



MASTER BGAE-SCIENCES POUR L'ENVIRONNEMENT

SPECIALITE ECOLOGIE FONCTIONNELLE ET DEVELOPPEMENT DURABLE



**PARCOURS ELEVAGE DES PAYS DU SUD, ENVIRONNEMENT ET
DEVELOPPEMENT**

RAPPORT DE STAGE DE SECONDE ANNEE

**Développement de l'élevage intensif à petite échelle de
crevettes marines natives *Farfantepenaeus notialis* et
Melicertus kerathurus au Cameroun**

Présenté par

Guillaume GAUDIN

Réalisé sous la direction de :

Dr Eric MIALHE

ericmialhe@yahoo.fr

Organisme d'accueil

CONCEPTO AZUL

Cdla Vernaza Norte, Mz 10, villa 34, P. O. Box 09-02-142, Guayaquil, EQUATEUR

Lieu du stage

Centre Pilote de Pénéiculture AQUASOL SA, KRIBI-CAMEROUN

Date de soutenance

8 Septembre 2011

Année Universitaire 2010-2011

Résumé

L'avenir de l'aquaculture au Cameroun s'oriente vers une intensification des systèmes de production soumis à la forte pression anthropique des zones côtières. L'élevage intensif de crevettes marines *Farfantepenaeus notialis* et *Melicertus kerathurus* à petite échelle est initié depuis 2008 à Kribi au Cameroun par l'entreprise AQUASOL soutenue par Concepto Azul. Suivant la collecte de reproducteurs sauvages, nous testons l'ensemble des phases de l'élevage, la résistance osmotique et la croissance de ces espèces natives. Les taux de fécondation et d'éclosion sont élevés sur l'ensemble des pontes, supérieurs à 90% et 80% respectivement. Pour *F. notialis* et *M. kerathurus* respectivement, la survie en larviculture est nettement améliorée par le maintien d'une température de 29°C avec 45 à 60% en moyenne à PL20 contre 10 et 18% à 26°C. La croissance la plus élevée est observé à 25 ppt. Nous notons un poids moyen à PL60 de 0,25 g avec l'aliment commercial et 0,23 g avec un aliment artisanal basé sur la récupération de viscère de poissons locaux. Une unité de grossissement d'une tonne par an serait viable pour une famille s'intégrant dans le personnel de production avec un revenu mensuel de 100 000 CFA/mois. Un investissement assurant 4t/an de production peut employer l'ensemble du personnel avec 800 000 CFA/mois de marge brute. Cette étude montre que le développement de la crevetticulture des espèces natives dans des petites structures intensives est viable. Un accompagnement biotechnologique améliorera la durabilité. Une démonstration à échelle réelle est nécessaire pour vulgariser cette activité.

Mots clés : Pénéiculture intensive familiale, Cameroun, *Farfantepenaeus notialis*, *Melicertus kerathurus*, osmorégulation, croissance, développement économique.

Abstract

The future of aquaculture in Cameroon is following an intensification of production systems subjected to strong anthropogenic pressure from coastal areas. Intensive small scale farming marine shrimp *Litopenaeus notialis* and *Melicertus kerathurus* was introduced in 2008 at Kribi in Cameroon by AQUASOL company supported by Concepto Azul. Following the collection of wild broodstock, we test all of the phases of breeding, the osmotic resistance and growth of native species. Fertilization and hatching rates are high in all the spawns, greater than 90% and 80% respectively. For *F. notialis* and *M. kerathurus* respectively larviculture survival is significantly improved by maintaining a temperature of 29 ° C with 45 to 60% on average PL20 against 10 and 18% to 26 ° C. The highest growth is observed at 25 ppt. We note an average weight at PL60 about 0,25g with a commercial feed and 0,23g with an artisanal feed based on the recuperation of local fish viscera. An grow-out unit of one ton per year would be viable for a family part of the staff production with an income of 100,000 CFA per month. An investment ensuring 4 t/year of production can employ all the staff with 800 000 CFA/month of gross margin. This study shows that the development of shrimp farming of native species in small intensive structures is viable. An association with biotechnology will improve the sustainability. A full scale demonstration is required to popularize this activity.

Keyword : Intensive penaeid small scale culture, Cameroon, *Farfantepenaeus notialis*, *Melicertus kerathurus*, osmoregulation, growth, socio-economic development.

Remerciements

Cette étude reflète plus exactement un travail de fond mené sur le terrain depuis Mai 2008, où l'ensemble des acteurs de ce projet ont montré une très grande détermination et une forte ténacité pour relever un défi audacieux.

Ainsi, mes remerciements vont naturellement aux premiers porteurs de cette vision de développement, Dr Eric MIALHE, le Chef Traditionnel BAKOKO S.M. Salomon MADIBA SONGUE ainsi que Mme la Présidente de l'Association Bleu Cameroun Annie TROCHERY qui m'accordent leur totale confiance pour la mise en place des objectifs de VIGE INTERNATIONAL et d'AQUASOL au Cameroun depuis trois ans.

Je remercie Dr Jean François BAROILLER, Tuteur de ce stage, Mr Alain LEMASSON et Mr Christophe DALIBARD pour l'ensemble de nos échanges avec l'équipe du CIRAD et la réalisation de ce master.

Je tiens à remercier chacun des membres de l'Association Bleu Cameroun, d'AQUASOL et de l'équipe scientifique de CONCEPTO AZUL pour leurs contributions et leurs messages de soutiens quotidiens apportant beaucoup de courage à l'épreuve. Je remercie Dr Oumarou NJIFONDJU et Dr Jean FOLACK représentant le programme Régional ACP FISH et l'IRAD ; Dr Randal BRUMETT, World Fish Center ; Dr William LESCHEN et Dr Jim MILLER, Professeurs et réalisateurs du séminaire COMHAFAT pour leur soutien et détermination dans la réalisation de ce projet. Je tiens à remercier particulièrement Mme Viviane BOULO qui a toujours soutenu mon parcours professionnel dans le domaine de la crevetticulture et qui m'a encouragé tout au long de ce master.

Je remercie l'ONG OPED et Mme Judith MAKOMBU pour l'ensemble des échanges et encouragements qu'ils m'ont apportés. Ce travail est à mettre également au nom de l'ensemble de l'équipe opérationnelle d'AQUASOL, Isabelle, Alex, Francis, Charles, Roger et Serge, qui m'accompagne chaque jour dans la réalisation de nos travaux et que je félicite pour toute leur motivation et compétences apportées. Je remercie également Parfait et Joseph, en cours de Master à l'Université de Dshang pour leur contribution à ce mémoire.

Je souhaite que ce travail soit partagé avec ma famille en France et au Cameroun, me permettant une intégration réussie et toute la persévérance dans ce projet de vie.

Table des matières

Résumé	2
Abstract.....	2
Remerciements	3
Table des matières	4
Introduction	6
1. L'aquaculture et le développement.....	6
2. L'aquaculture commerciale en Afrique Sub-Saharienne.....	6
3. Développement de l'élevage de crevettes	7
Contexte local.....	8
1. Situation au Cameroun	8
2. Stratégie pénécicole au Cameroun	10
3. Le projet AQUASOL SA/CONCEPTO AZUL.....	10
4. Objectifs spécifiques au stage.....	11
Matériels et méthodes.....	12
1. Améliorations techniques de l'élevage.....	12
a. Structures de production	12
b. Qualité de l'eau et traitements	12
c. Préparation et gestion des bassins.....	12
d. Les animaux	13
2. Test de résistance osmotique de l'espèce <i>F. notialis</i>	16
3. Croissance comparée avec un aliment commercial et artisanal de l'espèce <i>F. notialis</i>	16
a. Protocole de confection de l'aliment	17
b. Test de l'aliment de PL30 à PL60.....	17
4. Evaluation technico économique d'une exploitation de grossissement	17
a. Le cycle de production.....	17
b. Le bassin d'algues.....	18
c. Le bassin d'artémia	18
d. Les bassins de pré-grossissement et grossissement	18
e. Volume de production.....	18
Résultats	19
1. Améliorations techniques de l'élevage.....	19
a. Ecloserie.....	19
b. Larviculture.....	19
2. Test de résistance osmotique de l'espèce <i>F. notialis</i>	19

3.	Croissance comparée avec un aliment commercial et artisanal de l'espèce <i>F. notialis</i>	20
4.	Evaluation technico économique d'une exploitation de grossissement	20
c.	Charges variables	21
d.	Charges Fixes	22
e.	Rentabilité de la production	23
	Discussion.....	24
1.	Améliorations techniques de l'élevage.....	24
2.	Test de résistance osmotique de l'espèce <i>F. notialis</i>	24
3.	Croissance comparée avec un aliment commercial et artisanal de l'espèce <i>F. notialis</i>	25
4.	Evaluation technico économique d'une exploitation de grossissement	26
5.	Pourquoi éviter d'introduire une nouvelle espèce aquacole ?	27
6.	Les biotechnologies dans le développement de l'aquaculture en Afrique	28
7.	Quels exemples à suivre pour le Cameroun ?.....	28
a.	Pratiques d'élevage	28
b.	Exemple en Afrique Sub-Saharienne	29
c.	La place du repeuplement : Culture Based Fisheries	30
d.	L'élevage de crevettes en cages	30
	Conclusion.....	31
	Bibliographie	32

ANNEXES

Introduction

1. L'aquaculture et le développement

Les projets d'aquaculture dans les pays en voie de développement représentent aujourd'hui une opportunité importante pour la lutte contre la pauvreté et la sécurité alimentaire (Murshed *et al.*, 2010). Cependant, il est nécessaire de faire un bilan des nombreux travaux dans ce domaine pour mettre en évidence les contraintes et les atouts des stratégies employées par le passé. La consommation de poissons améliore la nutrition humaine à travers les apports en acides gras hautement digestibles apportant de l'énergie et des vitamines hydrosolubles (Edwards, 2000). La production de poissons participe également à la sécurité alimentaire et l'amélioration des conditions socio-économiques des communautés de pêcheurs (Payne, 2000). Les graphiques ci-dessous représentent la production aquacole mondiale ainsi que la part dans la production aquatique par groupes d'espèces. Nous remarquons que la place de l'aquaculture est en nette progression et représente un secteur de plus en plus dynamique face à la pression de pêche ne pouvant à ce jour dépasser 90 milles tonnes par an au total dans le monde (**Figures 1 et 2**).

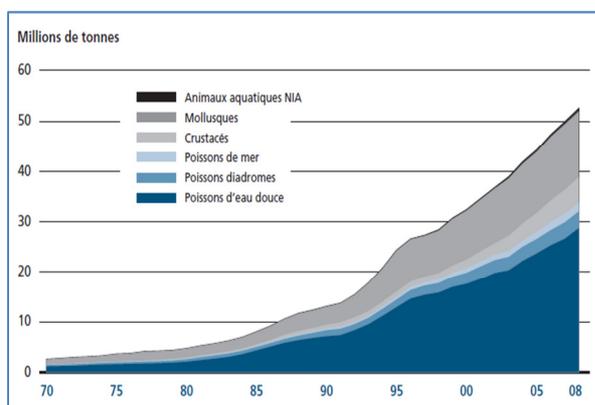


Figure 1 : Production aquacole mondiale par principaux groupes d'espèces (FAO, 2010).

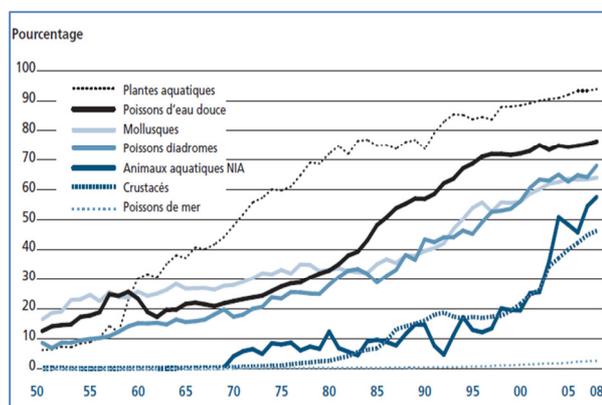


Figure 2 : Part de l'aquaculture dans la production mondiale par principaux groupes d'espèces (FAO, 2010).

2. L'aquaculture commerciale en Afrique Sub-Saharienne

Malgré l'existence d'un potentiel avéré, l'aquaculture est encore peu développée en Afrique ; le continent africain ne représente que 1,8% de la production aquacole mondiale dont seulement 0,5% en Afrique subsaharienne (Afrique SS) et 1,30 en Afrique du Nord (Tableau I).

Tableau I : Part de l'Afrique dans le développement de l'aquaculture (FAO, 2010).

Pays et groupes de pays		1970	1980	1990	2000	2006	2008
Afrique	(tonnes)	10 271	26 202	81 015	399 788	754 406	940 440
	(pourcentage)	0,40	0,60	0,60	1,20	1,60	1,80
Afrique sub-saharienne	(tonnes)	4 243	7 048	17 184	55 802	154 905	238 877
	(pourcentage)	0,20	0,10	0,10	0,20	0,30	0,50
Afrique du Nord	(tonnes)	6 028	19 154	63 831	343 986	599 501	701 563
	(pourcentage)	0,20	0,40	0,50	1,10	1,30	1,30

La diversité et la feuille de route de l'aquaculture en Afrique SS ont été discutées lors du séminaire COMHAFAT en Juin 2011 à Libreville, rassemblant 22 pays africains du secteur Institutionnel, Recherche et Privé. Plusieurs pays tels que le Nigeria, Ghana, Uganda, Kenya, Maroc ont enregistré des progrès positifs au développement de la pisciculture commerciale se traduisant dans le taux de croissance aquacole en Afrique, le plus élevé dans le monde après l'Amérique latine et Caraïbes (**Figure 3**). Leurs succès ont été explicités au bénéfice des autres pays lors de la Conférence Ministérielle sur la Coopération Halieutique entre les Etats Africains Riverains de l'Océan Atlantique (COMHAFAT). La petite pisciculture et l'amélioration de la production en aquaculture offrent un potentiel physique considérable pour faire face à une hausse de la demande de poissons (Brummett, 2000 ; Brummett *et al.*, 2008).

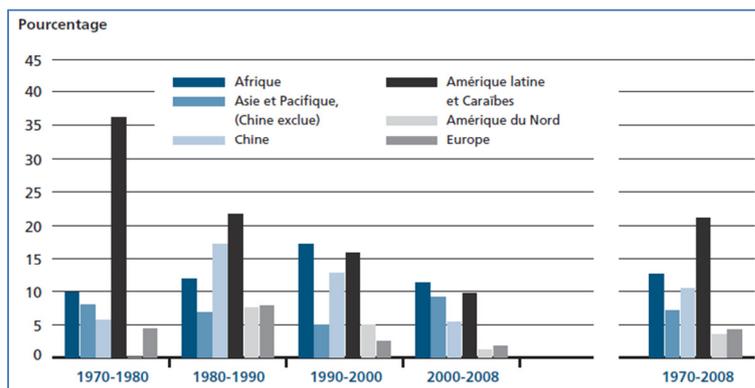


Figure 3 : Croissance annuelle par région de l'aquaculture (FAO, 2010).

Le Cameroun représente à travers le travail du partenariat IRAD/AQUASOL SA/CONCEPTO AZUL, l'exemple d'un projet de développement de la pénéculture commerciale à petite échelle en Afrique.

3. Développement de l'élevage de crevettes

La pénéculture est largement maîtrisée dans le monde avec plus de 3,5 millions de tonnes produites représentant environ 50% de la consommation mondiale totale de crevettes. L'élevage de crustacés représente le groupe d'espèces aquacole avec le plus fort taux de croissance par an avec 18% en moyenne de 1970 à 2008 (FAO, 2010). Les principales zones de production sont la Chine, le Sud Est Asiatique, l'Amérique du Sud et Centrale avec les principales espèces *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) et *Penaeus monodon* (Fabricius, 1798).

L'Afrique est seulement représentée par quelques fermes à Madagascar (7 exploitations avec une production annuelle d'environ 7000t), Mozambique (3 exploitations), Seychelles (1000 t/an) et Gambie (50 t/an). L'exploitation des Seychelles est la seule de toute l'Afrique à utiliser un système strictement intensif, alors que les autres exploitations privilégient des systèmes semi-intensifs avec l'espèce *P. monodon*.

L'Afrique Centrale et de l'Ouest représente ainsi un potentiel très important pour l'élevage de crevettes encore largement inexploité.

Contexte local

Le contexte local fait référence aux documents discutés lors des séminaires Afrique Caraïbes Pacifique en production de poissons (ACP FISH) au Cameroun pour le développement de l'aquaculture et la crevetticulture au Cameroun en 2011 (ACP Fish II, 2011).

1. Situation au Cameroun

L'importation nette¹ de poisson augmente chaque année à un rythme moyen annuel de 3,7%² depuis 1990. Dans le même temps, l'augmentation démographique présente un taux annuel de croissance de 2,5% : la consommation annuelle par habitant passe ainsi de 11,2 kg en 1990 à 13,9 kg en 2007. La place du poisson dans l'apport en protéines animales se renforce (27% en 1990 ; 35% en 2007) du fait de la stagnation de la consommation de viande, cela malgré le développement sans précédent des fermes avicoles dans tout le pays. La prévalence de la sous-alimentation dans la population totale, de l'ordre de 15% en moyenne aujourd'hui (soit 3 millions de personnes) en dépit de l'amélioration du pouvoir d'achat des ménages au cours de la dernière décennie montre l'importance à accorder à l'amélioration de l'approvisionnement de poisson sur tout le territoire du Cameroun. Le prix du poisson est en moyenne 20% inférieur à celui de la viande, le poisson peut ainsi réellement contribuer à endiguer les problèmes de malnutrition et assurer la sécurité alimentaire des populations du pays.

L'aquaculture a été introduite au Cameroun en 1948 par l'administration coloniale sous forme de pisciculture en eau douce. Depuis lors, plusieurs projets et initiatives financés par le gouvernement (création du fonds forestier et piscicole) et divers bailleurs de fonds se sont succédés pour appuyer les pouvoirs publics dans le développement de cette activité. Les systèmes de production sont des approches de polyculture de *Oreochromis niloticus* (tilapia) et *Clarias gariepinus* (silure) en association parfois avec *Heterotis niloticus* (kanga), *Parachanna obscura* (poisson à tête de serpent) et/ou *Cyprinus carpio* (carpe). Depuis l'avènement de la pisciculture au Cameroun, une trentaine de stations gouvernementales ont été mises en place dans tout le pays, à la faveur des projets de développement. L'objet de ces stations était à l'origine, de produire et de distribuer des alevins, en plus de la fourniture de services de formation et d'appui-conseil aux producteurs dans le cadre de la politique de développement de ce secteur. Aujourd'hui, très peu d'entre elles sont fonctionnelles. L'approvisionnement en alevins est essentiellement assuré par des écloseries privées, tandis qu'une autre partie non négligeable des apports se fait par le biais de prélèvement en milieu naturel.

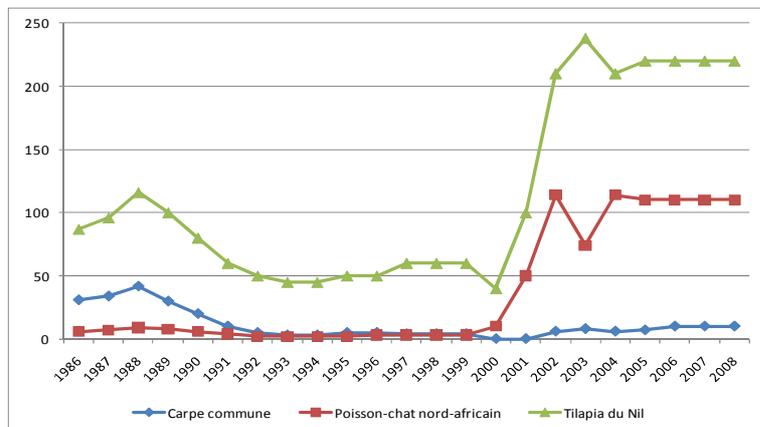


Figure 4 : Production aquacole au Cameroun (t) 1980-2009.

¹ Production + importations – exportations de poissons destinés à la consommation humaine.

² $\ln(\text{valeur } 2007/\text{valeur } 1990)/\text{nb. Années}$, soit $\ln(258\,475/137\,092)/17$.

L'avenir de l'aquaculture au Cameroun s'oriente vers une intensification des systèmes de production soumis à la forte pression anthropique des zones côtières et l'urbanisation. L'intensification nécessite un accès à l'énergie et aux intrants indispensables. Les zones péri-urbaines seront donc les plus visées par l'aquaculture présentant l'avantage d'une proximité du marché. Un important effort de recherche est essentiel pour assurer la mise en place d'une aquaculture durable. Les succès aquacoles des pays plus avancés en aquaculture comme le Nigéria sont des exemples à suivre pour le Cameroun. L'implication politique par une stratégie de développement national doit inciter l'investissement aquacole.

Le Cameroun est limité en approvisionnement pour l'aquaculture. Il y a une absence d'usine de fabrication d'aliments spécifiques à l'aquaculture basés sur les ressources locales et un manque de matériel spécifique essentiel à l'élevage aquacole (liner, blower...). Cela implique une importation coûteuse de ces produits accentuée par les taxes douanières.

De plus, selon les spécialistes de Concepto Azul, le développement de l'aquaculture ne peut être efficace sans un laboratoire de biotechnologies appliqué à l'aquaculture pour prévenir l'ensemble des risques biologiques et améliorer la production (contrôle et prévention des maladies, domestication des microorganismes d'intérêt sanitaire et/ou nutritionnel, etc).

Le développement de l'aquaculture nécessite un important soutien à la formation de spécialistes en aquaculture aux niveaux techniciens et chercheurs représenté localement par l'université de Dshang et Buéa (jusqu'au niveau Master et Doctorat) et plus spécifiquement à l'Institut des Sciences Halieutiques de Douala (ISH), diplômés de niveau Master en cours en aquaculture, océanographie, transformation des produits halieutiques et gestion des écosystèmes aquatiques.

Au niveau institutionnel, l'implication forte du Ministère de l'Elevage, des Pêches et des Industries Animales (MINEPIA) est nécessaire pour faciliter les démarches administratives et favoriser le développement (ex : réduction des taxes douanières pour l'importation de matériel aquacole).

Malgré ces contraintes, les chercheurs de la station de Fouban ont produit de nombreux résultats dans les domaines de la reproduction, de la croissance et de l'alimentation des poissons. Malheureusement, les résultats de la recherche ne sont pas utilisés en raison du manque de liens fonctionnels entre l'Institut de Recherche en Agriculture et Développement (IRAD) et le MINEPIA. Le système de recherche aquacole concerne également d'autres institutions : le Centre national de formation zootechnique et vétérinaire (CNFZV) de Fouban qui en plus de ses activités de formation conduit des travaux de recherche ; la Faculté d'agronomie et des sciences agricoles de l'Université de Dshang ; la Faculté des sciences de l'Université de Buea ; et l'Université de Douala. Le WorldFish Center a aussi appuyé l'IRAD dans le développement des systèmes intégrés agriculture-aquaculture à travers un programme de recherche qui a permis de développer des techniques de reproduction artificielle des Clarias, ainsi qu'une méthode d'approche participative pour l'intensification des systèmes de production.

La commercialisation des produits aquacoles ne connaît aucun problème d'écoulement vu la faible quantité des produits disponibles.

2. Stratégie pénécicole au Cameroun

L'élevage de crevettes est une activité pionnière au Cameroun car il n'existe aucune expérience de pénéculture antécédente dans ce pays. Le potentiel aquacole est très important avec plus de 400 km de zones côtières maritimes. Cependant, il est important de tenir compte des contraintes de l'élevage de crevettes. La maîtrise des risques environnementaux (destruction des mangroves) et l'emploi du type d'élevage intensif nécessitant une surface d'exploitation réduite sont essentiels. L'étude des espèces natives candidates à l'aquaculture doit limiter le besoin d'introduction d'espèces exotiques évitant les risques de perturbations biologiques dans le milieu naturel ainsi que les pathologies présentes dans les grandes zones d'élevage (ex : White Spot Syndrome Virus en pénéculture). L'élevage de crevette peut s'orienter à la fois sur une commercialisation locale bénéficiant d'un prix de vente élevé (5000 CFA/kg) ou viser l'exportation vers les pays du Nord avec une production marquée par l'espèce native *Farfantepenaeus notialis* (Pérez Farfante, 1967) reflétant le développement durable d'une filière socialement équitable au Cameroun.

3. Le projet AQUASOL SA/CONCEPTO AZUL

Historiquement, la création d'une filière Aquaculture et Solidarité (AQUASOL SA) au Cameroun résulte de la conjonction de motivations de trois origines. La première émane du Chef supérieur Bakoko, Sa Majesté Salomon MADIBA SONGUE qui, depuis une dizaine d'années explorait les possibilités de développement d'activités aquacoles pour les communautés côtières traditionnellement associées au milieu aquatique. La deuxième émane de l'Association française « Bleu Cameroun » soucieuse du développement au Cameroun d'activités génératrices de revenus pour les communautés en tant que stratégie de lutte contre la pauvreté, et subséquemment d'enrayement du processus d'émigration des campagnes vers les cités. La troisième émane des scientifiques de VIGE International SARL (France) et Concepto Azul SA (Equateur) qui sont spécialistes de biotechnologies appliquées à l'aquaculture.

VIGE International et Concepto Azul (www.conceptoazul.com.ec) développent des assistances scientifiques et des projets de recherches en biotechnologies pénécologiques pour de très grandes entreprises en Equateur, Panama, Pérou, Brésil, Madagascar, notamment dans les domaines de la pathologie (diagnostic et prévention des maladies), l'immunologie (bases cellulaires et moléculaires de la résistance aux agents pathogènes, gènes marqueurs de sélection de type eQTL; etc.), la génétique (amélioration génétique par sélection massale et établissement de lignes pures ; etc.), la microbiologie (domestication des microorganismes aquatiques pour l'alimentation naturelle et l'amélioration de la qualité de l'eau ; domestication des microorganismes constitutifs de la flore du tractus digestif ; etc.).

Cette filière pénécicole dispose d'une éclosérie pilote sur le Centre Spécialisé de Recherche sur les Ecosystèmes Marins (CERECOMA) à Kribi depuis Janvier 2010 et d'un espace de grossissement à Limbé sur la station IRAD de Batoké suite au partenariat IRAD-AQUASOL. L'équipe d'AQUASOL, avec l'assistance scientifique et technique de VIGE International et Concepto Azul, travaille sur la reproduction, la production de larves et le grossissement des trois espèces locales marines, *Farfantepenaeus notialis* et *Melicertus kerathurus* (Forsk., 1775) ainsi que la crevette d'eau douce *Macrobrachium vollohovenii* (Herklots, 1857). L'équipe est composée de trois biologistes camerounais et de quatre techniciens de production. Cette équipe scientifique franco-camerounaise, qui est connectée aux équipes scientifiques de VIGE International et de Concepto Azul, doit aussi assumer la formation des producteurs issus des communautés côtières et leur soutien pour identifier et, si possible, anticiper les problèmes de production (maladies, etc.).

L'équipe scientifique de CONCEPTO AZUL en collaboration avec AQUASOL SA représente la prise en compte des biotechnologies indispensables au développement de la pénéculture dans plusieurs domaines :

- (1) Les risques biologiques par la domestication des espèces natives *F. notialis* et *M. kerathurus*. La sélection de reproducteurs sains à bonnes performances de croissance et de résistances aux maladies se traduit par l'utilisation de diagnostics moléculaires des pathogènes à forts impacts sur l'élevage (pathologies virales, rickettsies, bactéries) et l'identification des marqueurs génétiques en immunologie,
- (2) La substitution de l'emploi d'antibiotiques en aquaculture par l'identification et la culture de bactéries probiotiques,
- (3) L'alimentation biologique par la domestication du périphyton réduisant fortement les besoins en aliment artificiel et optimisant le recyclage des matières organiques dans le bassin ainsi que l'identification microbiologique de la flore intestinale des crevettes pour une assimilation plus efficace des nutriments (gnotobiologie).

En prenant en compte ces problématiques, nous assurons une durabilité de l'activité. Ce transfert technologique implique la formation locale de spécialistes à l'ensemble des niveaux de la chaîne de production et une étude des moyens techniques et scientifiques. La nature innovante de ce projet réside dans l'implication directe de l'ensemble des acteurs nécessaires au développement à travers une démarche participative. Cela permet d'identifier les problématiques dans leur ensemble et leur impact global. La maîtrise du cycle biologique des espèces de crevettes natives et la formation de spécialistes sont des éléments très importants à l'ensemble des niveaux du projet. A ce jour, l'élevage de crevette est inscrit au programme des activités de l'IRAD à travers le document référence de recherche halieutique et aquacole au Cameroun (ACP FishII, 2011).

La réussite de ce projet aura un impact positif important sur l'ensemble des projets visant le développement de l'élevage aquacole en Afrique. AQUASOL a réussi la production de Post Larves des espèces natives *Farfantepenaeus notialis* et *Melicertus kerathurus* au Cameroun ouvrant une nouvelle perspective du développement de l'aquaculture avec la formation de 2 chercheurs, 1 biologiste, 4 techniciens et la prise en stage de doctorants et masters en sciences .

4. Objectifs spécifiques au stage

Les objectifs spécifiques au stage seront :

- (1) Amélioration technique de l'ensemble des phases de l'élevage des espèces natives *F. notialis* et *M. kerathurus*.**
- (2) Test de résistance osmotique de l'espèce *F. notialis*.**
- (3) Croissance comparée avec un aliment commercial et artisanal de l'espèce *F. notialis*.**
- (4) Evaluation technico économique d'une exploitation de grossissement.**

Matériels et méthodes

Les matériels et méthodes pour l'élevage expérimental de crevettes péneïdes au Cameroun sont inspirés localement du guide pratique d'élevage de *P. monodon* au Viet Nam (NACA, 2005).

1. Améliorations techniques de l'élevage

a. Structures de production

L'écloserie est située en bordure de mer et suffisamment éloignée des fleuves rejoignant la mer pour éviter l'afflux d'eaux douces (salinité supérieure à 25ppt) et les eaux trop chargées en matières en suspension. La zone est également sablonneuse permettant l'enfouissement sous sable à basse mer d'un drain ou « pointe » pour l'approvisionnement en eau de mer.

La structure est composée de plusieurs unités : la salle de maturation (3 bassins de 3m²), la salle de ponte (3 bassins cylindro-coniques en ciment de 100 l) et d'éclosion (3 bassins en plastique ½ fut de 100 l), une salle d'élevage larvaire (30 bassins type seaux de 100 litres), un laboratoire de production de micro-algues (culture de 10ml à 15 litres) et une salle expérimentale. L'approvisionnement en eau de mer est effectué à partir d'une pointe enfouie sous le sable dans un lit de gravier relié à une pompe de 1,5 KWA pour remplir un château d'eau de 4m³ assurant une autonomie de 12 à 24 heures. Une tuyauterie effectue la distribution de l'eau de mer dans chacune des unités. Une soufflante de 1,5 KWA propulsant 400 m³ d'air /min assure l'aération de l'ensemble des bassins de la structure. La salle expérimentale est isolée avec une soufflante de 150 W. Deux groupes électrogènes (6 et 15 KWA) sécurisent l'alimentation électrique lors des coupures générales du secteur.

b. Qualité de l'eau et traitements

Le pompage de l'eau de mer effectué par drain au captage, assure une eau claire que nous pouvons estimer à une filtration de 50 µm. Un filtre à « poche » de 5 µm est placé au niveau du château d'eau, lavé et séché après chaque pompage d'eau. L'utilisation du château d'eau permet une économie d'énergie importante limitant le temps de pompage et permet également une sécurité d'approvisionnement en cas de panne électrique.

La salle de maturation est munie d'un système ouvert avec un renouvellement d'eau de 100% par jour. L'eau utilisée en salle de ponte/éclosion, larviculture et laboratoire (algues et artémies) est filtrée par cartouches de 1 µm.

Les rejets vers la mer sont acheminés dans les rigoles périphériques au bâtiment vers une fosse sablonneuse. L'eau douce provient du réseau général Camerounaise des Eaux, elle est employée directement pour le rinçage du petit matériel, des éviers sont placés dans chaque unité. Les petits équipements (épuisettes, cuvettes, récipients d'observation...) sont lavés et désinfectés dans un seau contenant 10 ppm de chlore après chaque utilisation.

c. Préparation et gestion des bassins

Après utilisation, les bassins suivent une procédure après utilisation de brossage et lavage avec détergent pour permettre aux particules et aux matières grasses d'être évacuées puis une désinfection à l'eau chlorée à 12%. Le bassin est laissé pour le séchage à l'air ambiant.

Avant l'utilisation, un rinçage avec eau de mer filtrée est préalable au remplissage. L'eau des bassins d'élevage larvaire est désinfectée avec 10 ppm de chlore 24h avant l'ensemencement des larves.

d. Les animaux

Collecte des reproducteurs

La collecte s'effectue auprès de la pêche artisanale (génération F0). Les pêcheurs conviés sont en possession de seaux de 10 litres facilement transportables en pirogues de pêche. C'est la pêche artisanale visant principalement la recherche de poissons benthiques avec des filets de fonds « sous-marins » qui prélève le plus de gambas. Il n'existe pas localement de pêche spécifique artisanale à la crevette. La pêche industrielle est difficilement accessible pour la récupération de reproducteurs compte tenu du faible nombre d'individus recherchés ne pouvant rentabiliser aux pêcheurs un débarquement spécifique pour l'écloserie. La limite est le nombre très aléatoire et la taille variable des crevettes livrées chaque jour. Economiquement, l'achat de crevettes reproductrices est fixé de 500 à 1000 CFA selon le poids de 25 à 40g, livrées vivantes à l'écloserie. Les mois de Mai et Juin (petite saison des pluies) sont plus propices à la capture de crevettes reproductrices, cette période étant marquée par un pic de pontes et d'animaux matures en mer venant sur les zones de frayères à proximité de la côte profitant des nutriments en abondance portés par les fleuves.

La maturation

Les reproducteurs venant progressivement chaque jour, il est difficile de mettre en pratique un système de quarantaine. Cela sera aisé lors du transfert d'animaux issus d'une première génération sélectionnée d'élevage car la planification sera possible. Cependant, chaque reproducteur est acclimaté à la salinité des bassins (10 minutes pour 1 ppt) et la température de 30°C dans un bassin de 100 litres. Les deux espèces sont séparées distinctement. La date d'arrivée, Le poids, le sexe et le stade de développement ovarien pour les femelles sont notés, une bague numérotée est placée sur un pédoncule oculaire de chaque reproducteur pour leur identification.

La densité d'animaux est portée à 8/m² soit 24 crevettes par bassin avec un ratio males-femelles de 50-50. La circulation d'eau est permanente avec renouvellement de 200% par jour. Deux « air-lift » ou exhausteurs sont placés par bassin assurant une courantologie circulaire, la concentration au centre du bassin de matières en suspension et le maintien du taux d'oxygène de l'eau >6 g/litre. La température est maintenue à 30°C par des résistances électriques de 300W, la salinité entre 28 et 30 ppt, le pH entre 7,5 et 8,5 et le taux d'ammoniaque <0,1 ppm. La photopériode retenue est naturelle.

L'alimentation destinée aux reproducteurs est achetée fraîche puis conservée dans un congélateur à -20°C. Un granulé spécifique à la maturation de crevettes pénéides (CreveTech) est importé en complément. Le **Tableau II** regroupe la qualité des aliments, leurs quantités et le nombre de distributions journalières. Le siphon des restes d'aliments et des fèces est effectué chaque jour à 8h00 pour limiter la contamination organique de l'eau et favoriser la prise alimentaire des granulés contenant des compléments minéraux, protéines et lipides essentiels (Acides Aminés Essentiels et Acides Gras Essentiels polyinsaturés EPA/DHA) à la maturation des gonades.

Tableau II : Table d'alimentation des reproducteurs *M. kerathurus* et *F. notialis* en éclosion (quantités en pourcentage de la biomasse).

Alimentation	0h00	4h00	8h00	12h00	18h00	22h00
Crabes Gonades	3%					3%
Crabes chair		3%				
Granulés CreveTech reproducteurs			3%			
Mollusques (perwenches)				3%		
Sardines					3%	

La ponte

Si les femelles ne sont pas gravides et copulées naturellement, l'ablation d'un pédoncule oculaire peut être pratiquée pour obtenir un taux de développement ovarien optimal. La Gonad Inhibitory Hormon (GIH) est produite dans le complexe neuro-sécréteur de l'œil. Cette hormone est dans la nature sécrétée pendant la saison non favorable à la ponte et est absente ou présente à de faibles taux au cours de la saison de ponte. La faiblesse de beaucoup de pénéides à régulièrement développer des ovaires matures en captivité (stress) est en fonction du taux de GIH, et l'ablation oculaire abaisse la quantité de GIH dans l'hémolymphe permettant aux femelles d'être en cycle de maturation permanent. L'ablation oculaire par ligature d'un pédoncule des femelles est effectuée au stade d'inter-mue (exosquelette rigide) minimum 7 jours après la constitution du bassin de reproducteurs pour s'assurer que les animaux sont bien acclimatés.

L'observation par transparence des lobes ovariens en regardant la face dorsale de l'abdomen des femelles est effectuée à 19h dans l'obscurité avec une lampe. La coloration des ovaires est très importante pour déterminer le degré de maturité des femelles. Généralement, vert ou gris vert foncé est la couleur typique des sacs ovariens. Quelque fois, la coloration n'est pas distincte. Le degré de maturité aussi peut être déterminé en observant le lobe médian de l'ovaire à travers la fine membrane entre la carapace et l'abdomen. Un bon développement montre un lobe noir et large avec une structure granuleuse (stade IV).

Les femelles ayant copulé sont prélevées de leur bassin de maturation et placées en salle de ponte dans l'obscurité, individuellement dans un bassin cylindro-conique en ciment, contenant 100 litres d'eau filtrée à 1µm sans aération. Les femelles pondent au cours de la nuit.

Après la ponte, les femelles identifiées sont pesées et acheminées dans leur bassin de maturation respectif. Les bassins de ponte peuvent être vidangés lentement à travers une première maille de 300 µm pour retenir les fèces et laissant passer les œufs. Une maille de 100 µm partiellement submergée collecte les œufs. Ensuite, ils sont rincés avec de l'eau filtrée à 1µm. Un comptage volumétrique dans 10 litres d'eau est réalisé après homogénéisation avec 3 prélèvements à la pipette pasteur d'un volume de 1 ml. La fécondité des femelles est déterminée.

Les œufs sont rincés pendant 5 min à la même salinité et température que l'eau du bassin d'éclosion et transférés dans ce dernier. 3 échantillons d'environ 100 œufs sont observés au microscope optique pour comptabiliser les œufs fécondés, nous calculons le taux de fécondation (nb œufs fécondés / nb d'œufs comptés) et le nombre total d'œufs fécondés (taux de fécondation * nb d'œufs récoltés).

L'éclosion (Jour O)

Trois bassins d'éclosions de 100 litres sont disponibles. Nous ajoutons à l'eau filtrée à 1µm. Les œufs se maintiennent dans la colonne d'eau avec une légère aération au centre du bassin légère. Les œufs fécondés éclosent dans les 12 à 15 heures après la ponte à 30°C. Les bassins d'éclosion sont maintenus avec un éclairage permanent. Les Nauplii changent de stade toutes les 6 heures. Il existe 5 stades de Nauplii soit 30 heures environ au total. Leur alimentation est endogène.

Nous récoltons les *Nauplii IV* le lendemain à partir de 7h (J1) soit environ à 18h après l'éclosion. Les *Nauplii* sont photosensibles, ils peuvent être concentrés avec une source de lumière et prélevés avec une maille de 100µm. Les *Nauplii* ne recherchant pas la lumière ne sont pas conservés, traduisant des déformations ou un mauvais développement. Un comptage volumétrique des *Nauplii* est effectué selon le même protocole que les œufs, puis ils sont rincés avec l'eau utilisée en élevage larvaire pour l'acclimatation. Les stades *Nauplii* à *Mysis* sont planctoniques, les larves sont avec une aération constante à partir du fond du bassin. L'alimentation larvaire est détaillée en **ANNEXE 1**.

Stades *Nauplii* IV à V (J1)

Les bassins d'élevage sont remplis à 50 % de leur capacité avec une eau filtrée, désinfectée, à une salinité de 25 à 30 ppt, et une température de 30°C. Ils sont stockés à une densité de 100 *Nauplii III* / litre soit 10 000 *Nauplii*/bassin. Trois bassins de larves sont constitués. Le reste de *Nauplii* est rejeté.

Stades Zoé 1, 2, 3 (J1 à J4)

A partir de 18h le Jour 1, les larves muent au stade Zoé 1. L'alimentation au stade Zoé est assurée par l'apport d'une culture d'algues diatomées purifiées vivantes (*Thalassiosira pseudonana*), maintenue entre 80 et 130 000 cellules/ml dans les bassins de larves. Chaque stade Zoé dure 24h. Nous complétons équitablement le volume d'eau chaque jour jusqu'à 100% de remplissage à J4.

Stades *Mysis* 1, 2, 3 (J4 à J7)

Au stade *Mysis* 1, nous débutons l'alimentation avec des *Nauplii* d'artémia. A l'aide d'une maille de 200 µm, nous renouvelons 30% de l'eau chaque jour après avoir stoppé pendant 5 minutes l'aération. Par siphon, nous retirons un maximum de fèces et de matières en suspension décantées. Ce processus sera le même jusqu'à la fin de l'élevage larvaire sauf à PL1.

Les post-larves de 0 à 20 jours (J7-J30)

Au stade Post Larves de 1 jour (PL1), les larves deviennent benthiques. Nous récoltons les larves totalement pour un comptage volumétrique. 90 % de l'eau est renouvelée. Nous déterminons le taux de survie de Nauplii à PL1. Cette opération est renouvelée à PL20.

2. Test de résistance osmotique de l'espèce *F. notialis*

Le stress osmotique est un test pratiqué pour évaluer la qualité des larves par un « choc » à l'eau douce. L'acclimatation à l'eau douce est très importante car elle permet d'étendre les zones potentielles d'élevage en amont des estuaires. Les crevettes possèdent un point iso osmotique favorisant la meilleure croissance ainsi qu'un optimum thermique.

Il est question pour nous de déterminer la survie des larves en fonction de la température et de la salinité à partir de post-larves de 20 jours (**PL20**). L'expérimentation a duré 20 jours (de PL20 à PL40). La méthode employée est inspirée de celle de Ponce-Palafox (1997), réalisée avec l'espèce *Litopenaeus vannamei*. L'expérimentation est effectuée en triplicats avec la combinaison de quatre salinités (15; 20 ; 25 et 30‰). L'application des traitements est faite de manière aléatoire dans des volumes de 30 litres à une densité de 1 larve/litre. Les groupes de 30 animaux sont initialement dans l'eau de mer à 30ppt, témoin de l'expérience. La salinité est diminuée à un rythme de 5‰ par jour et la température est ajustée le premier jour par résistances chauffantes. Au cours de l'expérimentation, les larves sont nourries toutes les 6h avec un aliment commercial importé contenant 50% de protéines (Crevetech) ad libitum. Chaque jour, les fèces et restes alimentaires sont retirés par siphon et l'eau renouvelée à 30%.

Les performances de croissance et de survie sont évaluées et déterminés respectivement au cours de cette expérimentation. La croissance et la survie sont comparées chaque 10 jours et à la fin de l'expérimentation.

3. Croissance comparée avec un aliment commercial et artisanal de l'espèce *F. notialis*

Cette expérimentation a comporté deux éléments : la confection d'un aliment basé sur les ressources locales et le test comparatif de croissance sur des larves *F. notialis* avec un aliment commercial reconnu en élevage de crevettes. La composition précise de l'aliment est listée en **ANNEXE 2**. L'élément important de cet aliment réside dans l'emploi de viscères séchés de poissons issus de débarcadères locaux. Le séchoir artisanal, les viscères séchés et le dispositif sont présentés en **Figure 6**.

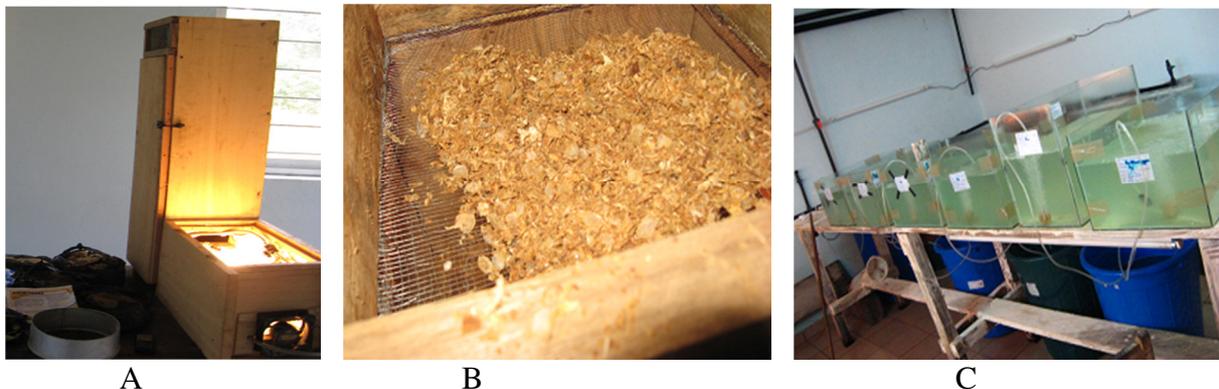


Figure 6 : Séchoir artisanal (A), viscères séchés de poissons (B), dispositif expérimental (C).

a. Protocole de confection de l'aliment

- ✓ Récupération de viscères fraîches, pressage et broyage
- ✓ Moulinage des autres farines
- ✓ Mélange à 50% homogène de viscères
- ✓ Chauffage à la vapeur à 100°C pendant 15min
- ✓ Confection de miettes
- ✓ Séchage dans le séchoir artisanal pendant 24h
- ✓ Broyage
- ✓ Tamisage à 1mm
- ✓ Conservation au congélateur.

Le taux d'humidité final visé est entre 12 et 14% maximum afin d'éviter la contamination par des moisissures. Nous fabriquons la quantité totale d'aliment pour l'expérimentation afin d'éviter le risque de variation de la qualité quotidienne. Cet aliment sera analysé pour ses taux en protéines et lipides totaux.

b. Test de l'aliment de PL30 à PL60

L'expérimentation est sur une durée de 30 jours. Elle se déroule à température ambiante dans une pièce protégée des variations thermiques (26°C) avec un éclairage par tubes néons permanent. Deux lots d'animaux PL20 issus d'une même ponte sont conditionnés en triplicatas dans 6 aquariums de 40 l à une densité de 1PL20/litre. La salinité est de 30 ppt. Un aliment commercial issu de l'entreprise Crevetech est distribué au lot témoin en comparaison à l'aliment artisanal testé sur le second lot. Le renouvellement d'eau est effectué chaque jour à 50% avec le retrait des restes d'aliments et fèces. L'aliment est distribué toutes les 4h. Toutes les crevettes sont comptabilisées, pesées et 4 crevettes/aquarium sont mesurées tous les dix jours.

4. Evaluation technico économique d'une exploitation de grossissement

a. Le cycle de production

Le cycle de production est basé sur l'approvisionnement en Post Larves de 20 à 30 jours à l'écloserie AQUASOL puis un grossissement en deux phases pour permettre une rotation des structures rapides et une stabilité des ventes chaque mois (**Figure 5**). Un bassin destiné à une production de micro-algues et un bassin pour la constitution de biomasse d'*Artemia salina* s'ajoute à cette structure à partir de souches cultivées à l'écloserie pour optimiser l'alimentation biologique basée sur les travaux de Zmora et Shpigel, 2006.

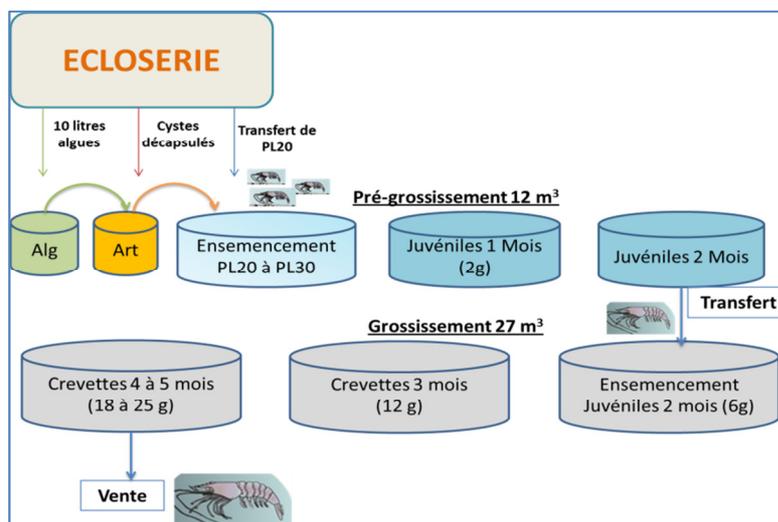


Figure 5 : Cycle de production de la filière élevage de crevettes.

b. Le bassin d'algues

Il s'agit d'un bassin de 2m³ enrichi en nutriments minéraux NH₄⁺ (0.5mMI⁻¹), PO₄⁻³ (0.14mMI⁻¹), Fe⁺³ (24 mMI⁻¹) et Si₂O₃⁻ (0.56 mM l⁻¹) visant une production concentrée de micro algues en 7jours à partir de 10 litres d'inoculas pouvant par la suite enrichir la production d'artémia. Les espèces employées sont *Chaetoceros gracilis*, *Tetraselmis tetrahele* et *Navicula cf lenzi*, disponibles commercialement et couramment produites en éclosion de crevettes et de bivalves.

c. Le bassin d'artémia

Ce bassin de 2 m³ permet la production d'une biomasse d'*Artemia salina* adultes nourries avec les algues et se reproduisant en continu. L'ensemencement s'effectue à partir de cystes décapsulés et éclos à une concentration de 10 *Nauplii*/ml. 20 jours sont nécessaires à la première génération après décapsulation des cystes pour obtenir des adultes. Ensuite, les artémia pondent à nouveau et une quantité égouttée de 50 g d'artémia adultes est prélevée tous les jours pour nourrir les larves en pré-grossissement le premier mois.

d. Les bassins de pré-grossissement et grossissement

Ces bassins sont construits à partir d'une fondation en béton puis en planche ceinturées par une armature en fer. Nous bénéficions au Cameroun de bois très résistants à la moisissure par l'eau (« padouk ») ce qui assure une durabilité à ce type de structure. Une bâche agricole s'ajoute pour l'étanchéité de ces bassins. Une bâche transparente peut recouvrir les bassins de pré-grossissement la nuit et dans la saison plus froide pour maintenir la température à plus de 27°C. Une aération par soufflante assure le maintien du taux d'oxygène dans l'eau.

3 bassins de 12 m³ fonctionnent en rotation : pendant 4 semaines, les bassins sont préparés à recevoir les Post Larves avec une fertilisation organique (lisiers de volailles), l'ajout de substrats aquatiques (feuilles de palmiers, bambou, géotextile...) augmentant la surface de périphyton (Azim *et al.*, 2003 ; Kathoon *et al.*, 2007). Nous ensemençons 6000 PL soit 500 PL/m³ alimentées biologiquement le premier mois d'élevage avec un apport très réduit d'aliment artificiel. Ensuite nous apportons des petites quantités d'aliments artificiels pour assurer une croissance optimale. A la fin du second mois d'élevage, les crevettes sont transférées en bassins de grossissement à environ 6g.

Après 8 semaines d'élevage, les crevettes sont transférées dans les bassins de grossissement régulant la densité d'élevage avec un objectif de 1,5 kg/m³ lors de la récolte. Ces bassins sont nourris toutes les 4heures. Le fermier a un mois de délai pour la vente, ce qui lui permet de vendre des petites quantités chaque jour au meilleur prix sur le marché. La production totale par mois et par cycle est estimée à 70kg avec plusieurs récoltes.

e. Volume de production

L'étude est défini selon un volume de production minimum pour une entreprise individuelle avec un revenu de 100 000 CFA/mois, structure viable la plus petite possible. Ensuite, un volume de production permettant à un entrepreneur d'être rentable pour l'emploi d'un personnel de production à plein temps est évalué.

Résultats

1. Améliorations techniques de l'élevage

L'ANNEXE 3 regroupe l'ensemble des résultats biologiques de ponte, éclosion des œufs et larviculture obtenus traduisant les améliorations techniques. Nous notons que des problèmes d'électricités dus à la qualité de l'installation du bâtiment réceptionnant l'écloserie ont entravé plusieurs résultats de larviculture et perturbé la production de micro-algues.

a. Ecloserie

L'ensemble des pontes obtenus a été obtenu à partir de reproducteurs gravides provenant de la pêche. La fécondité des femelles moyenne est de 4700 œufs/g biomasse et 6100 œufs/g biomasse pour *M. kerathurus* et *F. notialis* respectivement. Nous remarquons que les pontes ont lieu autour de 20h et 2H pour *M. kerathurus* et *F. notialis* respectivement. Les taux de fécondation et éclosion sont élevés sur l'ensemble des pontes, supérieurs à 90% et 80% respectivement.

b. Larviculture

Tableau III : Taux de survie larvaires moyens et température par espèces.

Espèces	Taux de Survie à PL1	Taux de Survie à PL20	Salinité (ppt)	Température (°C)
<i>F. notialis</i>	50%	18%	29	26
<i>M. kerathurus</i>	48%	10%	29	26
<i>F. notialis</i>	65%	60%	29	29
<i>M. kerathurus</i>	68%	45%	29	29

Les résultats regroupés dans le **Tableau III** montrent un taux de survie nettement supérieur à $29 \pm 1^\circ\text{C}$ assisté par résistances chauffantes en comparaison à une température ambiante de $26 \pm 1^\circ\text{C}$.

2. Test de résistance osmotique de l'espèce *F. notialis*

Tableau IV : Survie et poids moyen de PL20 à PL40 de *F. notialis* à différentes conditions de salinité.

Salinité (ppt)	Survie Moyenne (%)			Poids moyens (mg)		
	PL20	PL30	PL40	PL20	PL30	PL40
30 (témoin)	100	100	90	12	71	115
25	100	98	88	20	61	134
20	100	94	84	20	29	100
15	100	84	83	11	53	112,5

Le **Tableau IV** récapitule les moyennes obtenues pour l'étude de l'optimum osmotique de larves *F. notialis*. La survie de Post Larves de 20 jours (PL20) à 40 jours est de 83% à 15 ppt contre 90% pour le témoin. La croissance la plus élevée est remarquée pour une salinité de 25ppt (114 mg).

3. Croissance comparée avec un aliment commercial et artisanal de l'espèce *F. notialis*

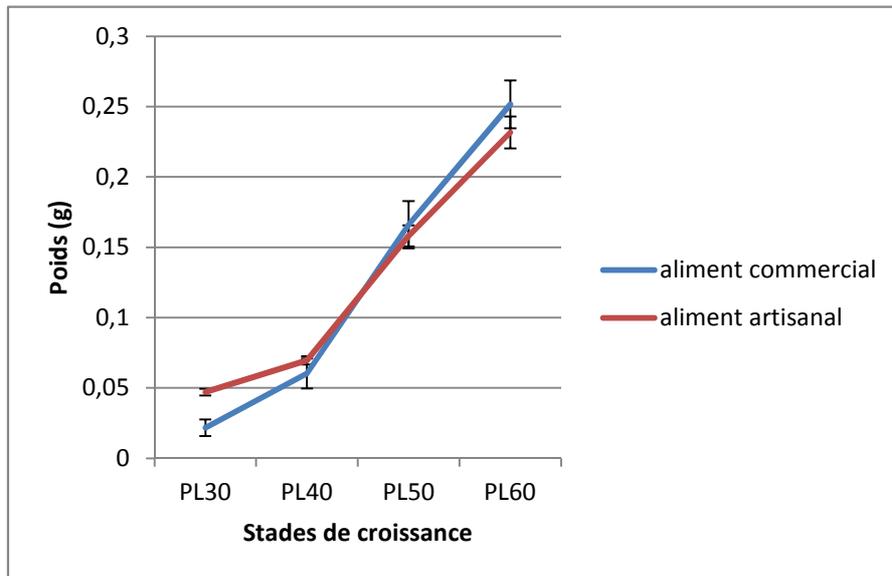


Figure 7: Croissance (g) de PL30 à PL50 de *F. notialis* en triplicatas avec un aliment commercial (C) et artisanal (A).

La **Figure 7** illustre les premiers travaux sur la croissance avec la confection d'un aliment artisanal composé de viscères séchées de poisson. Les résultats sont encore en cours pour les stades suivants. Cependant nous notons une croissance et un poids moyen des crevettes à PL60 de 0,25 g avec l'aliment commercial et 0,23 g avec l'aliment artisanal. La différence n'est pas significative. Le taux de survie moyen est de 58% pour l'aliment commercial et 80% pour l'aliment artisanal (**ANNEXE 4**). La température moyenne est de 26 à 27°C et la salinité de 27 à 30 ppt.

4. Evaluation technico économique d'une exploitation de grossissement

Compte tenu des paramètres locaux, il a s'agit de faire le bon compromis de la durabilité et de la hauteur de l'investissement. Les bassins d'algues et d'artémia peuvent être construits avec un cylindre de contreplaqué muni d'une bâche type camion très résistante soudée artisanalement par chauffage. Les bassins de pré-grossissement et grossissement ont nécessité une plus large réflexion, le liner largement employé pour ce type de structure n'étant pas disponible au Cameroun. L'emploi du béton paraît la solution la plus durable mais nous notons plusieurs inconvénients :

- Coût élevé et disponibilité en sable de rivière, gravier et parpaings résistants limités,
- Coût élevé du transport des matériaux,
- Risque élevé de cassures en cas de proportions non respectées des matériaux.

La présence au Cameroun d'essences de bois résistantes et imputrescibles a orienté notre choix vers une structure composée d'une fondation en béton puis de planches disposées verticalement et cerclées de trois fers pour une répartition de la pression de l'eau égale sur les parois. La bâche agricole très onéreuse assure l'étanchéité. Ci-dessous les résultats pour une production individuel de 1t/an et investissements (**Tableau V**) correspondant aux objectifs fixés de 100 000 CFA/mois de marge brute.

Les devis rassemblés en **ANNEXE 5** correspondent à une production de 4t/an assurant une entreprise autonome avec deux salariés et plus de 500 000 CFA/mois de marge brute.

Tableau V : Investissements pour une ferme produisant une tonne/an

Désignation	Prix par unité (CFA)	Quantités	Total
Bassins d'algues et artémia	50 000	2	100 000
Bassins de pré-grossissement	200 000	3	600 000
Bassins de grossissement	255 650	3	766 950
Bâche agricole	60 000	4	240 000
Pompe	380 000	1	80 000
Soufflante 0,5 kW	240 000	2	480 000
Groupe 2 KVA	200 000	1	200 000
Bouteille d'oxygène	140 000	1	140 000
Substrats aquatiques	200	21	4 200
Tubes d'aération	1 300	50	65 000
Vannes et tuyaux	200 000	1	200 000
Matériel d'analyses	500 000	1	500 000
Main d'œuvre	200 000	1	200 000
Autres	200 000	1	200 000
Total			3 776 150
Total bassin (amorti sur 10 ans)			1 466 950
Total autres (amorti sur 4 ans)			2 309 200

c. Charges variables

Alimentation

Le coût de l'alimentation sur une ferme de grossissement représente la plus importante des charges variables. Le Cameroun ne bénéficiant d'unité de production d'aliment spécifique à l'aquaculture, cette filière est soumise à l'importation d'aliments pour assurer de bonnes performances d'élevage dans un temps court. A moyen terme, une fabrique d'aliment basée sur les sous-produits locaux est à promouvoir car de nombreuses matières premières sont présentes et regroupées en **ANNEXE 6**. Nous estimons ainsi le prix d'un aliment performant à 600 CFA/kg avec un taux de conversion alimentaire de 1,5 (quantité d'aliment distribué / gain de biomasse), soit un prix de revient de **900 CFA/kg** de crevette.

Post Larves

L'objectif d'AQUASOL est de vulgariser l'élevage de crevettes et donc de faciliter l'accès aux Post Larves. L'établissement du coût de production des Post Larves a été estimé lors de l'expertise ACP Fish (2011) à 5600 CFA pour 1000 PL20 dans un schéma de production de 1 million de PL/mois. La vente sera à un poids moyen de 20g soit 50 crevettes/kg. La survie est estimée à 60%, il faudra donc 83 PL/kg soit un coût de **465 CFA/kg**.

Electricité

La consommation électrique revient en grande partie au fonctionnement permanent d'une soufflante de 0,5 kW et de la pompe de 1 kW pendant une heure chaque jour soit une consommation annuelle de 4745 kW.h⁻¹ et environ 395 kW.h⁻¹ /mois. Le prix du kW est de 100 CFA au Cameroun correspondant à une charge d'environ 40 000 CFA/mois, soit **500 CFA/kg** de crevettes.

Nous pouvons estimer à 100 000 CFA/an le coût d'utilisation des autres intrants (fertilisants, petits outillages...) soit 100CFA/kg. Le **Tableau VI** rassemble les coûts variables.

Tableau VI : Coûts variables d'une ferme pour 1 t/an.

	Prix par unité (CFA)	Total/an	Coûts/kg crevettes
Post Larves	5,6	465 000	465
Aliments	600	900 000	900
Electricité	100	500 000	500
Autres		100 000	100
Coûts variables		1 965 000	1 965

d. Charges Fixes

Main d'œuvre

La structure nécessite la présence permanente d'une personne. Ainsi, deux personnes sont nécessaires pour le fonctionnement de la petite unité de production. Le prix de la main d'œuvre est estimé à 600 000 CFA/an.

Amortissement des structures

Le **Tableau VII** rassemble les amortissements des structures, 10 ans pour les bassins et 4 ans pour le reste du matériel. Pour un investissement de 3 776 150 CFA, l'amortissement annuel sera de 723 995 CFA.

Tableau VII : Coût Fixes et amortissements pour une unité de 1t/an.

Infrastructures	Investissements	Durée	Amortissement
Total Bassins	1 466 950	10 ans	146 695
Total Autres	2 309 200	4 ans	577 300
Total/an	3 776 150		723 995

Fond de roulement

Le fond de roulement annuel correspond aux charges de production pour une tonne ainsi que la main d'œuvre soit **2 565 000 CFA/an** (600 000+1 965 000).

Les charges sont sous réserve de frais financiers dans le cas d'un emprunt vers un établissement bancaire ou de micro finance (environ 10% de frais financiers). Nous notons que de nombreuses communautés fonctionnent par emprunt mutuel avec des taux d'intérêts plus faibles de 5%. Le besoin en financement devra comprendre le montant de l'investissement ainsi que le fond de roulement sur 6 mois. Avec un taux de 10% les charges s'élèveront à :

$$1\ 282\ 500 + 3\ 776\ 150 \times 10\% = \mathbf{505\ 865\ CFA.}$$

Coûts Fixes Totaux

Les coûts fixes se totalisent à **1 830 CFA/kg** (Tableau VIII).

Tableau VIII : Coûts fixes pour une production de 1t/an avec emprunt bancaire.

	Totale/an	Coût/kg crevettes
Main d'œuvre	600 000	600
Amortissements	723 995	724
Charges financières	505 865	506
Total	1 829 860	1 830

e. Rentabilité de la production

Avec un prix de vente local de **5000 CFA/kg**, la marge brute pour l'éleveur s'élève à 1205 CFA/kg soit 100 000 CFA/mois (Tableaux IX). En ANNEXE 7, nous pouvons voir l'évaluation pour une structure pouvant produire 4t/an reflétant un investissement communautaire ou un entreprenariat plus élevé. Le **Tableau X** reflète les résultats. L'échelle plus importante permet un bénéfice plus important de 2 370 CFA/kg soit 750 000 CFA/mois.

Tableau IX : Marge commerciale pour la vente de crevette à 5000 CFA/kg pour une production de 1t/an.

	Par an	Par kg de crevettes
Coûts variables	1 965 000	1 965
Coûts fixes	1 829 860	1 830
Total	3 794 860	3 795
Ventes	5 000 000	5 000
Marge brute	1 205 140	1 205

Tableau X : Marge commerciale pour la vente de crevettes à 5000 CFA/kg pour une production de 4 t/an.

	Par an	Par kg de crevettes
Coûts variables	6 772 000	1693
Coûts fixes	4 149 000	1 037
Total	10 921 000	2 630
Ventes	20.000.000	5000
Marge brute	9 079 000	2 370

Discussion

1. Améliorations techniques de l'élevage

L'écloserie est la phase de production la plus difficile à maîtriser en aquaculture. Elle nécessite le respect d'un nombre de facteurs importants. La structure AQUASOL encore en phase d'installation de ces bases et pionnière en pénéculture au Cameroun a nécessité un effort important pour maintenir des conditions d'élevage stables. La qualité de l'installation électrique a joué un rôle très important. L'apport d'un groupe électrogène permettant à la structure une autonomie totale en cas de coupure est assurée à présent.

L'obtention aisée de reproducteurs sauvages nous a permis d'assurer un nombre suffisant de pontes à partir de femelles gravides lors de la collecte. La qualité des œufs est excellente se traduisant par des taux élevés de fécondation et d'éclosion pour les deux espèces. Les reproducteurs ont été conservés en maturation et les femelles font l'objet d'une ablation du pédoncule oculaire pour assurer de nouvelles pontes. La production larvaire est biologiquement bien maîtrisée à l'image des pénéides. Cependant, nous notons des difficultés plus importantes à partir de la phase Post Larve reflétant le stade où les larves deviennent benthiques et se reposent sur le fond. La principale cause est l'effet du bassin : la forme des bassins avec un fond plat ne permet la mise en suspension des aliments et des larves causant l'accumulation de dépôts et une contamination fongique importante. Un effort doit être considéré pour la mise en place de bassins « cylindres coniques » optimisant la remise en suspension des particules avec l'aération centrale (NACA, 2006). Un transfert des larves dans une eau renouvelée à 100% peut être préconisé à ce stade avec l'ajout de géotextile, de micro-algues benthiques et de bactéries associées se fixant sur le substrat aquatique.

La période pluvieuse de deux à trois mois (juillet-septembre) devra correspondre à un arrêt de l'activité écloserie de pénéides car la salinité de la mer sera en dessous de 20 ppt, induisant un taux d'éclosion nul. Un système aquacole re-circulé sera nécessaire avec un complément d'eau en réserve. Nous pouvons également orienter cette période pour la production plus importante de larves de crevettes d'eau douce *Macrobrachium vollehovienii*, nécessitant une phase larvaire en eau saumâtre de 12 à 18 ppt.

2. Test de résistance osmotique de l'espèce *F. notialis*

Des premiers essais menés à AQUASOL par Habert en 2010 ont traduit une résistance osmotique de PL25 *F. notialis* jusqu'à 1 ppt avec une survie de 83,7% avec une diminution de 2ppt/24h.

L'expérimentation réalisée permet de montrer une tendance à un point iso osmotique à 25ppt. Il s'agit du gradient de salinité correspondant à l'hémolymphe. Lorsque ce point est atteint, la crevette consomme un minimum d'énergie pour son osmorégulation et un stress réduit permettant une croissance plus rapide. Cela peut être relevé également chez l'espèce *Farfantepenaeus brasiliensis* au Brésil avec 794 mosM kg⁻¹ (Brito, 1999), des juvéniles de *L. stylirostris* ayant un optimum entre 23,7 et 24,6 ppt à 676.8–700.7 mosM Kg⁻¹ (Diaz, 2004).

La diminution de la salinité affecte la physiologie de la crevette et les paramètres de qualité de l'eau tels que les concentrations en ammonium (NH₄⁺) et nitrites (NO₂⁻). Le taux d'excrétion en ammonium-N de crevettes *L. vannamei* est rapporté être plus faible à des salinités de 25 ppt qu'à des valeurs de 10 ou 40 ppt (Jiang, 2000). Cela peut expliquer les mortalités plus importantes à 15 ppt lors de l'expérimentation.

3. Croissance comparée avec un aliment commercial et artisanal de l'espèce *F. notialis*

Les premiers résultats obtenus ont montré la faisabilité de production d'un aliment à partir de ressources locales permettant une croissance des crevettes. Les résultats de croissance sont inférieurs à l'espèce *L. vannamei* (1g à PL60) mais nous devons remettre en question les conditions liées à la structure de plus faibles températures de 26°C lors du test contre 30°C. L'expérimentation est à poursuivre pour avoir une idée précise de la croissance jusqu'à la taille commerciale en comparaison avec d'autres espèces connues de pénéides. Le taux de survie est nettement plus élevé avec l'emploi de l'aliment artisanal, cela pourrait s'expliquer par une plus forte toxicité de l'aliment commercial en ammoniacal à reconfirmer par répétition de l'expérimentation faute d'équipement. Les taux précis de protéines et lipides de l'aliment artisanal, encore sont en cours d'analyses, peuvent aussi confirmer cette hypothèse.

Le risque de variation de la qualité de l'aliment sera nettement réduit si le projet s'accompagne d'une unité de fabrication de farines et huiles de poissons à partir de poissons non consommés ou de déchets de transformation locale. Il devra être accompagné d'un service de contrôle qualité certifiant un taux lipidique et protéique de 10 et 45% respectivement. La fabrication et la vente d'aliment pour l'aquaculture en général constituera un nouveau domaine économique rémunérateur au Cameroun, recommandé à AQUASOL lors du Séminaire de stratégie de développement pénécicole au Cameroun même si au stade initial du projet, l'importation subventionnée d'aliments commerciaux sera nécessaire pour lancer rapidement l'activité (ACP Fish II, 2011).

Les intrants avec en tête l'aliment sont une forte limite au développement de l'aquaculture en Afrique. Il se répercute sur le coût de production et induit une marge commerciale réduite, ne valorisant pas assez le travail effectué comme cela peut être le cas en Afrique de l'Est, en Ouganda par exemple où de petits pisciculteurs ont des difficultés pour l'accès aux aliments ainsi que la commercialisation des produits avec trop d'intermédiaires (Jagger *et* Pende, 2001). Le prix de vente élevé des gambas localement permet d'envisager l'importation d'aliment à court terme surtout pour des structures produisant minimum 4t/an. Le prix d'un aliment importé peut s'élever pour l'aquaculteur à 1000 CFA/kg soit un coût de 1500 CFA/kg de crevettes (TCA=1,5). La marge commerciale réduite sera de 1865 CFA/kg, ce qui reste acceptable.

Cependant, le projet ne se base pas uniquement sur une alimentation artificielle des crevettes. La production d'artémies et l'enrichissement des bassins en micro-organismes (micro algues, bactéries) permettent une disponibilité d'un aliment de haute valeur énergétique sous la forme de biofilm ou périphyton. Ainsi, nous repons la problématique de la croissance en élevage intensif avec l'ajout de substrats aquatiques.

Le degré d'intensification au niveau biologique de l'animal est une question importante en élevage de crevettes. Il s'agit de faire un bon compromis entre la survie, la croissance et la biomasse totale de crevettes récoltées. Ces paramètres ont été documentés par plusieurs auteurs sur les pénéides mais pas sur *F. notialis*. Tout d'abord, la densité de crevettes au cours des 75 premiers jours d'élevage de PL16 en pré-grossissement peut être portée à 400 crevettes/m³ pour l'espèce *Penaeus esculentus* avec un poids atteint de 1,7g et un taux de survie de 89% (Stuart *et al.*, 2005).

Il est reconnu que l'ajout de substrats permet une augmentation de la biomasse, par une surface de biofilm (périphyton) disponible pour les crevettes plus importante induisant une intensification « raisonnée ». C'est-à-dire que l'activité même du bassin à dégrader sa matière organique est augmentée par une colonisation plus importante en micro-organismes (bactéries, décomposeurs, micro algues). Cela améliore la qualité physico chimique de l'eau du bassin tel que le taux d'azote, supplémente l'alimentation artificielle réduite et diminue ainsi la contamination organique lors des rejets autorisant une densité de 2500 PL/m³ de *P. monodon* en pré grossissement (Stuart *et al.*, 2006, 2009). Ces résultats ont été également remarqués chez *L. vannamei* avec sur l'ensemble du cycle de 120 jours un taux de conversion alimentaire (TCA) de 1,5, une biomasse finale de 1,69 kg/m² avec l'ajout de 1,7 m² de géotextile par mètre carré de bassin et un sédiment sableux (Bratvold *et* Browdy, 2001).

La densité de 500 PL/m³ lors du pré-grossissement est ainsi justifiée. La croissance et le TCA peuvent être nettement améliorés avec l'ajout de substrats aquatiques et la domestication du périphyton (Kathoon *et al.*, 2007).

4. Evaluation technico économique d'une exploitation de grossissement

La démarche stratégique du projet de pénéculture au Cameroun employée se rapproche fortement d'une démarche systémique avec une concertation de l'ensemble des parties prenantes explicitées dans les facteurs de développement des systèmes d'élevage (Chia *et al.*, 2009).

La main d'œuvre est un point important à relever : l'entrepreneur d'une exploitation de 1 tonne/an sera obligatoirement le chef d'exploitation et l'ouvrier de sa production pour un bénéfice maximum en considérant une aide de 50 000 CFA par mois. Une production de 4t/an autorise un entrepreneuriat libre avec l'emploi de personnel suffisant pour le fonctionnement de la structure.

Les résultats obtenus peuvent être comparés avec l'étude régionale relative aux opportunités économiques de développement de la crevetteculture en Afrique de l'Ouest, motivée par l'augmentation démographique, la sécurité alimentaire dans cette région et un fort potentiel économique au vu de la haute valeur marchande des crevettes de pêche, cela pouvant s'étendre à l'Afrique Centrale et au Cameroun. Le coût initial d'exploitation relaté dans cette étude est de US\$ 4,95/kg, soit près de 3000 CFA/kg considérant le transfert technologique, les infrastructures, les intrants et les charges financières dans un système semi intensif. La présente étude résulte d'un coût plus faible pour une structure de production intensive de 4t/an, et plus élevé pour une structure de 1t causés par une plus faible optimisation des moyens de production.

Le présent projet est tout d'abord orienté vers un commerce local en produits frais, selon les mêmes auteurs, 2000 CFA/kg s'ajoutent pour une exportation vers des grossistes de l'UE, des USA ou du Japon par les frais d'expéditions et de conditionnements. L'espèce *Farfantepenaeus notialis* sur le marché de l'export va se retrouver en concurrence avec *Litopenaeus vannamei* produite à seulement 2 à 3 US\$/kg tandis que *Melicertus kerathurus* peut convoiter les marchés de plus haute valeur comme *Penaeus monodon* de Madagascar (CSAO, 2006).

L'atout majeur que représente ce projet de production intensive en comparaison au système semi intensif est que le foncier nécessaire est nettement plus faible et ainsi accessible à beaucoup d'entrepreneurs locaux. Le Cameroun est un pays où les côtes sont très boisées avec de grandes zones de mangroves, l'espace d'exploitation sera réduit pour un système semi intensif (production **5 à 10 t/ha/an**) ou seulement à la portée d'importants investisseurs étrangers. Le projet perdra ainsi toute sa force avec des risques importants environnementaux et sociaux liés à l'installation de grandes exploitations industrielles (Rivera-Ferre, 2009). De même, l'exportation pour une production labellisée « Commerce équitable » par exemple ne sera pas faisable. Il est donc impératif d'assurer la formation des aquaculteurs, techniciens et chercheurs. Leurs objectifs seront de contrôler cette production plus exigeante technologiquement, prévenir la pollution organique dans les rejets par la mise en place de substrats aquatiques ou de systèmes d'eau recyclées par exemple, prévenir les pathologies par l'utilisation de probiotiques et la sélection de reproducteurs présentant des caractères immunologiques d'intérêts.

Le plus rapidement possible, les aquaculteurs ont besoin d'une force institutionnelle pour la prise de décision nationale impactant sur leur profession. Le MINEPIA a un rôle important à jouer dans le développement de l'aquaculture (importation de matériels d'aquaculture détaxés) et devra être suivi par la création de Fédération ou Unions d'aquaculteurs pouvant défendre leurs positions lors de choix stratégiques et de contrôle du marché.

5. Pourquoi éviter d'introduire une nouvelle espèce aquacole ?

L'amélioration ou le développement de l'aquaculture est la raison majeure de l'introduction de nouvelles espèces dans les milieux aquatiques. En élevage de crevettes, l'espèce *Litopenaeus vannamei* originaire d'Amérique Latine et la plus maîtrisée en élevage a été largement introduite en Asie pour augmenter et intensifier la production aquacole, l'espèce *Penaeus monodon* étant peu domestiquée. Cette dernière a également fait l'objet d'introduction en Guinée pour l'élevage, et aujourd'hui, la crevette *P. monodon* est présente dans l'ensemble du Golfe de Guinée.

L'impact de l'élevage de crevettes indigènes est surtout relatif à la transmission de pathologies avec de fortes conséquences économiques (Bartley, 2007). Par exemple, Infectious Hypodermal and Haematopoietic Necrosis virus (IHHN) chez *Litopenaeus vannamei* peut affecter *L. stylirostris*, qui est cultivé dans de nombreuses régions tropicales ; les crevettes porteuses du *Penaeus monodon*-type baculovirus et Yellow-Head Virus (YHV) ont causé des pertes financières de plus d'un milliard de US dollars en Asie au début des années 1990 (Chamberlain, 1994; Subasinghe *et al.*, 1998 ; Brugere, 2010).

L'introduction d'espèces exotiques peut être préjudiciable à plusieurs niveaux. Tout d'abord, le risque de perturbation de l'équilibre trophique dans les milieux aquatiques pouvant impacter également le secteur de la pêche. Par exemple, au Brésil, nous pouvons entre autres noter l'introduction du poisson chat très agressif *Clarias gariepinus* (Alves *et al.*, 2007) et de la truite arc en ciel *Oncorhynchus mykiss* (Magalhães *et al.*, 2002) pour répondre à la demande croissante de production de poisson. Dans l'Etat du Minas Gerais, le tilapia *Oreochromis spp.* est l'espèce introduite la plus largement répandue dans les réservoirs et rivières (Alves *et al.*, 2007). Leurs physiologies très résistantes et avec une forte capacité d'adaptation font de ces poissons des grands compétiteurs pour les espèces natives modifiant les pêches mais aussi la composition biologique des espèces dans les réservoirs (Menescal *et Attayde*, 2001).

6. Les biotechnologies dans le développement de l'aquaculture en Afrique

L'utilisation des biotechnologies en aquaculture offre une grande ouverture pour augmenter les volumes mais aussi améliorer la production. Les domaines applicables de la biotechnologie en aquaculture sont la transgénèse, l'alimentation avec de nouvelles compositions alimentaires en ciblant des protéines d'origines végétales associées à des enzymes (phytase, amylase...) pour limiter l'emploi de farines de poissons, ainsi que la domestication des microorganismes natifs de la microbiote et du milieu aquatique, l'amélioration des taux de croissance, le contrôle des cycles de reproduction grâce à l'utilisation d'hormones de synthèse, la prévention des maladies grâce aux diagnostics moléculaires et à l'utilisation de microorganismes bénéfiques (probiotiques), et la résistance aux maladies par la production de vaccins ainsi que la sélection et l'amélioration génétiques (FAO, 2000).

Il s'agira ainsi pour le Cameroun de prévenir la transmission verticale des pathogènes connus (virus et rickettsies) et de sélectionner les crevettes portant des caractères génétiques d'intérêts pour la résistance aux maladies et la croissance. Par ailleurs, la caractérisation et la sélection de microorganismes aquatiques naturels permettra d'améliorer l'alimentation et la qualité de l'eau dans les bassins.

La sélection et la dissémination de tilapia génétiquement amélioré est à l'étude dans les pays Ghana, Côte d'Ivoire, Mali, Burkina Faso, Togo, Benin, sous la coordination du World Fish Center et de la FAO (Brummett, 2007 ; Brummett *et* Ponzoni, 2009 ; FAO, 2011). L'intensification de l'aquaculture est renforcée par les biotechnologies. Les écosystèmes aquatiques sont encore un domaine de recherche majeur pour la pêche et l'aquaculture. Pourtant, ce domaine reste largement inexploré surtout au niveau des micro-organismes. Par exemple, seulement une partie négligeable des financements a été consacrée à la biotechnologie appliquée à aquaculture en Afrique (Ayoola *et* Idowu, 2008).

7. Quels exemples à suivre pour le Cameroun ?

a. Pratiques d'élevage

Dans un schéma de développement de l'aquaculture durable nous devons également envisager des pratiques d'élevage ne pouvant pas entraver une éventuelle exportation des produits. L'élevage de crevettes est souvent pointé du doigt pour des raisons sanitaires et cela se vérifie lors de l'exportation vers les marchés européens. Par exemple, en Belgique, des crevettes importées d'Asie ont été analysées et déclarées avec des résidus médicamenteux interdits (Vromman, 2008). Une démarche HACCP initiée en Ouganda a mis en évidence les produits vétérinaires et l'utilisation de fumure animale pour la fertilisation comme points critiques.

La qualité des eaux d'alimentation des fermes (faible pH, déchets organiques domestiques, pollution agricole) est aussi une source de points critiques locaux à prendre en considération dans le choix des sites (Bagumire *et al.*, 2009). La démarche qualité en élevage de crevettes est reconnue en Thaïlande qui est marquée par 18 000 écloséries pratiquant les bonnes pratiques d'aquaculture (GAP), un programme national de contrôle des résidus (NRCP) pour lutter contre les produits vétérinaires et chimiques tels que le chloramphénicol et les nitrofurans puis une traçabilité des produits. La démarche HACCP est également mise en place (Yamprayoon, 2010).

b. Exemple en Afrique Sub-Saharienne

En termes de développement en Afrique Sub-Saharienne, au Nigéria, le potentiel aquacole est important par exemple dans l'Etat Akwa Ibom. Le Gouvernement a mis en place des stratégies pour revitaliser l'aquaculture, établissant des écloséries et des fermes de grossissements dans trois zones avec des infrastructures facilitant la préservation, la transformation, le stockage et la commercialisation du poisson. Malgré cela, le Rapport d'Etat 2004 déplore que ces sites sont virtuellement abandonnés ou sous exploités. Les trois principales contraintes mises en évidence sont la disponibilité et la sélection d'alevins d'espèces à rendements et tailles plus élevés (*Heterobranchus*, *Heteroclaris spp.*) en opposition au *Tilapia* comportant un faible prix sur le marché ; le coût élevé de l'investissement en bassins de production puis le manque de connaissance permettant des innovations viables sur les fermes de poissons (Akpabio et Inyang, 2007, 2006).

La demande de poisson au Nigéria est largement supérieure à l'offre. L'aquaculture apparait comme le seul moyen de combler ce fossé. Il est estimé que parmi les pays en voie de développement, Nigéria inclus, les populations de pêcheurs sont parmi les plus pauvres et les plus négligées. Cela se vérifie en observant les pêcheurs du Delta du Niger au Nigéria (Ayinla, 2003).

Le manque de développement de ces régions riches en pétrole et la négligence de l'aquaculture pouvant redonner un poids économique au peuple, a conduit à la désintégration, l'exploitation de ces communautés traditionnelles et une migration des jeunes vers les grandes villes où leurs participations à des actes criminels. Il y a un fort besoin d'alternatives spécialement pour les femmes et les jeunes vivant dans cette région. L'aquaculture en eau douce et saumâtre a un très important potentiel de développement et semble être la meilleure option pouvant leur apporter nourriture et travail (Anyanwu *et al.*, 2007).

Parmi les espèces retenues, les poissons chats (*Chrysichthys nigrodigitatus*, *Bagus bayad*, *Bagus domae*) ont une bonne valeur sur le marché et peuvent s'associer à d'autres espèces comme les mullets ou les tilapias. L'élevage de crevettes *Farfantepenaeus notialis* et *Penaeus monodon* est également proposé avec une situation encore expérimentale au Nigéria. Nous notons aussi le fort potentiel local avec une haute valeur marchande pour les gastéropodes de type pervenche (*Tympanotonus fuscatus* et *Tympanotonus radula*) ainsi que les huîtres (*Crassostrea gasas*) (Ezenwa *et al.*, 1990; Fagade and Ugwumba, 1992; Deekae *et al.*, 1994; Ugwumba and Ugwumba, 2003).

Le Rapport SARNISSA 2009 sur le plan de développement sur trois ans de l'aquaculture au Ghana (2008-2011) mentionne plusieurs contraintes à améliorer pour la poursuite du programme. Les problèmes techniques sont principalement le besoin de connaissances, l'accompagnement technique pour les petites structures de production et le besoin d'investir dans plus d'espèces différenciées car le projet se limite au tilapia du Nil et au poisson chat africain.

Au niveau institutionnel, nous notons une absence de représentativité et d'associations en aquaculture pour soutenir l'activité et réaliser des programmes de formations. Par exemple, une situation comparable au Malawi est mise en évidence dans le NASP (National Aquaculture Strategic Plan in Malawi) (Banda *et al.*, 2009). L'accès au crédit et l'investissement sont également des limites importantes à ce programme de développement (Abban *et al.*, 2009).

c. La place du repeuplement : Culture Based Fisheries

En contraste à l'aquaculture, la technique de Culture Based Fisheries CBF est employée principalement en Asie par exemple au Sri Lanka dans de nombreux réservoirs avec les espèces *Chanos chanos* et *O. mossambicus* (De Silva, 2003 ; Amarasinghe et Nguyen, 2010). Il s'agit d'augmenter la production de l'environnement naturel en contrôlant une partie du cycle de vie de certaines espèces (reproduction, premiers stades larvaires...) d'intérêts et réensemencer en milieu ouvert pour une pêche au stade commercial (Honma, 1980). Au Japon ainsi qu'en mer Méditerranée cette technique est employée pour l'espèce *Litopenaeus japonicus* permettant de soutenir une activité de pêche de haute valeur commerciale. Cependant il est difficile d'estimer les rendements exacts de cette technique (Pillay et Kuttiry, 2005).

d. L'élevage de crevettes en cages

Les zones côtières très convoitées induisent un problème majeur de l'accès au foncier en bordure de mer ou estuaires. Le grossissement de crevettes en cages en zone estuarienne reflète une opportunité intéressante. En effet, ce type d'élevage présente plusieurs avantages : le renouvellement d'eau important permet une stabilité des paramètres physiques et chimiques de l'eau, les rendements sont plus importants qu'un système semi intensif avec un apport en périphyton sur les mailles, les déchets solides ne s'accumulent pas près des cages. Cela nécessite un approvisionnement en larves de 0,5g (PL60).

Le cycle étudié au Brésil en 2008 sur *L. vannamei* révélant un meilleur résultat possède une phase de pré-grossissement de PL35 à 1300 PL/m² jusqu'à 1,2 g durant 40 jours dans des cages de 9 m² en maille polyester (1,5 mm), un transfert en cages de 9 m² avec une maille de 2,5mm à une densité de 420 crevettes/m² puis une pêche partielle après 62 jours (8g) permettant de réduire la densité et d'augmenter le taux de croissance avec 350 crevettes/m² jusqu'à un poids de 15g. La production finale était de 4,5 à 5 kg/m² en considérant les deux pêches (Zarain-Herzberg *et al*, 2010). Nous pouvons aussi envisager une cage plus grande (100 à 200 m²) pour le grossissement permettant d'éviter une pêche partielle à un poids réduit avec ensemencement de 200 à 45 juvéniles/m² selon la taille commerciale recherchée (Zarain-Herzberg *et al*, 2006).

Conclusion

Cette étude est en phase de montrer la faisabilité biologique, technique, économique et environnementale du développement d'une filière de production de crevettes intensives au Cameroun. Les stratégies de développement tiennent compte d'antécédents aquacoles et pénécologiques dans le monde et en Afrique Sub Saharienne avec l'objectif de prévenir les risques et limites de ce projet.

Les améliorations techniques ont permis d'obtenir des résultats très encourageants en éclosion et larviculture à partir de reproducteurs sauvages des deux espèces natives *F. notialis* et *M. kerathurus*, la principale difficulté rencontrée résidant dans la stabilité des paramètres physiques et chimiques de l'eau. Cela offre des perspectives intéressantes et ouvre le voie pour accentuer le transfert technologique des domaines appliqué à l'aquaculture comme les biotechnologie. Il est cependant nécessaire de répéter l'ensemble de ces travaux pour assurer la fiabilité des résultats et de poursuivre les investigations sur la croissance et la survie avec un pilote en élevage à échelle familiale et communautaire.

La résistance aux diminutions de la salinité montre que ces espèces sont euryhalines et pourront s'adapter à l'ensemble des eaux côtières, estuaires et lagunes. L'aliment reste un point clé pour pérenniser l'activité pénécologique, l'importation d'aliment commercial sera sans doute nécessaire pour impulser le développement de fermes intensives en parallèle d'une valorisation des sous-produits locaux pour un aliment de qualité équivalente. La stratégie d'élevage intensive présente l'avantage d'un besoin foncier réduit et une productivité élevée. La formation est un des principaux objectifs pour mener à bien ce projet dans le respect des normes et recommandations internationales.

Cette étude m'a permis d'acquérir une expérience importante dans la gestion d'un projet aquacole de développement à tous les niveaux et de participer au partage des expériences à travers les séminaires de développement de cette filière au Cameroun et en Afrique.

Bibliographie

- Abban, Asmah E.K.R., Awity L., Ofori J.K.** 2009. Review on National policies and Programmes on Aquaculture in Ghana. SARNISSA, 92 p.
- ACP Fish II.** 2011. Structuration des moyens intra- institutionnels (prives et publics) et des relations inter- institutionnelles aux niveaux national et international dans la filiere crevetticole au Cameroun, 190 p.
- Akpabio I.A., Inyang E.B.** 2007. Major constraints affecting aquaculture development in Akwa Ibom State, Nigeria. *African Journal of Aquatic Science*, **32**(1) : 45-50.
- Alves C.B.M., Vieira F., Lincoln A., Magalha L.B., Brito M.F.G.** 2007. Impacts of non-native fish species in Minas Gerais, Brazil: present situation and prospects. In Bert T.M. (ed.). *Ecological and Genetic Implications of Aquaculture Activities: Methods and Technologies in Fish Biology and Fisheries*. New York, USA : Springer-Verlag, p. 291-314.
- Amarasinghe U.S., Nguyen T.T.T.** 2010. Enhancing rural farmer income through fish production: Secondary use of water resources in Sri Lanka and elsewhere. In De Silva S.S. (ed.), Brian D.F. (ed.). *Success Stories in Asian Aquaculture*. New York, USA : Springer Science, p. 103-130.
- Anyanwu P.E., Gabriel U.U., Akinrotimi O.A., Bekibele D.O., Onunkwo D.N.** 2007. Brackish water aquaculture: a veritable tool for the empowerment of Niger Delta communities. *Scientific Research and Essays*, **2**(8) : 295-301.
- Ayinla O.A.**, 2003. Integrated Aquaculture: A veritable tool for poverty alleviation/Hunger Eradication in Niger Delta region of Nigeria. pp. 41-49. In: AA Eyo, JO Ayanda (eds) *Proceedings of the Conference of Fisheries Society of Nigeria*. p. 212.
- Ayoola S.O., Idowu A.A.** 2008. Biotechnology and species development in aquaculture. *African Journal of Biotechnology*, **7**(25) : 4122-4725.
- Azim M.E.; Milstein A.; Wahab M.A.; Verdegam M.C.J.**, 2003. Periphyton-water quality relationships in fertilized fishponds with artificial substrates. *Aquaculture* **228** (1-4):169-187.
- Bagumire A., Todd E.C.D., Nasinyama G.W., Muyanja C., Rumbeiha W.K., Harris C., Bourquin L.D.** 2009. Potential sources of food hazards in emerging commercial aquaculture industry in sub-Saharan Africa: a case study for Uganda. *International Journal of Food Science and Technology*, **44**(9) : 1677-1687.
- Banda L.E., Kangombe J., Kaunda E.K.W.** 2009. A case study on the National Aquaculture Strategic Plan in Malawi. SARNISSA, 26 p.
- Bartley D.M.** 2007. An ecosystems approach to risk assessment of alien species and genotypes in aquaculture. In Bert T.M. (ed.). *Ecological and Genetic Implications of Aquaculture Activities.- Methods and Technologies in Fish Biology and Fisheries*. New York, USA : Springer-Verlag, p. 35-52.

- Bratvold D., Browdy C.L.** 2001. Effects of sand sediment and vertical surfaces (AquaMats™) on production, water quality, and microbial ecology in an intensive *Litopenaeus vannamei* culture system. *Aquaculture*, **19** (1-2) : 81-94.
- Brito R., Chimal M.E., Rosas C.** 1999. Effect of salinity in survival, growth, and osmotic capacity of early juveniles of *Farfantepenaeus brasiliensis* (decapoda: penaeidae). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, Vol. 244, 253-263.
- Brugere C., Ridler N., Haylor G., Macfadyen G., Hishamunda N.** 2010. Aquaculture planning Policy formulation and implementation for sustainable development. In FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. Roma, Italy : FAO, p. 1-70.
- Brummett R.E., Williams M.J.** 2000. The evolution of aquaculture in African rural and economic development. *Ecological Economics*, **33**(2) : 193-203.
- Brummett R.E.** 2007. Indigenous species for african aquaculture development. In Bert T.M. (ed.). *Ecological and Genetic Implications of Aquaculture Activities.- Methods and Technologies in Fish Biology and Fisheries*. New York, USA : Springer-Verlag, p. 229-245.
- Brummett R.E., Ponzoni R.W.** 2009. Concepts, Alternatives, and Environmental Considerations in the Development and Use of Improved Strains of Tilapia in African Aquaculture. *Reviews in Fisheries Science*, **17**(1) : 70-77.
- Brummett R.E., Lazard J., Moehl J.** 2008. African aquaculture: Realizing the potential. *Food Policy*, **33**(5) : 371-385.
- Chamberlain G.W.** 1994: Taura syndrome and China collapse caused by new shrimp viruses. *World Aquaculture*, **25** : 22-25.
- Chia E., Rey-Valette I.H., Lazard J., Clement O., Mathe S.** 2009. Evaluer la durabilite des systemes et des territoires aquacoles : proposition methodologique. *Cahiers Agricultures*, **18**(2-3) : 211-219.
- CSAO.** 2006. Etude régionale relative aux opportunités économiques de développement de la crevetticulture en Afrique de l'Ouest. Club du Sahel et de l'Afrique de l'Ouest, Cooperation économique Sud/Sud, 55 p.
- De Silva S.S.** 2003. Culture-based fisheries: an underutilised opportunity in aquaculture development. *Aquaculture*, **221** : 221–243.
- Deekae S.N., Ayinla O.A., Marioghae I.E.,** 1994. Possibilities of the culture of Mangrove Molluses with special reference to the Niger Delta. NIOMR Tech paper 96: 20.
- Diaz F., Denisse R.A., Sierra E., Diaz-Iglesias E.** 2004. Effects of temperature and salinity fluctuation on the oxygen consumption, ammonium excretion and osmoregulation of the blue shrimp *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson). *Journal of Shellfish Research*, **23**(3) : 903-910.

- Edwards P.** 2000. *Aquaculture, poverty impacts and livelihoods*. ODI/Natural Resource Perspectives No. 56.
- Ezenwa B., Alegbeye O., Anyanwu P., Uzuoku P.** 1990. Culturable fish feeds in the Nigeria Coastal waters: A research survey (second phase: 1986-1989). Nig. Inst. Oceanogra. Mar. Res. Tech. Paper 66:37.
- Fagade S.O., Ugwumba O.A.,** 1992. Species Selection and identification. In I.G Crow (ed) *Aquaculture Development in Africa. Training and reference manual for aquaculture extensionist: Common Wealth Secretariate TF/Aqua 4: 71-96.*
- FAO.** 2000. How appropriate are currently available biotechnologies for the fishery sector in developing countries? Conference on Biotechnology in Food and Agriculture. August 1- Oct 2000.
- FAO.** 2010. La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2010. Food and Drug Administration, 244 p.
- FAO.** 2011. Pioneering fish genetic resource management and seed dissemination programmes for Africa: adapting principles of selective breeding to the improvement of aquaculture in the Volta Basin and surrounding areas. *CIFAA Occasional Paper*, **29** : 1902007/03/29-30, Accra, Ghana.
- Habert L.,** 2010. Maîtrise de l'élevage et résistance au stress osmotique des espèces natives *Penaeus notialis* et *Penaeus kerathurus* pour le développement de la pénéculture familiale et communautaire au Cameroun. Mémoire de stage.- Master Bioressources Aquatiques en Environnement Méditerranéen et Tropical, Université Montpellier II, France. 36 pp.
- Honma A.** 1980. *Aquaculture in Japan*. Tokyo: Japan FAO Association. 81 p.
- Jagger P., Pende J.** 2001. Markets, Marketing and Production Issues for Aquaculture in East Africa: The Case of Uganda. *Naga (ICLARM Quarterly)*, **24**(2) : 42-51.
- Jiang D.H., Lawrence A.L., Neill W.H. et Gong H.** 2000. Effects of temperature and salinity on nitrogen excretion by *Litopenaeus vannamei* juveniles. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 253 : 193-209.
- Khatoon H., Yusoff Y., Banerjee S., Shariff M., Bujang J.S.** 2007. Formation of periphyton biofilm and subsequent biofouling on different substrates in nutrient enriched brackishwater shrimp ponds. *Aquaculture*, Vol. 273, 470-477.
- Magalhães A.L.B., Andrade R.F., Ratton T.F., Brito M.F.G.** 2002. Ocorrência da truta arco-íris *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) (Pisces: Salmonidae) no alto rio Aiuruóca e tributários, Bacia do Rio Grande, Minas Gerais. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitaõ (Nova Série)* 14: 33-40.

- Menescal R.A., Attayde J.L.** 2001. Efeitos da Introdução da Tilapia do Nilo Sobre o Desembarque Pesqueiro do Açude Marechal Dutra (Acari=RN). Resumos do VIII Congresso Brasileiro de Limnologia. Sociedade Brasileira de Limnologia, Joao Pessoa, Paraiba, Brasil. 277 pp.
- Murshed-e-Jalan K., Ahmed M., Belton B.** 2010. The impacts of aquaculture development on food security: lessons from Bangladesh. *Aquaculture Research*, **41**(4) : 481-495.
- NACA.** 2005. Better Management Practices (BMP) Manual for Black Tiger Shrimp (*Penaeus monodon*) Hatcheries in Viet Nam. 59 pages.
- Payne I.** 2000. The changing role of fisheries in development policy. ODI — Natural Resources Perspectives No. 59.
- Pillay T.V.R., Kutty N.** 2005. Aquaculture: principles and practices. In Pillay T.V.R. (ed.). Aquaculture and the Environment. New York, USA : John Wiley & Sons, 624 pages.
- Ponce-Palafox J., Martinez-Palacios C.A., Ross L.G.** 1997. The effects of salinity and temperature on the growth and survival rates of juvenile white shrimp, *Penaeus vannamei*, Boone, 1931. *Aquaculture*, **157**(1-2) : 105-113.
- Rivera-Ferre M.** 2009. Can Export-Oriented Aquaculture in Developing Countries be Sustainable and Promote Sustainable Development? The Shrimp Case. *Journal of Agricultural & Environmental Ethics*, **22**(4) : 301-321.
- Stuart J.A., Sellars M.J., Crocos P.J., Coman G.J.** 2005. Response of juvenile brown tiger shrimp (*Penaeus esculentus*) to intensive culture conditions in a flow through tank system with three-dimensional artificial substrate. *Aquaculture*, **246**(1-4) : 231-238.
- Stuart J.A., Sellars M.J., Crocos P.J., Coman G.J.** 2006. Intensive production of juvenile tiger shrimp *Penaeus monodon*: An evaluation of stocking density and artificial substrates. *Aquaculture*, **261**(3) : 890-896.
- Stuart J.A., Coman F.E., Jackson C.J., Groves S.A.** 2009. High-intensity, zero water-exchange production of juvenile tiger shrimp, *Penaeus monodon*: An evaluation of artificial substrates and stocking density. *Aquaculture*, **293**(1-2) : 42-48.
- Subasinghe R.P., Bartley D M, McGladdery S, Barg U.** 1998. Sustainable Shrimp Culture Development: Biotechnological Issues and Challenges. 13-18. Proceedings to the Special Session on Shrimp Biotechnology.- 5th Asian Fisheries Forum. Flegel T.W., (ed.). 1998/11/11-14, Chiangmai, Thailand.
- Ugwumba A.A.A., Ugwumba A.A.O.** 2003. Aquaculture Options and the Future of Fish Supply in Nigeria. *The Zoologist*, **2**(1) : 96-122.
- Vromman V., Rettigner C., Huyghebaert A., Maghuin-Rogister G., Bossier P., Delbare D., Parmentier K., Van Camp J., Verbeke W., Vinkx C., Pussemier L.** 2008. L'aquaculture : production, alimentation et présence de contaminants environnementaux et de résidus de médicaments vétérinaires. *Annales de Médecine Vétérinaire*, **152**(4) : 227-239.

Yamprayoon J., Sukhumparnich K. 2010. Thai Aquaculture: Achieving Quality and Safety through Management and Sustainability. *Journal of the World Aquaculture Society*, **41**(2) : 274-280.

Zarain-Herzberg M., Campa-Códova A., Cavalli R.O. 2006. Biological viability of producing white shrimp *Litopenaeus vannamei* in seawater floating cages. *Aquaculture*, **259** : 283-289.

Zarain-Herzberg M., Fraga I., and Hernandez-Llamas A. 2010. Advances in intensifying the cultivation of the shrimp *Litopenaeus vannamei* in floating cages. *Aquaculture*, **300**(1-4) : 87-92.

Zmora O., Shpigel M. 2006. Intensive mass production of *Artemia* in a recirculated system. *Aquaculture*, **255** : 488-494.

ANNEXE 1

Tableau I: Table d'alimentation de Zoé (Z1, Z2, Z3), Mysis (M1, M2, M3) à Post Larve (PL)

Day	Stage	Time											
		0:00	2:00	4:00	6:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00
1	N/Z1					A		A	F1	A	F1	A	F1
2	Z1	A	F1	A	F1	A	F1	A	F1	A	F1	A	F1
3	Z1/Z2	A	F1	A	F1	A	F1	A	F1	A	F1	A	F1
4	Z2	A	F1	A	F1	A	F1	A	F1	A	F1	A	F1
5	Z3	A	F1	A	F1	A	F1	A	F1	A	F1	A	F1
6	M1	A/D	F2	A	F2/D	A	F2	A/D	F2	A	F2/D	A	F2
7	M2	A/D	F2	A	F2/D	A	F2	A/D	F2	A	F2/D	A	F2
8	M3	A/D	F2	A	F2/D	A	F2	A/D	F2	A	F2/D	A	F2
9	M3/PL	A/D	F2	A	F2/D	A	F2	A/D	F2	A	F2/D	A	F2

A: Algues; F1: alimentation formulée <50 µm ; F2 : alimentation Ziegler Larval AP100 50-150 µm ; D : Nauplii Artémies congelés (NACA, 2005).

Tableau II: Table d'alimentation de Post Larve de 1 jour (PL1) à PL15.

Day	Stage	Time											
		0:00	2:00	4:00	6:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00
10	PL1	L	F3	L	F3	L	F3	L	F3	L	F3	L	F3
11	PL1	L	F3	L	F3	L	F3	L	F3	L	F3	L	F3
12	PL3	L	F3	L	F3	L	F3	L	F3	L	F3	L	F3
13	PL4	L	F3	L	F3	L	F3	L	F3	L	F3	L	F3
14	PL5	L	F3	L	F3	L	F3	L	F3	L	F3	L	F3
15	PL6	L	F3	L	F3	L	F3	L	F3	L	F3	L	F3
16	PL7	L	F3	L	F3	L	F3	L	F3	L	F3	L	F3
17	PL8	L	F3	L	F3	L	F3	L	F3	L	F3	L	F3
18	PL9	L	F4	L	F4	L	F4	L	F4	L	F4	L	F4
19	PL10	L	F4	L	F4	L	F4	L	F4	L	F4	L	F4
20	PL11	L	F4	L	F4	L	F4	L	F4	L	F4	L	F4
21	PL12	L	F4	L	F4	L	F4	L	F4	L	F4	L	F4
22	PL13	L	F4	L	F4	L	F4	L	F4	L	F4	L	F4
23	PL14	L	F4	L	F4	L	F4	L	F4	L	F4	L	F4
24	PL15	L	F4	L	F4	L	F4	L	F4	L	F4	L	F4

L : nauplii d'Artemia vivante ; F3 : aliment Ziegler Larval AP100 150-300 µm ; F4 : aliment Ziegler Larval AP100 300-500 µm (NACA, 2005).

ANNEXE 2

Tableau III : Composition de l'aliment artisanal confectionné.

Ingrédients	Proportions recommandées (%)	Quantités à utiliser (g)
Viscère frais de poisson	47	660
Tourteau de coton	4	80
Tourteau d'arachide	3	60
Tourteau de palmiste	3	60
Tourteau de soja	5	100
Farine de blé	17	340
Farine de maïs	18	360
Amin total (Mix de vitamines)	3	60

Tableau IV : Références de l'aliment commercial employé

	Starter	Grower 2
Pour Crevette	<i>PL12 - 2 g</i>	<i>10-25g</i>
Type	<i>Miettes</i>	<i>Granulés</i>
Dimensions	<i>250-1000 µm</i>	<i>2,0 x 4 mm</i>
Composition		
Humidité	<i>10</i>	<i>10</i>
Protéines	<i>50</i>	<i>36</i>
Lipides	<i>10</i>	<i>9</i>
Glucides	<i>3</i>	<i>4</i>
Cendres	<i>12</i>	<i>10</i>
P/Ca	<i>0,8</i>	<i>0,8</i>

Ingrédients

Farine de poisson, farine de calamar, blé, farine de colza, gluten de maïs, lécithine de soja, huile de poisson, farine de luzerne hydrolysée, farine de soja, poudre d'hémoglobine, farine de varech, sel, ProBind Plus (liant de gélatine), cholestérol, levure de brasserie, vitamines et minéraux.

ANNEXE 3

Tableau V : Résultats Ponte, Eclosion et Larviculture

PONTE								ECLOSION				LARVICULTURE						
Date de Ponte	Espèce	Pds femelle	Heure de ponte	Id	Nbre d'œufs	Taux de fécondation	Nbre œufs fécondés	Nbre de Nauplii	Taux éclosion	Sal. (ppt)	Temp. (°C)	Survie à PL 1 (sur 10000 Nauplii x 3)			Survie à PL 20 (sur 10000 Nauplii x 3)			Température Larvaire (+/- 1°C)
06/05/2011	<i>M. kerathurus</i>	27g	19h	10 Rose	118000	99%	116820	100000	85%	25	28	70%	40%	60%	40%	30%	33%	29
24/05/2011	<i>F. notialis</i>	32g	3h	4 Rose	225000	98%	220500	210000	93%	29	28	50%	80%	30%	ND	60%	ND	29
11/06/2011	<i>F. notialis</i>	30,2g	2h	12 Rose	120000	99%	118800	115000	96%	30,5	28	80%	80%	75%	25%	20%	10%	29- (PL 5 pb 26°C)
11/06/2011	<i>F. notialis</i>	28,5g	2h	13 Rose	200000	97%	194000	190000	95%	30,5	28	70%	75%	75%	20%	15%	15%	29- (PL 5 pb 26°C)
15/06/2011	<i>F. notialis</i>	30g	2h	16 Rose	260000	96%	249600	230000	88%	30,5	27	ND (Pb électricité)						
15/06/2011	<i>M. kerathurus</i>	15g	3h	11 Rose	50000	90%	45000	10000	20%	30,5	28	ND (Pb électricité)						
16/06/2011	<i>M. kerathurus</i>	25g	20h30	17 Rose	200000	97%	194000	190000	95%	30,5	28	50%	60%	70%	10%	10%	10%	26
17/06/2011	<i>F. notialis</i>	56,5g	2h	18 Rose	200000	98%	196000	190000	95%	30,5	28	50%	60%	40%	ND			26
17/06/2011	<i>F. notialis</i>	30g	2h	19 Rose	200000	98%	196000	190000	95%	30,5	28	ND (Pb électricité)						
19/06/2011	<i>F. notialis</i>	28g	2h	24 Rose	200000	95%	190000	ND	ND	30	28	ND (Pb électricité)						
08/07/2011	<i>M. kerathurus</i>	40g	20h	25 Rose	120 000	98%	117600	100000	83%	29,5	29	80%	75%	80%	55%	50%	60%	29 (transf à PL 1)
26/07/2011	<i>F. notialis</i>	51,3	2h	27 Rose	245000	99%	242550	200000	82%	30	28	70%	50%	40%	10%	10%	15%	29 (pb algue)
	<i>M. kerathurus</i>	41,5	20H	26 Rose	205000	98%	200900	175000	85%	30	28	50%	30%	30%	ND			25

ANNEXE 4

Tableau VI : Croissance et survie de *F. notialis* alimenté avec aliment commercial Crevetech et Aliment artisanal à base de viscères de poissons maigres locaux.

	PL30			PL40			PL50			PL60			Taux de Survie à PL60 (%)
Aliment commercial	C1	C2	C3										
Effectif	40	40	40	33	33	33	30	23	33	27	18	25	58%
Biomasse (g)	0,09	0,09	1,70	1,30	1,30	3,40	3,90	3,10	7,70	6,70	3,50	7,80	
Poids moyens (g)	0,002	0,002	0,043	0,039	0,039	0,103	0,13	0,135	0,233	0,25	0,19	0,31	
Longueur (cm)	1,09	1,15	1,31	1,87	1,85	2,27	2,8	2,62	2,7	3,3	3,27	3,57	
Aliment artisanal	A1	A2	A3										
Effectif	40	40	40	38	35	39	37	30	35	37	25	34	80%
Biomasse (g)	1,50	2,10	2,00	2,20	2,70	2,90	5,00	4,60	6,50	7,10	5,80	9,20	
Poids moyens (g)	0,038	0,053	0,05	0,058	0,077	0,074	0,135	0,153	0,186	0,19	0,23	0,27	
Longueur (cm)	1,75	1,27	1,77	2,2	2,1	2,47	2,62	2,7	2,75	3,1	3,05	3,4	

ANNEXE 5

Tableau VII : Devis estimatif bassin en béton 27m²

Description	Quantités/bassin	Prix Unitaire	Coût/bassin
1-Parpaings Agglo de 15mm			
Ciment Cimencam 50 kg	8	4 850	38 800
Camion Sable gros grain	1/2	20 000	10 000
Camion Sable fin	1/4	15 000	3 750
Sachet Sikalite	8	1 000	8 000
Main d'Œuvre			8 000
TOTAL AGGLO	230		68 550
2-Construction (élévation, chaînage, poteaux)			
Camion Gros Sable de rivière	1/2	40 000	20 000
Camion Sable Fin de rivière	1/2	35 000	17 500
Camion de Gravier 5/15	1/4	150 000	37 500
Camion de Gravier Concassé	1/4	100 000	25 000
Fer de 10 mm	12	3 500	42 000
Fer de 6mm	7	1 500	10 500
Rouleau Fil d'attache	1	1 200	1 200
Ciment Cimencam 50 kg	13	4 850	63 050
Sachet Sikalite	13	1 000	13 000
Planche de Coffrage	3	3 500	10 500
Lattes	10	2 000	20 000
Contreplaqué 4mm	5	3 500	17 500
5kg de Pointes 80	1	4 500	4 500
3kg de Pointes de 5	1	3 000	3 000
Main d'Œuvre			50 000
TOTAL CONSTRUCTION			335 250
3- Revêtement crépissage			
Ciment Cimencam 50 kg	5	4 850	24 250
Sachet Sikalite	5	1 000	5 000
Camion Sable Fin de rivière	1/4	35 000	8 750
Main d'Œuvre			30 000
TOTAL CREPISSAGE			68 000
TOTAL GENERAL			471 800

Tableau VIII : Devis estimatif bassin en béton/planche 27m²

Désignation	Quantités/bassin	Prix unitaire	TOTAL
Fondation en béton			
Ciment Cimencam 50 kg	5	4 850	24 250
Camion Sable gros grains	1	12 000	12 000
Camion Sable de rivière	0,5	20 000	10 000
Sachet Sikalite	5	1 500	7 500
Brouette de Graviers Concassé	5	5 000	25 000
Fer de 8 mm	6	2 900	17 400
Fer de 6mm	2	1 500	3 000
Rouleau Fil d'attache	1	1 500	1 500
Lattes	1	2 000	2 000
Contre Plaquets	4	4 000	16 000
5kg de Pointes 80	1	1 000	1 000
3kg de Pointes de 5	1	1 000	1 000
Main d'Œuvre			30 000
Sous Total			150 650
Paroi en Planches de Padouk			
Planches brutes de 400x30x4 cm	10	6 000	60 000
Usinage	10	2 500	25 000
Sous Total			85 000
Transport total			20 000
TOTAL			255 650

ANNEXE 6

Tableau IX : Matières premières présentes au Cameroun pour l'alimentation

Types de matières premières	Caractéristiques
Manioc	Le manioc est disponible dans le pays. Il est la source d'amidon bon marché. Le taux de protéines est très bas. Il est utilisé comme source d'énergie et comme liant. Le taux d'inclusion dans l'aliment dépend du système de production d'aliment choisi. Dans un système de production avec une presse, nous pouvons utiliser moins que dans un système avec un extruder.
Tourteau de palme	Après l'extraction de l'huile de palme, il reste un tourteau riche en protéines et fibres. La crevette supporte des fibres dans son aliment. Les fibres sont surtout un problème pour la production et peuvent provoquer une moindre stabilité du granulé dans l'eau.
Tourteau d'arachide	Après l'extraction de l'huile d'arachide, il reste aussi un tourteau riche en protéines et fibres, comme le tourteau de palme, mais le taux de protéines est plus haut et le profil d'acides aminés est mieux équilibré. Un problème avec les arachides est le risque de mycotoxines (aflatoxines) qui sont souvent présents.
Poissons	Les déchets de poissons sont disponibles, nous pouvons envisager la production de farine et huile de poisson ou l'ensilage de poisson, pour inclure dans les aliments et ainsi baisser le coût de production de l'aliment. Il y a des petites quantités disponibles dans le port de Kribi. De la farine de poisson importée est présente mais de qualité très variable.
Sous-produits de brasserie	La drêche et la levure de bière sont intéressantes comme matières premières.
Farine de blé	La farine de blé, ou le blé entier est principalement une source d'amidon, mais ses caractéristiques sont meilleures que celle du manioc pour garantir un aliment qui ne se désagrège pas rapidement dans l'eau, ce qui est important pour une animal qui mange lentement. Son coût est plus élevé que celui du manioc. L'inclusion dans l'aliment doit donc être limitée le plus possible.
Prémix	Le prémix est un mélange de tous les additifs nécessaires: vitamines, minéraux, antioxydant, anti-moisissures, liant, cholestérol, astaxanthine. Les prémix sont produits à la demande, selon la formulation complète. Ils sont essentiels, puisque le manque d'un élément dans l'aliment peut causer une baisse de croissance.

ANNEXE 7
Unité moyenne de 4t/an

Tableau X : Dimensions des bassins d'une unité moyenne

	Diamètre (m)	Hauteur (m)	Volume (m ³)	Surface (m ²)
Pré-grossissement	6	1,4	39,58	28,27
Grossissement	10	1,4	109,96	78,54

Tableau XI : Investissements pour une ferme produisant 5 tonnes/an (CFA)

Désignation	Prix par unité	Quantités	Total
Bassins d'algues et artémia	100 000	2	200 000
Bassins de pré-grossissement	255 000	3	765 000
Bassins de grossissement	400 000	3	1 200 000
Bâche agricole	60 000	7	420 000
Pompe	380 000	2	760 000
Soufflante 1 kW	800 000	2	1600 000
Groupe 2 KVA	200 000	2	400 000
Bouteille d'oxygène	140 000	1	140 000
Substrats aquatiques	200	84	4 200
Tubes d'aération	1 300	200	65 000
Vannes et tuyaux	300 000	1	200 000
Matériel d'analyses	500 000	1	500 000
Main d'œuvre	600 000	1	200 000
Autres	200 000		200 000
Total			6 654 200
Total bassin (amorti sur 10 ans)			2 165 000
Total autres (amorti sur 4 ans)			4 489 200

Tableau XII : Charges variables (CFA).

Postes de dépenses	Prix par unité (CFA)	Total/an	Coût/kg crevettes
Post Larves	5,6	1 860 000	465
Aliments	600	3 600 000	900
Electricité	100	912 000	228
Autres		400 000	100
Total		6 772 000	1693

Tableau XIII : Amortissement pour une unité moyenne (CFA)

Infrastructures/matériels	Investissement	Durée	Amortissement/an
Total bassins	2 165 000	10 ans	216 500
Total autres	4 489 200	4 ans	1 122 300
Total	6 654 200		1 338 800

Main d'œuvre de 1 440 000 CFA/an pour 2 à 3 personnes.

Fond de roulement de six mois soit 2 tonnes de production :
 $720\,000 + 2\,996\,000 = 3\,716\,000$ CFA.

Emprunt : $3\,716\,000 + 6\,654\,200 = 10\,370\,200$ CFA
Charges financière : $10\% \times 10\,370\,200 = 1\,370\,200$ CFA

Tableau XIV : Charge fixes avec emprunt à un taux de 10% pour 4t de production/an (CFA):

	Total/an	Coût/kg crevettes
Main d'œuvre	1 440 000	360
Amortissement	1 338 800	335
Coût financiers	1 370 200	342
Total	4 149 000	1 037

Tableau XV : Marge bénéficiaire pour une unité moyenne (CFA)

	Par an	Par kg de crevettes
Coûts variables	6 772 000	1693
Coûts fixes	4 149 000	1 037
Total	10 921 000	2 630
Vente	20.000.000	5000
Marge brute	9 079 000	2 370