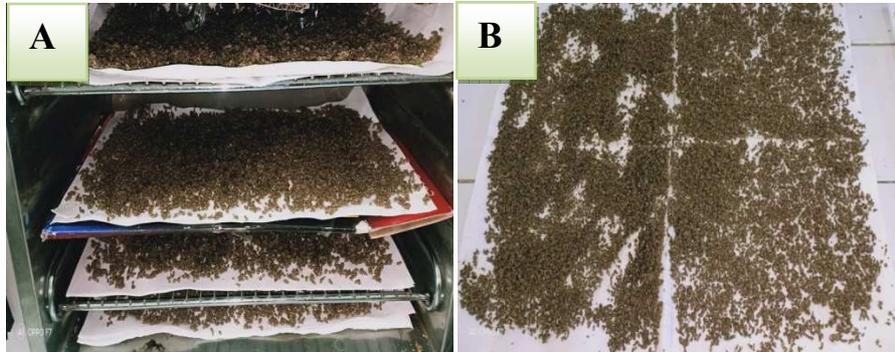


Figure 18 : Séchage et conditionnement de l'aliment fabriqué

A : séchage à l'étuve B : séchage à l'air libre

2.5. Dispositif expérimental :

La phase de pré-grossissement a été étudiée sur des alevins répartis dans six aquariums (70 cm/30cm/40 cm). Chaque aquarium est lié à une pompe à air pour l'oxygénation.



Figure 19 : Les six aquariums

Matériel et Méthodes

Le contrôle et le suivi de l'expérimentation sont effectués par l'analyse des paramètres physico-chimiques deux fois par semaine et une prise de poids et de taille chaque semaine durant 1 mois d'expérimentation.

2.6. Paramètres physico-chimiques :

Un analyseur multi-paramètre de type CALYPSO (SN-ODEOA-2348) a été utilisé pour analyse des paramètres physiques (figure 20):

- Oxygène
- Température
- pH
- Conductivité
- Salinité



Figure 20: multi-paramètre

Ainsi que le dosage des paramètres chimiques (nitrites, phosphores et ammoniac) a été réalisé par la baie de Photopod (figure 21) de même multi-paramètre.



Figure 21 : Photopode de multi-para mètre CALYPSO (SN-ODEOA-2348).

2.6.1. Nitrite

On prend 10 ml d'échantillon de l'eau à analyser dans un tube en verre, en ajoutant 7 gouttes d'indicateur Z, on ferme le tube puis on le secoue. Après 5 minutes, on ajoute 7 gouttes d'ammoniac concentré, on ferme le tube et on agite de nouveau jusqu'à l'apparition d'une couleur jaune instantanément.

On règle le multi-paramètre additionné au photopod sur le dosage de nitrite. Ensuite, on remplit un tube à essai en verre avec de l'eau à analyser sans réactif (comme blanc), remettre le capuchon et l'insérer dans le photopod.

On place le couvercle noir sur le tube et on appuyé sur la touche « zéro » pour tarer.

On retire le tube de blanc et on place le tube qui contient l'échantillon à analyser. On remet le couvercle et on appuyé sur la touche mesure.

2.6.2. Azote ammoniacal

Prendre 10 ml d'échantillon de l'eau à analyser dans un tube en verre, ajouter 6 gouttes de réactif sel de seignette. Fermer le tube et agiter. Ensuite, Ajouter 5 gouttes de réactif nessler fermer et secouer de nouveau, attendre 5 minutes puis procéder à la mesure.

2.6.3. Phosphore

Avec une seringue on prend 10 ml d'eau qu'on veut analyser dans un tube à essai, on ajoute 8 gouttes de réactif phosphate 1, on le ferme puis on le secoue. Ensuite, On ajoute 8 gouttes de réactif de phosphate 2, puis on ferme le tube et on attend 10 min pour procéder la mesure.

NB : tous les réactifs utilisés dans les analyses chimiques sont achetés avec le multi-paramètre

2.7. Expérimentation sur poissons

Les alvins de Tilapia ont été fournis par la station de Harriza (Ain el Defla). Après leurs réceptions, les alvins ont été déposés dans les aquariums sans aucun aliment durant 48 heures avant le début de l'expérimentation.

2.7.1. Taux de nourrissage

Les deux aliments sont distribués manuellement aux poissons six fois par jour selon le programme suivant : 8h, 10h, 12h, 14h, 16h, 18h. (La RA est fractionnée en 6 repas)

2.7.2. Technique d'alimentation

La distribution de l'aliment a été faite manuellement, répandue à la surface de chaque aquarium

La ration alimentaire journalière est calculée après chaque pesée du poisson (change chaque 7 jours)

2.7.3. Ration alimentaire

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

$$Ra (g / j) = P_{moy} \times N \times Tn$$

Ra : ration alimentaire journalière

P_{moy} : poids moyen des poissons

Tn : nombre total d'individus

N : taux de nourrissage (37% dans la phase de pré-grossissement)

Tableau 18 : Quantités d'aliment distribuées aux poissons (g/j).

	17.05.2019	25.05.2019	02.06.2019	08.06.2019
A1-1	2,07	2,35	2,5	2,57
A1-2	2,25	1,94	2,04	2,13
A1-3	2,44	2,12	2,32	2,32
A2-1	2,48	2,23	2,3	2,4
A2-2	1,96	2,06	1,89	2,1
A2-3	2,33	1,84	1,85	1,91

2.7.4. Paramètres zootechniques

2.7.4.1. Croissance linéaire

Pour suivre de la croissance des Tilapias, des mesures des tailles des poissons sont effectuées à l'aide d'une règle

2.7.4.2. Croissance pondérale

La biométrie des poids est effectuée à l'aide d'une balance à précision.

2.7.4.3. Paramètres d'efficacité d'utilisation des aliments testés

Les paramètres d'efficacité d'utilisation des aliments testés ont calculées selon les formules suivantes :

a. Gain de poids relatif (%)

$$\frac{Pmf - Pmi}{Pmi} \times 100$$

P_m_f : Poids moyen final

P_m_i : Poids moyen initial

b. Gain Moyen Quotidien (GMQ)

Le gain moyen quotidien nous permet d'obtenir un indice de croissance journalier chez les poissons ayant fait l'objet de notre présente étude.

$$\frac{Pmf (g) - Pmi(g)}{\text{durée de l'expérience}(30 j)}$$

Pmf : Poids moyen final

Pmi : Poids moyen initial

c. Indice de conversion de l'aliment (IC)

$$IC = \frac{\text{Quantité d'alimentingérée rapportée à la matière sèche}}{\text{Biomasse produite}}$$

d. Taux de croissance spécifique (TCS) (% /J)

$$\frac{\ln(Pmf - Pmi)}{\text{Durée de l'expérience (30 j)}} \times 100$$

Pmf : Poids moyen final

Pmi : Poids moyen initial

e. Taux de survie (%)

$$\frac{NPf}{NPi} \times 100$$

NP_i : Nombre de poissons au début de l'expérience.

NP_f : Nombre de poissons à la fin de l'expérience.

2.8. Etude statistique :

Les résultats sont exprimés en moyenne ± écart-type. Les analyses statistiques sont réalisées à l'aide de logiciel XLSAT Version 2019. Pour cela, nous avons effectué une analyse de variance ANOVA, à un facteur, suivie du test Tukey et du test du Newman-Keuls pour les comparaisons multiples et la détermination des taux

Matériel et Méthodes

de signification. Les moyennes sont considérées comme significativement différentes pour une valeur de $p < 0,05$.

I. Identification des espèces

Pour l'identification botanique des espèces, on a procédé à une étude macroscopique pour observer les différentes parties des espèces à l'aide d'une loupe binoculaire. En plus, une étude microscopique à l'aide d'un microscope optique qui permet d'observer les caractéristiques morphologiques des thalles.

I.1. Espèce *Hypnea musciformis*

a. Examen macroscopique

L'étude macroscopique de l'algue récoltée *Hypnea musciformis* a présente une couleur rouge verdâtre. Le thalle est formé de filaments cylindriques, effilés aux extrémités, pouvant atteindre 40 cm de longueur (figure 22).

b. Examen microscopique

En coupe transversale, le thalle présente quelques assises de cellules corticales incolores à paroi épaisse. La medulla est formée par une cellule axiale entourée par des grandes cellules péricentrales (figure 23). L'extrémité de l'apex est uniaxiale (figure24)

I.2. Espèce *Stypocaulon scoparium*

a. Examen macroscopique

Cette algue est formée des touffes compactes de filaments de 5 à 15 cm de hauteur avec une couleur brun foncé. L'ensemble ressemble à un petit balai de branchages. Les axes principaux sont nets et ramifiés qui portent des ramules courts disposés régulièrement et alternativement des deux côtés de l'axe (figure 25).

b. Examen microscopique

La coupe transversale de thalle ayant des filaments constitués de segments successifs qui présentent une structure polystique. On note aussi, la présence d'une structure appelé sphacèle qui est une cellule caractéristique dans l'extrémité de rameau (figure 26).

I.3. Espèce *Ulva rigida*

a. Examen macroscopique

Elle se distingue par un thalle foliacé très mince en forme de feuille, de couleur vert brillant. Ce thalle présentant un stipe très court et rigide à la base (figure27).

b. Examen microscopique

La coupe transversale montrant une lame constituée de 2 couches de cellules superposées, carrée à rectangulaires étroitement disposées d'une manière ordonnée ou aléatoire (figure 28). Au niveau des marges dentelées, chaque dent est constituée de 3 à 7 cellules de forme arrondie (figure 29). Les cellules contiennent un seul noyau, sauf les cellules rhizoïdales parfois plurinucléées

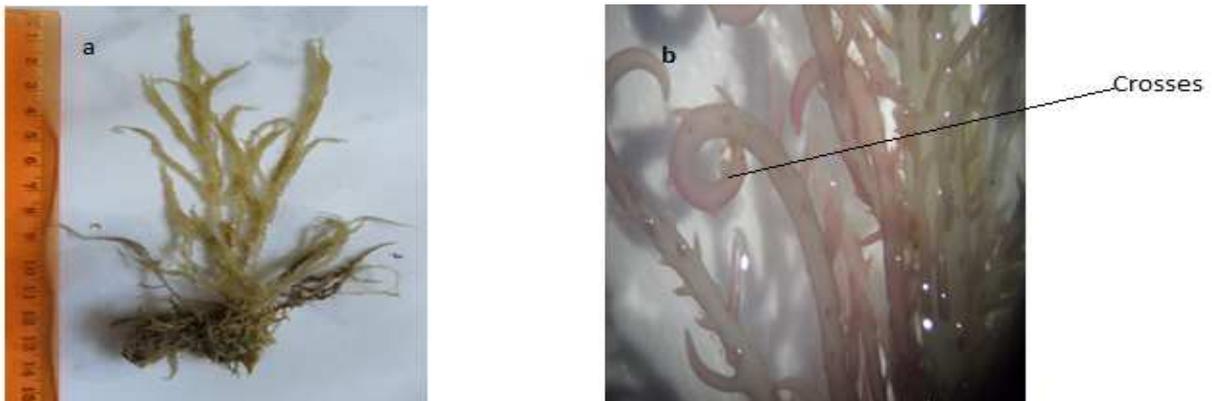


Figure 22:Aspect générale de l'*Hypnea musciformis*

(a.vu du plan, b. vu sous loupe binoculaire)

Résultats

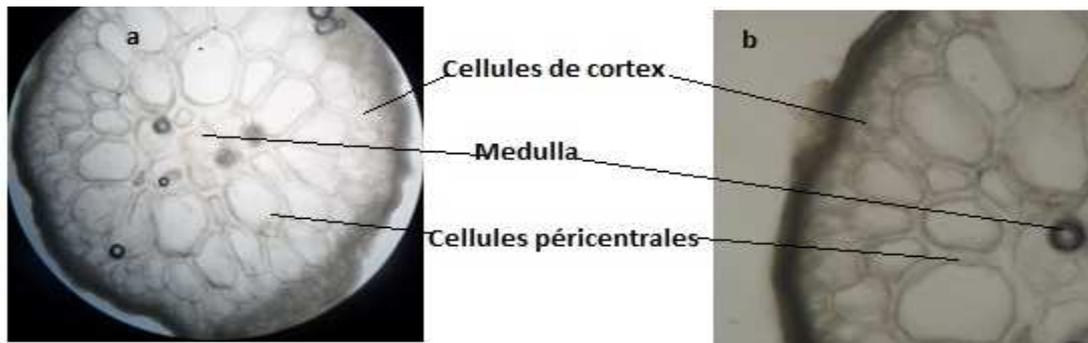


Figure 23 : Coupe transversale au niveau du thalle de l'*Hypnea musciformis* au microscope photonique (a. GX100, b. GX400)

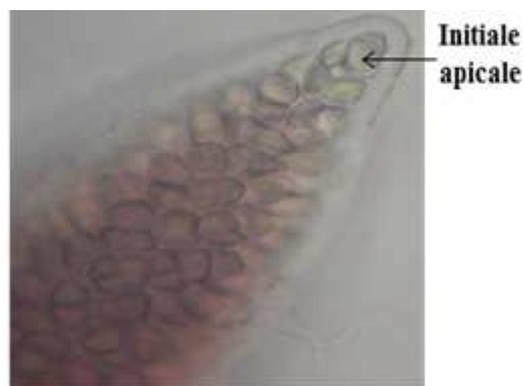


Figure 24 : Extrémité apicale de l'*Hypnea musciformis* vue au microscope photonique (GX 100).



Figure 25 : Aspect générale de *Stypocaulon scoparium*

(a. Vu du plan, b. vu sous loupe binoculaire)

Résultats

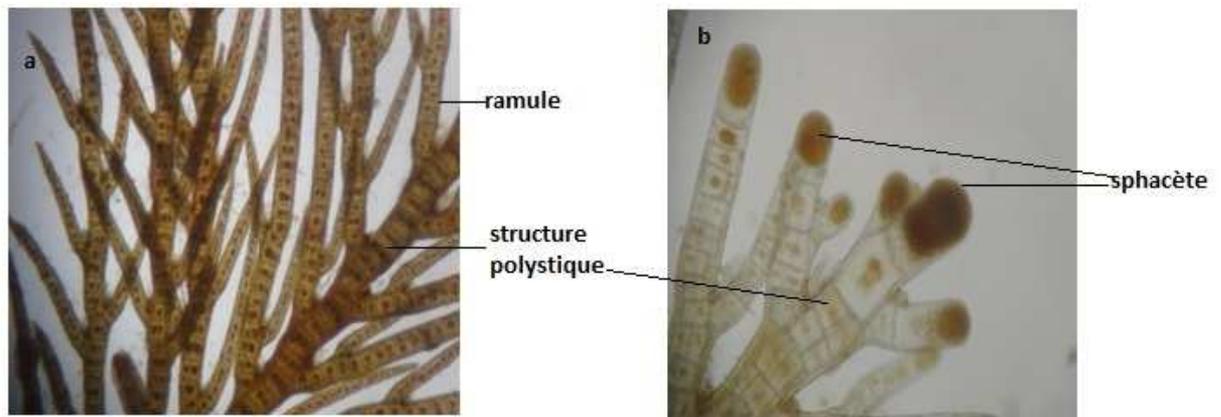


Figure 26 : Aspect de détail de rameau du thalle de *Stypocaulon scoparium* au microscope photonique (a. GX100, b. GX400)



Figure 27 : Aspect générale d'*Ulva rigida* vu du plan

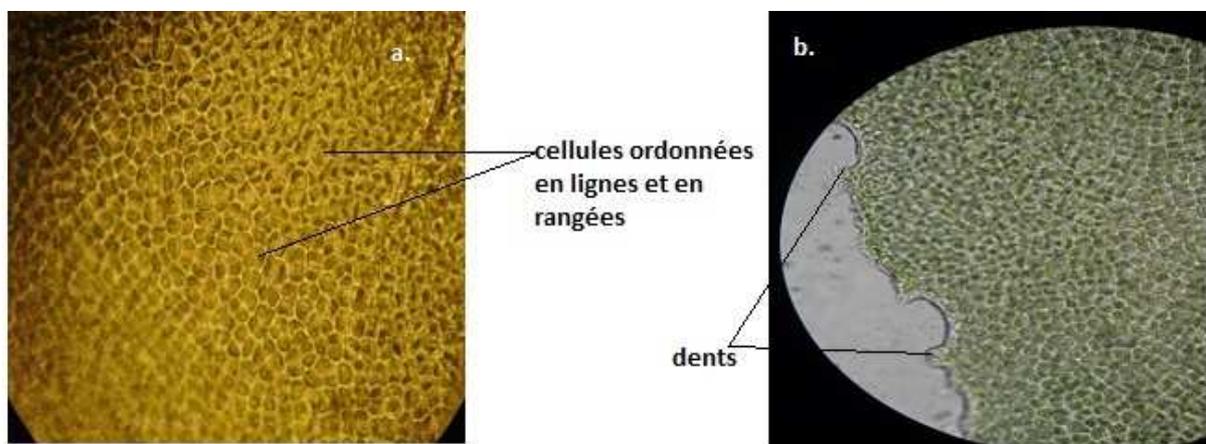


Figure 28 : Vue superficielle du thalle d'*Ulva rigida* à la loupe binoculaire

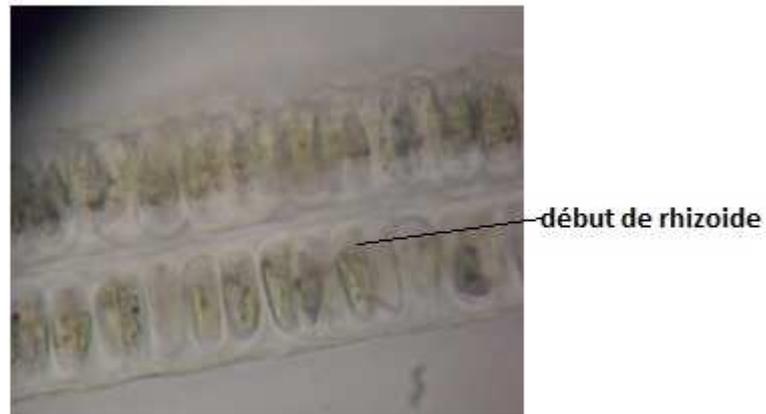


Figure 29 : Coupe transversale au niveau du thalle d'*Ulva rigida* au microscope photonique (GX400)

II. Dosages biochimiques des ingrédients

II.1. Dosage de protéine :

Le taux de protéine au niveau des matières premières incorporées dans l'aliment de poisson est un élément très important nécessite une analyse avant la formulation. La première partie de notre travail est basée sur le dosage de protéine par la méthode de Lowry. Les résultats obtenus sont présentés dans la figure 30.

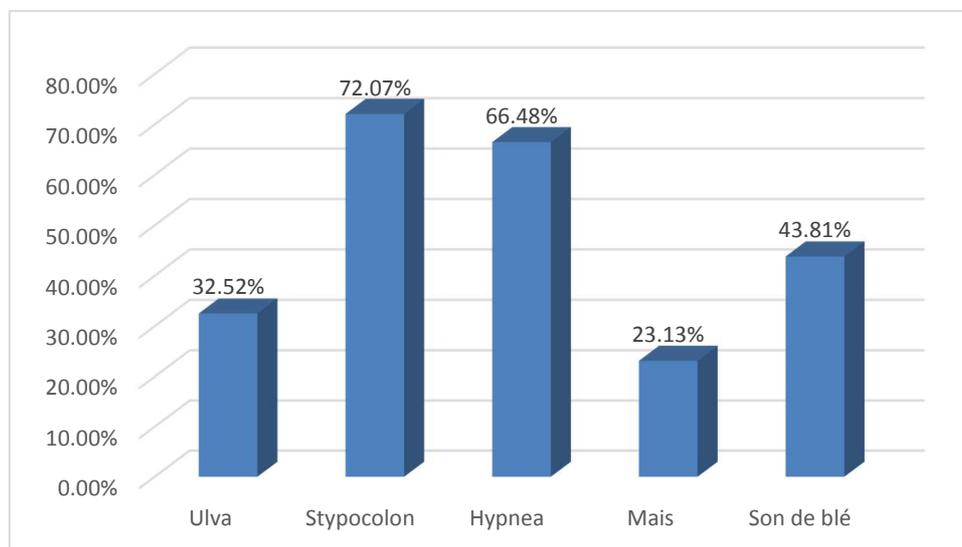


Figure 30 : Moyenne des teneurs en protéines des ingrédients utilisés.

Les résultats obtenus ont montré que l'algue brune *Stypocaulon* présente le pourcentage le plus élevé de protéines (72,07%) suivie par l'algue rouge *Hypnea*

Résultats

(66,48%). En plus, le son de blé et la troisième algue verte étudiée *Ulva* ont présenté des pourcentages moindres (43,81% et 32,52% respectivement). Alors que le pourcentage le plus faible a été enregistré dans le Maïs avec 23,13%.

Donc, le choix de l'algue qu'elle d'être incorporée dans l'aliment de poisson sera celle qui contient un pourcentage élevé de protéine c'est-à-dire l'algue brune *Stypocaulon*.

II.2. dosage de Glucide :

Le deuxième paramètre a dosé c'est les glucides. Le taux de carbohydrate est analysé par la méthode de l'Anthrone. Les résultats obtenus sont présentés dans la figure 31.

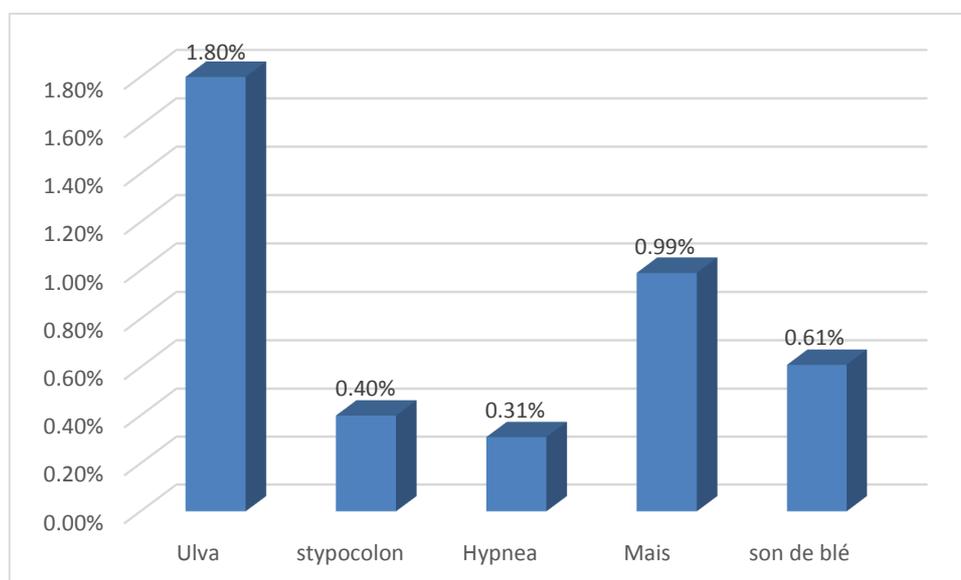


Figure 31 : Moyenne des teneurs en glucides des ingrédients utilisés.

Les résultats obtenus montrent que le taux de glucides le plus élevé est enregistré chez *Ulva* à 1,8% suivi par le Maïs, son de blé, *Stypocaulon* et *Hypnea* à des taux de 0,99%, 0,61%, 0,40% et 0,31% respectivement.

II.3. dosage de Lipide :

La matière grasse ou lipide c'est la source de l'énergie pour les poissons. Le dosage de lipides présente donc un élément important dans l'évaluation de la qualité

Résultats

d'aliment fabriqué. Les résultats de dosage par la méthode de sulfo-phospho-vanilline sont illustrés dans la figure 32

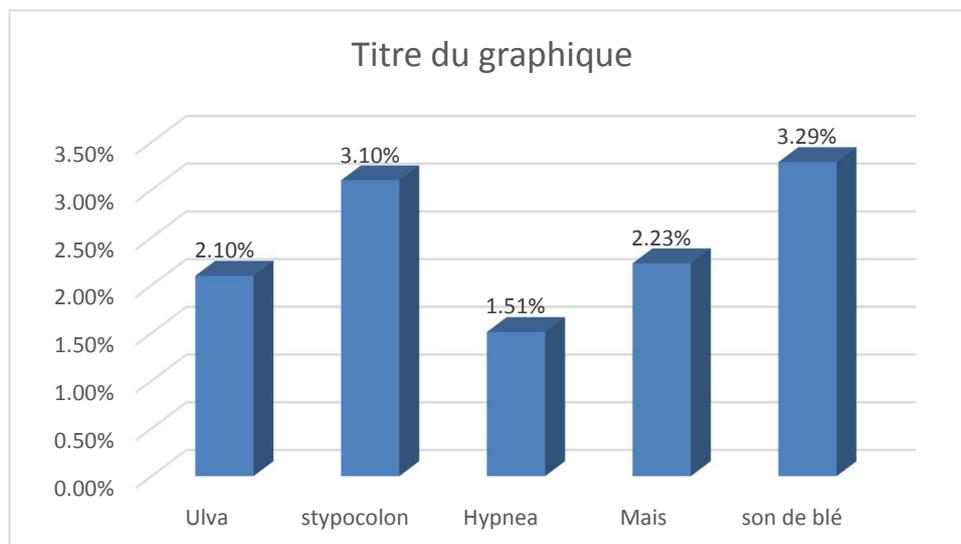


Figure 32 : Moyenne des teneurs en lipides des ingrédients utilisés.

Les résultats illustrés ont montré des concentrations variantes d'une matière première à l'autre. Le taux le plus faible est enregistré dans l'Hypnea (1,51%) suivi par Ulva et le Maïs (2,10% et 2,23%) respectivement. alors la valeur la plus élevée est dans le son de Blé 3,29%.

II.4. Analyse biochimique d'aliment avant l'expérimentation :

L'analyse biochimique des taux de protéines, lipides et glucides pour l'aliment fabriqué et aliment importé est une étape importance pour savoir mieux si notre aliment va satisfaire les besoins alimentaires des alevins. Les résultats obtenus sont illustrés dans le tableau 19 :

Tableau 19 : analyse biochimique d'aliment fabriqué et aliment importé.

	Aliment fabriqué	Aliment importé
Protéines	37,65%	37%
Lipides	3,47%	6%
Glucides	3,1 %	2,3%

Résultats

Les résultats obtenus montrent que le taux de protéines dans les deux aliments fabriqué et importé est presque identique (37,65 % et 37% respectivement). Alors que, l'aliment importé contient un pourcentage élevé de lipide (6%) par rapport à l'aliment fabriqué (3,47%). Le 3^{ème} ingrédient analysé, glucide, a présenté un taux élevé dans l'aliment fabriqué (3,1%).

II.5. Composition biochimique des ingrédients :

Les teneurs en composés chimiques (protéines, lipides et glucides) obtenues suite aux différentes analyses réalisées chez les ingrédients constituant de l'aliment sont exprimés en pourcentage de la masse sèche. Les résultats sont reportés sur tableau 20 :

Tableau 20 : Teneurs moyennes des composés biochimiques des ingrédients

	Ulva	Stypocolon	Hypnea	Mais	son de blé
glucides	1,80%	0,40%	0,31%	0,99%	0,61%
lipides	2,10%	3,10%	1,51%	2,23%	3,29%
protéines	32,52%	72,07%	66,48%	23,13%	43,81%

Le tableau montre des taux des composés biochimique des matières premières incorporées dans l'aliment fabriqué (A1) qui semble satisfaire les besoins d'*Oreochromis niloticus*. Les teneurs glucidiques sont entre (0,3 et 1,8 %). Le taux le plus élevé des glucides trouvé chez *Ulva*.

Les teneurs de lipides sont entre 1,51 et 3,10% comme valeur maximale. Alors que, les teneurs en protéines des ingrédients variant de 30 à 70% sauf le maïs où sa teneur en protéine est faible (23,13 %). Le taux le plus élevé a été enregistré chez l'algue *Stypocaulon scoparium*. Par conséquent, cette algue va être incorporée dans la formulation d'aliment à tester.

Résultats

III. Paramètres physico-chimiques de l'eau d'élevage

III.1. Paramètres physiques

III.1.1. Salinité

Les Valeurs de la salinité enregistrée au niveau des six aquariums sont indiquées dans le tableau 21 (annexes). La figure 33 montre les variations de la salinité pendant un mois de l'expérimentation.

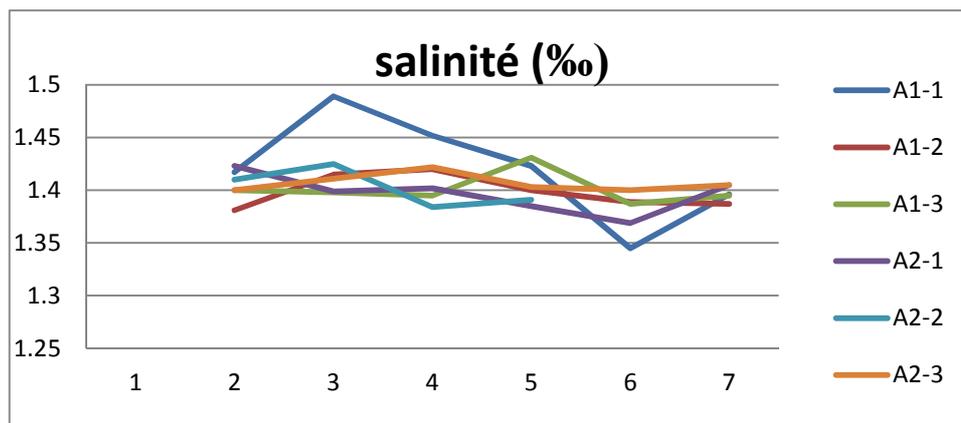


Figure 33 : Variations de la salinité de l'eau des six aquariums

Les valeurs de la salinité obtenue durant toute la durée d'expérimentation dans les six aquariums sont de l'ordre de 1,34 et 1,49. Ces résultats ont été appuyés par l'analyse de variance au risque $\alpha = 0,05\%$. La comparaison des valeurs deux à deux soit par le test de Tukey soit par le test de Newman et Keuls a montré qu'il n'y a pas de différence significative entre le taux de salinité pour les 6 aquariums.

III.1.2. Potentiel d'hydrogène (pH)

Le Tilapia du Nil présente une capacité de survie dans des milieux de pH extrêmes. Durant notre expérimentation la surveillance de pH a été deux fois par semaines. Les résultats obtenus sont indiqués dans le tableau 22 (annexes), et illustrés dans la figure 34.

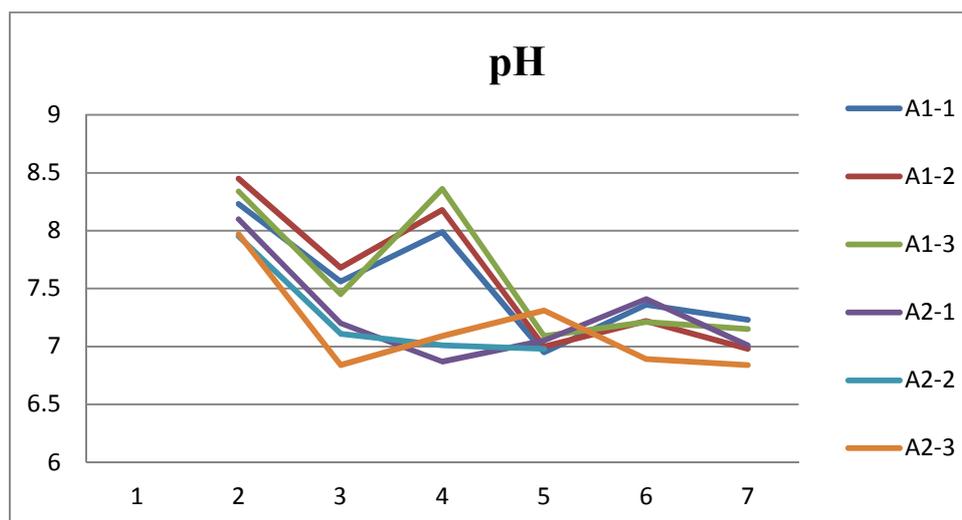


Figure 34: Variations du pH de l'eau des six aquariums

D'après la figure, pendant les deux premières semaines de l'expérience, le pH de l'eau des six aquariums a diminué de 8,45 à 6,82. Puis, la valeur a resté à proximité jusqu'à la fin d'expérimentation. Cette variation de pH a révélé aussi qu'il n'y a pas une différence significative pour les deux aliments par le test statistique ANOVA suivies tests de Tukey et Newman et Keuls.

III.1.3. Oxygène dissous

Les teneurs en oxygène dissous mesurées dans les six aquariums se situent dans l'intervalle des valeurs recommandées pour la pisciculture et sont mentionnées dans le tableau 23 (en annexes) et lesquelles sont illustrées dans la figure 35.

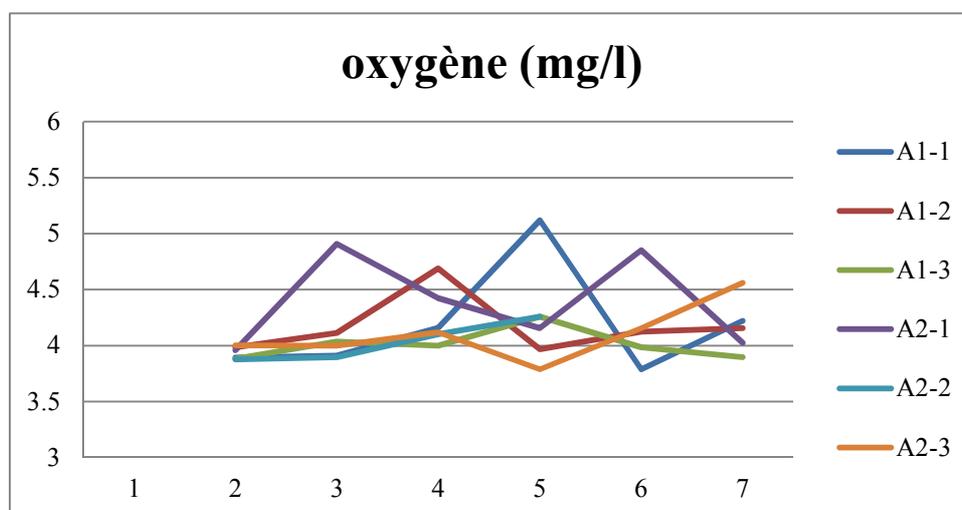


Figure 35 : Variation des teneurs d'Oxygène dans les six aquariums

Résultats

Le taux moyen d'oxygène enregistré est de 5,12 et 3,78 mg/l respectivement pour les deux aliments. Ces résultats ont été soutenus par l'analyse de variance au risque $\alpha = 0.05\%$. La comparaison des valeurs par paires soit par le test de Tukey soit par le test de Newman et Keuls a montré qu'il n'y a pas de différence significative entre le taux de salinité pour les 6 aquariums.

III.1.4. Conductivité

Les valeurs de la conductivité électrique enregistrées dans les six aquariums sont représentées dans le tableau 24 (Annexes) et lesquelles sont illustrées dans la figure 36.

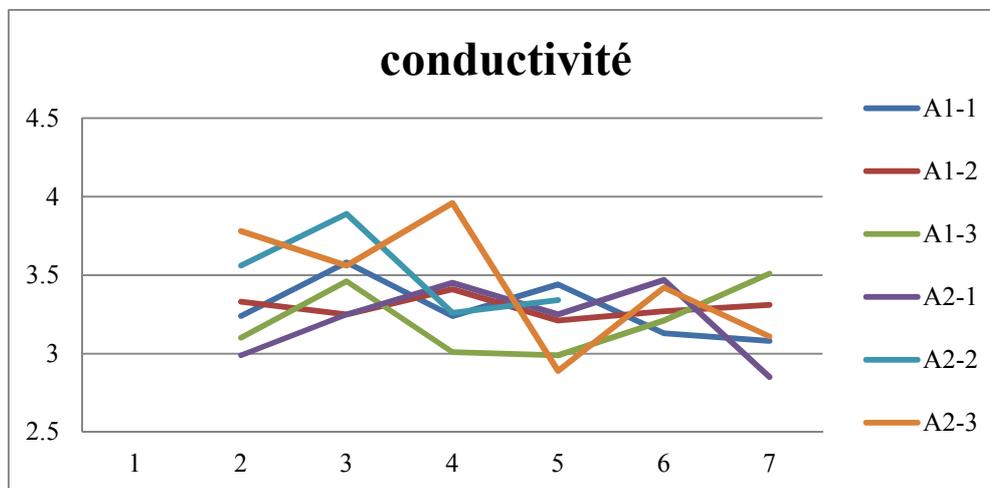


Figure 36 : Variations de la conductivité dans les six aquariums

Durant toute la période de notre travail, les valeurs de conductivité des six aquariums s'évaluent entre une valeur minimale de 2,85 et une valeur maximale de 3,96. Ces mesures ne présentent aucune différence significative prouvée par les analyses statistiques.

III.1.5. Température

Les valeurs de température enregistrées durant l'expérimentation dans les six aquariums sont indiquées dans le tableau 25 (annexes) et lesquelles sont illustrées dans la figure 37.

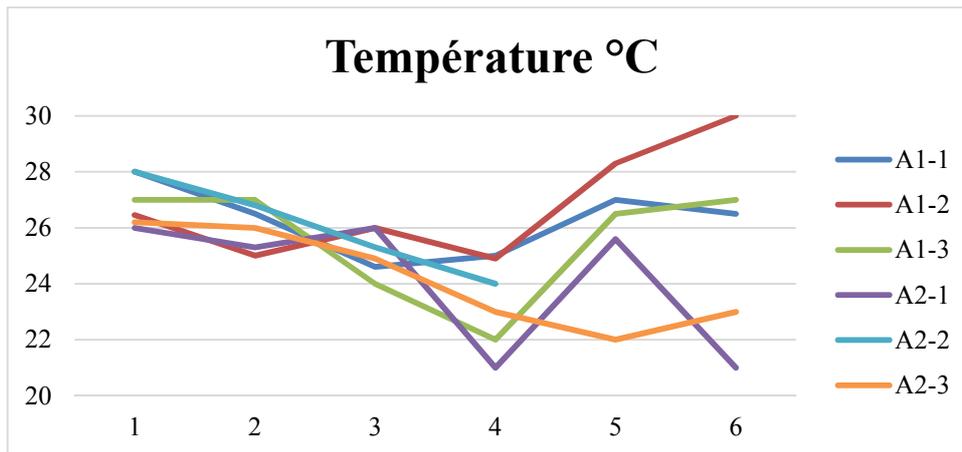


Figure 37 : variation de la température dans les six aquariums

La température de l'eau prélevée pour les six aquariums s'étend sur une plage de 21°C minimum à 30°C maximum. Bien que, cette fluctuation semble élevée mais les tests statistiques ont montré qu'il n'y a pas une différence significative entre les six aquariums

III.2. Paramètres chimiques

III.2.1. Nitrites

Les taux de nitrites enregistrés dans les six aquariums durant notre expérimentation sont notés dans le tableau 26 (en annexes) et lesquels sont illustrés dans la figure 38.

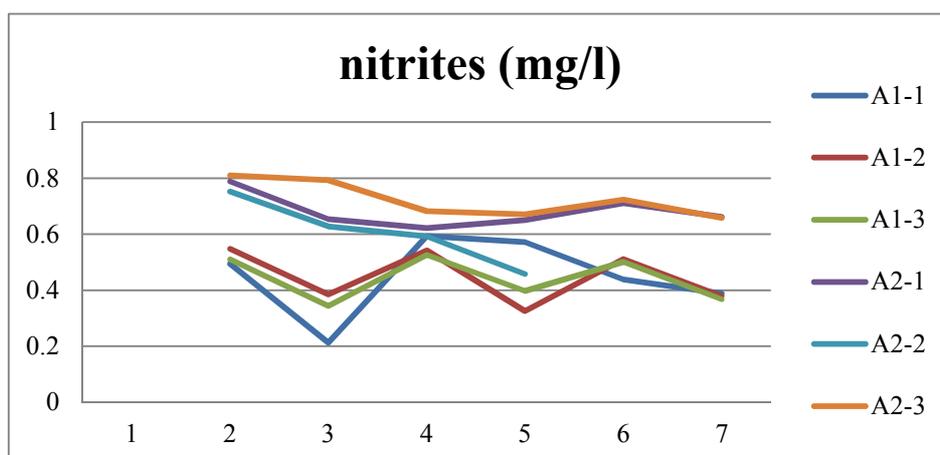


Figure 38 : les taux moyens de nitrites enregistrés dans les six aquariums

Résultats

Les courbes exprimant les variations des taux de nitrites qui s'étalent entre une valeur minimale de 0,2 mg/l et une valeur maximale de 0,8 mg/l. Pour les résultats d'aliment fabriqué et importé ont présente une différence nettement significative avec des valeurs plus élevés constatent dans l'aliment importé par rapport à l'aliment fabriqué. Cette différence a été démontrée par le test d'ANOVA où la différence est significative à un seuil de risque $\alpha = 0,05\%$. Le test de Tukey ainsi que de Newman et Keuls, fait apparaitre 2 groupes homogènes (Tableau 27)

Tableau 27 : Synthèse des comparaisons multiples par paires par les tests de Tukey et Newman/Keuls pour le Nitrite

Modalité	Moyennes estimées(0,495)	Groupes	
a23	0,723	A	
a21	0,682	A	
a22	0,598	A	B
a12	0,449		B
a11	0,441		B
a13	0,441		B

*a11, a12, a13 = aliment fabriqué

*a21, a22, a23 = aliment importé

III.2.2. Phosphore

Les taux moyens du phosphore enregistrés dans les six aquariums sont reportés dans le tableau 28 (en annexes) et lesquels sont illustrés dans la figure 39.

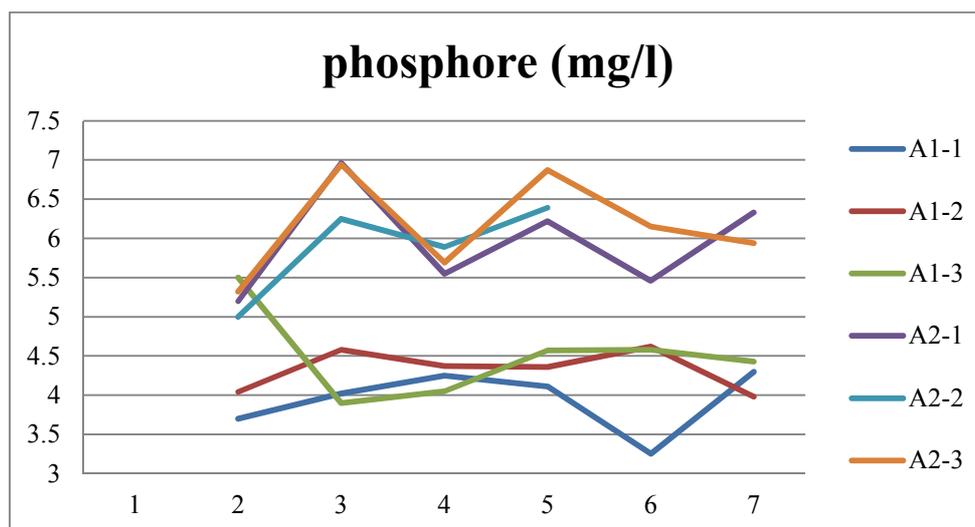


Figure 39 : les taux moyens du phosphore enregistrés dans les six aquariums

La figure montre que les fluctuations des teneurs en phosphore durant l'expérimentation ont présentés des valeurs différentes d'un aliment à l'autre. Ces valeurs allant de 3 à 4,5 mg/l pour l'aliment fabriqué et de 5 à 7 mg/l pour l'aliment importé. L'analyse de variance effectuée révèle une différence significative qui fait apparaitre 2 groupes par les tests Tukey et Newman et Keuls (tableau 29)

Tableau 29 : Synthèse des comparaisons multiples par paires par les tests de Tukey et Newman/ Keuls pour le Phosphore

Modalité	Moyennes estimées(3,7)	Groupes	
a23	6,152	A	
a22	5,990	A	
a21	5,953	A	
a13	4,505		B
a12	4,325		B
a11	3,986		B

III.2.3. Azote

Les teneurs moyennes en azote enregistrées dans les six aquariums sont consignées dans le tableau 30 (en annexes) et lesquelles sont illustrées dans la figure 40.

Résultats

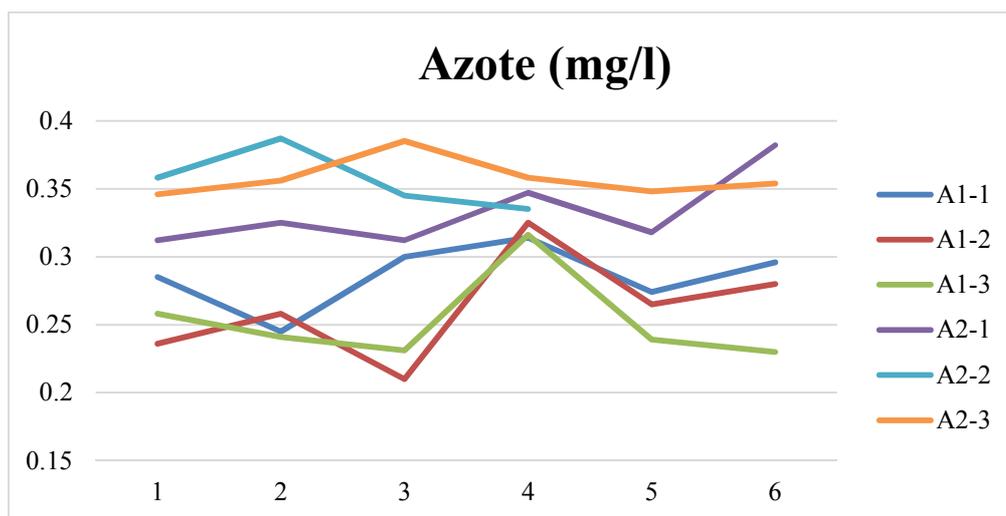


Figure 40 : variations des teneurs moyennes en azote dans les six aquariums.

Les courbes montrent les variations d'Azote ammoniacal des six aquariums durant l'expérimentation, les valeurs sont avoisinantes, varient 0,21 mg/l comme valeur minimale et 0,385 mg/l. Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées dans les 3 aquariums où les alvins se nourrissent avec l'aliment d'importation avec une moyenne de 0,372 mg/l contre 0,266 mg/l dans les aquariums nourris par l'aliment fabriqué.

L'analyse statistique nous permet de dire que la variance présente une action significative entre les concentrations des deux types d'aliment. Selon les tests de Tukey et Newman/Keuls, deux groupes homogènes se dégagent (tableau 31).

Tableau 31 : Synthèse des comparaisons multiples par paires par les tests de Tukey et Newman/Keuls pour l'Azote.

Modalité	Moyennes estimées(0,285)	Groupes	
a23	0,358	A	
a22	0,355	A	
a21	0,333	A	
a11	0,286		B
a12	0,262		B
a13	0,253		B

*a11, a12, a13 = aliment fabriqué

Résultats

*a21, a22, a23 = aliment importé

IV. Performances zootechniques :

IV.1. Croissance pondérale :

La surveillance de l'expérimentation des deux aliments a été interprétée par le contrôle de poids des poissons dans les six aquariums. La prise de poids a été effectuée chaque semaine.

IV.1.1. Aliment fabriqué

Les valeurs moyennes obtenues sont présentés dans la figure 41.

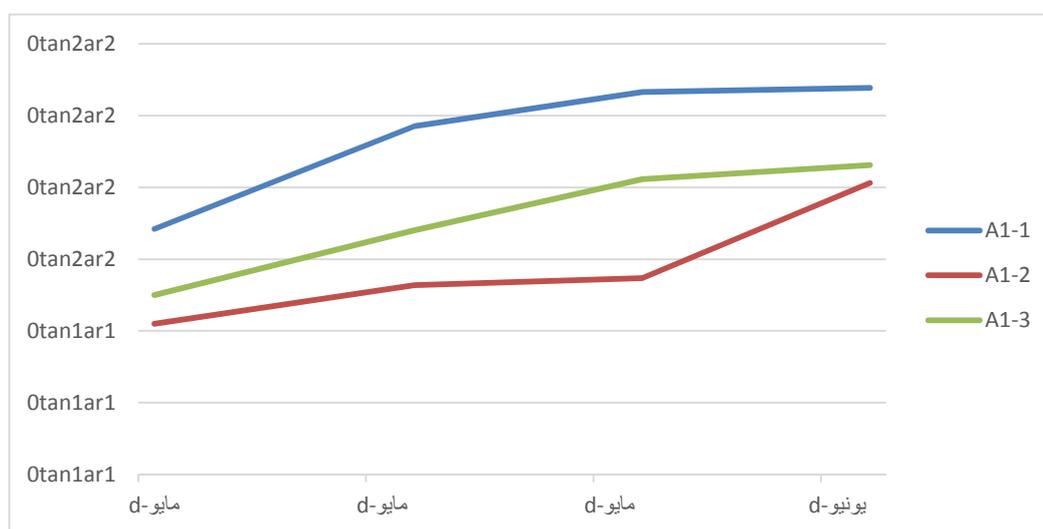


Figure 41 : Evolution du poids moyen d'*Oreochromis* nourris à l'aliment fabriqué.

La courbe d'évolution du poids moyen de *Tilapia* suit une évolution presque similaire dans les 4 semaines d'expérimentation pour les 3 aquariums fabriqués. L'étude statistique par l'analyse de variance a montré qu'il y a une différence significative entre les 3 aquariums. L'aquarium 1 présente le poids le plus élevé (2,53 g) suivi par les aquariums 3 et 2 avec un poids moyen de 2,21 g et 2,08 respectivement. Ainsi que, les tests de Tukey et Newman-Keuls ont présentés deux groupes homogènes (tableau 32).

Résultats

Tableau 32 : synthèse des comparaisons multiples par paires par les tests de Tukey et Newman/ Keuls pour aliment fabriqué.

Modalité	Moyennes estimées(2,184)	Groupes	
a11	2,538	A	
a13	2,216		B
a12	2,077		B

IV.1.2. Aliment importé :

L'étude de l'aliment importé a été effectuée sur 3 aquariums dans les mêmes conditions que l'aliment fabriqué. Les résultats obtenus sont présentés sur la figure 42.

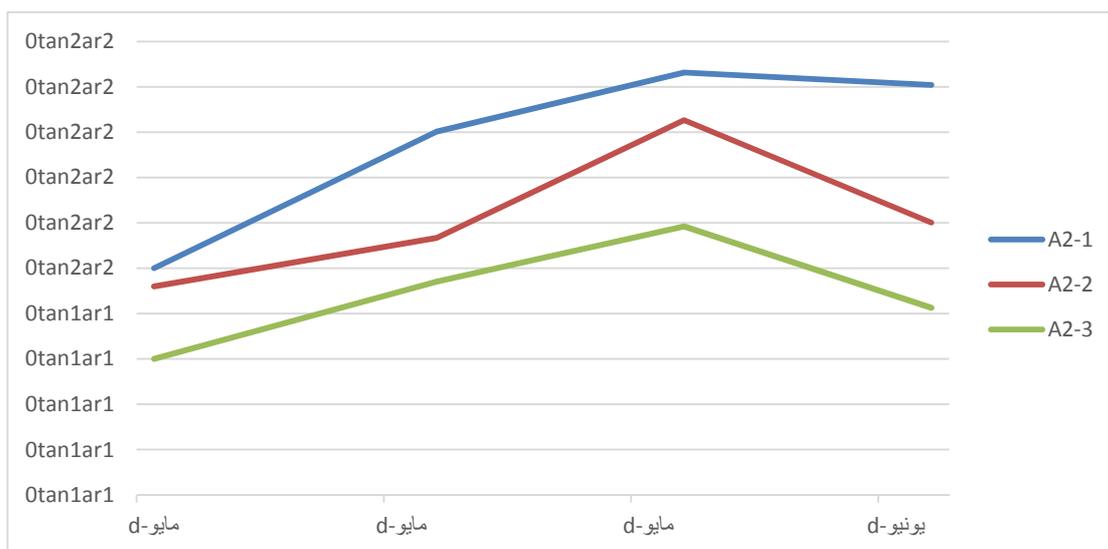


Figure 42 : Evolution du poids moyen d'*Oreochromis* nourris à l'aliment A2.

La figure montre que le poids moyen de Tilapia suit la même tendance dans les trois aquariums puis diminue significativement dans la 3^{ème} semaine d'expérience beaucoup plus dans le cas des aquariums 2 et 3. Les études statistiques par l'analyse de variance ont présentées une différence significative entre les 3 aquariums nourris par l'aliment fabriqué. La moyenne du poids la plus élevée est enregistrée dans l'aquarium 1 (2,4g) et le poids le plus faible dans l'aquarium 3 (1,94

Résultats

g). En plus le test de Tukey et Newman-Keuls ont révélés la présence de deux groupes homogènes (tableau 33).

Tableau 33 : synthèse des comparaisons multiples par paires par le test de Tukey pour l'aliment importé.

Modalité	Moyennes estimées(2)	Groupes	
a21	2,379	A	
a22	2,114	A	B
a23	1,944		B

Tableau 34 : synthèse des comparaisons multiples par paires par le test de Newman-Keuls pour l'aliment importé.

Modalité	Moyennes estimées(2)	Groupes	
a21	2,379	A	
a22	2,114		B
a23	1,944		B

IV.1.3. Comparaison des deux aliments :

Le résultat de la comparaison des deux aliments testés est présenté dans la figure 43 et tableau 35. (Dans l'annexe).

Résultats

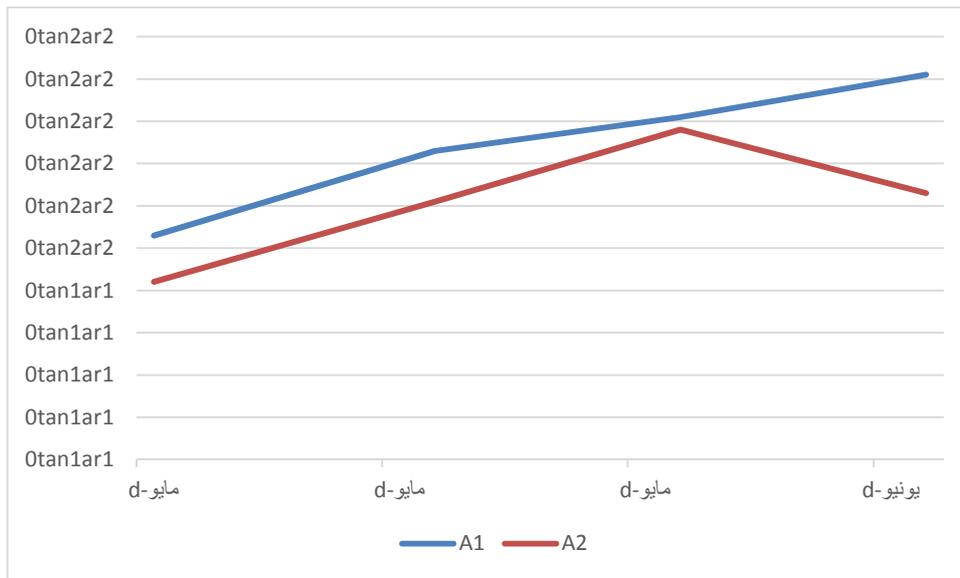


Figure 43 : Evolution du poids moyen de *Tilapia* nourris avec les deux aliments (Fabriqué (A1) et importé (A2)).

D'après l'observation de courbe de croissance de la figure, durant toute la période de nourrissage, la croissance des alevins de *Tilapia* est presque similaire quel que soit le régime alimentaire distribué avec un pic de 2,2 g et 2,3 g successivement pour A1 et A2. Ensuite, une diminution pour A2 dans la 4^{ème} semaine d'expérimentation. L'analyse de variance a montré qu'il n'y pas une différence significative entre les deux aliments sur le poids pondéral des alevins de *Tilapia*.

IV.2. Croissance linéaire :

Les tailles moyennes des six aquariums ont été mesurées au même temps lors de la prise de poids pour chaque individu. Les résultats obtenus sont présentés comme suite :

IV.2.1. Aliment fabriqué

Le résultat de la croissance linéaire par rapport l'aliment fabriqué est présenté dans la figure 44.

Résultats

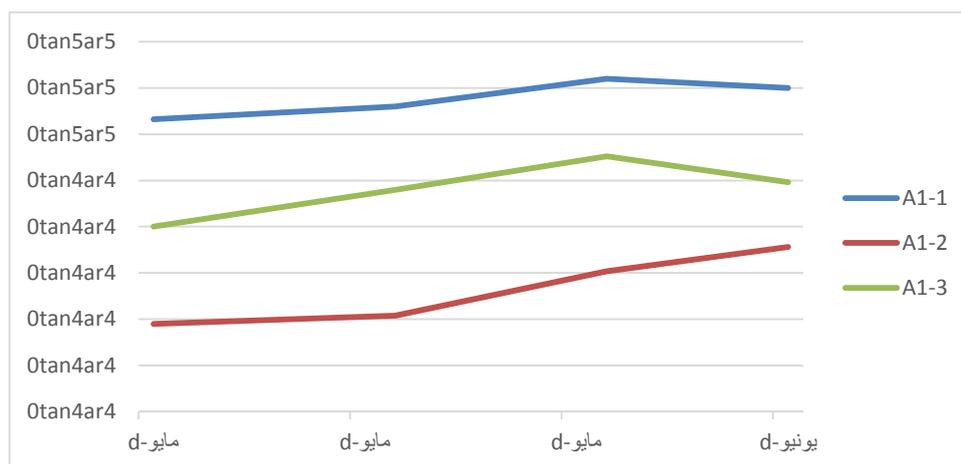


Figure 44 : Evolution de la taille moyenne de Tilapia nourris à l'aliment fabriqué.

Dans l'aliment fabriqué, nous avons révèlés que les poissons sont passés d'une taille moyenne d'environ 4,6cm à 5,1 cm au bout de 30 jours d'élevage pour les aquariums 1et 2 mais pour l'aquarium 3 on observe que l'augmentation est enregistrée qu'à partir de la 2^{ème} semaine de notre expérimentation. L'analyse de l'ANOVA à un risque de $\alpha=0,05$ a montré qu'il y a une différence entre la croissance des trois aquariums. Cette différence a divisé les alvins en trois groupes homogènes par les tests effectués.

Tableau 36 : synthèse des comparaisons multiples par paires par les tests de Tukey et Newman/ Keuls pour aliment fabriqué.

Modalité	Moyennes estimées	Erreur standard	Groupes		
a11	5,093	0,037	A		
a13	4,883	0,032		B	
a12	4,665	0,032			C

Résultats

IV.2.2. Aliment importé

Les résultats obtenus pour la taille des 3 aquariums alimentés par l'aliment importé sont illustrés dans la figure 45

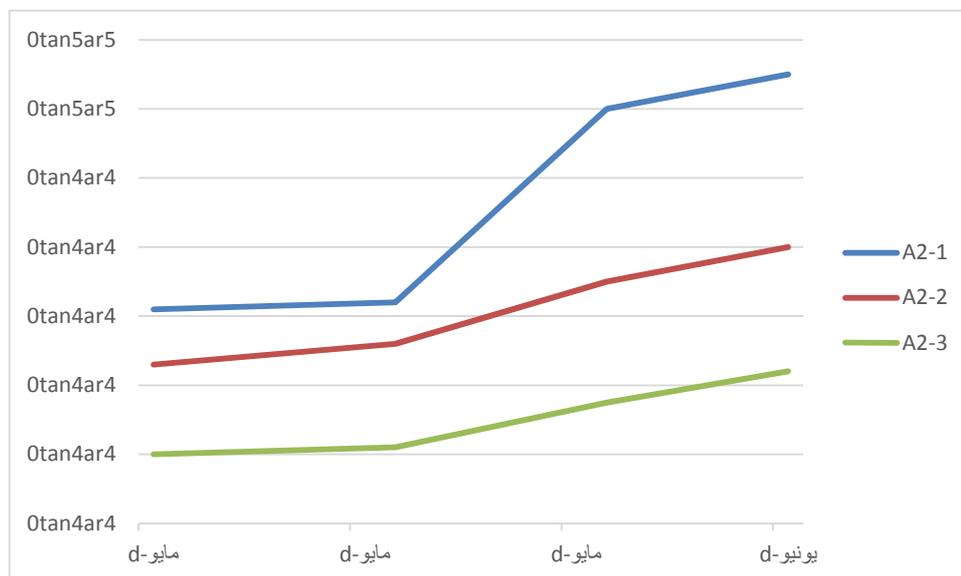


Figure 45 : Evolution de la taille moyenne de Tilapia nourris à l'aliment A2.

Dans cette figure, l'augmentation de la taille des alevins dans les 3 aquariums est croissante. Où, elle apparaisse importante dans l'aquarium 1 (5,45 cm). Cette remarque a été confirmée par l'étude statistique qui a montré qu'il y a une différence dans l'augmentation de la croissance linéaire. Ainsi que, il présente deux groupes homogènes (aquarium1 seul et les deux autres dans le même groupe)

Tableau 37 : synthèse des comparaisons multiples par paires par les tests de Tukey et Newman/ Keuls pour aliment importé.

Modalité	Moyennes estimées	Erreur standard	Groupes	
a21	4,927	0,063	A	
a22	4,703	0,054		B
a23	4,553	0,054		B

Résultats

IV.2.3. Comparaison des deux aliments :

Pour compléter cette étude, on doit comparer l'efficacité des deux aliments sur l'augmentation de la taille des alevins. Les résultats obtenus sont présentés dans la figure 46 et tableau 38.

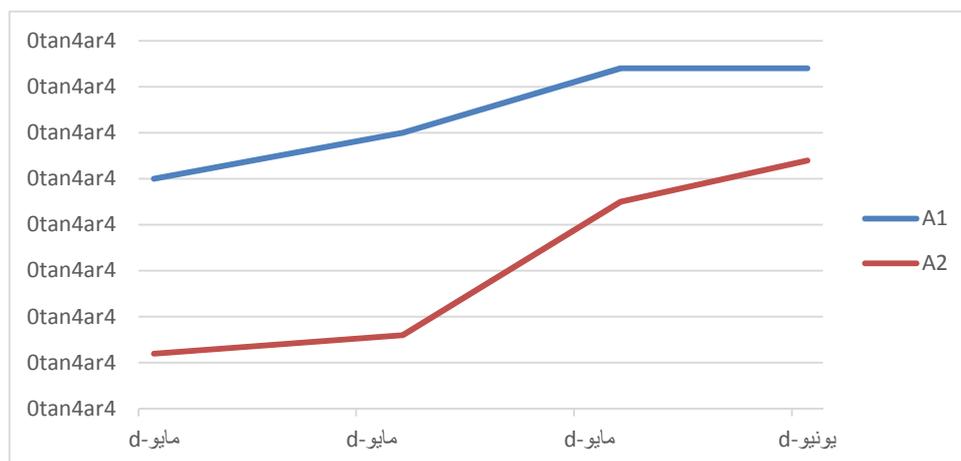


Figure 46 : Evolution de la taille moyenne de Tilapia nourris avec les deux aliments (fabriqué et importé).

Bien que, les figures présents de deux lignes séparés qui augmentent simultanées mais par de différence significative dans la croissance linéaire pour les deux aliments à un risque $\alpha = 0,05$.

IV.3. Paramètres d'efficacité d'utilisation des aliments :

L'efficacité des deux aliments fabriqué et importé est distingué à partir de calculer de certains paramètres. Ces derniers sont résumés dans le tableau 24 :

Tableau 39: Paramètres d'efficacité des deux aliments testés.

	Aliment fabriqué	Aliment importé
GPR (%)	18,83 ± 1.39	11,22 ± 7,79
GMQ	0.012 ± 0,0006	0,007 ± 0,005
IC	1,7 ± 0,17	4,01 ± 1,7
TCS (%/J)	6,81 ± 1,15	6,23 ± 1,52
TS (%)	97,33 ± 4,61	84 ± 6,92

Résultats

D'après le tableau, les meilleures performances obtenues sont celle illustrées chez les alevins qui nourrissent par l'aliment fabriqué par rapport à l'aliment importé.

L'identification des espèces étudiées a été réalisée sur la base de celle proposé par le guide **Feldmann et al., 1963**. Elle est complétée d'après plusieurs ouvrages et notamment ceux de **Feldmann et al., 1951; Krause, 1997 et John et al., 2011**. Les résultats obtenus dans notre étude macroscopique et microscopique sont proches de ceux mentionnés par les auteurs cités au-dessus ou on a mis en évidence la présence des structures spécifiques qui sont les critères fondamentales dans l'identification des espèces étudiées.

D'après **Laplace-Treytore et al., 2014**, les principaux critères d'identification sont des critères de morphologie au niveau de l'échantillon et/ou au niveau cellulaire : taille (longueur, largeur), couleur, forme (colonie, structure pariétale, plastes). L'emploi de préparations simples (colorant) ne sera nécessaire qu'occasionnellement pour confirmer le diagnostic.

Comparons les résultats obtenus avec les besoins théoriques et la valeur nutritionnelle théorique des alevins du Tilapia du Nil :

Les analyses biochimiques montrent que les teneurs en protéines des 2 aliments testés, qui sont de 37,65% et 37% pour aliment fabriqué et aliment importé respectivement, répondent aux besoins théoriques du Tilapia mentionnés par **Lazard, 2007** ; qui sont de 30 à 45%, selon le stade de développement du poisson. Dans notre expérimentation est la stade de pré-grossissement.

Quant aux teneurs en lipides, qui sont de 3,47 et 6% pour l'aliment fabriqué et aliment importé respectivement, elles répondent aux besoins théoriques du Tilapia mentionnés par le même auteur **Lazard, 2007** qui sont de 6 à 10%, selon le stade de développement du poisson pour l'aliment importé. Mais pour l'aliment fabriqué le pourcentage est faible et cela peut être dû à la quantité non suffisante de l'huile de soja incorporé.

Les teneurs de glucides ont montrée des valeurs variant de 3,1 % et 2,3 % pour l'aliment fabriqué et aliment importé respectivement. Ces pourcentages couvrent les besoins alimentaire du stade l'alevinage. D'après **Polakof et al 2012**, Les matières premières doivent être choisies de façon à limiter les quantités d'amidon dans la ration au-delà du seuil de 20% de la MS. En outre, l'ingestion d'amidon digestible au-

Discussion

delà d'un seuil de 20% de la ration provoque une hyperglycémie postprandiale persistante et des perturbations métaboliques souvent associées à une baisse du taux de croissance chez les poissons (**Enes et al 2011, Panserat et al 2013**).

En récapitulant, du point de vue des résultats d'analyses biochimiques, il y avait pas de différence entre aliment fabriqué et aliment importé et tous les tests étaient conformes aux normes considérées ; exception pour la valeur nutritionnelle lipidique de *Tilapia* alimentés avec aliment fabriqué.

Concernant la qualité de l'eau des six aquariums, elle est comprise dans la gamme de valeurs optimales recommandées.

La mesure des températures de l'eau est (entre 22 à 30°C avec une moyenne de $26,20 \pm 1,79^\circ\text{C}$ pour aliment fabriqué, et entre 21 à 28°C avec une moyenne de $24,77 \pm 2,09^\circ\text{C}$ pour aliment importé) sont correspondantes à celles rapportées par **Balarin et Halton (1979) (14 à 33°C)**. Par ailleurs, **Malcolm et al. (2000)** ont trouvé qu'une température comprise entre 26 et 28°C est optimale pour la croissance des *Tilapia*s.

Les variations du pH des six aquariums (6,8-8,3) se situent dans l'intervalle de limites pour la croissance de *Tilapia* (5-11) d'après **Malcolm et al. (2000)**. En effet, une croissance optimale du *Tilapia* est obtenue à pH compris entre 8 et 11 (**Beveridge et al. 2000**).

Les concentrations en nitrites varient entre 0,3 à 0,5 mg/l avec une moyenne de $0,44 \pm 0,11$ pour aliment fabriqué et 0,4 à 0,7 mg/l avec une moyenne de $0,67 \pm 0,08$ pour aliment importé, alors ces valeurs sont en dessous de la limite de pollution recommandées pour la survie des *Tilapia*s d'après **Beveridge et al. (2000)**. Les deux aliments résistent mieux dans l'eau ce qui a engendré une moindre dégradation, alors moins d'ions de nitrites.

Au regard des valeurs obtenues pour survie, il ressort que nous n'avons pas enregistré des problèmes majeurs au niveau de la mortalité ; le pourcentage de survie se situant au-dessus de 97% durant notre expérimentation, les quelques morts dénombrés au cours de l'expérience ne semblent pas être liés à l'alimentation car les décès survenaient un, deux ou trois jours après manipulation. Ou à la suite de

Discussion

blessures infligées par les martins pêcheurs. La mortalité serait donc due peut être au stress de manipulation et à la prédation.

Pour la durée totale de l'expérience, les survies moyennes varient de $97,33 \pm 4,61$ à $84 \pm 6,92\%$. On note de différences significatives en ce qui concerne les survies des animaux nourris avec les différents régimes. Le taux de survie de 90% étant généralement admis en élevage, (**Lazard, 2007**) et ceux obtenus se situant au-dessus, nous pouvons donc considérer que nos résultats se situent dans la norme admise.

Au regard des valeurs obtenues pour l'ingestion et efficacité alimentaire, l'ingéré volontaire présente une différence significative au niveau de la consommation des aliments. En apparence, l'aliment importé testé présente de caractère répulsif (inappétence), par contre l'aliment fabriqué attractant les poissons beaucoup plus que l'aliment importé. Ceci semble dû à l'odeur de l'algue *Stypocaulon scoparium*, ingrédient à effet attractant d'origine marine présent dans l'aliment fabriqué. Selon (**Guillaum. 1999**), les attractants jouent un rôle majeur chez les espèces dont le comportement alimentaire repose d'avantage sur l'olfaction que sur la vision.

Après 30 jours de nourrissage, les deux régimes ont enregistré un gain de poids inférieur à 1%. Cette valeur peut être augmentée si on allongé plus la durée de l'expérimentation. Le taux de croissance spécifique (TCS) montre que les deux régimes ne présentent pas de différence significative.

D'après l'observation des courbes de croissance durant toute la période de nourrissage, la croissance des alevins de Tilapia est presque similaire quelque soit le régime distribué. A partir de 2^{ème} semaine de nourrissage, la croissance des poissons commence à varier en montrant que les Tilapia nourris avec les deux régimes aliment fabriqué et aliment importé ont eu une croissance plus importante par rapport à la 1^{ère} semaine, cela est dû peut être à l'adaptation des alevins avec les nouvelles conditions et les nouveau régimes alimentaires.

Cependant, il existe une légère dispersion non remarquable en terme de variance factorielle enregistrée au début de l'expérience, cette dernière est due au stress subi par les alevins du Tilapia.

Discussion

On peut conclure quel que soit le choix de type d'aliment (aliment fabriqué et aliment importé) distribué, les alevins mis dans les six aquariums se sont développés au même rythme.

Conclusion

Le présent travail constitue une contribution à l'étude de l'élevage du Tilapia du Nil "*Oreochromis niloticus*" dans les eaux douces en Algérie. Cette étude s'est impliquée dans la formulation d'aliment à base d'une source végétale qui est les macroalgues marines qui peuvent représenter une excellente source nutritionnelle pour les différents stades d'élevage des poissons. En effet, l'objectif majeur poursuivi par cette étude était de valoriser les matières d'origine végétale. Ceci pour substituer les farines et huiles de poisson.

Le régime expérimentale que nous avons adopté est formulé à base de la macroalgue brune *Stypocaulonscoparium* qui a présenté le taux le plus élevé en protéines (72,03%), son de blé, maïs et des composés minéral et vitaminiques qui répondant aux besoins réel des alevins au stade de pré-grossissement (37%). Ce taux est confirmé par les analyses biochimiques.

L'analyse de l'évolution des paramètres physico-chimiques du milieu d'élevage mesurés *insitu* (température, oxygène, conductivité, salinité et pH) ainsi que des nutriments (nitrites, ammonium et phosphore) montre que les valeurs mesurées sont bien dans les intervalles recommandés pour l'élevage de Tilapia du Nil.

Au vu des performances de croissance, de l'indice de consommation et le GMQ moyen, si l'on privilégie la réduction des coûts de production plutôt que l'obtention de performances maximales, nous pouvons, dans l'état actuel des connaissances, considérer le régime aliment fabriqué comme étant le plus intéressant en termes de rapport qualité/prix, car le meilleur aliment est celui qui couvre au mieux et au moindre coût les besoins nutritionnels de l'animal et qui optimise les résultats économiques.

Enfin, et pour augmenter les performances de la croissance, on recommande d'allonger la période d'expérimentation, étudier d'autres paramètres pour l'efficacité d'aliment tel que la qualité de la chair du poisson. Ainsi que, de proposé d'autres types d'aliment qui pouvant couvrir les besoins nutritionnelle de différentes stade d'élevage.

1. **Adewolu M.A., 2008.** Potentials of Sweet Potato (*Ipomoea batatas*) Leaf Meal as Dietary Ingredient for *Tilapia Zilli* Fingerlings. Pak. J. Nutr., 7 : 444-449.
2. **AFSSA. 2008.** Association Française de la Sécurité et de la Santé animale. <http://www.afssa.fr/Documents/NUT-Ra-omega3.pdf> [archive].
3. **Anderso J.S. (1993):** Evaluation of protein quality in fish meals by chemical and biological assays. Aquaculture, 115, pp. 305-325.
4. **Arrigon, J. (2000).** *Pisciculture en eau douce : le Tilapia. Le technicien d'agriculture tropicale.*
5. **Auffray et Jaquard, 1998, Dictionnaire de la Biologie.** Editions Flammarions.
6. **Azaza M. S., Mensi F., Abdelmouleh A. & Kraiem M. M., 2005.** Elaboration d'aliments composés secs pour le tilapia du Nil *Oreochromis niloticus* (L., 1758) en élevage dans les eaux géothermales du sud tunisien. *Bull. Inst. Nat. Scien. Tech. Mer.*, **32**: 23-30.
7. **Azaza M. S., Imorou Toko I., Mensi F., Dharaief M.N., Abdelmouleh A., Brini B. et Kraiem M.M., 2006.** Effet de l'incorporation de la farine de tomate dans l'alimentation du tilapia du Nil (*oreochromis niloticus*, L., 1758) en élevage dans les eaux géothermales du sud tunisien. *Bull. Inst. Nat. Scien. Tech. Mer.*, **33**: 41-52.
8. **Azaza M. S., Wassim K., Mensi F., Brini B., Abdelmouleh A. & Kraiem M.M., 2009.** Evolution of faba beans (*Vicia faba*, L., 1758) as a replacement for soybean meal in practical diets of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*. **287**: 174-179.
9. **Balarin J.D. et Hatton J.D. (1979):** Tilapia: A guide to their biology and culture in Africa. Unit of Aquatic Pathobiology, Stirling University, 174 p.
10. **Barnabé, G. (1991).** *Bases biologique et écologique de l'aquaculture.* Paris: Lavoisier. 520p.
11. **Belhasnet K., Guenachi B., Hidour M., Bouhdiba S., Frai L., Gribi T., Soumani K., Bouali B., 2010.** Aliment composé sec plongeant pour Tilapia à base de protéines végétales. Projet FALIAP-URD/CNRDPA. Breveté par l'INAPI.
12. **Beveridge, Malcom C.M., Brendan R J., MC Andrew, 2000,** Tilapia: Biology and Exploitation, KLUWER Academic Publishers.

13. **Bowen S.N. 1982.** Feeding digestion and growth-qualitative consideration. *In*: pullin R.S.V.,Lowe-McConnell R.h. (éds.), the biology and culture of tilapias, 141-156, ICLARM couf. Proceedings, 7, Manila, Philippines.
14. **Cahu C., 2004,** Domestication et fonction nutrition chez les poissons,INRA Prod. Anim., 2004, 17 (3), 205-210
15. **Cabioc'h J. FJY, Le Toquin A., Boudouresque C.F., Meinesz A., Verlaque M., 1992.** Guide des algues des mers d'Europe : Manche/Atlantique. 1:272.
16. **Campbell, 1995, Biologie.** Adaptation et revision scientifique de R. Mathieu. Edition de Renouveau Pédagogique Inc.
17. **Chapmen, A. (2003).** *Culture of hybrid Tilapia : reference profile.* 2^e Florida : IFAS extension universite of Florida. 186 p.
18. **Chervinski J. (1998):** Environmental physiology of Tilapia. *In*: The biology and culture of Tilapia, ICLARM Conf. Proceed., 7,pp 119 –128.
19. **Dergal, N. B. (2015).** *Evaluation des systèmes de management de la sécurité et de la qualité de l'aquaculture du tilapia du Nil « Oreochromis niloticus » dans l'Ouest algérien.* Université d'Oran, Oran. Récupéré de <http://orbi.ulg.be/handle/2268/181667>.
20. **Derouiche, E., Azaza, M. S. & Kraiem, M. (2009).** Essai d'acclimatation du Tilapia du Nil, *Oreochromis niloticus* dans la retenue de barrage de Lebna (Cap bon, Tunisie). *Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. Mer de Salammbô*, 39, 87-92.
21. **Dhraief, M. (2005).** *Reproduction du Tilapia du Nil Oreochromis niloticus (L., 1758) [Teleostei, Cichlidae], en captivité dans les eaux géothermales du sud Tunisien : Effet de quelques facteurs démographiques et environnementaux,* Mastère en Aquaculture et Biotechnologie Marine, Institut Supérieur de Biotechnologie de Monastir SBM, Univ de Monastir (Tunisie), 103 p.
22. **Dhraief, M., Azaza, M. S. & Kraiem, M.. (2010).** Etude de la reproduction du Tilapia du Nil *Oreochromis niloticus* (L.) en captivité dans les eaux géothermales du sud tunisien, **46 Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. Mer de Salammbô**, 37, 89-96. (PDF disponible sur <http://www.instm.agrinet.tn/images/Bulltin/Bull.2010/11.pdf>)
23. **El-sayed, A.F.M. (2006, a).** Tilapia culture. CABI. 26, 31 p.
24. **El-sayed, A.F.M. (2006, b).** Tilapia culture. CABI. 95 p, 110 p.

25. **Enes P., Panserat S., Kaushik S., Oliva-Teles A., 2011.** Dietary carbohydrate utilization by European seabass (*Dicentrarchus labrax* L.) and gilthead seabream (*Sparus aurata*) juveniles. *Rev. Fish. Sci.*, 19, 201-215.
26. **Enkord, S. P. (2006).** *Evolution des caractéristiques organoleptiques, microbiologiques et chimiques des filets de soles langues tropicales fraîches exportées.* Université CHEIKH ANTA DIOP.
27. **FAO, 1987.** Méditerranée et mer noire. Section 1, 62, 106, 127.
28. **FAO, 2015.** Nourriture et alimentation des poissons. Section 2, 42.
29. **FAO (2017).** FAO Fisheries & Aquaculture - Cultured aquatic species fact sheets *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). Consulté le 18 mars 2019, à l'adresse http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oreochromis_niloticus/fr
- FAO (2018).** World fisheries and aquaculture. Available at: <http://www.fao.org/3/a-i3034f.pdf> (Accesed: 26 février 2019).
30. **Feldmann . J., 1951.** La flore marine de l'Afrique du nord. *Masson*, paris, 198p.
31. **Feldmann . J., 1963.** Les algues, précis de science biologique: Botanique. *Masson*, paris, 249 p.
32. **Floc'h J. Y. LV. 2010.** Les secrets des algues. : 168.
33. **Frings, C. S., and Dunn, R. T.,** A colorimetric method for determination of total serum lipids based on the sulfo-vanillin reaction. *Amer. J. Clin. Pathol.* 53, 89 (1970).
34. **Garon-Lardiere S., 2004.** Etude structurale des polysaccharides pariétaux de l'algue rouge *Asparagopsis armata* (Bonnemaisoniales). *Thèse de Doctorat en Chimie.* Université de Bretagne occidentale école doctorale des sciences de matière, de l'information et du vivant, 226p.
35. **Guillaume, J (1999).** Nutrition et alimentation des poissons et crustacés. Editions Quae.
36. **Guillaume, J., Kaushik, S., Bergo, t. P. et Métailler, R. (1999).** Nutrition et alimentation des poissons et crustacés. Editions Quae.
37. **Guillaume P., (2010).** caractérisation biochimique d'exopolymères d'origine algale du bassin de marennes-Oléron et étude des propriétés physico-chimiques de surface de microorganismes impliquées dans leur adhésion. *Thèse de Doctorat en biochimie.* Université de la Rochelle. Paris, p 29,30.

38. **Hamed I. OF, Ozogul Y., M. Regenstein J. 2014.** Marine Bioactive Compounds and Their Health Benefits: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 14:446-465.
39. **Hardy, R.W. & Barrows, F.T. 2002.** Diet formulation and manufacturing. In J.E. Halver & R.W.Hardy, eds. *Fish nutrition*, 3rd Edn., pp. 505–600. New York, Academic Press Inc.
40. **Hardy, R. W., & Barrows, F. T. (2003).** Diet formulatio and manufacture. In *Fish Nutrition (Third Edition)* (pp. 505-600).
41. **Hauser WJ. (1975):** Influence on diet on growth of juvenile *Tilapia zillii*. *Progr. Fish Cuit.*, 37 (1), pp 33-35.
42. **Huet M. (1970) :** Traité de pisciculture. Ed. Ch. de Wyngaert, Bruxelles, 718 p.
43. **Ilknur Ak • Cenk O` Z. YO, Zu`Dog`Ru • Tolgo`K., 2015.** Effect of sodium acetate and sodium nitrate on biochemical composition of green algae *Ulva rigida*. *Aquaculture International* 23:1–11.
44. **Jauncey K. et Ross B (1982),** A Guide to tilapia feeds and feeding, *Institue of Aquacultue UNIVERSITY OF* Streling : Scotland ,111p.
45. **John. R. P., Anisha G.S.,Nampoothiri K.N., Pandey. A., 2011.** Micro end macroalg al biomass: a renewable source for bioethanol, *Bioresoter,lechnol.*,202: 186-193.
46. **Kaushik, S. (2009).** Nutrition et alimentation des poissons :éléments pour un nouveau développement. *Cahier Agriculture*, 18(2) : 100-102.
47. **Kaushik S. J., Doudet T., Medale F., Aguirre P. and Blanc D., 1993.** Estimation of protein and energy needs for maintenance and growth of nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) using different criteria. In : *Proceedings Abstracts EIFAC Workshop on Methodology for Determination of Nutrient Requirements in fish*, 29 June-1 July 1993, Eichenau, Germany, p. 19.
48. **Kestemont, P., Micha, J. ., & Falter, U. (1989).** Les méthodes de production d'alevins de *Tilapia Nilotica*, programme de mise en valeur et la coordination de l'aquaculture.
49. **Kirk R.G. (1972):** A review of recent developments in *Tilapia* culture with special reference to fish farming in the heated effluents of power station. *Aquaculture*, 1, pp 45-60.

50. **Lazard, J., & Legendre, M. (2006).** La reproduction spontanée du tilapia : une chance ou un handicap pour le développement de l'aquaculture africaine ?, 82-98 *in*: /n R.S.V, Pullin, J. Lazard, M. Legendre, J.B. AmonKothias et D. Pauly (éds.) Le Troisième Symposium International sur le Tilapia en Aquaculture. ICLARM. Conf. Proe. 41, 630 p.
51. **Lazard, J. (2007).** LE TILAPIA. Avilable at : <http://aquatrop.cirad.fr/content/download/1691/9561/version/1/file/AFSSA+tilapia.pdf> (accessed : 09 March 2019).
52. **Leduc, F. (2011).** *Evaluation de la qualité des poissons frais par des approches chimiques.* Université de Lille.
53. **LIM, C.E. & Webster, C.D. 2006. Nutrient Requirements.** Pp.469-501. In C.E, Lim & C.D Webster (eds.) *Tilapia BIOLOGY , Culture, and nutrition*, food products Press, New York, 678pp.
54. **Lovell, R.T. et Limsuwant T. (1982):** Intestinal synthesis and dietary nonessentiality of vitamin B12 in *Tilapia nilotica*. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 111, 485.
55. **Lowe-McConnell, R.H., 1982.** *Tilapia in fish communities.* In: Pullin R.S.V. and Lowe-McConnell R.H. Eds: *The biology and culture of tilapias.* ICLARM Conference Proceedings, 7, Manila, Philippines, 83-114.
56. **Magid, A. et Babiker, M.M. (1975):** Oxygen consumption and respiratory behaviour in three Nile fishes. *Hydrobiologia*, 46, pp 359-367.
57. **Médale, F. (2005).** *Caractéristiques nutritionnelles des poissons et facteurs de variations.* *Aquaculture.*
58. **Médale, F. (2010).** *Pratiques d'élevage et qualité nutritionnelle des lipides des poissons.*
59. **Mélard, C. (1986).** Les bases biologiques de l'élevage du Tilapia du Nil, *Cah. Ethol. Appl.*, 6 (3), 224 p.
60. **Moreau, J (1979).** *Biology et évolution des peuplements de cichlides introduits dans les lacs malgaches d'altitudes.* Thèse de doctorat. Science naturelle. Talouse : Institut polytechnique de Talouse. 301 p.
61. **Morris. D.L 1948.**-Quantitative determination of carbohydrates with Dreywood's Anthrone reagent . *Science*, 5 mars 1948, 107, 254-255.
62. **Naegele E & Naegele A., 1961.** *Que sais-je sur les algues.* Presses universitaires de France.

63. **NRC (National Research Council)**, 2011. Nutrition Requirements of Fish, Washington D.C., USA, National Academy Press, 373p.
64. **Panserat S., Kaushik S., Médale F., 2013.** Rainbowtrout as a model for nutrition and nutrient metabolism studies. In: Trout: from physiology to conservation. Polakof S., Moon T.W. (Eds). Nova Science Publishers, 131-153.
65. **Pauly D., Moreau J. et Prein M., 1988.** A comparison of overall growth performance of *Tilapia* in open waters and aquaculture. 469-479. In: R.S.V. Pullin et al: The Second International Symposium on tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceedings 15, 623p.
66. **Pérez.R.(1997).** Ces algues qui nous entourent. Ed. Ifremer, France, Plouzané, p272.
67. **Philippart J.C., et Ruwet J.C., 1982.** Ecology and distribution of tilapias. The biology and culture of tilapias (Pullin et Lowe McConnell, Eds.). ICLARM Conférence Proceeding, 7.
68. **Polakof S., Panserat S., Soengas J., Moon T.W., 2012.** Glucose metabolism in fish: a review. J. Comp. Physiol. B, 182, 1015-1045.
69. **Pouomogne V., 1994.** L'alimentation du tilapia (*Oreochromis niloticus*) en étang. Evaluation du potentiel de quelques sous-produits de l'industrie agro-alimentaire et modalités d'apport des aliments. Thèse doctorale ENSAR. 101p.
70. **Pullin, R.S.V. et Lowe Mc Connel, R.H. (1982):** The biology and culture of tilapias. ICLARM, Conference Proceedings, 7 Manila, Philippines, 432p.
71. **Regost, C. (2001).** *Effets des lipides sur la qualité nutritionnelle, physique et organoleptique de la chair de la truite fario (Salmo trutta) et du turbot (Psetta maxima)*. Université de Rennes.
72. **Satoh K.I., Nakagawa H. & Kashara S., 1987.** Effet of *Ulva* meal supplementation on disease resistance of Red Sea Bream. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 53 : 1115-1120.
73. **Satpati G. PR. 2011.** Biochemical composition and lipid characterization of marine green alga *Ulva rigida*-a nutritional approach. *Journal of Algal Biomass* 2:10-13

74. **Sauvant D., Perez J. M. et Tran G., 2004.** Tables INRA-AFZ de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage. Ed. INRA Versailles. 304p.
75. **Somsueb, P. 1995.** Aquafeeds and strategy in Thailand. Pp. 365-385. *in* M.B. New A.G. J. Tacon & I. Csavas (eds.) Farm-made Aquafeeds. FAO. Fisheries Technical paper No. 343, Rome, FAO.
76. **Stickney R.R. (1976):** Cellulase activity in the stomachs of freshwater fishess from Texas. Proc. S.E. Assoc. Game and Fish Comm., 26, 282 p.
77. **Tebbal-Baba Ali A., Cermiti A., 2011.** Composition chimique et minérale de quatre algues benthique de la region de kouali (Tipaza). ENSSMAL.
78. **Trewavas, E, 1981.** Nomenclature of tilapia of southern Africa. J Limnol soc sth Afr. 7(1), 42p.
79. **Trewavas, E. (1983).** Tilapia fishes of the Genre Sarotherdon Oreochromis and Dankilia. London: British museum nat. 583 p.
80. **Worms, (2018).** Availablea t <http://www.marinespecies.org/aphia>. Php?p=taxdetails&id=293639(Accessed:26 Septembre 2018).

Tableau 12: Appareilles, verreries et accessoires utilisés

Appareillage	Verrerie et accessoires
Agitateur magnétique	Ballon à fond rond
Bain marie	Barreau d'agitation magnétique
Balance de précision	Boite de pétri
Centrifugeuse	Béchers de 50, 100, 150 ml
Chauffe ballon	Entonnoir
Etuve	Eprouvette en verre
Hotte chimique	Erlenmeyers de 50, 100 ml
Spectrophotomètre	Micropipette 50, 100, 1000ul
Multiparamètre	Pince de laboratoire
vortex	Pissette d'eau distillée
	Portoir pour tubes
	Spatule
	Tubes à essai en verre stériles

Réactifs :

Acide sulfurique concentré H₂SO₄

Acide Phosphorique concentré H₃PO₄

Anthrone C₁₄H₁₀O

Carbonate de sodium Na₂CO₃

Eau distillée

Ethanol CH₃-CH₂-OH

Folin-ciocalteu

Sulfate de cuivre CuSO₄.5H₂O

Sulfate de sodium Na₂SO₄

Tartrate de potassium de sodium C₄H₄KNaO₆

Phospho-vanilline

Figure 12: Photo d'appareillage



Centrifugeuse



Bain marie



Spectrophotomètre



Chauffe ballon



Etuve



Agitateur



Vortex



Multi paramètre



Balance à précision

Annexes

Tableau 13: Analyse des glucides (méthode anthrone)

2% sulfate de sodium(Na₂SO₄)	
0,2 % solution anthrone	12mg anthrone + 5ml acide sulfurique + 1ml eau distillé
Standard (0,1 % glucose)	

Tableau 14: Analyse protéine (méthode de Lowry)

Réactif A : 2 % carbonate de sodium (Na₂CO₃) dans 0,1 N d'hydroxyde de sodium(NaOH) Réactif B : 1g sulfate de cuivre (CuSO₄.5H₂O) dans 100 ml eau distillé. Réactif C : 1g tartrate de potassium de sodium (C₄H₄KNaO₆)	A (12,25 ml) + B (125 ul) + C (125 ul)
Réactif phénol de folin-ciocalteau	Dilué avec l'eau distillée (1 :1)
Standard (0,1 % BSA)	

Tableau 15: Analyse lipidique

Acide sulfurique concentré	5ml Acide sulfurique + 1ml eau distillé
Phospho-vanilline	0,6g de vanilline dissoute dans 8ml éthanol + 100ml eau distillé + 400ml Acide Phosphorique concentré (H ₃ PO ₄)
Standard (0,1 % huile de maïs)	

Tableau 17 : Complément minéral et vitaminique (CMV)

Macro-minéraux	Oligo-minéraux	Vitamines
Calcium (Ca) Chlore (Cl) Magnésium (Mg) Sodium (Na) Soufre (S) Phosphore (P) Potassium (K)	Aluminium (Al) Cobalt (Co) Cuivre (Cu) Chrome (Cr) Fer (Fe) Fluor (F) Iode (I) Manganèse (Mn) Nickel (Ni) Sélénium (Se) Silicium (Si) Vanadium (V) Zinc (Zn)	Acide ascorbique (C)
		Acide folique
		Acide para-amino-benzoïque
		Acide pantothénique
		Biotine
		Choline
		Cholécalciférol (D₃)
		Cyanocobalamine (B₁₂)
		Inositol
		Menadione (K)
		Niacine (B₃)
		Pyridoxine (B₆)
		Retinol palmtate (A)
Riboflavine (B₂)		
Thiamine (B₁)		

Tableau 21: Valeurs de la salinité enregistrées dans les six aquariums.

Salinité (‰)						
Aliment	Aliment A1			Aliment A2		
Date	Aquarium 1	Aquarium 2	Aquarium 3	Aquarium 1	Aquarium 2	Aquarium 3
21 05 2019	1,417	1,381	1,4	1,423	1,41	1,4
25 05 2019	1,489	1,415	1,398	1,399	1,425	1,411
28 05 2019	1,452	1,42	1,395	1,402	1,384	1,422
01 06 2019	1,423	1,4	1,431	1,385	1,391	1,403
04 06 2019	1,345	1,389	1,387	1,369		1,4
08 06 2019	1,396	1,387	1,395	1,405	1,379	1,405

Annexes

Tableau 22: pH enregistrées dans les six aquariums.

pH						
Aliment	Aliment A1			Aliment A2		
Date	Aquarium 1	Aquarium 2	Aquarium 3	Aquarium 1	Aquarium 2	Aquarium 3
21 05 2019	8,23	8,45	8,34	8,1	7,95	7,97
25 05 2019	7,65	7,68	7,45	7,2	7,11	6,84
28 05 2019	7,99	8,18	8,36	6,87	7,01	7,09
01 06 2019	6,95	7	7,09	7,05	6,98	7,31
04 06 2019	7,36	7,22	7,21	7,41		6,89
08 06 2019	7,23	6,98	7,15	7,01	6,82	6,84

Tableau 23: Teneurs en oxygène dissous enregistrées dans les six aquariums.

Oxygène (mg/l)						
Aliment	Aliment A1			Aliment A2		
Date	Aquarium 1	Aquarium 2	Aquarium 3	Aquarium 1	Aquarium 2	Aquarium 3
21 05 2019	3,895	3,986	3,881	3,959	3,877	4,001
25 05 2019	3,912	4,112	4,035	4,91	3,896	3,999
28 05 2019	4,158	4,69	3,999	4,425	4,102	4,12
01 06 2019	5,12	3,967	4,258	4,156	4,258	3,789
04 06 2019	3,789	4,125	3,986	4,852		4,156
08 06 2019	4,222	4,157	3,896	4,025	3,987	4,56

Annexes

Tableau 24: Valeurs de la conductivité enregistrées dans les six aquariums.

Conductivité						
Aliment	Aliment A1			Aliment A2		
Date	Aquarium 1	Aquarium 2	Aquarium 3	Aquarium 1	Aquarium 2	Aquarium 3
21 05 2019	3,24	3,33	3,1	2,99	3,56	3,78
25 05 2019	3,58	3,25	3,46	3,25	3,89	3,56
28 05 2019	3,24	3,41	3,01	3,45	3,26	3,96
01 06 2019	3,44	3,21	2,99	3,25	3,34	2,89
04 06 2019	3,13	3,27	3,21	3,47		3,42
08 06 2019	3,08	3,31	3,51	2,85	3,21	3,11

Tableau 25: Température de l'eau enregistrée dans les six aquariums

Température°						
Aliment	Aliment A1			Aliment A2		
Date	Aquarium 1	Aquarium 2	Aquarium 3	Aquarium 1	Aquarium 2	Aquarium 3
21 05 2019	28	26,45	27	26	28	26,2
25 05 2019	26,5	25	27	25,3	26,8	26
28 05 2019	24,6	26	24	26	25,3	24,9
01 06 2019	25	24,9	22	21	24	23
04 06 2019	27	28,3	26,5	25,6		22
08 06 2019	26,5	30	27	21	27	23

Annexes

Tableau 26: Taux de nitrites enregistrés dans les six aquariums.

Nitrites (mg/l)						
Aliment	Aliment A1			Aliment A2		
Date	Aquarium 1	Aquarium 2	Aquarium 3	Aquarium 1	Aquarium 2	Aquarium 3
21 05 2019	0,495	0,548	0,51	0,789	0,752	0,81
25 05 2019	0,213	0,385	0,344	0,654	0,628	0,793
28 05 2019	0,594	0,542	0,526	0,622	0,592	0,682
01 06 2019	0,572	0,326	0,398	0,651	0,458	0,671
04 06 2019	0,439	0,511	0,501	0,711		0,724
08 06 2019	0,389	0,379	0,368	0,662	0,698	0,658

Tableau 28: Taux de phosphore enregistré dans les six aquariums.

Phosphore (mg/l)						
Aliment	Aliment A1			Aliment A2		
Date	Aquarium 1	Aquarium 2	Aquarium 3	Aquarium 1	Aquarium 2	Aquarium 3
21 05 2019	3,7	4,04	5,5	5,2	5	5,32
25 05 2019	4,02	4,58	3,9	6,96	6,25	6,94
28 05 2019	4,25	4,37	4,05	5,55	5,89	5,69
01 06 2019	4,11	4,36	4,57	6,22	6,39	6,87
04 06 2019	3,25	4,62	4,58	5,46		6,15
08 06 2019	4,3	3,98	4,43	6,33	6,02	5,94

Annexes

Tableau 30: Teneurs en azote enregistrées dans les six aquariums.

Azote (mg/l)						
Aliment	Aliment A1			Aliment A2		
Date	Aquarium 1	Aquarium 2	Aquarium 3	Aquarium 1	Aquarium 2	Aquarium 3
21 05 2019	0,285	0,236	0,258	0,312	0,358	0,346
25 05 2019	0,245	0,258	0,241	0,325	0,387	0,356
28 05 2019	0,3	0,21	0,231	0,312	0,345	0,385
01 06 2019	0,314	0,325	0,316	0,347	0,335	0,358
04 06 2019	0,274	0,265	0,239	0,318		0,348
08 06 2019	0,296	0,28	0,23	3,782	0,369	0,354

Tableau 35 : Evolution du poids moyen de Tilapia nourris avec les deux aliments

	A1-1	A1-2	A1-3	A2-1	A2-2	A2-3
17-mai	2,184	1,92	2	2	1,96	1,8
25-mai	2,4708	2,028	2,1808	2,3012	2,0668	1,9704
01-juin	2,5656	2,0468	2,3232	2,43208333	2,32681818	2,0925
08-juin	2,5768	2,3126087	2,3616	2,40409091	2,10105263	1,91272727

Tableau 38: Evolution de la taille moyenne de Tilapia nourris avec les deux aliments

	A1-1	A1-2	A1-3	A2-1	A2-2	A2-3
17 05 2019	5,032	4,5968754	4,8065749	4,7105489	4,635884	4,504789
25 05 2019	5,06296296	4,608	4,87692308	4,72307692	4,668	4,51428571
02 06 2019	5,12307692	4,704	4,952	5	4,75454545	4,575
08 06 2019	5,104	4,75652174	4,896	5,04545455	4,80526316	4,61818182

Tableau 40: Etude statistique par ANOVA pour Température

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	5	32,368	6,474	1,766	0,151
Erreur	29	106,293	3,665		
Total corrigé	34	138,662			

Annexes

Tableau 41: Etude statistique par ANOVA pour pH

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	5	1,245	0,249	1,018	0,425
Erreur	29	7,098	0,245		
Total corrigé	34	8,343			

Calculé contre le modèle Y= Moyenne (Y)

Tableau 42 : Etude statistique par ANOVA pour Conductivité

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	5	0,331	0,066	1,013	0,428
Erreur	29	1,896	0,065		
Total corrigé	34	2,227			

Calculé contre le modèle Y= Moyenne (Y)

Tableau 43: Etude statistique par ANOVA pour Salinité

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	5	0,003	0,001	0,820	0,546
Erreur	29	0,019	0,001		
Total corrigé	34	0,021			

Calculé contre le modèle Y= Moyenne (Y)

Tableau 44: Etude statistique par ANOVA pour oxygène

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	5	0,556	0,111	1,123	0,370
Erreur	29	2,872	0,099		
Total corrigé	34	3,428			

Calculé contre le modèle Y= Moyenne (Y)

Annexes

Tableau 45: Etude statistique par ANOVA pour nitrite

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	5	0,486	0,097	9,830	< 0,0001
Erreur	29	0,287	0,010		
Total corrigé	34	0,773			

Calculé contre le modèle Y= Moyenne (Y)

Tableau 46: Etude statistique par ANOVA pour Azote

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	5	0,065	0,013	16,551	< 0,0001
Erreur	29	0,023	0,001		
Total corrigé	34	0,088			

Calculé contre le modèle Y= Moyenne (Y)

Tableau 47: Etude statistique par ANOVA pour phosphore

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	5	27,437	5,487	19,112	< 0,0001
Erreur	29	8,326	0,287		
Total corrigé	34	35,763			

Calculé contre le modèle Y= Moyenne (Y)

Tableau 48: Etude statistique par ANOVA pour aliment fabriqué (poids)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	2	0,373	0,186	8,726	0,010
Erreur	8	0,171	0,021		
Total corrigé	10	0,544			

Calculé contre le modèle Y= Moyenne (Y)

Annexes

Tableau 49: Etude statistique par ANOVA pour aliment importé (poids)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	2	0,325	0,163	10,383	0,006
Erreur	8	0,125	0,016		
Total corrigé	10	0,451			

Calculé contre le modèle Y= Moyenne (Y)

Tableau 50: Etude statistique par ANOVA pour aliment fabriqué (taille)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	2	0,317	0,159	39,141	< 0,0001
Erreur	8	0,032	0,004		
Total corrigé	10	0,350			

Calculé contre le modèle Y= Moyenne (Y)

Tableau 51: Etude statistique par ANOVA pour aliment importé (taille)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	2	0,240	0,120	10,158	0,006
Erreur	8	0,095	0,012		
Total corrigé	10	0,335			

Calculé contre le modèle Y= Moyenne (Y)

Tableau 52: Etude statistique par ANOVA pour comparaison entre aliment fabriqué et aliment importé (poids)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	1	43,152	43,152	4,042	0,091
Erreur	6	64,060	10,677		
Total corrigé	7	107,212			

Calculé contre le modèle Y= Moyenne (Y)

Annexes

Tableau 53: Etude statistique par ANOVA pour comparaison entre aliment fabriqué et aliment importé (taille)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	1	0,005	0,005	0,208	0,680
Erreur	3	0,073	0,024		
Total corrigé	4	0,078			

Calculé contre le modèle Y= Moyenne (Y)

TABLE DES MATIÈRES

Introduction.....	1
CHAPITRE I : Généralités sur le Tilapia du Nil, <i>Oreochromis niloticus</i>	
1. Caractéristiques taxonomiques d' <i>Oreochromis niloticus</i>	2
2. Morphologie.....	3
3. Répartition géographique.....	4
4. Régime alimentaire.....	5
5. Exigence écologique.....	6
6. Croissance et reproduction.....	7
6.1. Croissance.....	7
6.2. Reproduction	7
6.2.1. Comportement reproductif.....	7
6.2.2. Maturité sexuelle.....	7
6.2.3. Fécondité.....	8
7. Besoins nutritionnels du Tilapia du Nil.....	8
7.1. Protéines.....	8
7.2. Lipides.....	9
7.3. Glucides.....	10
7.4. vitamines.....	11
7.5. Minéraux.....	11
7.6. Énergie.....	12
8. composition chimique globale et valeur nutritionnelle de chair de Tilapia du Nil...	12
CAPITRE II : Fabrication d'aliment piscicole	
1. Matières premières utilisées dans l'alimentation de Tilapia.....	14
2. Les principales matières premières d'origine végétale.....	14
2.1. Matière première d'origine plantes terrestres.....	15

2.2. Huile de soja.....	15
2.3. Les algues marines.....	16
2.3.1. Définition des macroalgues.....	16
2.3.2. Classification.....	16
2.3.3. Composition chimique.....	17
2.3.4. Présentation des espèces étudiées.....	18
2.4. Autres matières premières utilisées dans l'aliment du Tilapia.....	24
2.4.1. Farine de poisson.....	24
3. Facteurs antinutritionnels.....	24
3.1. Acide phytique.....	24
3.2. Facteurs anti-trypsique.....	24
3.3. Autres facteurs antinutritionnels.....	25
4. Fabrication d'aliment piscicole.....	25
4.1. Taille de l'aliment.....	27

PARTIE II : Matériels et méthodes

1. Matériel.....	28
1.1. Choix de site de prélèvement.....	28
1.2. Matériel biologique.....	29
1.2.1. Matériel végétal.....	29
1.2.2. Matériel animal.....	30
1.3. Matériel non biologique.....	30
2. Méthodes.....	31
2.1. La récolte des algues.....	31
2.2. Identification des espèces.....	31
2.3. Dosage biochimique.....	31
2.3.1. Dosage des glucides.....	31
2.3.2. Dosage des protéines.....	32

2.3.3. Dosage des lipides.....	33
2.4. Fabrication de l'aliment extrudé.....	34
2.4.1. Etapes de fabrication d'aiment extrudé.....	35
2.4.1.1. Dosage.....	35
2.4.1.2. Mélange.....	36
2.4.1.3. Transformation de l'aliment sous forme granulée.....	36
2.4.1.4. Séchage et conditionnement.....	37
2.5. Dispositif expérimental.....	37
2.6. Paramètres physico-chimiques.....	38
2.6.1. Nitrite.....	39
2.6.2. Azote ammoniacal.....	39
2.6.3. Phosphore.....	39
2.7. Expérimentation sur poissons.....	40
2.7.1. Taux de nourrissage.....	40
2.7.2. Technique d'alimentation.....	40
2.7.3. Ration alimentaire.....	40
2.7.4. Paramètres zootechniques.....	41
2.7.4.1. Croissance pondérale.....	41
2.7.4.2. Croissance linéaire.....	41
2.7.4.3. Paramètres d'efficacité d'utilisation des aliments testés.....	41
a. Gain de poids relatif.....	41
b. Gain moyen quotidien.....	41
c. Indice moyen quotidien.....	42
d. Taux de croissance spécifique.....	42
e. Taux de survie.....	42
2.8. Etude statistique.....	42

PARTIE III : Résultats et discussion

I. Identification des espèces.....	44
I.1. Espèce Hypnea musciformis.....	44
I.2. Espèce Stypocolaulon scoparium.....	44
I.3. Espèce Ulva rigida.....	45
II. Dosages biochimiques des ingrédients.....	48
II.1. Dosage de protéine.....	48
II.2. Dosage de glucide.....	49
II.3. Dosage des lipides.....	50
II.4. Analyse biochimique d'aliment avant l'expérimentation.....	51
II.5. Composition biochimique des ingrédients.....	51
III. Paramètres physico-chimiques de l'eau d'élevage.....	52
III.1. Paramètres physiques.....	52
III.1.1. Salinité.....	52
III.1.2. Potentiel d'hydrogène (pH).....	53
III.1.3. Oxygène dissous.....	54
III.1.4. Conductivité.....	54
III.1.5. Température.....	55
III.2. Paramètre chimique.....	56
III.2.1. Nitrite.....	56
III.2.2. Phosphore.....	57
III.2.3. Azote.....	58
IV. Performance zootechnique.....	59
IV.1. Croissance pondérale.....	59
IV.1.1. Aliment fabriqué.....	59
IV.1.2. Aliment importé.....	60
IV.1.3. Comparaison des deux aliments.....	62

IV.2. Croissance linéaire.....	63
IV.2.1. Aliment fabriqué.....	63
IV.2.2. Aliment importé.....	64
IV.2.3. Comparaison des deux aliments.....	65
IV.3. Paramètre d'efficacité d'utilisation des aliments.....	66
Conclusion.....	71
Référence bibliographique	
Annexes	

Liste des figures

Figure 01 : Caractéristiques morphologique de <i>Tilapia nilotica</i> : nageoires et papilles génitales.....	4
Figure 02 : Répartition originelle d' <i>Oreochromis niloticus</i> en Afrique.....	5
Figure 03 : Aspect générale d' <i>Ulva rigida</i>	20
Figure 04 : Coupe transversale au niveau du thalle d' <i>Ulva rigida</i>	21
Figure 05 : Aspect générale de <i>Stypocaulon scoparium</i>	22
Figure 06 : Coupe longitudinale au niveau du thalle de <i>Stypocaulon scoparium</i>	22
Figure 07 : Aspect générale de <i>Hypnea musciformis</i>	23
Figure 08 : Coupe transversale au niveau du thalle de <i>Hypnea musciformis</i>	23
Figure 09 : Exemple de fabrication d'aliments extrudés flottants (Saumon, poisson-chat)...	26
Figure 10 : La localisation géographique du site d'échantillonnage suisse.....	28
Figure 11 : <i>Oreochromis niloticus</i>	30
Figure 12 : Photo d'appareillage	annexe
Figure 13 : Coloration des tubes après réaction des glucides.....	32
Figure 14 : Coloration des tubes après réaction des protéines.....	34
Figure 15 : Dosage des différents ingrédients.	36
Figure 16 : Le mélange des ingrédients à la main.....	36
Figure 17 : Aliment sous forme granulés de 1 mm.....	36
Figure 18 : Séchage et conditionnement de l'aliment fabriqué.....	37
Figure 19 : Les six aquariums.....	37
Figure 20 : Multi-paramètre.....	38
Figure 21 : photopode de multiparamètre	38
Figure 22 : aspect général de <i>Hypnea musciformis</i>	45
Figure 23 : Coupe transversale au niveau du thalle de <i>Hypnea musciformis</i> au microscope photonique.....	46
Figure 24 : Extrémité apicale de <i>Hypnea musciformis</i> vue au microscope photonique.....	46
Figure 25 : Aspect général de <i>Stypocaulon scoparium</i>	46

Figure 26 : Aspect de détail de rameau du thalle de <i>Stypocaulon scoparium</i> au microscope photonique.....	47
Figure 27 : Aspect général d' <i>Ulva rigida</i> vue du plan.....	47
Figure 28 : Vu superficielle du thalle d' <i>Ulva rigida</i> à la loupe binoculaire.....	47
Figure 29 : Coupe transversale au niveau du thalle d' <i>Ulva ridida</i> vue au microscope photonique.	48
Figure 30 : Moyenne des teneurs en protéines des ingrédients utilisés.....	48
Figure 31 : Moyenne des teneurs en glucides des ingrédients utilisés.....	49
Figure 32 : Moyenne des teneurs en lipides des ingrédients utilisés.....	50
Figure 33 : Variation de la salinité de l'eau des six aquariums.....	52
Figure 34 : Variation du pH de l'eau des six aquariums.....	53
Figure 35 : Variation des teneurs d'Oxygène dans les six aquariums.....	53
Figure 36 : Variation de la conductivité dans les six aquariums.....	54
Figure 37 : Variation de la température dans les six aquariums.....	55
Figure 38 : les taux moyen de Nitrites enregistrés dans les six aquariums.....	55
Figure 39 : les taux moyen de phosphore enregistrés dans les six aquariums.....	57
Figure 40 : variations des teneurs moyennes en azote dans les six aquariums.....	58
Figure 41 : Evolution du poids moyen de <i>Oreochromis</i> nourris à l'aliment fabriqué.....	59
Figure 42 : Evolution du poids moyen d' <i>Oreochromis</i> nourris à l'aliment A2.....	60
Figure 43 : Evolution du poids moyen de <i>Tilapia</i> nourris avec les deux aliments (Fabriqué (A1) et importé (A2)).....	62
Figure 44 : Evolution de la taille moyenne de <i>Tilapia</i> nourris à l'aliment fabriqué.....	63
Figure 45 : Evolution de la taille moyenne de <i>Tilapia</i> nourris à l'aliment A2.....	64
Figure 46 : Evolution de la taille moyenne de <i>Tilapia</i> nourris avec les deux aliments (fabriqué et importé).....	65

Liste des tableaux

Tableau 01 : Besoins théoriques en protéines pour le <i>Tilapia du Nil</i>	8
Tableau 02 : Besoins quantitatifs en acides aminés essentiels du <i>Tilapia du Nil</i>	9
Tableau 03 : Besoins théoriques en lipides du <i>Tilapia du Nil</i>	10
Tableau 04 : Besoins théoriques en glucides et en fibres d' <i>Oreochromis niloticus</i>	10
Tableau 05 : Les besoins vitaminiques de <i>Tilapia du Nil</i>	11
Tableau 06 : Besoins du <i>Tilapia du Nil</i> en minéraux.....	12
Tableau 07 : Composition chimique des matières premières.....	15
Tableau 08 : Composition chimique moyenne de l'huile de soja.....	15
Tableau 09 : Taille des granulés recommandés pour les différentes classes de tailles de <i>Tilapia du Nil</i>	27
Tableau 10 : Matières végétale.....	29
Tableau 11 : Répartition des poissons dans chaque aquarium.....	30
Tableau 12 : Appareilles, verreries et accessoires utilisés.....	annexe
Tableau 13 : Analyse des glucides (méthode anthrone).....	annexe
Tableau 14 : Analyse protéine (méthode de Lowry)	annexe
Tableau 15 : Analyse lipidique	annexe
Tableau 16 : Composition centésimale de l'aliment.....	35
Tableau 17 : Complément minéral et vitaminique (CMV).....	annexe
Tableau 18 : Quantité d'aliment distribué aux poissons.....	41
Tableau 19 : Analyse biochimique d'aliment fabriqué et aliment importé.....	50
Tableau 20 : Teneurs moyennes des composés biochimiques des ingrédients.....	51
Tableau 21 : Valeurs de la salinité enregistrées dans les six aquariums.....	annexe
Tableau 22 : pH enregistrées dans les six aquariums.....	annexe
Tableau 23 : Teneurs en oxygène dissous enregistrées dans les six aquariums.....	annexe
Tableau 24 : Valeurs de la conductivité enregistrées dans les six aquariums.....	annexe
Tableau 25 : Température de l'eau enregistrée dans les six aquariums.....	annexe
Tableau 26 : Taux de nitrites enregistrés dans les six aquariums.....	annexe

Tableau 27 : Synthèse des comparaisons multiples par paires par les tests de Tukey et Newman/Keuls pour le Nitrite.....	56
Tableau 28: Taux de phosphore enregistré dans les six aquariums.....	annexe
Tableau 29 : Synthèse des comparaisons multiples par paires par les tests de Tukey et Newman/ Keuls pour le Phosphore.....	57
Tableau 30: Teneurs en azote enregistrées dans les six aquariums.....	annexe
Tableau 31: Synthèse des comparaisons multiples par paires par les tests de Tukey et Newman/ Keuls pour l'Azote.....	58
Tableau 32 : Synthèse des comparaisons multiples par paires par les tests de Tukey et Newman/ Keuls pour aliment fabriqué.....	60
Tableau 33 : synthèse des comparaisons multiples par paires par le test de Tukey pour l'aliment importé.....	61
Tableau 34 : synthèse des comparaisons multiples par paires par le test de Newman-Keuls pour l'aliment importé.....	61
Tableau 35 : Evolution du poids moyens de Tilapia nourris avec les deux aliments.....	annexe
Tableau 36 : synthèse des comparaisons multiples par paires par les tests de Tukey et Newman/ Keuls pour aliment fabriqué.....	63
Tableau 37: synthèse des comparaisons multiples par paires par les tests de Tukey et Newman/ Keuls pour aliment importé.....	64
Tableau 38: Evolution de la taille moyenne de Tilapia nourris avec les deux aliments.....	annexe
Tableau 39 : paramètres d'efficacité des deux aliments testés	65
Tableau 40: Etude statistique par ANOVA pour Température	annexe
Tableau 41: Etude statistique par ANOVA pour pH	annexe
Tableau 42 : Etude statistique par ANOVA pour Conductivité	annexe
Tableau 43: Etude statistique par ANOVA pour Salinité.....	annexe
Tableau 44: Etude statistique par ANOVA pour oxygène.....	annexe
Tableau 45: Etude statistique par ANOVA pour nitrite.....	annexe
Tableau 46: Etude statistique par ANOVA pour Azote	annexe
Tableau 47: Etude statistique par ANOVA pour phosphore.....	annexe
Tableau 48: Etude statistique par ANOVA pour aliment fabriqué (poids)	annexe
Tableau 49: Etude statistique par ANOVA pour aliment importé (poids)	annexe

Tableau 50: Etude statistique par ANOVA pour aliment fabriqué (taille)**annexe**

Tableau 51: Etude statistique par ANOVA pour aliment importé (taille)**annexe**

Tableau 52: Etude statistique par ANOVA pour comparaison entre aliment fabriqué et aliment importé (poids)**annexe**

Tableau 53: Etude statistique par ANOVA pour comparaison entre aliment fabriqué et aliment importé (taille)**annexe**

Liste des abréviations

A1	: Aliment 1.
A1-1	: Aliment 1, aquarium 1.
A1-2	: Aliment 1, aquarium 2.
A1-3	: Aliment 1, aquarium 3.
A2-1	: Aliment 2, aquarium 1.
A2-2	: Aliment 2, aquarium 2.
A2-3	: Aliment 2, aquarium 3.
AAI	: acide aminé indispensable.
AFSSA	: Agence française de sécurité sanitaire des aliments.
CB	: cellulose brute.
CMV	: complément minéral et vitaminique.
C.N.R.D.P.A.	: Centre National de Recherche et de Développement pour la pêche et l'Aquaculture
ENS	: Ecole Normale Supérieure.
FAO	: Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.
GMQ	: Gain Moyen Quotidien.
GPR	: Gain de poids relatif
IC	: Indice de Conversion.
KJ	: Kilojoules.
MAT	: Matière Azotée totale.
MG	: Matière Grasse.
M	: Matière Minérale.
MS	: Matière sèche.
Ppm	: partie par million.
RA	: Ration Alimentaire
TCS	: Taux de croissance spécifique.

TS : Taux de suivie.