

Table des matières

<u>DEDICACES</u>	ii
<u>REMERCIEMENTS</u>	iii
<u>SIGLES ET ABREVIATIONS</u>	Erreur ! Signet non défini.
<u>LISTE DES TABLEAUX</u>	viii
<u>INTRODUCTION</u>	9
<u>CHAPITRE 1 : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE</u>	11
<u>1.1. CARACTERISTIQUES TAXONOMIQUES ET MORPHOLOGIQUES DU TILAPIA DU NIL (O. NILOTICUS)</u>	3
<u>1.2. EXIGENCES ECOLOGIQUES</u>	12
<u>1.3. PRODUCTION MONDIALE DE TILAPIA</u>	12
<u>1.4. MARCHE ET COMMERCIALISATION DU TILAPIA</u>	13
<u>1.5. SITUATION DE LA PRODUCTION MONDIALE DE CREVETTES</u>	14
<u>1.6. LES COPRODUITS DE CREVETTES</u>	15
<u>1.6.1. Farine de coproduits de crevette</u>	15
<u>1.6.2. Hydrolysats de coproduits de crevette</u>	16
<u>1.6.3. Ensilage de coproduits</u>	16
<u>1.6.4. Produits à haute valeur ajoutee</u>	16
<u>1.7. UTILISATION DES COPRODUITS DE CREVETTE EN AQUACULTURE</u>	18
<u>CHAPITRE 2: MATERIEL ET METHODES</u>	19
<u>2.1. MATERIEL</u>	11
<u>2.1.1. Le matériel biologique</u>	11
<u>2.1.2. Le matériel technique</u>	19
<u>2.1.3. Le matériel d'analyse biochimique</u>	19
<u>2.1.4. Le matériel de mesure</u>	19
<u>2.1.5. Le matériel d'analyse statistique</u>	20
<u>2.2. METHODES</u>	20
<u>2.2.1. Origine et collecte des coproduits de crevette</u>	20
<u>2.2.2. Fabrication des farines de coproduits de la crevette</u>	20
<u>2.2.3. Fabrication des aliments</u>	21
<u>2.2.4. Conditions d'élevage</u>	22
<u>2.2.4.1. Lieu d'expérimentation</u>	22
<u>2.2.4.2. Protocole d'élevage des tilapias</u>	22
<u>2.2.5. Suivie des paramètres physico-chimiques</u>	23

<u>2.2.6. Les analyses bromatologiques des aliments et de la chair</u>	23
<u>2.2.6.1. Détermination de la matière sèche (MS)</u>	23
<u>2.2.6.2. Détermination des cendres</u>	24
<u>2.2.6.3. Dosage de la cellulose brute (CB)/fibres</u>	24
<u>2.2.6.4. Détermination de la matière grasse (MG)/ lipides</u>	25
<u>2.2.6.5. Détermination des protéines brutes (PB)</u>	25
<u>2.2.7. Les paramètres de croissance</u>	25
<u>2.2.8. L'analyse statistique</u>	26
CHAPITRE 3: RESULTATS	27
3.1. LES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES	27
3.2. COMPOSITION BROMATOLOGIQUE DES ALIMENTS UTILISES DANS L'EXPERIENCE	27
3.3. LES PARAMETRES DE CROISSANCE	28
<u>3.3.1. Gain de poids et TCS</u>	28
<u>3.3.2. Le taux de conversion alimentaire (TCA)</u>	29
<u>3.3.3. Taux de survie</u>	29
3.4. COMPOSITION BROMATOLOGIQUE DE LA CHAIR DES POISSONS	29
3.5. ESTIMATION DU PRIX DE REVIENT DES ALIMENTS	30
CHAPITRE 4: DISCUSSION	23
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	34
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	36
ANNEXES	41

SIGLES ET ABREVIATIONS

AAE:	Acides Aminés Essentiels
ANA:	Agence Nationale de l’Aquaculture Agence Nationale de l’Aquaculture
AOAC:	Association of Official Analytical Chemists
ANOVA:	Analysis of Variance
CAL:	Calorie
°C :	degré Celcius
CB:	Cellulose Brute
Cm:	Centimètre
DPM:	Direction des Pêches Maritimes
ENSA:	Ecole Nationale des Sciences Agronomiques
FAO:	Food and Agriculture Organisation
FCFA :	Francs Communauté Financière Africaine
FST:	Faculté des Sciences et Techniques
HA:	Huile d’Arachide
HS:	Huile de Soja
IKAGEL:	terme japonais qui désigne production de Seiche
IUPA:	Institut Universitaire de Pêche et d’Aquaculture
Kg :	Kilogramme
Km :	Kilomètre
L :	Litre
MG:	Matière Grasse
Mg :	Milligramme
MO:	Matière Organique
MS:	Matière Sèche
Ppm:	Par Per million
SAS:	Statistical Analysis System
TCA:	Taux de Conversion Alimentaire
TCS:	Taux de Croissance Spécifique
UCAD:	Université Cheikh Anta Diop
USA:	United States of America
YSI:	Yellow Springs Instrument

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Les différents produits à haute valeur ajoutée issus de coproduits de crevette.....	9
Tableau II : Teneur en protéines des différentes farines de coproduits de crevette.....	12
Tableau III : Composition des aliments.....	13
Tableau IV : Valeurs moyennes des paramètres physico chimiques.....	19
Tableau V : Composition bromatologique des aliments.....	19
Tableau VI : Performances de croissance.....	20
Tableau VII : Composition bromatologique de la chair des poissons	21
Tableau VIII : Estimation du prix de revient d'un kg d'aliment.....	22

INTRODUCTION

La situation actuelle dans le monde est caractérisée par des prises des pêches en baisse, qui se traduit par la rareté du poisson. Dans ce contexte, l'alternative pour combler cette baisse demeure l'aquaculture pour assurer l'approvisionnement en protéines d'origine animale. Selon la FAO, la production mondiale des pêches de capture reste stable, à 90 millions de tonnes environ bien que l'on observe certains changements nets de tendances dans les prises par pays, zone de pêche et espèce. Au cours des trois dernières décennies (1980-2010), la production mondiale de poissons d'élevage destinée à la consommation a été multipliée par près de 12, avec un taux de croissance annuel moyen de 8,8% (FAO, 2012). La production aquacole mondiale continue de progresser, mais plus lentement qu'au cours des années 80 et 90. Elle a atteint un nouveau pic historique en 2010, avec 60 millions de tonnes (hors plantes aquatiques et produits non destinés à la consommation humaine) (FAO, 2012). Ces progrès spectaculaires de l'aquaculture sont moins visibles dans certaines régions du globe. La contribution de l'Afrique à la production mondiale est passée ces dix dernières années de 1,2 % à 2,2%, surtout en raison du développement rapide de l'aquaculture en eau douce en Afrique subsaharienne (FAO, 2012).

Néanmoins, elle continue d'occuper une place mineure (0,16 %) en dépit de son potentiel naturel. Au niveau du Sénégal, malgré d'immenses potentialités naturelles (façade maritime longue de 750 km, fleuve d'une longueur de 1700km etc.) et des conditions éco géographiques locales favorables, la pisciculture n'a pas encore atteint une dimension économique viable. La production totale n'a été que de 200 tonnes en 2010 (ANA, 2011) composée essentiellement de tilapia.

Cette contre-performance est en partie liée à l'insuffisance d'infrastructures de base capables de garantir la production en qualité et en quantité d'intrants (semences et aliments) à des prix abordables.

Le développement durable de l'aquaculture exige un accès facile à un aliment de qualité et à moindre coût. Force est de constater que la plupart de l'aliment utilisé est importé et coûte cher. Par ailleurs, il est important de noter que des aliments sont aussi fabriqués sur les sites d'élevage mais leur qualité nutritionnelle laisse à désirer. Les coproduits de crevettes, un produit des déchets de l'industrie d'exportation riche en protéines de qualité pourrait être considéré comme une solution économique pour la production d'aliments pour poissons.

Dans la logique de la mise en place d'un aliment performant et à moindre coût, la présente étude se propose de valoriser les coproduits de crevette générés en grande quantité par les

industries de transformation et dont la gestion constitue un problème pour les industriels car ils sont soit jetés directement dans l'environnement soit incinérés. Ce qui crée une véritable source de pollution. Leur valorisation dans la fabrication d'aliments pour la pisciculture revêt d'un double avantage économique et écologique. Pour ce faire, différents traitements biochimiques à savoir l'ensilage, la vaporisation et la cuisson vont être appliqués aux coproduits avant qu'ils ne soient incorporés dans les aliments.

La première partie de notre étude sera consacrée à la revue bibliographique du tilapia (*O.niloticus*) espèce retenue pour notre expérience ainsi qu'à la production mondiale de crevette dans le monde et au Sénégal. Une attention particulière a été portée sur la production de coproduits issue des crevettes.

La deuxième partie portera sur les différents traitements subis par les coproduits, l'élaboration des aliments et l'étude expérimentale des valeurs nutritionnelles des différents aliments élaborés.

La troisième partie traitera les résultats obtenus et la discussion. A l'issue de cette partie les perspectives de recherche sont proposées.

CHAPITRE 1 : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1. Caractéristiques taxonomiques et morphologiques du tilapia du Nil (*O. niloticus*)

Oreochromis niloticus appartient à l'ordre des Perciformes, au Sous-ordre des Percoïdei, et à la famille des Cichlidae. Trewavas (1983) proposa une distinction générique, qui sépare les Tilapias en trois genres: *Tilapia*, *Oreochromis* et *Sarotherodon*. La différence entre les *Sarotherodon* et les *Oreochromis* qui sont tous des incubateurs buccaux réside en ce que les premiers sont des incubateurs buccaux paternels stricts ou bi parentaux et les seconds des incubateurs buccaux maternels stricts. Les synonymes de cette espèce sont *Tilapia niloticus* (L.) et *Sarotherodon niloticus*(L.)

Oreochromis niloticus est facilement reconnaissable grâce aux rayures verticales blanches et noires de la nageoire caudale. La nageoire dorsale formée d'une seule pièce comprend une partie épineuse présentant 17 ou 18 épines et une partie molle comptant 12 à 14 rayons souples. La ligne latérale supérieure 21 à 24 écailles, la ligne latérale inférieure 14 à 18. Les branchiospines sont au nombre de 21 à 26 en bas et 5 à 7 en haut .La teinte générale est grisâtre, relativement foncée chez l'adulte. Le dos est vert olive tandis que les flancs, plus pâles, présentent 6 à 9 bandes transversales peu apparentes; le ventre et la lèvre inférieure sont blanchâtres. Les nageoires dorsales et anales sont grisâtres, avec parfois une lisière rouge très mince, la partie molle étant rayée verticalement (ou ayant entre les rayons des tâches claires alignées donnant un aspect rayé). Les nageoires pelviennes sont grises alors que les pectorales sont transparentes. 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 mâles matures ont la gorge, le ventre et les nageoires impaires teintées de noir. Trois à quatre séries de dents sur chaque mâchoire et six chez les individus dépassant les 20cm.

O. niloticus présente un dimorphisme sexuel au niveau de la papille génitale et de la croissance. Chez les mâles, la papille génitale est allongée alors que chez les femelles elle est forte, courte et présente à son milieu une fente transversale (oviducte) située entre l'anus et l'orifice urétral. Cette caractéristique permet de distinguer aisément les mâles des femelles lorsqu'ils atteignent un poids et une taille variant respectivement entre 25-30 g et 10-12 cm. Il faut aussi noter que les mâles grandissent beaucoup plus vite que les femelles.

1.2. Exigences écologiques du tilapia

Après de nombreuses études de terrain et de laboratoire menées par Pullin et Lowe-McConnell, 1982 ; Fishelson et Yaron, 1983, etc.; il en est ressorti que *O. niloticus* est une espèce relativement eurytopic, qui s'adapte à de larges variations des facteurs écologiques du milieu aquatique et colonisant des milieux extrêmement diversifiés. Dans l'habitat naturel, cette espèce peut supporter des températures comprises entre 14 et 31°C, mais l'intervalle de tolérance thermique observé en laboratoire est plus large: 8 et 40°C, pendant plusieurs heures (Balarin et Hatton, 1979). Les meilleures performances de croissance sont observées à 24 - 28°C. De plus, *O.niloticus* peut survivre dans des eaux dont la salinité est proche de 30‰ et dont le pH varie de 8 à 11. Cette espèce survie également durant plusieurs heures à des teneurs en oxygène dissous très faibles, de l'ordre de 0,1 ppm (Mélard, 1986).

1.3. Production mondiale de tilapia

Les tilapias constituent le groupe de poissons qui a connu la plus forte croissance ces dix dernières années toutes espèces aquatiques confondues. Le tilapia est l'un des poissons le plus largement élevé dans le monde et sa production augmente à un rythme élevé. Comme pour la carpe, le tilapia est l'un des poissons ayant fait l'objet du plus grand nombre d'introductions et de transferts à travers le monde à des fins d'élevage (Lazard, 2007). Il est produit aujourd'hui dans plus 100 pays (FAO, 2010).

En termes de localisation géographique, l'Asie représente plus de 80 % de la production de tilapia dans le monde et cette suprématie ne fait que s'accroître. La Chine est le plus grand producteur avec 900 000 tonnes en 2006. L'essentiel de la production est commercialisé sur le marché national mais récemment il est devenu le principal exportateur de tilapia vers les Etats-Unis (140 000 tonnes équivalent poisson frais en 2005) (Lazard, 2007). Bien que l'Afrique soit le continent d'origine des tilapias, sa production reste extrêmement limitée avec l'Egypte qui est le principal producteur. Quelques fermes industrielles commencent à apparaître dans certains pays d'Afrique tels que le Nigeria, le Zimbabwe, l'Ouganda mais tout reste à faire en termes de développement de l'aquaculture en général et de la pisciculture du tilapia en particulier en Afrique subsaharienne (Lazard, 2007).

La production de tilapias en dehors de l'Afrique a atteint 2,4 millions de tonnes en 2008, soit 8% de l'ensemble de la production de poissons en eau douce et en eau saumâtre (FAO, 2010). La production de tilapias aux Philippines, en Indonésie, en Thaïlande, en Malaisie et en Chine

représentait respectivement 34,7%, 19,5%, 15,3%, 14,3% et 3,4 % de leur production aquacole nationale (FAO, 2010).

Actuellement les taux de croissance de la production de tilapia les plus élevés sont enregistrés en Amérique Centrale et du Sud. Ces dernières années, les producteurs de ces régions ont su capter des parts de marchés considérables sur le marché des Etats-Unis et cette dynamique a toutes les raisons de se poursuivre. L'apparition du virus dénommé « White Spot Virus » sur les crevettes élevées en étang dans les pays d'Amérique Latine, en particulier en Equateur, a créé des conditions favorables au développement de la pisciculture du tilapia dans ces étangs. Par ailleurs, les mesures anti-dumping imposées aux élevages de crevettes en provenance du Brésil et de l'Equateur constitueront un élément supplémentaire favorisant la conversion de la crevetticulture vers la tilapiculture (Lazard, 2007). Le tilapia est donc en train de devenir une source majeure de produit aquatique à la fois dans les pays développés et les pays en développement.

1.4. Marché et commercialisation du tilapia

Avec l'évolution dans le domaine des techniques de production et le contrôle des mauvais goûts, le tilapia rejoint les produits comestibles marins dans plusieurs pays. Dans les pays fortement industrialisés, de petits marchés pour le tilapia local vivant ou le tilapia congelé importé se sont développés parmi les communautés des immigrés. Après l'apparition des filets frais de tilapia provenant des pays tropicaux, de nouveaux marchés ont vu le jour dans les restaurants haut de gamme. La Chine, exportateur principal du tilapia, a un grand potentiel pour le développement du marché en vue d'approvisionner sa classe moyenne en pleine croissance. Le tilapia convient parfaitement en tant que substitut de la carpe et principal produit comestible de la mer.

La chair blanche du tilapia est savoureuse et il compte parmi les 10 poissons les plus appréciés aux USA. Les filets présentent une jolie coloration : blanche ou très légèrement rose avec une chair ferme et qui le reste durant la cuisson (Lazard, 2007).

L'approvisionnement en tilapia du marché international est relativement facile à programmer du fait que l'essentiel de la production destinée à l'Europe ou aux Etats-Unis d'Amérique provient de l'élevage. On peut estimer, très globalement, que la production de tilapia aujourd'hui répond aux exigences du développement durable (Lazard, 2007). Le composant le plus important de l'industrie croissante du tilapia est la prolifération des formes de ce produit. Les exportations du tilapia consistaient en des poissons entiers congelés provenant de Taiwan Province de Chine, mais le marché des États-Unis d'Amérique préfère les filets, qui

ont été au début fournis par la Jamaïque, la Colombie et le Costa Rica sous forme de produit frais. Au Sénégal le tilapia frais est vendu à 800F CFA/ kg à Saint-Louis et à 2 000F CFA/ kg à Matam. Donc les prix augmentent crescendo de Saint-Louis à Matam. Les fermiers qui sont installés dans ces zones vendent leurs poissons sur place à 1 500FCFA/ kg. La simulation de rentabilité des activités de ces fermes révèlent des résultats positifs en vendant le kg à 1 000 francs et en important les intrants de l'étranger (ANA, 2011). En tout état de cause, l'augmentation des exportations de tilapia vers les pays consommateurs du Nord aura des impacts positifs sur l'économie des pays exportateurs.

1.5. Situation de la production mondiale de crevettes

La production de crevettes représente 6 millions de tonnes en 2006, soit environ 5% des 110 millions de tonnes de la production mondiale de poissons (FAO, 2009). La crevette ne figure pas parmi les dix catégories d'espèces dont les productions sont plus élevées. Cependant, c'est le produit marin le plus valorisé sur le marché mondial avec une contribution de 16% en valeur. La Chine est le premier producteur mondial de crevettes et assure 41,6% de la production totale, suivie de loin par l'Indonésie et l'Inde avec respectivement 8,6% et 8,3%. La Chine est également le premier exportateur, suivie par le Viêt-Nam et la Thaïlande (Gillett, 2008). Le volume de capture mondiale de crevettes est passé d'environ 2 millions de tonnes en 1990 à près de 3,6 millions de tonnes en 2006. La production issue de l'aquaculture de crevettes ne cesse également de se développer. Elle représente 55% de la production totale en 2012 (FAO, 2012).

La contribution sénégalaise à la production crevettière mondiale est modeste, mais de haute qualité. Elle est estimée à 4657 tonnes (pêche artisanale et industrielle confondues) (DPM, 2009). La crevette a une place importante dans l'économie sénégalaise. Elle constitue une part importante dans l'exportation des produits halieutiques en volume.

La crevette reste à elle toute seule le produit le plus important en termes de valeur. En 2010, elle a représenté approximativement 15% de la valeur totale des produits halieutiques qui ont fait l'objet d'un commerce international (FAO, 2012). En 2010, le marché de la crevette s'est redressé après le déclin de 2009, qui a été caractérisé par des volumes stables mais une baisse substantielle des prix. En 2011, en dépit d'une contraction de la production mondiale de crevettes d'élevage, le marché s'est bien tenu (FAO, 2012). Le scepticisme et les préoccupations suscités par la situation économique n'ont pas empêché les États-Unis d'Amérique et l'Union européenne d'importer davantage de crevettes que l'année précédente.

Le marché japonais s'est détourné de la crevette de base non transformée pour privilégier la crevette transformée à valeur ajoutée, ce qui s'est traduit par des paiements plus importants pour les importations. Beaucoup de marchés nationaux et régionaux d'Asie et d'Amérique latine ont absorbé davantage de crevettes, si bien que les prix sont restés relativement élevés et stables tout au long de l'année 2011. En 2012, le marché de la crevette se présente bien, si l'on en croit les tendances de la demande et des prix sur divers marchés. En termes de valeur, les grands pays exportateurs sont la Thaïlande, la Chine et le Vietnam. Les États-Unis d'Amérique restent le premier pays importateur de crevettes, suivi du Japon.

1.6. Les coproduits de crevettes

Les coproduits sont définis comme les parties non utilisées et récupérables lors des opérations traditionnelles de transformation. Pour les crevettes, ils sont constitués par les têtes, la carapace, la queue et les pattes. Les coproduits marins constituent 30 à 60% des produits entiers et leur valorisation a attiré depuis plusieurs années l'attention des industriels pour un souci de rentabilité économique et de développement durable. En effet, ces matières renferment de nombreuses molécules valorisables notamment des protéines (Ibrahim et al., 1999 ; Heu et al., 2003), lipides (Dumayet al., 2006 ; Dumay, 2006), minéraux, vitamines (Heu et al., 2003), ainsi que d'autres composés bioactifs (Kim et al., 2008), bénéfiques à la santé humaine et animale.

Sur la production nationale, moins du quart de la production de crevette est exporté entier. Le reste fait l'objet d'une consommation locale et d'une transformation industrielle par le processus de décorticage et d'étêtage. Ce qui fait que la part des coproduits est importante sur la production et tourne autour de 1398 tonnes (DPM, 2009).

1.6.1. Farine de coproduits de crevette

La production industrielle de farine à partir de coproduits de crevette requiert un traitement thermique pour éliminer l'eau et les matières grasses, suivi de broyage (Archer et Russell, 2007). Du fait de leur contenance en pigments caroténoïdes, la farine de coproduits de crevette présente un intérêt particulier dans l'élevage de Salmonidés (saumon et truite) pour la coloration de la chair (Archer et Russell, 2007; Johnson, 2002). Une étude a été effectuée également sur l'utilisation de farine de têtes de crevettes dans l'alimentation de dorade, montrant leur bonne digestibilité (Laining et al., 2003). Dans tous les cas, la qualité des protéines de farine de coproduits de crevette est inférieure à celle de poisson. Mais un enrichissement en méthionine et en lysine améliore cette qualité (Fanimo et al, 2000).

1.6.2. Hydrolysats de coproduits de crevette

Les hydrolysats sont l'aboutissement de la digestion partielle des protéines par hydrolyse protéolytique. Ils ont alors généralement une bonne digestibilité et une haute qualité nutritive. Les hydrolysats sont produits sous l'action des enzymes endogènes des crevettes ou des coproduits (autolysats), ou par addition d'enzymes exogènes (hétérolysats) (Dumay, 2006).

Les autolysats des coproduits de crevette, sont également aptes pour l'utilisation en alimentation humaine et animale (Bueno-Solano et al., 2009). Ainsi, les sauces produites par autolyse présentent une qualité élevée avec 35% d'acides aminés de plus que les sauces de poissons commerciales (Kim et al, 2003). L'autolysat de têtes de crevette, du fait de sa teneur élevée en protéines et en acides aminés libres, peut être utilisé comme additif dans les aliments pour améliorer leur valeur nutritionnelle (Cao et al, 2008; Cao et al., 2009). Des études ont montré également des fonctions anti oxydantes d'autolysats de coproduits de crevette (Peralta et al, 2008) et leur capacité à améliorer la tendresse de la viande (Kim et al., 2005). En alimentation animale, la pâte de crevette fermentée est utilisée comme complément protéique pour l'alimentation animale (Johnson, 2002). En vue de valoriser les coproduits de crevettes, l'hydrolyse par addition d'enzyme exogène a été étudiée. Les hétérolysats trouvent leur application en alimentation, pharmaceutique et aquaculture.

1.6.3. Ensilage de coproduits

L'ensilage de déchets de crevettes est un processus de fermentation avec l'utilisation d'un acide ou d'une bactérie lactique. Ce qui permet aux enzymes naturellement présentes de procéder à la digestion des protéines. Certains auteurs comme Fagbenro et Bello-Olusoji (1997) ont rapporté que l'ensilage permet aussi de réduire la teneur en cendres et fibres des coproduits. La même observation a été faite par Fox (1994). Ainsi l'ensilage de coproduits de crevette peut être utilisé en aquaculture du fait qu'il est riche en acides aminés essentiels et présente une bonne digestibilité chez les poissons

1.6.4. Produits à haute valeur ajoutée

Les coproduits de crevette peuvent servir à la production de dérivés de haute valeur marchande. Ces produits dérivés trouvent leur application essentiellement en diététique, nutraceutique, pharmaceutique et en cosmétique (Johnson, 2002). Les principaux dérivés à haute valeur ajoutée pouvant être engendrés par les coproduits de crevette, ainsi que leur intérêt et leur domaine d'utilisation sont résumés dans le tableau ci-après.

Tableau I : Les différents produits à haute valeur ajoutée issus de coproduits de crevette et leur utilisation

Produits	Intérêts	Domaines d'application
Chitine et chitosan	Bioactivité Rétention d'eau Chélation de métaux	Agroalimentaire Pharmaceutique Nutraceutique Cosmétique Agriculture Traitement des eaux
Astaxanthine	Bioactivité Pigmentation	Alimentation animale Alimentation humaine Nutraceutique
Peptides	Bioactivité Digestibilité élevée	Alimentation animale Alimentation humaine Nutraceutique Milieu de culture microbienne
Substances aromatiques	Aromatisant naturel	Agroalimentaire
Glucosamine	Nutrition	Diététique
Phosphatase alcaline	Enzymatique	Biotechnologie
Eléments minéraux	Nutrition	Agroalimentaire
Huile riche en $\omega 3$ et $\omega 6$	Nutrition Bioactivité	Agroalimentaire Nutraceutique

(Source: Zo RANDRIAMAHATODY, 2011)

1.7. Utilisation des coproduits de crevette en aquaculture

Les coproduits de crevette constituent une véritable source de protéines. La plupart des recherches ont porté sur leurs propriétés comme aliments pour animaux. Ce qui a, d'ailleurs, montré qu'ils peuvent être considérés comme des alternatives à d'autres sources d'ingrédients protéiques utilisés en aquaculture.

Ces coproduits subissent pour la plupart des traitements biochimiques avant leur incorporation dans l'alimentation en aquaculture. De nombreuses études portant sur l'alimentation à partir d'ensilage de coproduits de crevettes ont été faites par Nwanna (2003), Kelly et al. (2006) de même que Cavalheiro et al. (2007) chez le tilapia du Nil et le clarias. D'autres essais aussi ont porté sur les hydrolyses enzymatiques des coproduits de crevette. Il a été également démontré par Leal et al. (2009) que les hydrolysats pourraient remplacer partiellement la farine de poisson dans l'alimentation du tilapia du Nil sans effets négatifs sur la croissance et l'utilisation des nutriments.

D'autres coproduits de crustacés comme la farine de krill peuvent être utilisés en alimentation aquacole comme l'a montré l'étude de Tibbets et al. (2011) sur les espèces marines (morue et flétan de l'atlantique). Ozögul (1999) a montré que les coproduits de crustacés pourraient être inclus dans l'alimentation de la truite arc-en-ciel sans nuire aux performances de croissance.

CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES

2.1. Matériel

2.1.1. Le matériel biologique

Des alevins monosexé mâles de tilapia (*Oreochromis niloticus*) constituent le matériel biologique.

2.1.2. Le matériel technique

Pour réaliser ce travail il faut :

- Les aquariums du système recyclé de l'IUPA
- Un Moulinex et accessoires
- Les ingrédients nécessaires pour les aliments (farine de poisson et de maïs, farine de coproduits de crevette, huiles de poisson et végétale, carboxyméthyl cellulose, vitamine et minéraux)
- Des récipients (seaux, bols, des bocaux en verre etc.)
- Des ciseaux
- Sachets
- Épuisette
- Mouchoirs papier

2.1.3. Le matériel d'analyse biochimique

- Kjeltec 1002 (Tecator) pour l'analyse des protéines
- Soxhlet pour l'extraction des lipides
- Fibertex M 1020 (Foss Tecator) pour les fibres
- Four à moufle pour l'analyse des cendres et humidité

2.1.4. Le matériel de mesure

- Balance de précision 0,1 pour la réalisation les différentes pesées de marque Ohaus
- Appareil multifonctionnel YSI Modèle 58 pour mesurer l'oxygène dissous et la température (Yellow Springs Instruments, OH, USA)
- Éprouvette
- Thermostat

2.1.5. Le matériel d'analyse statistique

- Logiciel SAS

2.2. Méthodes

2.2.1. Origine et collecte des coproduits de crevette

Les crevettes (*Farfantepenaeus notialis*) sont pêchés dans le sud du Sénégal en Casamance et transportés à la société de transformation de produits halieutiques IKAGEL située à Mballing dans le département de Mbour. Les crevettes, une fois débarquées, subissent un contrôle pour attester leur qualité. Elles suivent ensuite une opération de décorticage manuel. A l'issue de cette transformation, les têtes, les carapaces, les queues et les appendices sont générés. Ce sont ces déchets qui nous ont été gracieusement donnés par l'usine pour réaliser notre étude. Ces déchets ont été congelés et transportés vers le laboratoire de l'IUPA.

2.2.2. Fabrication des farines de coproduits de la crevette

Les coproduits de crevette, une fois au laboratoire, ont subi différents traitements à savoir la cuisson, l'ensilage et la vaporisation. Les coproduits ont été divisés en 3 lots de 5 kg chacun après décongélation. (cf annexe B)

- Le lot 1 a été cuit dans de l'eau à 100°C pendant 20mn. Après égouttage pour séparer l'eau et les coproduits; il a été séché au soleil durant 3 jours avant broyage et tamisage.
- Le lot 2 est mélangé avec 17% d'acide acétique et remué à des intervalles réguliers de 2h pendant 24h à température ambiante (30±1° c). Le matériau ainsi obtenu est séché durant 3 jours puis broyé avant d'être tamisé pour obtenir de la farine.
- Le lot 3 est vaporisé à l'aide d'un couscoussier pendant 30 mn. Après cette opération les coproduits sont séchés au soleil pendant 2 jours puis broyé et tamisé.

Les différentes farines obtenues sont analysées biochimiquement pour connaître leurs teneurs en protéines comme le montre le tableau ci-après.

Tableau II: Teneur en protéines des différentes farines de coproduits de crevette

Types de farine	Protéines(%)
A	48,12
B	45,5
C	39,38

A = cuisson

B = ensilage

C = vaporisation

2.2.3. Fabrication des aliments

Quatre aliments ont été fabriqués en tenant compte des teneurs en protéines des différentes farines de crevette : un aliment témoin (ne contenant pas de farine de crevettes) et 3 aliments tests avec les farines de coproduits de crevette. Les ingrédients suivants ont été utilisés: farine de poisson, farine de maïs, farine de crevette, un liant (carboxyméthyl cellulose), des huiles (huile de poisson 1/3 et huile végétale 2/3), des minéraux et des vitamines. Ces 4 aliments ont été élaborés de façon à ce que leur teneur en protéines ne dépasse pas $32 \pm 2\%$. (cf annexe B)

Tableau III: Composition des aliments

Ingrédients	A	B	C	D
Farine de poisson	340	170	170	170
Farine de maïs	480	300	280	200
Farine de crevette	0	350	370	450
Cellulose	100	100	100	100
Huile de poisson	20	20	20	20
Huile végétale (HS et HA)	40	40	40	40
Vit mix^a	10	10	10	10
Min mix^b	10	10	10	10

a : vit A 250000 UI; vit D3 250000UI; vit E 5000mg ; vit B1 100mg ; vit B2 400mg ; vit B3 (pp) 1000mg ; vit B5 pantode Ca2000mg ; vit B6 300mg ; vit K3 1000g ; vit C 5000mg ; H biotines 15mg ; choline 100g ; expient spécial (anti oxydant (BHT), attapulgite broyée et calcinée) qsp 1000mg ;

b : phosphore 7% ; calcium 17% ; sodium 1,5% ; potassium 4,6% ; magnésium 7,5% ; manganèse 738mg ; zinc 3000mg ; fer 4000mg ; cuivre 750mg ; iodé 5mg ; cobalt 208mg ; attapulgite calcinée et broyée qsp 1000g ; teneur en fluor du complexe 1,5% (environ), dose 1kg pour 100kg d'aliment.

Les différentes proportions d'ingrédients que montre le tableau 3 sont formulées pour 1 kg d'aliment. Les matières premières sont pesées et mélangées entre elles avec les vitamines, les minéraux et les huiles de manière à obtenir un mélange homogène. De l'eau a été ensuite ajoutée à raison de 30 % de matière sèche. Ce qui a permis d'obtenir une pâte malléable. Des filaments de 2 mm de diamètre (spaghettis) sont obtenus après passage à travers la filière d'un moulinex. Ces filaments sont par la suite séchés au soleil, fragmentés à la taille désirée, mis dans des pots en verre et stockés jusqu'à leur distribution.

2.4.4. Conditions d'élevage

2.2.4.1. Lieu d'expérimentation

Le laboratoire de l'IUPA sis dans les locaux de la Faculté des Sciences et Techniques de l'UCAD est utilisé comme milieu d'étude. Le local comporte un système fermé de 2 unités : une unité d'écloserie et une unité d'alevinage. Notre étude est effectuée dans l'unité d'alevinage composée de 32 aquariums d'une capacité de 50L chacun. Chaque aquarium est muni d'un bulleur et d'une crépine permettant le renouvellement continu de l'eau. Un vortex, relié aux aquariums par 2 bassins, est chargé d'épurer l'eau par l'aide d'un filtre mécanique et d'un filtre biologique. L'approvisionnement en eau est assuré par un réservoir muni d'un système de déchloration. La température de l'eau est régulée par un thermostat afin de maintenir les valeurs optimales d'élevage (Cf annexe A).

2.2.4.2. Protocole d'élevage des tilapias

Les alevins de tilapia ont été obtenus à partir de la station piscicole de Richard Toll. Après, ils sont acclimatés aux conditions du laboratoire pendant deux semaines durant lesquelles ils

sont nourris avec de l'aliment commercial importé de la Chine. L'expérience a duré 6 semaines. Durant cette période, les poissons sont répartis dans 8 aquariums (2 aquariums pour le témoin et 6 pour les aliments tests). Dans chaque aquarium 10 alevins d'un poids moyen de $1,25 \pm 0,02$ g ont été répartis. Chaque aliment a été testé sur 2 aquariums (en duplicata). La ration journalière distribuée correspond à 10% du poids vif des poissons durant les 2 premières semaines. Pour le reste de l'expérience, la ration a été diminuée à 6% en fonction du poids vif des poissons après pesée. La distribution de l'aliment a été effectuée manuellement à raison de 2 distributions par jour (8h et 17h). Toutes les deux semaines des mesures de paramètres de croissance (gain de poids et la survie) sont effectuées pour évaluer la qualité nutritionnelle des aliments. Il s'en suit un réajustement de la quantité d'aliment distribuée. Les aquariums sont nettoyés 2 fois par jour en siphonnant les particules en suspension et ceux déposés au fond. À la fin de l'expérience, des poissons sont pris au hasard dans chaque aquarium et filetés. La chair ainsi obtenue est soumise à des analyses bromatologiques.

2.2.5. *Suivie des paramètres physico-chimiques*

Au cours des 6 semaines, des mesures des paramètres physico-chimiques à savoir la température et l'oxygène dissoute ont été prises toutes les 48 h à l'aide d'un appareil multifonctionnel.

La photopériode a été maintenue à 12h de lumière et 12H d'obscurité.

2.2.6. *Les analyses bromatologiques des aliments et de la chair*

Des analyses bromatologiques des farines des coproduits de crevette, des aliments et de la chair (avant et après l'expérience) ont été effectuées au laboratoire de l'ENSA et de l'ESP selon les méthodes standards de l'AOAC (1984).

2.2.6.1. *Détermination de la matière sèche (MS)*

La matière sèche est la partie d'aliment ne contenant pas d'eau. Elle est déterminée à partir d'une prise d'essai de 2,5g placée à l'étuve à 105°C pendant 24 heures, c'est-à-dire jusqu'à l'obtention d'un poids constant (Lemal, 1989).

$$\mathbf{MS} = \frac{P_2 - T_C}{P_1} \times 100 \quad \mathbf{M.S.} = 100 - \% \text{ d'humidité}$$

MS : matière sèche (teneur en%)

P₁ : Poids de la matière fraîche introduite dans le creuset en g

P₂ : Poids du creuset + échantillon à la sortie de l'étuve en g

T_C : Tare du creuset en g

2.2.6.2. Détermination des cendres

Nous avons incinétré 2,5 g d'échantillon placé dans un four réglé à 550°C pendant 8 heures. Le résidu d'incinération pesé correspond aux matières minérales. A partir de la teneur en matières minérales de résidu, on déduit la teneur en matière organique (Lemal, 1989).

$$C = \frac{P_2 - T_C}{P_1 \times MSA\%} \times 100$$

C : teneur en cendre (en % de la matière sèche)

T_C : Tare du creuset en g

P₁ : Prise d'essai en g

P₂ : Poids du creuset et du résidu calciné en g

MSA : teneur en matière sèche analysé en %

2.2.6.3. Dosage de la cellulose brute (CB)/fibres

La cellulose brute est déterminée par la méthode de WEENDE qui consiste en une double hydrolyse (acide puis basique) sur 1g d'échantillon. Deux extractions successives à chaud sont menées à l'acide sulfurique puis à la potasse. Après les deux hydrolyses, les échantillons ont été rincés plusieurs fois à l'acétone. Le résidu après séchage à l'étuve à 105°C pendant 24 h et calcination au four à 550°C pendant 3 heures a été pesé. La perte de poids après séchage et calcination représente la cellulose brute de l'échantillon (Lemal, 1989).

$$CB = \frac{P_1 - P_2}{PE \times MSA\%} \times 100$$

CB : teneur en cellulose brute (% de MS)

PE : prise d'essai en g

P₁ : Poids du creuset sorti de l'étuve en g

P₂ : Poids du creuset sorti du four en g

MSA : matière sèche analysée %

2.2.6.4. Détermination de la matière grasse (MG)/ lipides

On extrait la matière grasse par la méthode de FOLCH en mettant en contact 3g de l'aliment avec l'éther éthylique, placé dans une cartouche d'extraction. Le tout est monté sur l'appareil d'extraction et placé sur une plaque chauffante pendant 6 heures. L'extrait recueilli au fond du ballon après extraction est séché à l'étuve pendant une heure puis pesé (Lemal, 1989).

$$\text{MG} = \frac{\text{ballon sec} - \text{ballon vide} + \text{pierre ponce}}{\text{prise d'essai} \times \text{matière sèche \%}} \times 100$$

2.2.6.5. Détermination des protéines brutes (PB)

Pour déterminer les protéines brutes de l'aliment, la méthode de KJELDHAL (Lemal, 1989) a été utilisée. L'échantillon est minéralisé par l'acide sulfurique pour libérer l'ammoniac qui a ensuite été distillé et recueilli dans l'acide borique puis titré par l'acide sulfurique 0,1N.

$$\text{PB} = \frac{14,01 \times \text{N} \times \text{V}}{10 \times \text{PE}} \times 6,25 \times \frac{100}{\text{MSA}} = 875,6 \times \frac{\text{N} \times \text{V}}{\text{PE} \times \text{MSA}}$$

PB : protéines brutes (en % de MS)

N : normalité de la solution titrant

PE : prise d'essai

MSA : teneur en matières sèche analytique (en %)

V : volume de la solution titrant nécessaire à l'obtention du virage de couleur (ml)

2.2.7. Les paramètres de croissance

Pour estimer la croissance des poissons au cours de l'expérimentation et caractériser l'efficacité d'utilisation des aliments mis en essai, les différents paramètres de croissance ont été calculés :

- **Gain de poids moyen** : Ce paramètre permet d'évaluer la croissance pondérale des poissons pendant un temps donné. Il est calculé à partir de la formule ci-dessous:

Gain de poids relatif (GP) = poids moyen final – poids moyen initial

$$\text{Gain de poids absolu en \%} = \frac{\text{poids moyen final} - \text{poids moyen initial}}{\text{poids moyen initial}} \times 100$$

- **Taux de croissance spécifique (TCS)** : Ce coefficient permet d'évaluer le poids gagné par poisson chaque jour, en pourcentage de son poids vif.

$$\text{TCS}(\% \text{ pc/j}) = \frac{(\ln(\text{poids moyen final}) - \ln(\text{poids moyens initial}))}{\text{durée de l'expérimentation (jours)}} \times 100$$

- **Taux de conversion alimentaire (TCA)** : Ce coefficient est utilisé pour caractériser l'efficacité d'utilisation de l'aliment.

$$\text{TCA} = \frac{\text{quantité d'aliment distribuée/poisson}}{\text{Gain de poids}}$$

- **Taux de survie** : Elle est calculée à partir du nombre total de poissons à la fin de l'expérience et de l'effectif en début d'élevage, selon la relation ci-dessous

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

2.2.8. L'analyse statistique

Les résultats obtenus sont traités par le tableur Excel et le logiciel SAS. La procédure utilisée est l'analyse de variance (ANOVA). Le test de Tukey a été utilisé pour déterminer la différence entre les différents régimes alimentaires. Une différence est significative à α inférieur à 5%.

CHAPITRE 3: RESULTATS

3.1. Les paramètres physico-chimiques

Tableau IV: Valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques

	Température (°c)	Oxygène dissous (mg/l)
Moyenne	30 ± 1	6 ± 1

La température moyenne est de 30 ± 1 °c et l'oxygène dissous 6 ± 1 mg/l. Ces valeurs obtenues sont proches des celles optimales pour une meilleure croissance des tilapias.

3.2. Composition bromatologique des aliments utilisés dans l'expérience

La composition bromatologique des aliments expérimentaux a été établie dans le tableau V.

Tableau V: Composition bromatologique des aliments

Composantes déterminées	Régimes alimentaires			
	A	B	C	D
Matières sèches (MS)	91,53	95,04	93,90	94,60
Fibres (%MS)	2,54	5,77	6,76	8,99
Lipides (%MS)	10,38	10,05	11,23	7,66
Protéines brutes (%MS)	30,00	32,26	33,42	34,46
Cendres (%MS)	14,29	21,38	18,20	22,70
Energie calculée (cal/kg)	212,59	242,57	261,72	242,76

En % de MS

Comme prévu, la teneur en protéines de ces 4 aliments tourne autour de $32 \pm 2\%$

(**A : 30,00%; B : 32,26%; C : 33,42% et D : 34,46%**). Pour ce qui concerne les lipides, les aliments A, B et C contiennent respectivement 10,38%, 10,05% et 11,23% et ne présentent pas de différence significative. Seul l'aliment D contenant 7,66% de lipides présente une différence significative comparé aux autres aliments. Des différences significatives sont notées pour les fibres entre les différents aliments A, B, C et D. L'aliment témoin (A) présente

le plus faible taux de fibres (2,54%). En revanche l'aliment D présente le taux de fibres le plus élevé (8,99%).

Pour ce qui est des cendres, il y a une différence significative entre les différents aliments. L'aliment A contient le plus faible taux de cendres (14,29%) et présente une différence significative avec les autres aliments. Le taux de cendres le plus élevé se retrouve dans l'aliment D. Il n'existe pas de différence entre les matières sèches des différents aliments.

3.3. Les paramètres de croissance

Dans le but d'une meilleure appréciation de notre expérience, les résultats obtenus sont présentés dans le tableau VI :

Tableau VI : Performances de croissance

	Régimes alimentaires			
	A	B	C	D
Poids moyen initial g/ poisson	1,26±0,00	1,23±0,01	1,26±0,03	1,26±0,01
Poids moyen final g/poisson	3,31±0,51	4,95±0,63	5,44±0,44	6,22±0,45
Gain de poids moyen g/poisson	2,05±0,52	3,72±0,63	4,18±0,47	4,96±0,47
Gain de poids (%)	163,47±41,95 ^b	303,94±48,40 ^{ab}	331,85±44,34 ^{ab}	393,88±42,35 ^a
TCS	2,29±0,38 ^b	3,31±0,29 ^{ab}	3,48±0,24 ^a	3,79±0,20 ^a
TCA	3,35 ^b	2,17 ^a	2,18 ^a	1,69 ^a
Taux de survie (%)	100	80	90	70

3.3.1. Gain de poids et TCS

Au bout des 6 semaines d'expérience, les résultats ont révélé que les meilleures performances de croissance ont été obtenues chez les poissons soumis au régime D avec un gain de poids moyen de 393,88%. Ainsi les plus faibles gains de poids moyens et de TCS se retrouvent chez les poissons nourris avec l'aliment A. Statistiquement des différences significatives ont été

notées entre les aliments A et D en ce qui concerne les gains de poids et TCS. Des gains de poids intermédiaires ont été notés dans les aliments B et C avec respectivement 303,94% et 331,85%.

3.3.2. Le taux de conversion alimentaire (TCA)

Statistiquement, il existe une différence significative entre l'aliment témoin (A) qui a le plus mauvais TCA et les 3 autres aliments (B, C et D). En revanche il n'existe pas de différence significative entre les aliments B, C et D contenant de la farine de coproduits de crevette.

3.3.3. Le taux de survie

Les taux de survie sont présentés dans le tableau VI. Ils varient entre 70 et 100%. Les meilleurs taux de survie sont obtenus avec l'aliment A (100%) et les plus faibles avec l'aliment D (70%).

3.4. Composition bromatologique de la chair des poissons

Tableau VII: Composition bromatologique de la chair des poissons au début et à la fin de l'expérience

Régimes alimentaires					
Composition	Etat initial	A	B	C	D
Protéines(%)	83,77	77,63	86,43	87,00	85,93
Lipides(%)	8,82	10,98	9,16	9,07	9,06
Cendres(%)	10,10	8,27	8,02	7,91	8,52

En % de MS

Les teneurs en protéines de la chair des poissons soumis aux régimes B (86,43%), C (87,00%) et D (85,93%) ne présentent pas une différence significative après les essais d'alimentation et sont supérieurs à la teneur en protéine de la chair des poissons initiaux (83,77%). Seule la chair des tilapias nourris avec l'aliment témoin présente un taux de protéine inférieur (83,77%) à celui de la chair des poissons initiaux.

Pour ce qui est des teneurs en lipides, il n'existe pas de différence significative entre la chair des poissons initiaux (8,82%) et celle des poissons nourris aux différents régimes B, C et D. Une augmentation significative du taux de lipides est notée dans la chair des tilapias soumis au régime témoin A comparé aux poissons initiaux et aux poissons soumis aux régimes B, C et D.

En ce qui concerne les cendres, il existe une différence significative entre les poissons initiaux et les poissons nourris avec les régimes A, B, C et D. Le taux de cendres le plus élevé est présenté par la chair des poissons initiaux (10,10%). Cependant il n'y a pas de différence significative entre les poissons nourris aux différents régimes A, B, C et D.

3.5. Estimation du prix de revient des aliments

Tableau VIII : Estimation du prix de revient d'un kg d'aliment

Ingédients	Prix des ingrédients /kg en FCFA	Prix d'un kg en FCFA			
		A	B	C	D
Farine de poisson	410	139,4	69,7	69,7	69,7
Farine de maïs	150	72	45	42	30
Farine de cop. cuits	100	0	35	0	0
Farine de cop. ensilés	150	0	0	55,5	0
Farine de cop. vaporisés	100	0	0	0	45
Cellulose	1637	163,7	163,7	163,7	163,7
Huile de poisson	410	8,2	8,2	8,2	8,2
Huile d'arachide	1100	22	22	22	22
Huile de soja	1200	24	24	24	24
Vit mix	2360	23,6	23,6	23,6	23,6
Min mix	760	7,6	7,6	7,6	7,6
Effort fourni		50	50	50	50
TOTAL		510,5	448,3	466,3	443,8

Les résultats établis dans le tableau VIII visent à faire identifier l'aliment le plus rentable économiquement. Après les estimations effectuées sur les prix des différents aliments utilisés dans cette expérience, il en est ressorti qu'il existe un écart entre les prix par kg. L'aliment le plus cher semble être l'aliment A avec **510,5** F CFA le kg et le moins cher est l'aliment D avec **443,8** F CFA le kg. L'aliment B est légèrement moins cher que l'aliment C avec respectivement **448,3** F CFA et **466,3** F CFA.

CHAPITRE 4 : DISCUSSION

L'utilisation des protéines animales issues des prises accessoires de la pêche et des coproduits de la pêche pour l'aquaculture a été étudiée par un grand nombre d'auteurs (Goddard et al., 2003; Li et al., 2004 ; Goddard et Perret 2005; Whiteman et Gatlin III 2005).

Notre étude a montré que l'incorporation des farines de coproduits traités dans les régimes alimentaires de tilapia donne de meilleures performances de croissance comparé à l'aliment contrôle. Le TCS ainsi obtenu chez les poissons soumis au régime D (3,79) qui contient 45% de coproduits de crevettes vaporisés sont supérieures au TCS de 2,28 rapportés par Fagbenro et Jauncey (1995) sur les alevins de clarias nourris d'ensilage mélangé avec de la farine de plumes hydrolysées. Ces résultats ainsi obtenus sont en parfaite adéquation avec ceux de Yesim Özogul (1999) qui a trouvé que l'incorporation des protéines de coproduits de crustacés donnait les meilleurs TCS chez la truite arc-en-ciel. Mieux, Leal et al (2009) soutiennent que l'incorporation des hydrolysats de protéines de crevette à hauteur de 60% n'affectent pas les performances de croissance tilapia (*O. niloticus*). En effet, Tibbets et al. (2011) ont trouvé que les régimes contenant 0% et 100% de farine de krill présentaient une différence significative et que les meilleures performances ont été obtenues avec le régime à 100% de farine de krill chez la morue comme chez le flétan de l'Atlantique. Par contre, Fall et al. (2012) ont trouvé que l'incorporation de la farine de coproduits de crevette en remplacement de la farine de soja à une concentration supérieure à 60% diminuait les performances de croissance du tilapia hybride. De même, Chitmanat et al. (2008), soutiennent que l'inclusion des farines issues des rejets de la pêche à plus de 25% nuisait aux performances de croissance du tilapia. Les résultats de la présente expérience montrent que les coproduits de crevettes vaporisés pourraient être inclus jusqu'à 45% dans le régime alimentaire des tilapias. Ce taux d'inclusion est supérieur à celui de Mirzah (1997) qui a inclus les coproduits de crevettes cuits à la vapeur dans le régime alimentaire des poulets seulement à hauteur de 18%. Mais il faut savoir que la différence de taux d'incorporation dépend aussi de l'espèce à élever. Dans cet essai, l'aliment D qui donne les meilleures performances de croissance contient le taux de fibres le plus élevé (8,99%). Ces fibres sont essentiellement constituées de chitine (30% à 40% des carapaces de crevettes) et de chitosane. Ces résultats sont contraires aux observations de Shiau et Yu (1999), Fall et al. (2012) et Leal et al. (2009). Selon ces auteurs, cette baisse de performance de croissance observée à partir de niveau élevé d'inclusion de coproduits de crevette pourrait s'expliquer par une mauvaise digestion de la chitine. En fait, la chitine est connue pour absorber des

lipides et de la bile dans le tractus gastro-intestinal, réduisant ainsi la digestion des lipides et leur absorption (Tharanathan et Kittur 2003). Il semble que les cichlidés en général ne possèdent pas d'enzymes appelés chitinases capables de digérer la chitine (Fines et Holt 2010). Dans la présente étude, les performances de croissance enregistrées pourraient être liées aux différents traitements effectués sur les coproduits de crevette et aux taux d'incorporation dans les aliments. En effet, il est connu que la cuisson que ce soit à la vapeur ou à l'eau, transforme les fibres en les rendant plus solubles et plus digestes. Mieux la teneur en fibres et en cendres d'un aliment peut être diminuée par le processus de fermentation (ensilage) comme démontrés par Fagbenro et Bello-Olusoji (1997).

Les TCA obtenus chez les poissons nourris avec les régimes B, C et D ne présentent pas une différence significative. Le meilleur TCA rencontré chez les poissons nourris au régime D et qui est égal à 1,69 g n'est pas loin de l'éventail de données obtenues dans l'étude des TCA portant sur la morue et le flétan juvénile (0,6 à 1,1 g) nourris avec des aliments contenant de la farine de krill (Tibbets et al., 2011). Les TCA des poissons soumis aux différents régimes tests présentent une variation significative avec celui des tilapias soumis au régime de contrôle. Contrairement aux résultats de Nwanna (2003) qui rapportent qu'il n'y a pas de différence significative entre le régime témoin ne contenant pas d'ensilage de tête de crevette et les autres régimes chez les alevins de clarias. Ces observations confirment celles de Cavalheiro et al. (2007) qui n'ont trouvé aucune variation intéressante dans les TCA des poissons nourris avec l'aliment témoin et les autres aliments à différents degrés d'inclusion d'hydrolysats de tête de crevette chez le tilapia du Nil.

Il est connu que la survie et la croissance des poissons sont étroitement liées à la qualité de l'aliment distribué et, en particulier, à la source protéique (Cruz-Suárez et al., 1992 ; Cahu et Zambonino-Infante, 2001). Dans notre étude, quel que soit l'aliment distribué le taux de survie est relativement élevé (plus de 70%). D'après Sumi et al. (2011), un taux de survie supérieur à 80% est excellent en alevinage. Nos résultats corroborent avec ceux de Nwanna, 2003. Ce dernier révèle des taux de survie de 95% lors des essais d'alimentation et d'études de digestibilité menés pour évaluer l'effet de remplacement de la farine de poisson par la farine d'ensilage de tête de crevette à des niveaux respectifs de 0, 5, 10, 20, 30 et 40% dans l'alimentation des poisson-chats africains.

Des analyses bromatologiques (teneurs en protéines, lipides et cendres) de la chair au début et à la fin de l'expérience sont utilisées pour déterminer l'influence de l'alimentation sur la composition du poisson. Les lipides contenus dans les carcasses des poissons initiaux sont presque les mêmes que ceux trouvés dans ceux des poissons soumis aux régimes B, C et D contrairement à ceux du régime A qui présentent un taux beaucoup plus élevé. Les teneurs en cendres des carcasses ont diminué tandis que les taux de protéines ont augmenté après les essais. Seuls les poissons nourris au régime témoin ont des teneurs en protéines inférieures à celle des poissons initiaux. Nwanna et al. (2003) ont fait la même observation chez les clarias nourris à la farine de tête de crevettes ensilées. Contrairement à nos résultats, Leal et al.(2009) ont signalé que les taux de protéines, cendres et lipides contenus dans les carcasses des poissons initiaux ont diminué par rapport à ceux des carcasses de poissons nourris avec les différents régimes contenant 0, 5, 10 et 20% d'hydrolysats de protéines de crevettes chez le tilapia du Nil.

Sur le plan économique, il a été constaté que l'aliment qui présente les meilleures performances est le moins cher (D) et le plus cher est l'aliment témoin (A). Cette cherté de l'aliment témoin s'explique par la quantité de farine de poisson utilisé. En fait, la farine de poisson a un coût élevé. D'où la pertinence d'utiliser les coproduits de crevette qui sont à bon marché et générés en grande quantité par les industries de transformation. La production aussi ne semble pas avoir un coût élevé puisqu'ils sont traités artisanalement. Ce qui représente une facilité pour les petits fermiers. La production en grande quantité de l'aliment D pourrait limiter l'importation qui coûte cher. La production à petite échelle peut se faire grâce à la mise en place d'une petite unité de fabrication d'aliment dans la ferme. L'utilisation de l'aliment D permet d'économiser 66,7 FCFA pour chaque kg par rapport à l'aliment témoin A.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Valoriser les coproduits de crevette en élaborant un aliment performant et à moindre coût était l'objectif fixé par notre étude afin de régler au niveau local le problème de disponibilité d'aliments. Des résultats plus ou moins acceptables ont été obtenus à l'issue de cette étude.

En fait, les coproduits de crevette ont été tous traités avant incorporation à savoir l'ensilage, la cuisson et la vaporisation. L'aliment qui a servi de témoin ne contenait pas de farine de coproduits de crevette. En considérant les performances de croissance et les prix estimés, on peut d'ores et déjà dire que l'aliment avec les coproduits de crevette vaporisés est le meilleur. Cela est aussi valable pour les aliments contenant les coproduits ensilés et cuits à l'eau mais dans une moindre mesure tant sur le plan économique que sur le plan nutritionnel. En définitif, nous pouvons dire que l'incorporation des coproduits de crevettes vaporisés dans les aliments peut constituer une alternative dans l'utilisation importante des farines de poisson en aquaculture.

Bien qu'on ait eu des résultats intéressants, les régimes des coproduits méritent des évaluations supplémentaires. Il ne faut pas oublier que des méthodes artisanales ont été utilisées. De plus, la technologie de fabrication des aliments de manière à conserver les propriétés nutritionnelles de certains de ces composés (vitamines C en particulier) et à assurer une bonne stabilité dans l'eau et une densité adéquate des granulés doit être bien maîtrisée. Ainsi, il serait intéressant d'approfondir cette étude en déterminant le profil des acides aminés essentiels (AAE) des coproduits de crevette traités, des aliments élaborés ainsi que de la chair des poissons après l'expérience. Des études futures pourront aussi porter sur l'effet des différents traitements biochimiques sur la digestion de la chitine.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Archer, M.R. et Russel, D., 2007. Crustacean processing waste management. Seafish Research and Development. United Kingdom, 23 p.
- 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.
- Bueno-Solano, C.; López-Cervantes, J.; Campas-Baypoli, O.N.; Lauterio-García, R.; Adan-Bante, N.P.; Sánchez-Machado, D.I., 2009. Chemical and biological characteristics of protein hydrolysates from fermented shrimp by-products. Food Chemistry, 112, 671-675.
- Cahu C.L. et Zambonino Infante J.L. 2001. Substitution of live food by formulated diet in marine fish larvae. Aquaculture, 200, 161-180.
- Cao, W.; Zhang, C.; Hong, P.; Ji, H., 2008. Response surface methodology for autolysis parameters optimization of shrimp head and amino acids released during autolysis. Food Chemistry, 109, 176-183.
- Cao, W.; Zhang, C.; Hong, P.; Ji, H.; Hao, J.; Zhang, J., 2009. Autolysis of shrimp head by gradual temperature and nutritional quality of the resulting hydrolysate. LWT - Food Science and Technology, 42, 244-249.
- Cavalheiro J.M.O. ; Souza E.O.; Bora P.S., 2007. Utilization of shrimp industry waste in the formulation of tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) feed. Bioresour. Technol., 98, 602-606.
- Chitmanat,C.; Tipin, A. ; Chaibu, P.; Songklanakarin S. T., 2009. Effects of replacing fishmeal with wastes derived from local fisheries on the growth of juvenile tilapia, *Oreochromis niloticus*, J. Sci. Technol., 31 106, 105-110.
- Coward-Kelly, G.; Agbogbo, F.K.; Holtzapple, M.T., 2006. Lime treatment of shrimp head waste for the generation of highly digestible animal feed. Bioresource. Technol. 97, 1515–1520.

Cruz-Suarez L.E.; Maria D.M.; Vega J.A.M.; Ebelling P.W., 1993. Evaluation of two shrimp by product meals as protein sources in diets for *Penaeus vannamei*. Aquaculture, 53, 115-116.

DPM, 2009. Résultats généraux des pêches maritimes, Rap-2009, 82p.

Dumay, J., 2006. Extraction de lipides par bioréacteur enzymatique combiné à l'ultrafiltration: Application à la valorisation de coproduits de poisson (*Sardina pilchardus*) Ecole doctorale Mécanique, Thermique et Génie civil de Nantes. Université de Nantes, 306p.

Dumay, J.; Donnay-Moreno, C.; Barnathan, G.; Jaouen, P.; Bergé, J.P., 2006. Improvement of lipid and phospholipid recoveries from sardine (*Sardina pilchardus*) viscera using industrial proteases. Process Biochemistry, 41, 2327-2332.

Fagbenro O.A.; Jauncey K., 1995. Growth and protein utilization by juvenile catfish (*Clarias gariepinus*) fed dry diets containing co-dried lactic acid - fermented fish silage and protein feed stuffs. Biores. Technol. 51, 29-35.

Fagbenro, O.A.; K. Jauncey; R. Krueger, 1997. Nutritive value of dried lactic acid fermented fish silage and soybean meal in dry diets for juvenile catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). Appl. Ichthyol, 13, 27-30.

Fall, J.; Tseng, Y. T.; Ndong, D.; Sheen, S. S., 2012. The effects of replacement of soybean meal by shrimp shell meal on the growth of hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus*) reared under brackish water. International Journal of Fisheries and Aquaculture. 4, 85-91.

Fanimo, A.O.; Oduguwa, O.O.; Onifade, A.O.; Olutunde, T.O., 2000. Protein quality of shrimp-waste meal. Bioresource Technology, 72, 185-188.

FAO, 2010. Situation mondiale des pêches et de l'aquaculture, Rome, 244p.

FAO, 2012. La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture, Rome, 241p.

FAOSTAT, 2009. FAO Statistical Databases, Food and Agricultural Organization of the United Nations.

Fines, B.C. et Holt, G.J., 2010. Chitinase and apparent digestibility of chitin in the digestive tract of juvenile cobia, *Rachycentron canadum*. *Aquaculture*, 303, 34–39.

Fishelson L. et Yaron Z., 1983. The First International Symposium on tilapia in aquaculture, Tel Aviv University, 8-13 May 1983, 624p.

Fox, C.J., 1994. The effect of various processing methods on the physical and biochemical properties of shrimp head meals and their utilization by juvenile *Penaeus monodon* Fab. *Aquaculture*, 122, 209–226.

Gillett, R., 2008. Global study of shrimp fisheries. FAO, Rome, 331p.

Goddard J.S. et Perret J.S.M., 2005. Co-drying fish silage for use in aquafeeds. *Anim Feed SciTechnol*, 118, 337–342.

Goddard J.S.; McLean E., Wille K., 2003. Co-dried sardine silage as an ingredient in tilapia, *Oreochromis aureus*, diets. *J Aquac Tropic*, 18, 257–264.

Heu, M.-S.; Kim, J.-S.; Shahidi, F., 2003. Components and nutritional quality of shrimp processing by-products. *Food Chemistry*, 82, 235-242.

Ibrahim, H.M.; Salama, M.F.; EL-Banna, H.A., 1999. Shrimp's waste: chemical composition, nutritional value and utilization. *Nahrung*, 43p.

Johnson, H.M., 2002. Perspectives de marché dans le secteur international du poisson et des fruits de mer. Autres produits/usages et questions de salubrité alimentaire. Bureau du Commissaire au développement de l'aquaculture.

Kim, J.S.; Shahidi, F.; Heu, M.S., 2003. Characteristics of salt-fermented sauces from shrimp processing by products. *journal of agricultural and food chemistry*, 51, 784-792.

Kim, J.-S.; Shahidi, F.; Heu, M.-S., 2005. Tenderization of meat by salt-fermented sauce from shrimp processing by-products. *Food Chemistry*, 93, 243-249.

Kim, S.K.; Mendis, E.; Shahidi, F., 2008a. Marine fisheries by-products as potential nutraceuticals: an overview. In: C.S.F. Barrow (Ed.) *Marine neutraceuticals and functional foods*. *Nutraceutical Science and Technology*, New York, 1-22.

Laining, A.; Rachmansyah; Ahmad, T.; Williams, K., 2003. Apparent digestibility of selected feed ingredients for humpback grouper, *Cromilepte saltivelis*. *Aquaculture*, 218, 529-538.

Lazard J., 2007. Le tilapia, In : <http://aquatrop.cirad.fr>, 5 p.

Leal ,A. L. G.; Castro, P.F.; Lima, J. P. V., Souza Correia, E. et De Souza Bezerra, R., 2009. Use of shrimp protein hydrolysate in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, L.) feeds, *Aquacult Int*, 8, 635–646.

Lemal, D., 1989. Recueil des méthodes et techniques utilisées pour l'expérimentation en alimentation animale au DPA de l'INDR. – Thiès : INDR- 46p.

Li P.; Wang X.; Hardy R.W.; Gatlin, D. M. III, 2004. Nutritional value of fisheries by-catch and by-product meals in the diet of red drum (*Sciaenops ocellatus*). *Aquaculture*, 236, 485–496.

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

Mirzah, 1997. The Influence of shrimp waste meal processing with steam pressure at quality and its utilization in broiler ration. *Dissertation*, Padjadjaran University, Bandung.

Nguyen, T.M.H., 2009. Valorisation de matières premières marines de faible valeur ajoutée: Application aux co-produits de thons. Université de Nantes, Nantes, 192p.

Nwanna L.C., 2003. Nutritional Value and Digestibility of Fermented Shrimp Head Waste Meal by African Catfish *Clarias gariepinus*. *Pakistan J. Nutr.*, 2, 339-345.

Özogul Y., 2000. The Possibility of Using Crustacean Waste Products (CWP) on Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Feeding Turk J. Biol*, 24, 845-854.

Peralta, E.M.; Hatake, H.; Kawabe, D.; Kuwahara, R.; Wakamatsu, S.; Yuki, T.; Murata, H., 2008. Improving antioxidant activity and nutritional components of Philippine salt-fermented shrimp paste through prolonged fermentation. *Food Chemistry*, 111, 72-77.

Pullin, R.S.V. et Lowe Mc-Connell, R.H., 1982. The biology and culture of tilapias. . ICLARM Conference Proceedings, 7 Manila, Philippines, 432p.

Randriamahatody Z., 2011. Valorisation biotechnologique des coproduits de crevette : utilisation de la protéolyse enzymatique pour des applications avicoles à Madagascar. Université d'Antananarivo, Antananarivo, 162p.

Shiau S.Y. et Yu Y.P., 1999. Dietary supplementation of chitin and chitosan depresses growth in tilapia, *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*. *Aquaculture*, 179, 439-446.

Sumi, K. R.; Das, M.; Siddika, I., 2011. Effect of different protein levels of fry feed on the production of quality tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry. *Journal Bangladesh Agriculture. University*, 9, 365–374.

Sylla, K.S.B., 2011. Valorisation de coproduits de la sole tropicale (*Cynoglossus senegalensis*) par hydrolyse enzymatique : Application en nutrition avicole. Université de Bretagne Sud, 80p.

Tharanathan, R.N. et Kittur, F.S., 2003. Chitin – The undisputed biomolecule of great potential. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 43, 61–87.

Tibbets, S.M.; Olsen, R. E.; Lall, S. P., 2011. Effects of partial or total replacement of fish meal with freeze-dried krill (*Euphausia superba*) on growth and nutrient utilization of juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua*) and Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) fed the same practical diets, *Aquaculture nutrition*, 17, 287-303.

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

Whiteman K.W. et Gatlin D.M III., 2005. Evaluation of fisheries by-catch and by-product meals in diets for red drum *Sciaenops ocellatus* L. *Aquac Res.*, 36, 1572–1580.

ANNEXES

Annexe A : Vue d'ensemble du milieu d'étude



Les aquariums (Diop, 2013)



Les épuisettes (Diop, 2013)



Le bassin (Diop, 2013)

Annexe B : Fabrication des farines de coproduits



Coproduits avant traitement (Diop, 2013)



Vaporisation (Diop, 2013)



Cuisson des coproduits (Diop, 2013)



Ensilage des coproduits (Diop, 2013)



Séchage après traitement (Diop, 2013)



Broyage après séchage (Diop, 2013)



Tamisage après broyage (Diop, 2013)



Farine de coproduits (Diop, 2013)

Annexe C : Fabrication des aliments



Farine de maïs



Farine de poisson



Farine de coproduits



Liant



Huile de poisson



Huile végétale



Min mix



Vit mix

Source : Diop, 2013



Fabrication de l'aliment
(Diop, 2013)



Séchage de l'aliment (Diop, 2013)



Fragmentation (Diop, 2013)



Stockage des aliments (Diop, 2013)



Pesage avant distribution (Diop,2013)

Résumé

Thème : Valorisation biochimique des coproduits de la crevette : utilisation dans l'élaboration d'aliment de tilapia (*O. niloticus*)

Nom du candidat : Dior DIOP

Nature du mémoire : Diplôme d'Etudes Supérieures Spécialisées (DESS) en pêche et aquaculture

Jury :

Président: Pr Papa NDIAYE Professeur des universités , Directeur de l'IFAN/UCAD

Membres: Dr Jean FALL Enseignant-chercheur, IUPA/UCAD

Dr Malick DIOUF Enseignant-chercheur, IUPA/UCAD

M. Abdoulaye NIANE Ingénieur halieute, Directeur technique de l'ANA

Dr Niokhor DIOUF Enseignant-chercheur, IUPA/UCAD

Soutenu le 20 Juillet 2013 à l'Institut Universitaire de Pêche et d'Aquaculture (IUPA)

Résumé:

Une expansion rapide de l'aquaculture exige un approvisionnement suffisant en aliments. Dans la logique de la production d'un aliment nutritif et à moindre coût, la présente étude s'est proposé de valoriser les coproduits de crevette (*Farfantepenaeus notialis*) générés en grande quantité par les industries de transformation. L'utilisation et la transformation de ces coproduits dans la fabrication des aliments pour le tilapia passent par des étapes de traitements biochimiques à savoir l'ensilage, la vaporisation et la cuisson. Quatre aliments ont été élaborés: un aliment ne contenant pas de farine de coproduits (A témoin) et 3 autres avec les farines de coproduits de crevettes déjà traités (B, C et D). D'autres ingrédients comme la farine de poisson et de maïs, des huiles, des vitamines et minéraux ont été utilisés. La teneur en protéines des 4 aliments tourne autour de $32 \pm 2\%$. Les alevins de tilapia monosex mâles de $1,25 \pm 0,02\text{g}$ ont été soumis aux 4 régimes pendant 6 semaines. A la fin de l'expérience, une différence significative a été noté entre l'aliment témoin A et les autres aliments B, C et D en ce qui concerne le gain de poids, le TCS et le TCA. L'aliment D contenant de la farine de coproduits vaporisés a donné les meilleures performances de croissance. Il ressort de cette étude que les coproduits traités peuvent être incorporés comme ingrédients dans l'alimentation pour tilapia sans nuire à la qualité nutritionnelle et avec des avantages économiques.

Mots clés : tilapia, coproduits, crevette, cuisson, ensilage, vaporisation, aliment.