

**RESUME**

La culture de crevettes se développe très rapidement depuis 1992 à Madagascar où existent sept fermes aquacoles. Celles-ci permettent de promouvoir la culture de crevettes notamment à Mahajanga, ville située au Nord-Ouest du pays. Les déchets de têtes de crevettes créent un problème environnemental avec plus de 24 488 Tonnes à l'échelle du pays en 2011.

Ces têtes de crevettes sont considérées comme des déchets et sont jetées à la mer. Cette attitude est très contestable car elle pollue l'environnement et cela ne valorise pas le produit qui pourrait l'être comme source protéinique pour les animaux. Au CDCC « Centre de Développement de la Culture de Crevettes », grâce à notre étude effectuée en 2006, les têtes de crevettes peuvent être considérées comme des matières premières si elles sont mélangées à d'autres ingrédients pour la fabrication de granulés. L'objectif de cet article est de montrer comment il est possible de valoriser ces déchets en vérifiant les performances zootechniques des aliments sur les *Penaeus monodon*, par rapport aux apports protéiniques et à un aliment standard fabriqué de façon industrielle. Cet aliment a donné d'excellents résultats de croissance lors des expérimentations et dépasse les performances de l'aliment témoin. Ces résultats proviendraient d'une meilleure digestibilité du produit. La transformation de ces déchets en aliment pour crevettes (caractère cannibaliste) est un excellent moyen pour assainir l'environnement, si ce n'est le coût de production encore trop élevé. Étant donné la facilité d'approche de ces grandes quantités de têtes de crevettes, elles feront l'objet d'autres recherches mais cette fois tournées sur l'aspect environnemental.

**MOTS-CLÉS :** valorisation, têtes de crevettes, déchet, pollution, environnement.

**ABSTRACT**

Shrimp culture is developing very rapidly, including in Madagascar. There have been seven farms: AQUALMA, AQUAMEN, SOMAQUA, AQUAMAS, ACB, LGA, AQUABIO since 1992, to promote the culture of shrimp in Mahajanga, Madagascar. The amount of waste shrimp heads available in each treatment plant of these products creates an environmental problem with more than 873 tons produced in 2004. These shrimp heads are considered as waste and hence thrown into the sea. This behavior is very questionable due to the environmental pollution. Furthermore, the product could be a protein source for animals but it is not exploited yet. For the CDCC "Development Center of Culture of Shrimps", thanks to the 2006 study, these shrimp heads were considered raw materials mixed with other ingredients in the manufacture of pellets. Following it, the objective of this paper is to valorize these wastes by checking animal performance of feeding *Penaeus monodon* in relation to the various protein sources and the standard food produced industrially. This food has been the most successful growth during experiments and exceeds the performance of the reference. These results come from a better digestibility of the product. The transformation of this waste into food shrimp (cannibalist side) is a great way to improve the environment incidence but with the condition of production costs minimized. Moreover, with the ease of approach of the large quantities of shrimp heads, these ones could be the subject of further environmental research.

**KEYWORDS :** Valorization, shrimp heads, waste, pollution, environment.

## Valorisation de déchets de crustacés pour l'alimentation des penaeus monodon à Madagascar

**RASOANANDRASANA Emilienne,**

Université de Mahajanga, Laboratoire d'Analyse et de Recherche en Environnement et Déchet (LARED), Faculté des Sciences, Campus Ambondrona, Madagascar.  
Contact : rasoanandrasana@yahoo.fr

**RASOLONJATOVO Martial Zozime, RATSIMBAZAFY Hanitra,**

Université de Mahajanga, Option Sciences et Techniques de Traitement des Déchets (STTD) MASTER, Faculté des Sciences, Madagascar.  
Contact : rasolozomart@yahoo.fr

**Auteur/s à qui la correspondance devrait être adressée : rasoanandrasana@yahoo.fr**

### I. Introduction

L'aquaculture, et plus particulièrement la culture de crevettes, s'est développée très rapidement durant ces dernières décennies. L'aquaculture de crevettes marines a augmenté jusqu'à 400 % depuis 1989 et 30 % des crevettes vendues sur le marché international sont issues de l'aquaculture de Madagascar (COLLECTIF, 2002 ; RAZAFITSEHENO G., 2003). Avec environ 70 % de la masse récoltée qui devient un déchet, il y a donc un tonnage considérable de déchets plus de 2 000 tonnes disponibles (GILL T.A. 2000 ; RAZAFITSEHENO G., 2003). En crevetticulture, la plus grande partie des charges d'exploitation d'une entreprise est représentée par l'achat des aliments pour nourrir les crevettes. En général, cette charge est estimée entre 40 et 50% du coût d'exploitation selon le système d'élevage (GILL T.A. 2000).

Avant les années 70, les aliments utilisés pour la crevetticulture étaient essentiellement composés d'aliments naturels et de nourritures fraîches. Les chercheurs et les opérateurs ont depuis créé des aliments dits « artificiels » ou « granulés » (CUZON G., 1978 ; MEYERS S. P., 1986) qui ont connu du succès et ne cessent de s'améliorer dans les élevages de type industriel. La plupart des sociétés crevetteuses industrielles n'emploie que des granulés importés.

Pourtant, il y a urgence à traiter et à utiliser les déchets de crevettes qui contiennent plusieurs composés bioactifs tels que la chitine, des pigments, des acides aminés et des acides gras (KANDRA P. et al, 2012).

Les travaux de recherche qui ont été menés sur la valorisation des déchets des crustacés portent surtout sur l'extraction de la chitine pour obtenir de la chitosane (XU Y, 2008 ; OANH T. et al, 2007 ; LAILA M. et al, 2010 ; JUNG W. et al, 2006). En effet, la chitine est utilisée dans différents domaines d'application allant du biomédical au domaine alimentaire, en passant par la nutraceutique, la cosmétique, l'œnologie et le traitement des eaux (JUNG W., 2006 ; WENHONG C., 2008 ; VINCENT CORPORATION, 1998 ; UNO K., 2010 ; LAILA M. et al, 2010). Gill (Gill T.A., 2000) a souligné l'existence de trois méthodes pour l'utilisation des déchets aquatiques à partir de l'aquaculture ou des stocks sauvages : soit la fabrication de farine de poisson, soit la production d'ensilage, soit l'utilisation des déchets dans la fabrication d'engrais organiques. Plusieurs autres options ont été proposées dans son article en plus de

ce que les chercheurs norvégiens ont fait pour la valorisation des déchets de crustacés par la transformation en produits à valeur ajoutée (GILL T.A., 2000). D'après la FAO, on utilise la farine des déchets de crevettes seulement dans l'alimentation des poulets de chair (GILL T.A. 2000). L'étude faite par Sara Sorribas et al, grâce à l'analyse expérimentale des déchets de crevettes et la caractérisation du biogaz, a permis d'observer que ce type de déchets a une grande potentialité pour la production de biogaz, avec une valeur autour de 200Nm<sup>3</sup> de CH<sub>4</sub> par kg de MS (SORRIBAS S.R. et al, 2011). « Vincent Corporation » pratique la valorisation des déchets de crevettes (tête, queue) et de crabes (coque rigide) en utilisant la déshydratation par presse afin d'extraire le calcium (51%), les protéines (30%) et la chitine (17%) pour améliorer l'alimentation animale (VINCENT CORPORATION, 1998). Les déchets de crevettes qui sont produits en grande quantité dans les industries de transformation des produits halieutiques en Inde sont l'une des sources importantes de caroténoïdes naturels. Des études ont été menées pour évaluer l'extractibilité des caroténoïdes des déchets de crevettes dans les différents solvants organiques et mélanges de solvants afin d'optimiser les conditions d'extraction pour un rendement maximal (SACHINDRA N.M. et al, 2006). Des protéines hydrolysées ont été préparées par autolyse à partir de déchets de têtes de « Penaeus vannamei » (crevette d'eau de mer en Chine). L'hydrolysate peut être utilisé comme ingrédient alimentaire fonctionnel ou un exhausteur de goût (SACHINDRA N.M. et al 2007).

Les procédés de fermentation de déchets de crevettes ont été normalisés pour la récupération des caroténoïdes. Le rendement d'extraction des caroténoïdes (extraits d'huiles) était plus élevé dans deux types d'ensilage à la fin de 75 jours de stockage. Les résultats ont indiqué l'utilité de la fermentation comme une méthode pour la stabilisation et la récupération des caroténoïdes dans les déchets de crevettes (CHIH-HUI L. et al, 2012 ; SACHINDRA N.M. et al, 2007).

Les effets du remplacement de la farine de poisson par de la farine de déchets de crevettes dans les régimes alimentaires pour les Cobias (*Rachycentron canadum*) ont été étudiés par Chih-Hui Lu et al (Chih-Hui Lu et al, 2012). Les résultats ont montré des taux de survie des poissons plus élevés. Le poids et le taux de conversion alimentaire ont montré aussi une tendance à la hausse mais le coefficient d'efficacité protéinique a révélé une tendance à la baisse (RAZAFITSEHENO G., 2003).

A Madagascar, il existe sept fermes aquacoles depuis 1992 : AQUALMA, AQUAMEN, SOMAQUA, AQUAMAS, ACB, LGA, AQUABIO. La quantité de têtes de crevettes disponibles à Madagascar dans ces sept fermes constitue un important problème environnemental (GILL T.A. 2000 ; RAZAFITSEHENO G., 2003). L'estimation de cette quantité (tonnes) se trouve sur le tableau ci-dessous :

**Tableau 1 : Production de crevette à madagascar (tonnes) (source archive mprh, 2011)**

PRODUCTION / ORIGINE	2004	2006	2008	2010
Production	21 815	26 645	35 389	34 984
Estimation de crevettes étêtées	6 544,5	7 993,5	10 616,7	10 495,2
Têtes de crevettes disponibles	15 270,5	18 651,5	24 772,3	24 488,8

Nous avons effectué cette étude au sein du CDCC « Centre de Développement de la Culture de Crevettes » créé en 1996 pour promouvoir la culture de crevettes à petite échelle. Ce centre est doté d'une éclosérie, de bassin d'expérimentation ainsi que d'infrastructures pour la fabrication d'aliments. L'approvisionnement en ingrédients est difficile particulièrement avec les farines de poisson peu abondantes et surtout chères. Ceci nous a poussés à évaluer différentes alternatives de sources protéiques dans le but de remplacer totalement ou partiellement les protéines issues des farines de poisson. Une possibilité est l'utilisation des déchets de têtes de crevettes qui contiennent un taux élevé en protéine, avec un profil d'acides aminés excellent par rapport aux farines de poisson (MEYERS S. P. 1986).

## 2. Méthodologie

Pour la réalisation de cette étude nous avons fait :

- des analyses bromatologiques des ingrédients choisis ;
- de la fabrication d'aliment à l'échelle artisanale ;
- des tests sur terrain

### 2.1 Analyse bromatologique suivant les directives de l'union européenne (ue) afnor 86017/1986

- Détermination des matières sèches (MS)
- Détermination des matières minérales (MM) ou cendres brutes (CB)
- Détermination des cendres insolubles (CI)
- Dosage du calcium (Ca)
- Dosage du phosphore (P)
- Dosage de la matière azotée ou protéines brutes  
Minéralisation de l'azote organique

Distillation

Titration

- Dosage des matières grasses brutes
- Dosage des glucides ?
- Dosage des fibres ?

## 2.2 Fabrication d'aliment

### 2.2.1 Formulation alimentaire

La formulation alimentaire consiste à combiner différents ingrédients d'origine animale et végétale, ou des sous-produits des usines alimentaires. La combinaison se fait dans une proportion bien déterminée pour obtenir la valeur nutritive nécessaire. Un seul ingrédient ne contient jamais tous les éléments nutritifs utiles.

**Tableau 2 : Les variantes de sources protéiques testées.**

Variante	Variable
A	Têtes de crevettes
B	Crevettes séchées + chevaquines + Pyrazus palustris
C	Crevettes séchées + chevaquines + Sauvagella sp

L'aliment témoin choisi a été du granulé de l'usine laitière d'Antsirabe Madagascar «TIKO SI4 » et qu'on ne nous a pas donné la composition. Les différentes formules testées se trouvent dans le tableau suivant :

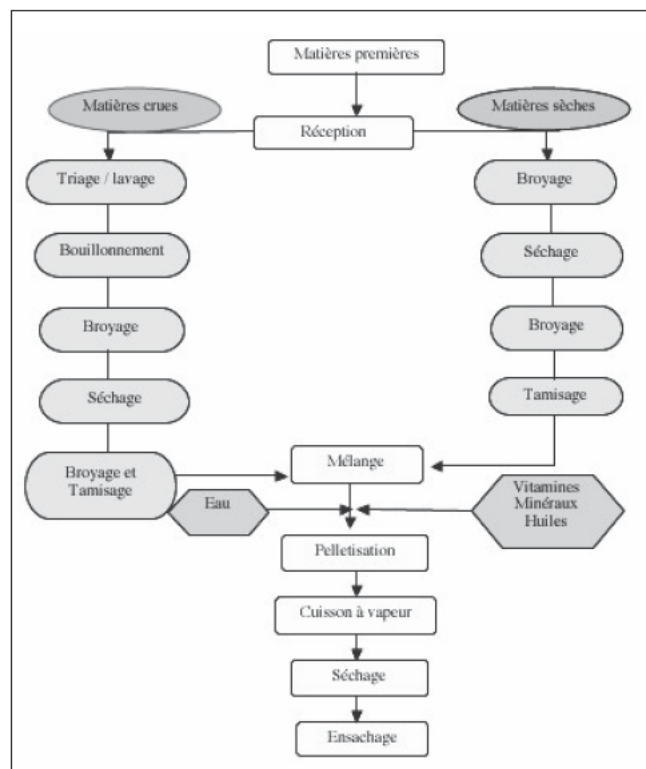
**Tableau 1 : Production de crevette à madagascar (tonnes) (source archive mprh, 2011)**

TYPE	A	B	C	D
Têtes de crevettes	35	0	0	
Crevettes séchées	0	15	25	T
Chevaquines	0	10	10	I
Sauvagella sp.	0	0	10	K
Pyrazus palustris	0	10	0	O
Farine de poisson locale	10	10	0	
Tourteaux d'arachides	7	7	7	S
Son de riz	10	10	10	I
Farine de blé	19	19	19	4
Tacca pennatifude	10	10	10	
Complexes vitaminiques	I	I	I	
Complexe minéral	3	3	3	
Huile de palme	3	3	3	
Huile de soja	2	2	2	
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	

### 2.2.2 Préparation des ingrédients

Les différentes étapes adoptées pour la fabrication des aliments sont représentées par le diagramme suivant.

Figure 1 : Les étapes de fabrication des aliments



Remarque : Parmi les sources protéiques choisies, celle des têtes de crevettes est la moins riche en protéine.

### 2.3 Évaluation biologique des aliments

Les granulés sont testés sur des PL 106 (des post-larves de 106 jours) de crevettes. Ces juvéniles de *Penaeus monodon*, ayant un poids moyen de 1,56 g, proviennent de l'écloserie du CDCC sise à Amborovy. Ils ont été cultivés dans un même environnement et avec la même alimentation. Ce sont des groupes de généalogie significative. L'expérience a duré pendant 42 jours dans des bacs d'expériences en fibre de verre d'une capacité de 40 l. Chaque type d'aliment était réparti sur 4 bacs différents. Le protocole est celui suivi par AGUNG S. et al en 1995 sur un essai d'alimentation de 42 jours pour les mineurs *Penaeus monodon* afin d'évaluer l'efficacité des régimes alimentaires à base des déchets de tête de crevettes sources de protéines dans différentes combinaisons avec d'autres déchets aquatiques. (AGUNG S. et al, 1995 ; CUZON G., 1978 ; MEYERS S. P., 1986 ; MILLAMENA O. M. et al, 2002).

L'expérience a duré 42 jours, avec une répartition des bacs d'expériences en fibre de verre de 40l, de couleur bleue à l'intérieur. Chaque type d'aliment est réparti sur 4 bacs différents. Durant les deux premières semaines, 10 juvéniles sont placés dans chaque bac. Pendant les deux dernières semaines, on a réduit à 8 pour diminuer la biomasse. La distribution d'aliment

se faisait deux fois par jour, à 8h et à 15h. Le jour de l'échantillonnage, se faisait toutes les deux semaines. Au dernier jour d'échantillonnage, on a stoppé l'aliment du matin.

Le changement d'eau était à raison de 30% par jour et assuré par un trop plein connecté avec un trou de drainage. L'aération se faisait continuellement à l'aide d'un sucre aérateur pour chaque bac. Le fond a été nettoyé par siphonage tous les jours. Quelques paramètres physico-chimiques tels que la température et la salinité ont été prélevés à la même heure tous les jours. Un thermomètre manuel plongé en permanence dans un bac d'expérience servait à mesurer la température tandis que la salinité est mesurée par un thermoplongeur électronique multi paramètre. On mesure le poids moyen, tous les 15 jours. La ration alimentaire est ajustée selon les résultats. Les juvéniles sont collectés à l'aide d'une épuisette pour pesage sur une balance de précision et se sont remises après pesage dans le bac d'expérience.

### 2.4 Coût des aliments

Du point de vue coût des aliments, nous avons pris référence à partir des prix de chaque ingrédient, on a déduit le coût approximatif de chaque type d'aliment. Il est à noter qu'on n'a pas tenu compte des éventuels taux de déperdition au cours de la préparation des différents éléments.

### 2.5 Performances zootechniques

#### Croissance

La croissance est l'une des paramètres les plus acceptés pour l'évaluation des traitements sur l'alimentation. C'est un indicateur pratique qui peut refléter l'efficacité des aliments (MILLAMENA O. M. et al, 2002). Plusieurs paramètres peuvent exprimer la croissance.

Croissance absolue : La croissance absolue est la différence entre la biomasse au temps  $t$  ( $B_t$ ) et la biomasse initiale ( $B_i$ ) (MILLAMENA O. M. et al, 2002) suivant la formule ci-dessous :

$$\text{Croissance Relative} = (B_t - B_i) / B_i * 100$$

Taux de croissance relative : Il s'agit de la croissance par rapport à la biomasse initiale par jour d'élevage (JE).

$$\text{Taux de Croissance Relative} = \frac{(B_t - B_i)}{B_i * JE} * 100$$

#### Efficacité de l'aliment

Cette partie exprime la relation entre la quantité d'aliment distribué et le gain de poids. (MILLAMENA O. M. et al, 2002) Les mesures du gain de poids, combinées avec le calcul de la quantité d'aliments utilisés pour produire ce gain, sont utilisées pour déterminer l'indice de conversion selon la formule suivante: (MILLAMENA O. M. et al, 2002)

$$\text{Indice de conversion} = \text{Aliment ingéré} / \text{Gain de poids}$$

L'efficacité de l'élément est l'inverse de l'indice de conversion

$$\text{Efficacité de l'aliment} = (\text{Croissance} / \text{Aliment distribué}) * 100$$

La qualité des protéines est évaluée par des méthodes biologiques et chimiques. La méthode chimique détermine la qualité tandis que la méthode biologique détermine comment l'animal réagit à la protéine en termes de croissance et de taux de survie (MILLAMENA O. M. et al, 2002).

Ratio de l'efficacité des protéines (PER) : ce ratio est l'une des méthodes biologiques.

$$\text{Ratio de l'efficacité des protéines PER} = (\text{Croissance} / \text{Protéines disponibles})$$

Efficacité des protéines : Cette formule exprime le taux d'efficacité de l'utilisation des protéines.

$$\text{Efficacité des protéines} = (\text{Croissance} / \text{Protéine disponible}) * 100$$

### 3. Résultats

#### 3.1 Compositions biochimiques des ingrédients

Les résultats d'analyses bromatologiques effectuées dans les laboratoires sont récapitulés dans le tableau suivant.

#### 3.2 composition biochimique des aliments a, b, c et témoin

En fixant le taux des différents ingrédients pour chaque type de formule, les résultats des analyses ont permis de calculer les valeurs nutritionnelles approximatives des aliments.

**Aliment A** : A, ayant comme source protéique les têtes de crevettes, est constitué de : 30,08 % de protéines, 9,53 % de lipides, 31,80 % de glucides.

**Aliment B** : pour l'aliment B, utilisant comme source protéique les crevettes étêtées, la qualité nutritionnelle est de : 33,81 % de protéines, 68 % de lipides, 1,80 % de glucides.

**Aliment C** : l'aliment C, ayant comme source protéique les crevettes entières, représente la valeur nutritionnelle de : 32,43 % de protéines, 9,40 % de lipides, 31,80 % de glucides.

**Aliment témoin (TIKO S14)** (composition non donnée): 40% de protéines brutes (minimum), 8,5% de matières grasses (minimum), 3% de fibres (maximum), 12% de cendres maximum. L'espèce *Pyrazus palustris* présente le taux le plus élevé en protéines (75,06%), suivi successivement par le *Sauvagella* sp. (65,20%) et la farine de poisson locale (54,50%). Les têtes de crevettes occupent la dernière position avec un taux de 47,08%. Du point de vue taux lipidique, la farine de poisson tient la première place (8,80%), suivie successivement par les crevettes séchées (5%) et le *Sauvagella* sp. (4,60%). Les têtes de crevettes tiennent la quatrième position avec 3,70% de lipides. Concernant la teneur en protéines, on remarque que l'aliment TIKO est le plus riche, suivi de l'aliment B et C. L'aliment A contenant les têtes de crevettes est le plus pauvre en protéines. Par contre, l'aliment A est en deuxième position du point de vue du taux lipidique après l'aliment B.

**Tableau 4 : Composition biochimique de chaque ingrédient (en g)**

INGREDIENTS	Protéines	Lipides	Cendres	Fibres	Glucides
Tête de crevettes	47,08	3,70	29,44		
Crevettes séchées	50,60	5,00	27,43		
Chevaquines	51,11	3,4	33,7		
Sauvagella sp.	65,2	4,6	16,2		
Pyrazus palustris	75,06	3,6	4,6		
Farine de poisson locale	54,50	8,80	5,80		
Tourteaux d'arachides	45,30	8,00	0,30	7,50	38,90
Son de riz	12,80	13,90	1,40	7,60	64,30
Farine de blé	12,14	1,22	1,40	8,10	77,14
Farine de tarot	13,92	1,72	5,75	5,74	79,89
Huile de palme		100,00			
Huile de soja		100,00			

Etant donné que le poids moyen d'une crevette est compris entre 1 et 2g, le besoin nutritionnel en protéines doit être compris entre 40% et 42% (MEYERS S. P., 1986 ; MILLAMENA O. M. et al, 2002). Seul l'aliment témoin a répondu aux besoins en protéines, les autres présentent une déficience.

Du point de vue du taux lipidique, la valeur pour chaque type d'aliment, par ordre décroissant, est de 9,68% pour l'aliment B, 9,53% pour l'aliment A, 9,40 % pour l'aliment C et >8% pour l'aliment témoin.

Ces valeurs sont toutes au-dessus du besoin nutritionnel des juvéniles qui est de 7% (MEYERS S. P., 1986). Les résultats d'analyse nous informent que seul l'aliment A utilisant les têtes de crevettes présente une concentration en protéines près des besoins des crevette par rapport à l'aliment témoin.

Lors de l'analyse des acides aminés, l'aliment A présente un taux inférieur aux besoins des crevettes que ce soit au stade juvénile ou adulte. Les acides aminés présents dans l'aliment A n'est donc pas suffisant pour l'animal testé.

Croissance absolue (goddard s., 1996 ; millamena o. m., et al, 2002) :

**Tableau 5 : Croissance absolue obtenue par les différents types d'aliment (en g)**

VARIANTES	A			B			C			D		
Biomasse initiale (g)	15,5	15,8	16,2	15	15,8	15	16	15,3	15,6	15,1	15,4	15,4
Biomasse au J-42 (g)	31,2	32,45	29,85	32,68	34,45	30,65	30,65	30,41	29,85	25,61	26,22	24,18
Croissance absolue (g)	15,7	16,65	13,65	17,68	18,65	15,65	14,65	15,11	14,25	10,51	10,82	8,78
Moyenne (g)	15,33			17,33			14,67			10,04		
Taux de croissance absolue moyenne g/jour	0,37			0,41			0,35			0,24		

Croissance relative (millamena o. m., et al, 2002) :

**Tableau 6 : Croissance relative obtenue par les différents type d'aliment (g)**

VARIANTES	A			B			C			D		
Biomasse initiale (bi)	15,5	15,8	16,2	15,0	15,8	15,0	16,0	15,3	15,6	15,1	15,40	15,4
Biomasse au j-42 (b42)	31,2	32,5	29,9	32,7	34,5	30,7	30,7	30,4	29,9	25,6	26,2	24,1
Croissance relative	101,3	105,4	84,3	117,9	118,0	104,3	91,6	98,8	91,3	69,6	70,3	57,0
Moyenne	97,0			113,4			93,9			65,6		

Indice de conversion : cette partie exprime la relation entre la quantité d'aliment distribué et le gain de poids (millamena o. m. et al, 2002)

**Tableau 7 : Indices de conversion pour les différents types d'aliments**

VARIANTES	A			B			C			D		
Total aliment distribué (g)	30,49	38,63	38,83	38,03	33,22	39,14	39,13	38,23	35,22	35,03	33,32	33,51
Croissance (g)	15,7	16,65	13,65	17,68	18,65	15,65	14,65	15,11	14,25	10,51	10,82	8,78
Indice de conversion	1,94	2,32	2,84	2,15	1,78	2,50	2,67	2,53	2,47	3,33	3,08	3,82
Moyenne	2,37			2,14			2,56			3,41		

### 3.3 Efficacité économique

Le prix du kilo de l'aliment témoin en sortant de l'usine est de 0,93 Euro (VDS Crustacean Feed). Par ordre croissant, le prix de revient des aliments par kg est de :

- 0,81 Euros pour l'aliment A
- 1,185Euros pour l'aliment B,
- 1,237Euros pour l'aliment C.

Au vu des résultats obtenus, l'aliment A à base de têtes de crevettes est le plus économique parmi les quatre types d'aliment.

### 3.4 Évaluation biologique

La croissance est l'un des paramètres le plus utilisé pour l'évaluation des traitements sur l'alimentation. C'est un indicateur pratique qui peut refléter l'efficacité des aliments (OANH.T. et al, 2007). Plusieurs paramètres peuvent exprimer la croissance.

Efficacité de l'aliment : l'efficacité des différents types d'aliments est l'inverse de l'indice de conversion présenté dans le tableau suivant :

**Tableau 8 : Efficacité des différents types d'aliments**

VARIANTES	A			B			C			D		
Total aliment distribué (g)	30,49	38,63	38,83	38,03	33,22	39,14	39,13	38,23	35,22	35,03	33,32	33,51
Croissance (g)	15,7	16,65	13,65	17,68	18,65	15,65	14,65	15,11	14,25	10,51	10,82	8,78
Efficacité de l'aliment (%)	51,50	43,10	35,16	46,49	56,14	39,99	37,44	39,52	40,46	30,00	32,48	26,20
Moyenne	43,25			47,54			39,14			29,56		

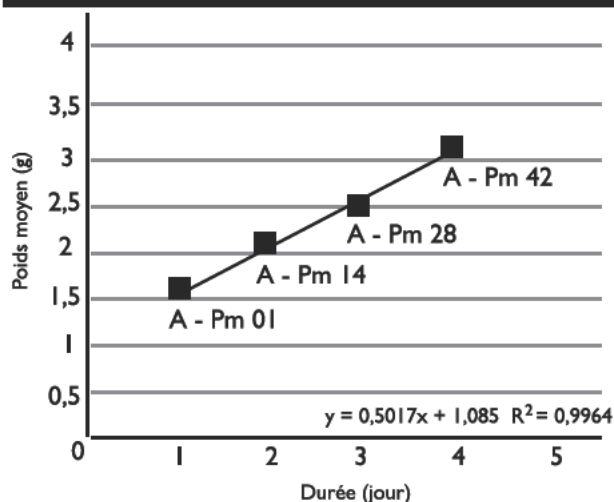
Profil des acides aminés : les protéines ayant des acides aminés similaires à ceux contenus dans l'animal semblent avoir une meilleure valeur nutritionnelle (wenhong c. et al, 2008, (millamena o. m. et al, 2002).

**Tableau 9 : Ratio de l'efficacité des protéines**

VARIANTES	A			B			C			D		
Croissance (g)	15,7	16,65	13,65	17,68	18,65	15,65	14,65	15,11	14,25	10,51	10,82	8,78
Protéines disponibles (g)	9,18	11,63	11,69	12,85	11,23	13,23	12,68	12,39	11,41	14,01	13,33	13,41
Per	1,71	1,43	1,17	1,38	1,66	1,18	1,16	1,22	1,25	0,75	0,81	0,65
Efficacité des protéines	171,1	143,2	116,8	137,5	166,1	118,3	115,5	122,0	124,9	75,0	81,2	65,5
Moyenne	1,44			1,41			1,21			0,74		

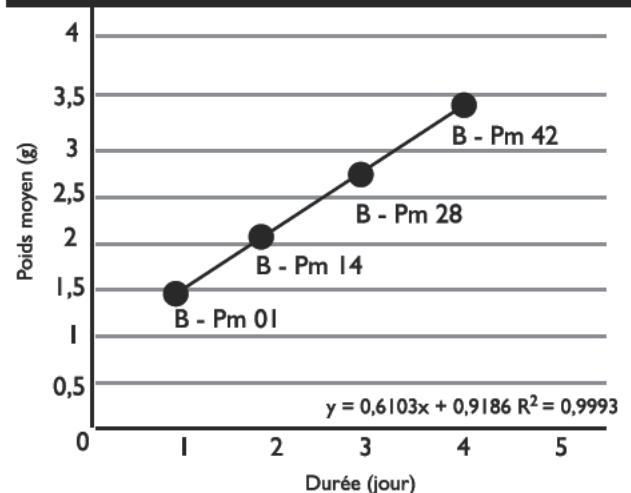
Variation des poids moyens : La croissance peut être déterminée par la variation des poids qui est représentée par les graphiques suivants pour les différents types d'aliments :

**Figure 2 : Variation du poids moyen avec l'aliment a**



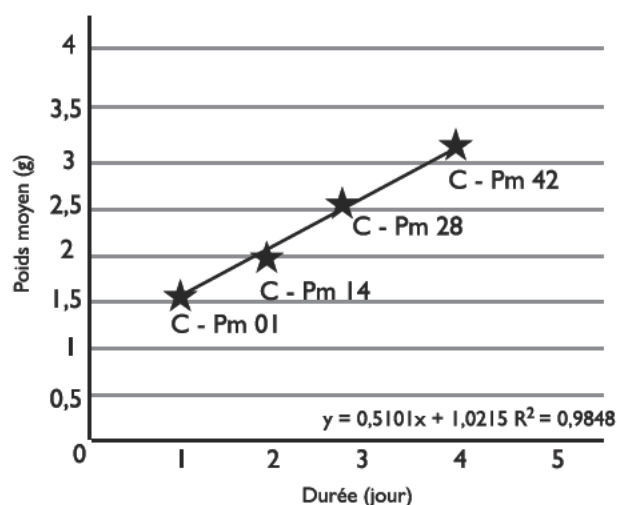
La croissance est linéaire suivant l'équation  $y = 0,5017x + 1,085$  avec un coefficient de corrélation R égal à 0,9964.

**Figure 3 : Variation du poids moyen avec l'aliment b**



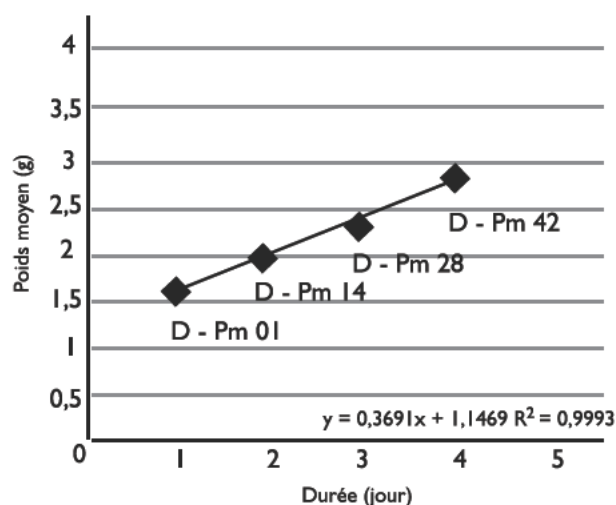
Pour l'aliment B, on a également un coefficient de corrélation R significatif 0,9993 représenté par l'équation  $y = 0,6103x + 0,9186$ .

**Figure 4 : Variation du poids moyen avec l'aliment c**



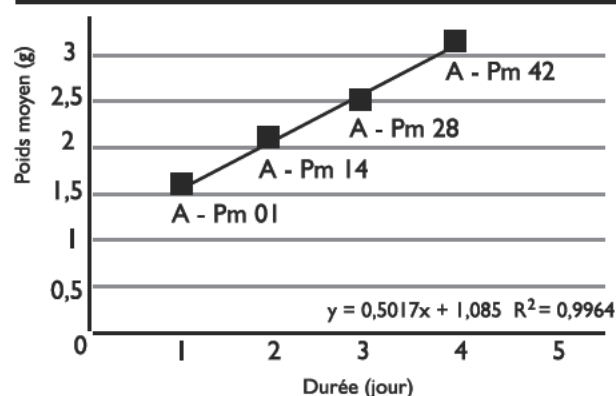
Avec l'aliment C, la croissance suit une droite ayant une équation  $y = 0,5101x + 1,0215$  avec un coefficient de corrélation  $R = 0,9848$ .

**Figure 5 : Variation du poids moyen avec l'aliment d**



L'aliment témoin D engendre une croissance représentée par la droite d'équation  $y = 0,3691x + 1,1469$ . Le coefficient de corrélation  $R$  est de 0,9983.

**Figure 6 : Comparaison des poids moyens avec les différents types d'aliments**



Malgré une qualité encore insatisfaisante, l'aliment A a donné des meilleurs résultats de croissance en concurrence avec le B lors des expérimentations et dépasse même les performances de l'aliment témoin. Ces résultats proviendraient d'une meilleure digestibilité du produit qu'il faut vérifier par d'autres recherches.

## Conclusion

En conclusion, ce travail a permis de valoriser les déchets issus des usines de traitement de crustacés, notamment les têtes de crevettes. Le taux d'incorporation a été fixé arbitrairement en début d'expérience. La recherche basée sur le taux d'incorporation optimal constituera la suite à donner à cette activité. Un autre aspect à prendre en compte est la disponibilité gratuite des têtes de crevettes en grande quantité dans la ville de Mahajanga, qui crée des problèmes d'élimination dans les fermes d'aquaculture et pollue l'environnement.

De plus on remarque les hésitations de certaines personnes quant à l'utilisation de ces têtes de crevettes en se basant sur le fait que cette partie contient l'hépatopancréas qui est le siège de diverses bactéries, nocives ou non. L'utilisation de cette partie en grande quantité augmentera les concentrations en bactéries. La méthode de préparation des têtes de crevettes citée dans la partie « préparation des aliments » permet d'enlever ces risques.

Des chercheurs ont également émis des réserves sur le choix de la crevette comme ingrédient pour la fabrication d'aliment. Cette situation créera une attitude cannibaliste des animaux élevés. Ce comportement n'a pas eu lieu lors des expérimentations Avec la production de crevettes qui ne cesse de s'accroître, l'absence d'un développement de technologie utilisant les déchets favorisait leur accumulation et engendrait un problème de pollution. La transformation de ces déchets en aliment de crevettes est un excellent moyen pour assainir l'environnement et diminue le coût de production.

## Remerciements

Nous tenons à remercier tout ceux qui ont contribué à ces travaux de recherche sur la valorisation de déchets de crevettes. A ne pas oublier le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique de Madagascar par l'intermédiaire de l'EGIDE en France.

## Références bibliographiques

AGUNG S., HOXEY M., J. KAILIS S. G, EVANS L.H., (1995), Investigation of alternative protein sources in practical diets for juvenile shrimp, *Penaeus monodon*, Aquaculture (Amsterdam) Elsevier Science, vol. 134, Issue 3-4, pp.313-323

COLLECTIF, (2002), le Projet de Développement de l'Aquaculture dans la Région Côtière Nord-Ouest de Madagascar, Biology of Penaeid prawns and shrimps, Training course operation, JICA/Madagascar/CDCC, 22 p.



CHIH-HUI L., CHEN-CHUN K. (2012), Effects of shrimp waste meal on growth performance and chitinase activity in juvenile cobia (*Rachycentron canadum*), *Aquaculture Research*, (page consultée le 21 février 2012) <http://onlinelibrary.wiley.com>.

CUZON G., (1978), Essais de grossissement de crevettes sur l'aliment composé en France, *Océanis*, vol. 4, pp. 63 - 70.

GODDARD S., (1996), Feed management in intensive aquaculture, USA, Chapman & Hall, 194 p.

GILL T.A. (2000), Waste from processing aquatic animals and animal products: implications on aquatic animal pathogen transfer. *FAO Fisheries Circular*, n° 956, 26 p.

JUNG W. J., JO G. H., KUK J. H., KIM K. Y., PARK R. D., (2006), Extraction of chitin from red crab shell waste by cofermentation with *Lactobacillus paracasei* subsp. *tolerans* KCTC-3074 and *Serratia marcescens* FS-3, *Microbial and Cell Physiology, Appl Microbiol Biotechnol*, vol 71, pp. 234–237

KANDRA P., CHALLA M.; M., JYOTHI H.K. (2012), Efficient use of shrimp waste: present and future trends, *Appl Microbiol Biotechnol*. vol 93(1), pp. 17-29

LAILA M., OLFA G.-B., KEMEL J., ISLEM Y., MONCEF N., (2010), Extraction and Characterization of Chitin, Chitosane and Protein Hydrolysates Prepared from Shrimp Waste by Treatment with Crude Protease from *Bacillus cereus* SV1, *Appl Biochem Biotechnol*, vol 162, pp. 345–357

MEYERS S. P. (1986), Utilization of shrimp processing wastes, *Infish Marketing Dig*, pp. 18 -19.

MILLAMENA O. M., RELICARDO C., FELICITAS P.; (2002), Nutrition in tropical aquaculture, Iloilo, SEAFDEC, 221 p.

OHAN T., ROBERT H., FREDERIC M., PATRICK N., (2007), Valorisation des résidus industriels de pêches pour la transformation de chitosane par technique hydrothermo-chimique, *Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science*, vol. 20, n° 3, pp. 253-262

RAZAFITSEHENO G., (2003), La crevetticulture à Madagascar, in *Crevetticulture responsable*, Antananarivo, CITE, pp. 53-57.

UNO K., CHAWEEPAN T., RUANGPAN L., (2010), Pharmacokinetics and bioavailability of oxytetracycline in vannamei shrimp (*Penaeus vannamei*) and the effect of processing on the residues in muscle and shell, *Bangkok 109, Thailand Aquacult Int*, vol 18, pp. 1003–1015

SACHINDRA N.M., BHASKAR N., MAHENDRAKAR N.S. (2006), Recovery of carotenoids from shrimp waste in organic solvents *Waste Management*, vol 26, pp. 1092-1098

SACHINDRA N.M., BHASKAR N., SIDDEGOWDA G.S., SHATHISHA A.D., SURESH P.V., (2007), Recovery of carotenoids from ensilaged shrimp waste, *Biological Sciences, Biotechnology Bioresource Technology*, vol 98, Issue 8, pp. 1642-1646

SORRIBAS S.R., VERONICA M. S.; (2009), Full report: Biogas production from the waste of the shrimp manufacture in Sisimiut, Danmarks Tekniske Universitet, Center for Arktisk Teknology (11427), (page consulted in June 25, 2009), 15 p

VINCENT CORPORATION, (1998), Déchets de crevettes, (page consultée le 30 juin 1998) <http://www.vincentcorp.com/content/shrimp-waste>, Issue 79.

WENHONG C., CHAOHUA Z., PENGZHI H., HONGWU J. (2008), Response surface methodology for autolysis parameters optimization of shrimp head and amino acids released during autolysis, *Food Chemistry Elsevier*, vol 109, Issue 1, pp. 176–183

XUY., GALLERT C., WINTER J., (2008), Chitin purification from shrimp wastes by microbial deproteinization and decalcification, *Environmental Biotechnology, Appl Microbiol Biotechnol*, vol 79, pp. 687–697

YANG H., YUAN B., LU Y.B., CHENG R. S., (2009), Preparation of magnetic chitosan microspheres and its applications in wastewater treatment, *China Ser B-Chem*, vol. 52, Issue 3, pp. 249-256