

SOMMAIRE

RESUME

REMERCIEMENTS.....	i
SOMMAIRE.....	ii
LISTE DES TABLEAUX.....	v
LISTE DES FIGURES.....	vi
LISTE DES ANNEXES.....	viii
LISTE DES CLICHES.....	ix
GLOSSAIRES.....	x
ACRONYMES.....	xii
INTRODUCTION.....	1
PARTIE I : CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE.....	2

1. Synthèse bibliographique	2
1.1. Filière crevette dans le monde.....	2
1.2. Filière crevette à Madagascar.....	4
1.2.1. Historique.....	4
1.2.2. Objectifs de développement.....	4
1.2.3. Réalisations.....	4
1.3. Crevettes Pénéides.....	6
1.3.1. Biologie de <i>Penaeus monodon</i>	6
1.3.1.1. Anatomie externe.....	6
1.3.1.2. Anatomie interne.....	7
1.3.1.3. Sexualité.....	7
1.3.1.4. Reproduction.....	8
1.3.2. Taxonomie.....	8
1.3.3. Cycle biologique.....	9
2. Société AQUAMEN E.F. Morondava.....	11
2.1. Historique.....	11
2.2. Situation géographique.....	12
2.3. Ressources humaines.....	16
2.4. Equipements et infrastructures.....	17

2.5. Organigramme.....	18
2.6. Activités de la société.....	18
3. Problématiques.....	19
3.1. Problématiques de l'élevage.....	19
3.1.1. Conduite d'élevage.....	19
3.1.2. Pérennisation de l'élevage.....	20
3.2. Problématiques conduisant à la réalisation de l'étude.....	20
3.2.1. Exploitation.....	20
3.2.2. Gestion des granulés.....	21
3.2.3. Pérennisation des bassins.....	21
3.2.4. Différentes phases de la conduite d'élevage.....	21
PARTIE II : MATERIELS ET METHODES.....	23
1. Généralités sur l'étude.....	24
Rappel des objectifs.....	24
2. Matériels et méthodes.....	25
2.1. Matériels et moyens d'étude.....	25
2.1.1. Matériel animal.....	25
2.1.2. Matériels relatifs à l'étude.....	25
2.2. Dénombrement.....	28
2.2.1. Matériels utilisés.....	29
2.2.2. Méthodes.....	31
2.3. Suivi des mangeoires.....	35
2.3.1. Description.....	35
2.3.2. Méthodes de suivi.....	35
2.3.3. Matériels utilisés.....	38
2.4. Méthodes de traitement des données.....	39
2.5. Limites de la méthodologie.....	40
3. Synthèse de la démarche.....	42
PARTIE III : RESULTATS, ANALYSES, DISCUSSIONS ET RECOMMANDATIONS.....	44
1. Résultats et interprétation.....	45
1.1. Résultats des dénombrements	45
1.1.1. Bassin A.....	45

1.1.2. Bassin B.....	48
1.1.3. Bassin C.....	50
1.1.4. Bassin D.....	53
1.2. Suivi des mangeoires.....	55
1.2.1. Résultats des mangeoires du bassin A.....	55
1.2.2. Résultats des mangeoires du bassin B.....	56
1.2.3. Résultats des mangeoires des bassins C et D.....	58
1.3. Résultats de la pêche.....	60
1.4. Comparaison des résultats de la pêche et des dénombrements.....	60
1.5. Comparaison entre les résultats de la pêche et ceux des mangeoires.....	61
2. Analyses et discussions.....	62
2.1. Dénombrement.....	62
2.1.1. Mue et cycle lunaire – coefficient des marées.....	62
2.1.2. Heure de commencement des mesures.....	63
2.1.3. Méthode d'échantillonnage.....	63
2.1.4. Croissance.....	64
2.2. Suivi des mangeoires.....	65
2.3. FCR	65
2.4. Outil d'estimation efficace.....	66
3. Recommandations.....	66
3.1. Recommandations administratives.....	66
3.2. Recommandations techniques.....	66
3.2.1. Conduite d'alimentation.....	66
3.2.2. Conduite d'élevage.....	67
3.2.3. Recommandations sur les constructions.....	67
3.3. Recommandations sur l'environnement.....	68
CONCLUSION.....	70
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.	
ANNEXES.	

LISTE DES TABLEAUX

Tableau n°1 : Evolution de la production de la pêche et de l'aquaculture de crevettes de 2000 à 2005	5
Tableau n°2 : Equipements et infrastructures de l'AQUAMEN E.F.....	17
Tableau n°3 : Rôles des deux séries de batardeaux.....	26
Tableau n°4 : Quatre bassins A, B, C et D.....	26
Tableau n°5 : Aération des bassins à l'AQUAMEN.....	28
Tableau n°6 : Ouvertures moyennes pour les trois lanceurs.....	30
Tableau n°7 : Nombres de points de lancers pour différents bassins.....	32
Tableau n°8 : Taux d'aliment dans les mangeoires.....	36
Tableau n°9 : Ajustement de la ration.....	37
Tableau n°10 : Détermination de la biomasse à partir des coefficients de la biomasse en fonction du poids moyen.....	38
Tableau n°11 : Synthèse des résultats du dénombrement pour le bassin A.....	46
Tableau n°12 : Synthèse des résultats du dénombrement pour le bassin B.....	48
Tableau n°13 : Synthèse des résultats du dénombrement pour le bassin C.....	51
Tableau n°14 : Synthèse des résultats du dénombrement pour le bassin D.....	53
Tableau n°15 : Biomasses trouvées par le suivi des mangeoires.....	55
Tableau n°16 : Biomasse relative aux mangeoires correspondant à chaque date des dénombrements pour le bassin B.....	56
Tableau n°17 : Synthèse des résultats des mangeoires pour le bassin C et D.....	58
Tableau n°18 : Résultats de la pêche des quatre bassins de l'étude.....	60
Tableau n°19 : Corrélations entre les résultats des dénombrements et ceux de la pêche.....	60
Tableau n°20 : Synthèse des erreurs entre la biomasse des dénombrements et de la pêche....	61
Tableau n°21 : Corrélations entre les résultats des mangeoires et la pêche.....	61
Tableau n°22 : Synthèse des erreurs entre la biomasse des mangeoires et de la pêche.....	62
Tableau n°23 : Synthèse du cycle lunaire correspondant à chaque mesure pour les 4 bassins.....	62
Tableau n°24 : FCR des quatre bassins.....	65

LISTE DES FIGURES

Figure n°1 : Répartition mondiale des crevettes <i>Penaeides</i>	2
Figure n°2 : Evolution de la production des fermes industrielles entre 2000 et 2005.....	5
Figure n°3 : Evolution de l'exportation de crevettes de 2000 à 2005.....	6
Figure n°4 : Morphologie externe de <i>Penaeus monodon</i>	7
Figure n°5 : Cycle de vie de <i>Penaeus monodon</i>	10
Figure n°6 : Carte de localisation de la ferme de Tsangajoly.....	13
Figure n°7 : Photo satellite de la ferme de Tsangajoly.....	14
Figure n°8 : Courbe Ombrothermique de la région où se trouve le site.....	16
Figure n°9 : Organigramme général de l'AQUAMEN E.F.....	18
Figure n°10 : Evolution de la survie du dénombrement et de la survie théorique pour le bassin A.....	47
Figure n°11 : Evolution de la biomasse du dénombrement et du tableau de bord pour le bassin A.....	48
Figure n°12 : Evolution des survies du dénombrement et du tableau de bord pour le bassin B.....	49
Figure n°13 : Evolution de la biomasse du dénombrement et du tableau de bord pour le bassin B.....	50
Figure n°14 : Evolution des survies du dénombrement et du tableau de bord pour le bassin C.....	52
Figure n°15 : Evolution de la biomasse du dénombrement et du tableau de bord pour le bassin C.....	52
Figure n°16 : Evolution des survies du dénombrement et du tableau de bord pour le bassin D.....	54
Figure n°17 : Evolution de la biomasse du dénombrement et du tableau de bord pour le bassin D.....	54
Figure n°18 : Evolution des survies trouvées à partir des suivis des mangeoires par rapport au tableau de bord pour le bassin A.....	55
Figure n°19 : Evolution des biomasses trouvées à partir des suivis des mangeoires par rapport au tableau de bord pour le bassin A.....	56
Figure n°20 : Survies calculées à partir des mangeoires et ceux du tableau de bord.....	57

Figure n°21 : Evolution de la biomasse selon les données des mangeoires comparée à celle du tableau de bord, pour le bassin B.....	58
Figure n°22 : Biomasse des mangeoires comparée à celle du T.B pour le bassin C.....	59
Figure n°23 : Courbe des biomasses trouvées par le suivi des mangeoires pour le bassin D.....	59
Figure n°24 : Courbe de croissance des quatre bassins de l'étude.....	64

LISTE DES ANNEXES

- ANNEXE I : Taux de nutrition théorique pratiqués à l'AQUAMEN E.F.
- ANNEXE II : Système de production de l'AQUAMEN E.F.
- ANNEXE III : Cycle biologique de *Penaeus monodon*
- ANNEXE IV : Morphologie générale des crevettes.
- ANNEXE V: Morphologie externe de *Penaeus monodon*.
- ANNEXE VI : Appareil génital mâle de *Penaeus monodon*.
- ANNEXE VII : Conduite d'élevage
- ANNEXE VIII : Résultats des dénombrements du bassin A.
- ANNEXE IX : Résultats des dénombrements du bassin B.
- ANNEXE X : Résultats des dénombrements du bassin C.
- ANNEXE XI : Résultats des dénombrements du bassin D.
- ANNEXE XII : Poids moyen/semaine des crevettes des 4 bassins.
- ANNEXE XIII : Biomasse théorique/semaine des 4 bassins.
- ANNEXE XIV : Résultats de la pêche des quatre bassins.
- ANNEXE XV : Mesure de l'ouverture des filets.
- ANNEXE XVI : Résultats des suivis des mangeoires.
- ANNEXE XVII : Loi n°2001 – 020 portant développement d'une Aquaculture de crevettes responsable et durable.
- ANNEXE XVIII : Plan de la ferme.

LISTE DES CLICHES

Cliché n°1: Aérateur à pales (paddle wheel)	27
Cliché n°2 : Filet à épervier	30
Cliché n°3 : Pirogue à balanciers.....	31
Cliché n°4 : Vérification d'une mangeoire.....	39

Clichés en annexe VII :

Cliché n°5 : Talutage après la mise à sec

Cliché n°6 : Chaulage (chaux vives)

Cliché n°7 : Labour avec un pulvérisateur à disques

Cliché n°8 : Station d'acclimatation des postlarves

Cliché n°9 : Distribution d'aliments à bord d'une pirogue

Cliché n°10 : Remplissage de la cage de survie durant le transfert des juvéniles
en bassin de grossissement

Cliché n°11: Vidange du bassin de prégrossissement par le moine de sortie durant
le transfert des juvéniles

Cliché n°12: Juvéniles versées sur la plateforme de netlon durant le transfert

Cliché n°13 : Disque de Secchi pour la mesure de la turbidité

Cliché n°14 : Station de pompage, l'usine de conditionnement, le port d'embarcation et
l'unité de stockage

Cliché n°15: Ouverture des grilles de sortie durant la pêche

GLOSSAIRES

Artémia : Présents dans de nombreuses parties du globe, les artémia sont de petits crustacés filtreurs non sélectifs. Ils sont munis de 11 paires de pattes qui leur servent d'organes locomoteur et respiratoire. Sa production prend tout son intérêt dans l'élevage et la nutrition d'autres espèces aquacoles dont les larves de taille très réduite ne peuvent être nourries qu'aux granulés.

Biomasse : Quantité de matière vivante existant dans un écosystème aquatique par unité de volume ou de surface et exprimée en unités massiques (matière vivante du benthos, du plancton, voire d'animaux supérieurs) (ARRIGNON, 1991)

Batardeaux : Ouvrage provisoire formant l'enceinte d'un chantier asséché par épuisement et protégé contre toute irruption d'eau. Cela peut être une simple digue en terre ou des rangées de pieux jointifs ou de palplanches avec bourrage de terres entre deux parois pour assurer l'étanchéité (ARRIGNON, 1991).

Chitine : substance organique de structure semblable à celle de la cellulose [polyholoside $(C_6H_9O_6)_{10} (OH)_2 (NH_2)_8 8H_2O$], constituant la cuticule des crustacés.

Cubitainer : bidon en plastique gonflé à l'air comprimé utilisé lors des transports des post-larves en provenance de l'écloserie vers les bassins de pré-grossissement. Capacité : 24 litres.

DBO : Demande Biologique en Oxygène ; c'est l'expression de la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction ou à la dégradation des matières organiques dans une eau, avec le concours des micro-organismes se développant dans le milieu avec des conditions données.

Densité d'élevage : nombre d'animaux par m².

Ecosystème : Unité fonctionnelle formée d'organismes (biocénose) et de facteurs de l'environnement (biotope) d'une aire spécifique.

Elevage semi-intensif : c'est un système d'élevage dont la densité d'ensemencement n'excède pas les 20 postlarves/m², la biomasse finale est de 500 g/m² (ou 5T/ha) au maximum. Il existe deux types d'élevage semi-intensif : « le semi-intensif » et « le semi-intensif intensifié ». Le renouvellement d'eau est de 15% au minimum pour le premier, avec une biomasse finale de 150 à 250 g/m². Quant au deuxième, le renouvellement d'eau est au moins 30% avec une biomasse finale de 350 à 500 g/m². L'élevage se pratique en bassins de grandes

dimensions (2 à 10 hectares), alimentés quotidiennement par un chenal d'alimentation d'eau de mer connecté à une station de pompage. Les crevettes reçoivent une alimentation complémentaire sous forme de granulé spécifiquement adapté à leur besoin nutritionnel.

(D'après le SAACM et d'après la définition dans la Loi n° 2001- 020 de l'Aquaculture des crevettes responsable à Madagascar).

Elevage semi-intensif amélioré : système d'élevage dont les caractéristiques sont les suivantes : la densité d'ensemencement est supérieure à 20 postlarves/m² et les bassins sont équipés d'aérateurs (5 à 10 chevaux/ha en moyenne). Le renouvellement d'eau est entre 20 et 50% suivant la disponibilité en aérateurs. Les bassins sont de taille plus réduite entre 2 et 4 ha. Les crevettes sont alimentées par des granulés pour renforcer la production primaire.

Eutrophisation : Phénomène caractérisé par une abondance de nutriments et de phytoplancton dans l'eau pouvant entraîner une diminution de la teneur en oxygène.

Moine : Ouvrage hydraulique situé au point le plus profond de l'étang (ou bassin), permettant de régler le niveau de l'eau, d'évacuer le trop plein par le fond ou en surface, d'empêcher la fuite des animaux à élever et de mettre l'étang à sec lors de la vidange.

Milieu anoxique : Milieu aquatique dépourvu d'oxygène dissous.

Meta bisulfite de Sodium ou MBS : anti-oxydant utilisé pour diminuer la disponibilité en oxygène et/ou inhiber la réaction d'oxydation des constituants de la carapace, surtout de la tyrosine. Cette réaction d'oxydation provoque le phénomène de noircissement de la carapace ou la Mélanose, altération spécifique des crustacés. Elle se traduit par un noircissement de la carapace et de la chair sous forme de tâches qui se forment tout d'abord au niveau de la jonction du céphalothorax et du corps, puis à la ligne de séparation des segments, sur la jonction des pléiopodes, et enfin sur le telson [20].

Nourrisseurs : ceux qui distribuent l'aliments aux crevettes, et de plus ils s'occupent de tous les travaux relatifs au bassin (épandage des fertilisants ; nettoyage des moines/cadres/batardeaux ; changement d'eau suivant les consignes.)

Pied : ancienne unité de mesure de la longueur, 1 pied = 0,324 m. (Dictionnaire Robert)

ACRONYMES

AQUAMEN E.F : Aquaculture du Menabe, Entreprise Franche.

ABW: Average Body Weight ou Poids moyen

Bio.p : biomasse du bassin après la pêche finale.

Bio.mgr : Biomasse trouvée à partir du suivi des mangeoires.

Bio.d : Biomasse trouvée par le dénombrement.

Bio.t : Biomasse théorique sur le tableau de bord.

cm : centimètres.

DO : Oxygène dissous.

DBO : Demande Biologique en Oxygène.

DQ : Dernier quartier.

DPRH : Direction de la Pêche et des Ressources Halieutiques.

°C : degré celcius

FCR : Feed Conversion Ratio ou Indice de Conversion.

g : grammes.

h : heures.

ha : hectares.

j : jours.

Kg : kilogrammes

Km : kilomètres

KVA: Kilo Volt Ampère.

LFL: Livestock Feed Limited.

µm: micromètres.

m : mètres

m² : mètres carrés.

mg : milligrammes

mm : millimètres.

MGR : Taux d'aliment à verser dans les mangeoires.

NL : Nouvelle lune.

OEFC : Observatoire Economique de la Filière Crevetière à Madagascar.

P : Pond ou Bassin

pH : potentiel Hydrogène.

PL : Pleine Lune.

P L : postlarves.

Pm : poids moyen des crevettes.

PNRC : Programme National de Recherches crevettières.

ppm : particules par milliers

PQ : Premier Quartier

% : pour cent.

‰ : parties pour mille.

SAACM : Schéma d'Aménagement de l'Aquaculture de Crevettes à Madagascar.

Sem : semaine

srv.d : survie trouvée par le dénombrement.

srv.t : survie du tableau de bord.

srv.mgr : survie trouvée par le suivi des mangeoires.

TB : tableau de bord.

TSP : Triple Super Phosphate.

TNT : Taux de Nutrition Théorique.

TCI : Tray Consumption Index ou Index de consommation des mangeoires.

U.V : Ultraviolet.

VDS : Veevoeders En Diernspecialiteiten.

INTRODUCTION

La crevetteculture est une activité en plein essor dans le monde et plus particulièrement à Madagascar depuis la réussite connue par la ferme pilote de crevettes à Nosy-Be en 1992. Les fermes se concentrent essentiellement sur la façade Occidentale de la grande île où les conditions d'élevage sont propices. L'importance économique de la filière et la diminution des réserves halieutiques limitant les prises mises à terre ont entraîné l'augmentation en nombre des fermes aquacoles. De plus, ce secteur constitue une source de devises importantes pour l'économie du pays et participe à une création d'emplois dans sa zone d'implantation. Actuellement, sept fermes industrielles et une ferme artisanale ont été aménagées à Madagascar. La société AQUAMEN Entreprise Franche sise à Morondava est une de ces fermes industrielles.

La ferme élève les crevettes de l'espèce *Penaeus monodon*. Elle a choisi la filière « semi-intensive améliorée » dont la densité d'élevage est assez élevée. Le choix de cette filière dicte impérativement des techniques à mettre en œuvre pour la production en l'occurrence l'utilisation des aérateurs et des granulés.

Suite à cela, la présente étude, intitulée : « Contribution à l'étude de l'estimation de la Biomasse grâce au Dénombrement en Crevetteculture : cas de la société AQUAMEN E.F. Morondava. » vise surtout à améliorer les techniques d'élevage, ainsi que les coûts de production à travers la réduction des gaspillages d'aliments. L'estimation de la biomasse est un point important dans l'élevage. Elle permet de bien calculer la ration à distribuer et de prévoir la production au niveau de la gestion de l'exploitation.

Le corps de l'ouvrage comprend trois parties distinctes. La première partie identifie les problématiques de l'étude avec une brève séquence de la biologie de l'espèce étudiée. L'expérimentation est développée dans la deuxième partie en se concentrant sur les matériels et les méthodes mis en œuvre. Et, la dernière partie cherche à mettre en évidence la description des résultats de l'expérience, les discussions suivies de propositions concrètes et adéquates.

Première partie:

Contexte général
et
problématiques

Cette partie est consacrée à l'environnement de l'étude et elle se compose de trois chapitres : la filière crevettière dans le Monde et à Madagascar et les généralités sur l'espèce *Penaeus monodon*, la présentation de la société AQUAMEN E.F et enfin les lignes de problèmes relevant l'étude.

1. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1. Filière crevettière dans le Monde

Avec environ 750.000 tonnes de crevettes produites annuellement, les élevages aquacoles fournissent 20 à 25% de la production mondiale de crevettes de mer [23]. Plus de cinquante pays, essentiellement en zone tropicale, sont impliqués dans cette activité. Le continent asiatique produit à lui tout seul plus de 75% des crevettes commercialisées dans le monde, le reste étant fourni en grande partie par l'Amérique latine.

Parmi les cinq premiers pays producteurs quatre pays d'Asie occupent le premier plan au niveau mondial, à savoir la Thaïlande, l'Indonésie, la Chine et l'Inde. L'Équateur est le plus grand producteur d'Amérique Latine et le second producteur mondial. A l'exception de Madagascar, l'Afrique reste le grand absent du développement aquacole malgré des potentialités reconnues en Afrique de l'Ouest et de l'Est. Seuls le Mozambique et la Tanzanie pour la côte Est et la Guinée Conakry et le Sénégal pour la côte Ouest figurent dans la liste des pays producteurs.

Figure n°1 : Répartition mondiale des crevettes Penaeides.



Source : [8] et Auteur, 2006.

Marché mondial

Il y a deux types de marché : le marché local et celui à l'exportation.

- Les marchés locaux :

Dans l'ensemble des pays producteurs de crevettes d'aquaculture, peu de pays ont la possibilité d'absorber leur production de crevettes. Il s'agit au mieux d'un marché de proximité comme les hôtels et restaurants. La très grande part de la production mondiale est dirigée vers trois zones : l'Europe, les Etats-Unis et le Japon.

- Les marchés à l'exportation :

D'une façon générale, les crevettes sont présentées suivant différents aspects :

- crevette entière (Head-On),
- queue sans tête (Head less),
- queue décortiquée (Peeled) et,
- queue décortiquée et éviscérée (Peeled and deveined).

La grande majorité des crevettes sont vendues crues congelées. Elles peuvent être, dans certains cas, cuites avant d'être congelées. Mais, la tendance des dernières années consiste à les décongeler et à les cuire dans le pays de destination. Elles sont alors vendues comme " fraîchement cuites ".

Concernant l'Europe, les pays qui importent le plus de crevettes tropicales sont l'Espagne et la France. Actuellement, les prix sont les plus intéressants sur le marché européen mais les exigences sont par contre les plus contraignantes en terme de qualité. C'est pourquoi, il est conseillé de prospecter aussi sur le marché américain pour écouler une catégorie de crevettes différentes. Les Européens consomment surtout des crevettes entières alors que les américains préfèrent les queues de crevettes.

Le Japon est le plus gros importateur de crevettes avec plus de 4 kg par personne et par an. Le conditionnement pour ce marché est le bloc de 1,3 kg. La crevette *Penaeus monodon* est très répandue mais c'est l'espèce *Penaeus japonicus* qui est la plus recherchée car elle est vendue vivante sur les étalages.

Les exportations se font du pays d'origine vers le pays de destination en conteneur frigorifique de 20 pieds. Il contient environ 11 tonnes de crevettes congelées.

1.2. Filière crevette à Madagascar

1.2.1. Historique

C'est une activité très récente à Madagascar. Les travaux de mise en place de la première ferme industrielle n'ont commencé qu'en 1992. Cette activité a été entreprise suite aux résultats des essais de faisabilité très prometteurs réalisés à la ferme pilote de Nosy-Be dans le cadre du projet de 4 ans intitulé « Ferme Pilote d'Aquaculture de Crevettes ».

En 2002, sept (7) fermes industrielles et une ferme artisanale sont opérationnelles et une vingtaine de demandes d'installation sont enregistrées au niveau du Secrétariat d'Etat chargé de la Pêche et des Ressources Halieutiques (RAZAFITSEHENO G., 2002, in « Crevetticulture responsable, conférence internationale »).

1.2.2. Objectifs de développement

Le développement de l'aquaculture de crevettes contribue à la réalisation des objectifs principaux suivants :

- augmentation des recettes en devises ;
- participation à la satisfaction des besoins alimentaires de la population et ;
- contribution à la lutte contre la pauvreté.

1.2.3. Réalisations

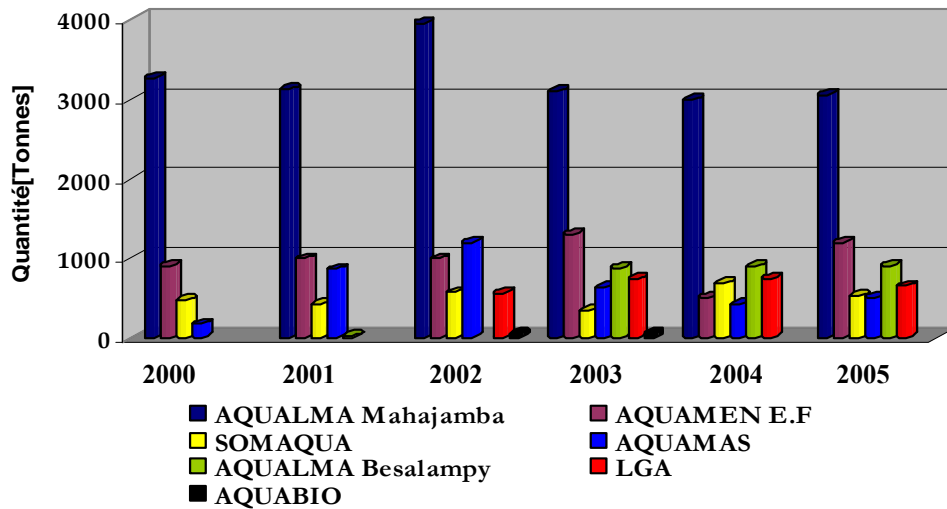
La production et l'exportation :

Depuis des années, les produits halieutiques ont été l'une des principales sources de devises au pays. En moyenne, les crevettes apportent plus de 70% des recettes totales sur les exportations des produits halieutiques. En 1994, à partir d'une production initiale de 406 tonnes de crevettes d'élevage, les fermes opérationnelles ont produit 5398 tonnes en 2001. Entre 1998 et 2001, le taux moyen d'augmentation de la production des fermes industrielles se chiffre à 30% par an. Ces croissances réalisées sont dues d'une part à l'extension des superficies exploitées et d'autre part à l'augmentation du nombre de fermes opérationnelles et du rendement moyen par hectare.

L'exportation de crevettes (pêche et aquaculture) en 2005 s'élevait à 7482 tonnes d'une valeur égale à 133,4 milliards Ariary dont 67% proviennent des zones franches (MAEP, 2006). En terme de quantité, l'exportation de 2005 a diminué de 36% par rapport à celle de l'année 2004.

La production des sept fermes industrielles entre 2000 et 2005 est représentée par la figure ci-dessous. Et, il est à noter que la production de LGA en 2004 est une estimation de l'année 2003.

Figure n°2 : Evolution de la production des fermes industrielles entre 2000 et 2005.



Source : Direction des Pêches et des Ressources Halieutiques, 2006.

Le tableau suivant montre l'évolution de la production de la pêche et de l'aquaculture de crevettes de 2000 à 2005.

Tableau n°1 : Evolution de la production de la pêche et de l'aquaculture de crevettes de 2000 à 2005 (valeurs en tonnes)

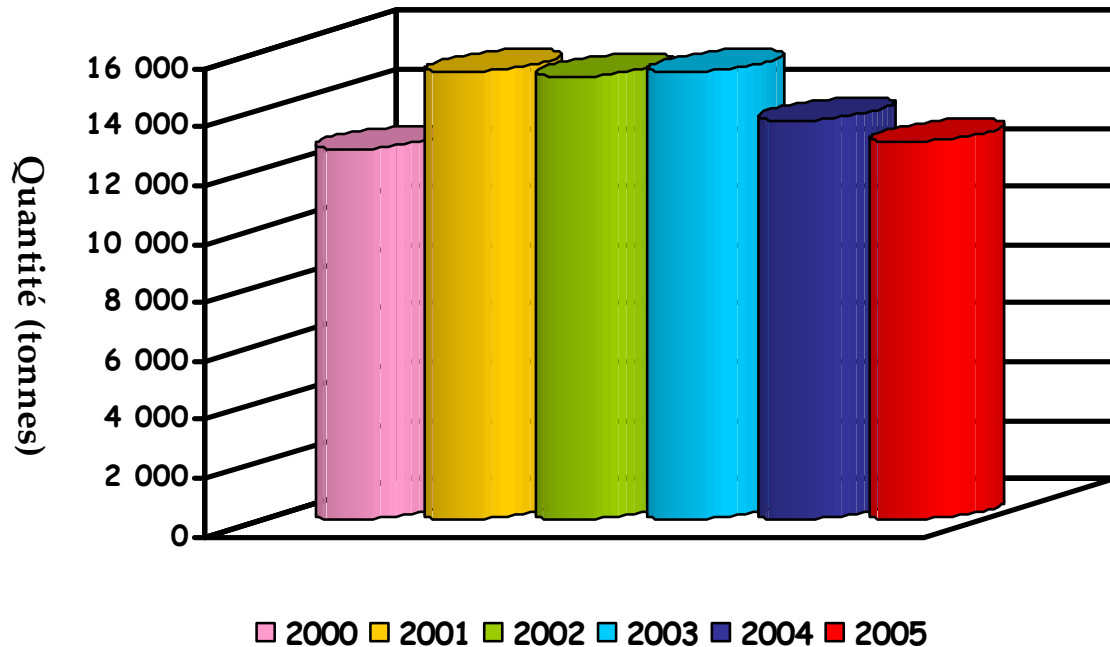
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Pêche industrielle de crevettes	8303	7889	9207	9370	7155	5316
Pêche artisanale	412	437	467	494	710	721
Pêche traditionnelle	3412	3450	3450	3450	3450	3000
Aquaculture	4800	5399	5566	6021	5234	6229
TOTAL	16927	17175	18690	19335	16549	15266

Source : Direction de la Pêche et des Ressources Halieutiques, 2006.

En 2004, l'exportation de crevettes s'élève à 13650 tonnes, soit 62,57% de la production totale, et ayant une valeur de 289,5 milliards d'Ariary. Les crevettes dominent environ 75% de l'exportation des produits halieutiques pour la même année.

En 2005, la quantité de crevettes exportées était seulement de 12868 tonnes représentant 25 milliards d'Ariary (valeur ajoutée directe) pour un chiffre d'affaires de 234 milliards d'Ariary. (OEFC, février 2007)

Figure n°3 : Evolution de l'exportation de crevettes de 2000 à 2005.



Source : DPRH, 2006.

1.3. Crevettes pénéides

1.3.1. Biologie de *Penaeus monodon*

1.3.1.1. Anatomie externe

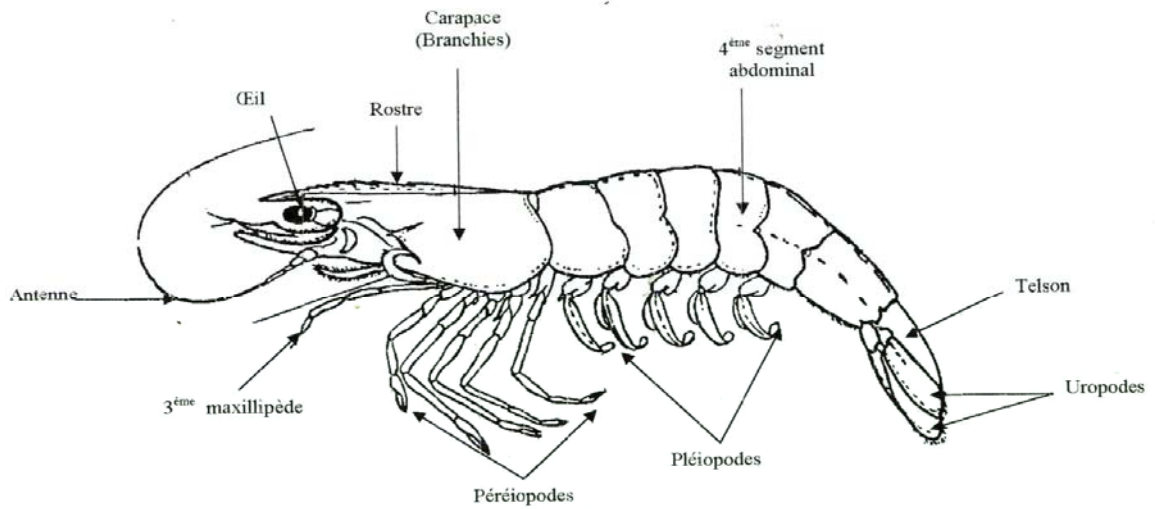
Le corps de ces animaux est couvert d'une enveloppe rigide et se divise en trois parties bien distinctes ou tagmes :

- le céphalon ou la tête ;
- le péréion ou le thorax avec les appendices ondulatoires et ;
- le pléion ou l'abdomen se terminant par le telson.

Les trois premières paires de pattes thoraciques ou péréiopodes sont munies de pinces. La chambre incubatrice est absente.

La longueur moyenne de l'adulte est comprise entre 18 et 26 cm, et son poids moyen est compris entre 60 et 150 g. Elle peut atteindre un poids de 270 g en milieu naturel [15].

Figure n°4 : Morphologie externe de *Penaeus monodon*.



Source : Crustacean farming, 1992.

1.3.1.2. Anatomie interne

Le développement embryonnaire des **Crustacés** les classe parmi les Métazoaires triploblastiques coelomates protostomiens si bien qu'ils possèdent un système nerveux qui condense en une chaîne de ganglions située sous le tube digestif.

L'appareil digestif est formé d'un simple tube droit allant de la bouche à l'anus. Un court œsophage s'élargit pour former le moulin gastrique où les aliments sont broyés par des mouvements musculaires sur 3 dents osseuses fixées à la paroi. L'intestin porte divers appendices glandulaires servant d'hépatopancréas qui sécrètent le suc digestif et servent à l'absorption [15].

1.3.1.3. Sexualité

Les sexes sont séparés. Pour le mâle, l'organe copulateur s'appelle « Petasma », une jonction des deux rames internes modifiées de la première paire de pattes abdominales (ou pléiopodes). Pour la femelle, l'organe copulateur s'appelle « Thelycum », un étui plus ou moins développé situé ventralement à la base de la 5^{ème} paire de périopodes ouvert vers l'avant.

Il existe de ce point de vue deux groupes de crevettes **Penaeides**, les espèces à thélycum ouvert et celles à thélycum fermé à l'instar de *Penaeus monodon* chez laquelle

l'accouplement a lieu dans les heures qui suivent la mue, lorsque les téguments de la femelle sont encore mous et pendant que cette dernière est immature et incapable de pondre [9].

1.3.1.4.Reproduction

Naturellement, la reproduction a lieu en haute mer. L'accouplement et la ponte ont tous lieu au crépuscule. Les femelles peuvent pondre jusqu'à 1 000 000 d'œufs et le développement embryonnaire dure entre 12 et 18 heures pour des températures comprises entre 24°C et 28°C, selon les espèces [9]. La reproduction dépend surtout de la saison, des conditions climatiques (salinité et température) et également du cycle lunaire.

A l'éclosion apparaît le Nauplius, premier stade larvaire, de taille moyenne initiale de 200 à 250 µm. Ce stade dure environ 2 à 3 jours et après, le Nauplius va évoluer en Zoé, deuxième stade larvaire qui va durer 4 jours. Après des changements anatomiques et physiologiques importants, le Zoé va évoluer en Mysis, troisième stade larvaire. Puis le Mysis va se transformer en une jeune crevette appelée « Postlarve ». Les jeunes crevettes (phase juvénile) vont passer une période plus ou moins longue dans les zones estuariennes. Enfin, lorsque les caractères sexuels apparaissent, le juvénile adopte la morphologie définitive et va atteindre la maturité sexuelle quelques mois plus tard.

1.3.2. Taxonomie

La taxonomie de cette espèce de crevette se présente comme suit :

REGNE :	Animal
EMBRANCHEMENT :	Arthropodes
SOUS-EMBRANCHEMENT :	Crustacés
GROUPE :	Mandibulates
CLASSE :	Malacostracés
SOUS-CLASSE :	Eu malacostracés
SUPER-ORDRE :	Eucarides
ORDRE :	Décapodes
SOUS-ORDRE :	Dendrobranchiates
SUPERFAMILLE :	Peaeoidea
FAMILLE :	Penaeidae
SOUS-FAMILLE :	Penaeinae
GENRE :	<i>Penaeus</i>
ESPECE :	<i>Penaeus monodon.</i>

1.3.3. Cycle biologique

Les adultes de *Penaeus monodon* vivent en mer dans les zones d'une profondeur de 20 à 70 m.

Après l'éclosion des oeufs (plus de 1 000 000 par femelle), les larves ont une période planctonique. Au cours des 2 à 3 semaines suivant l'éclosion, les larves passent par différents stades larvaires qui se terminent par le stade postlarve. Ces postlarves vont alors remonter dans les estuaires et les mangroves où elles vont rester entre 4 et 5 mois. Elles se nourrissent de petits crustacés, de moules, de vers et de détritus.

Devenues « sub-adultes », les crevettes retournent vers la mer pour commencer un nouveau cycle de reproduction.

Le cycle biologique de toutes les espèces de **Pénéides** de la zone littorale est du même type général, avec quelques certaines variantes. La reproduction a lieu en mer, sur des fonds de quelques dizaines de mètres de profondeur. Les oeufs pondus en eau libre flottent quelques temps puis tendent à se déposer sur le fond sous l'action de la gravité.

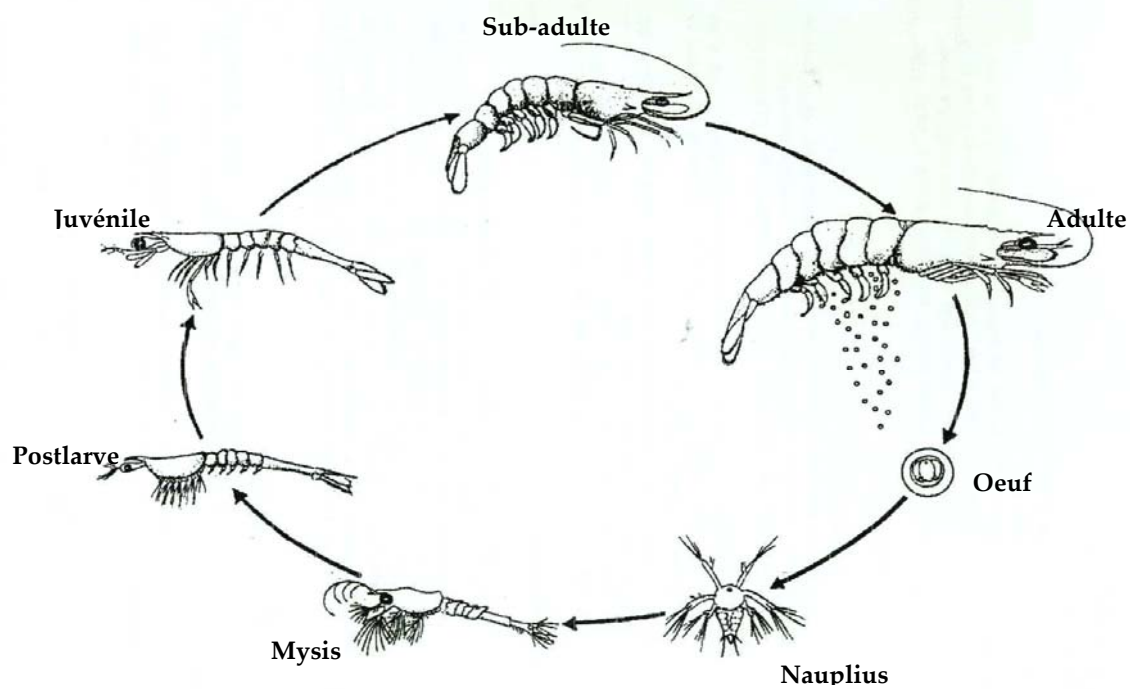
Après une courte période de développement embryonnaire généralement 300 à 350 heures, les larves issues des oeufs mènent une vie pélagique pendant une dizaine à une vingtaine de jours. Les jeunes crevettes âgées de 10 à 20 jours, appelées postlarves, se concentrent près des côtes et pénètrent fréquemment dans les estuaires et les lagunes à eaux saumâtres.

Une fois en mer, les crevettes vont poursuivre leur croissance et atteindre deux à trois ans, voire un peu plus pour les espèces à une longue longévité.

Le comportement migratoire des **Pénéides** revêt une signification particulièrement importante pour l'élevage. Chez *Penaeus duorarum*, le comportement migratoire est essentiellement gouverné par les courants de marées et les gradients de salinité. Ce schéma peut se trouver compliqué par l'influence d'autres facteurs, en particulier les rythmes biologiques d'activités diurnes ou nocturnes contrôlés par des rythmes internes.

A l'intérieur de leur aire de répartition, la distribution de chaque espèce de **Pénéides** obéit à des facteurs tels que les caractéristiques sédimentologiques du fond (sable, vase, etc.).

Figure n°5 : Cycle de vie de *Penaeus monodon*



Source : Crustacean farming, 1992.

2. SOCIETE AQUAMEN E.F

2.1. Historiques

La société AQUAMEN E.F, Aquaculture du Menabe, entreprise franche a été créée en 1995. L'étude de faisabilité a été confiée à la société COFREPECHE qui, au cours de sa prospection, a repéré deux sites, l'un, la ferme de grossissement au Nord de *Morondava* à proximité de *BELO sur TSIRIBIHINA* (la ferme de *Tsangajoly*) et l'autre, l'écloserie au Sud à proximité de *BELO sur MER* (à *Ambararata*).

Le projet s'est déroulé en deux phases :

- Dans un premier temps, une ferme pilote de quatre hectares a été mise en place et a permis de confirmer que les conditions naturelles se prêtent à l'élevage de *Penaeus monodon*.
- Au vu des résultats sur la ferme pilote, il a été décidé de passer à la phase industrielle de 120 ha à l'embouchure Sud du fleuve *TSIRIBIHINA*. Cette première implantation s'est composée d'une station de pompage, d'un canal d'alimentation de 3,5 km, de 5 bassins de pré-grossissement de 1 ha, de 9 bassins de grossissement de 2,5 ha et de 18 bassins de grossissement de 5,5 ha. Simultanément à ces travaux, s'est entreprise la construction de l'écloserie et de l'unité de conditionnement.
- En 1998, il s'est avéré indispensable de procéder à une extension de la ferme et de l'écloserie. Au total, 160 ha ont été définis et mis en place en deux tranches de 80 ha. La première tranche est composée de 14 bassins de pré-grossissement (1ha), de 22 bassins de grossissement de 3 ha ainsi qu'une augmentation de la capacité de la station de pompage. La deuxième tranche quant à elle, est composée de 8 bassins de pré-grossissement de 1 ha et de 9 bassins de 8 ha et ont été exploités en 2003.
- En mars 2004, la société a été frappée par le cyclone GAFILO et environ 800 tonnes de crevettes à taille commercialisable ont été perdues.

La surface en eau finale est donc de 286,5 ha et la prévision de production a été de 1500 tonnes par an (sur deux cycles) en 2003. Parallèlement à l'extension de la ferme, l'écloserie a été renforcée aussi. Actuellement, sa capacité est d'environ 110 millions de postlarves P.L 15 par an. L'unité de conditionnement a évolué aussi suivant les impératifs de la production. Actuellement, la capacité est de 2000 tonnes de crevettes par an avec une moyenne de 15 tonnes par jour.

2.2. Situation géographique

La ferme d'élevage se situe à 19° 50' 01'' de la latitude Sud et de 44° 30' 12.69'' de la longitude Est. Elle se trouve à environ 90 km au Nord de Morondava sur la route nationale n°34 menant à Belo/Tsiribihina.

Province : Toliary

Région : Menabe

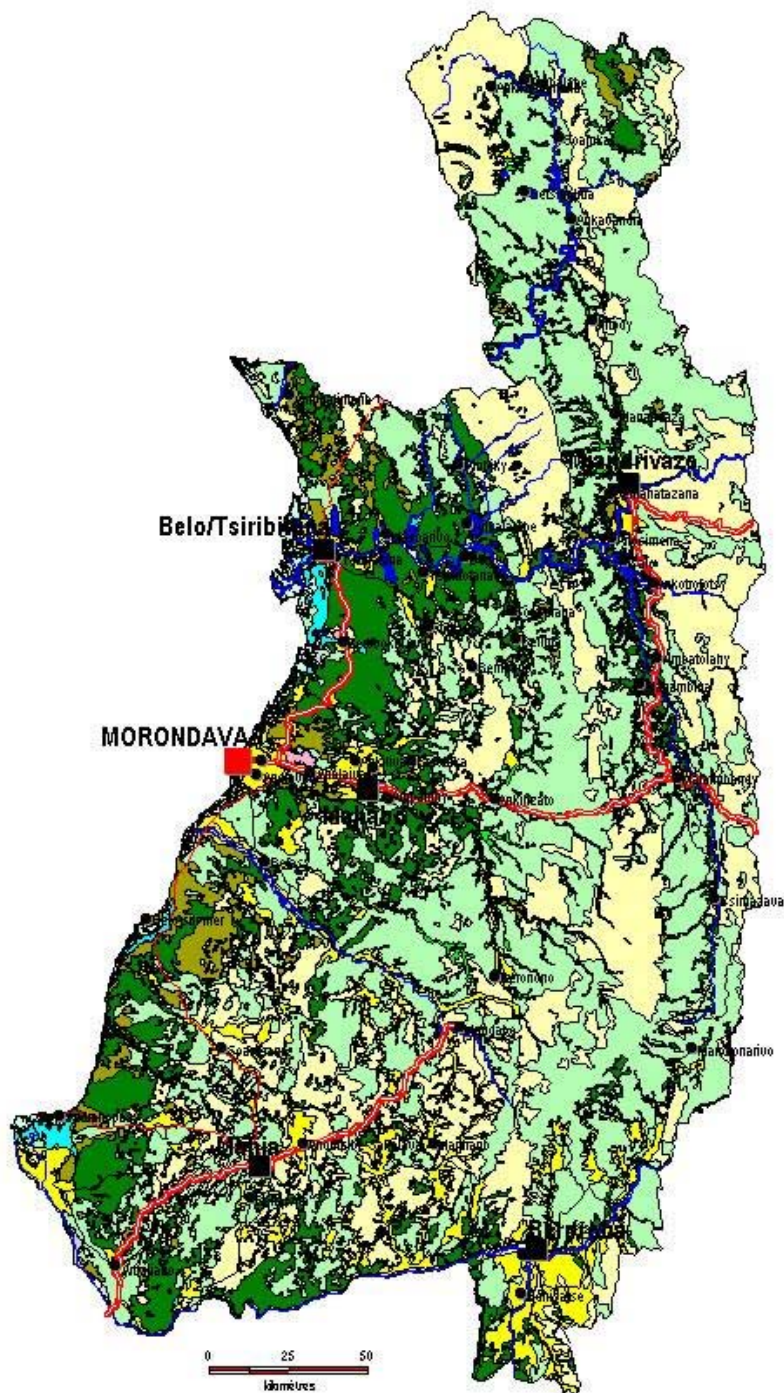
Préfecture : Morondava

Sous-préfecture : Belo sur Tsiribihina

Commune : Tsimañana

Village : Tsangajoly

Source : AQUAMEN E.F, 2006.



0 25 50
kilomètres

Sources et documents utilisés
- FOFIFA - GTDR - SMB, 2001
- BD 500 FTM, 1993

Réalisation : SAVAIVO

Edition :



Décembre 2001

Figure n°7: Photo satellite de la ferme de Tsangajoly.



Source : Google Earth, 2006.

- Climat local :

La région a un climat tropical subhumide à faciès continental chaud et pluvieux, de Novembre à Avril, et sec de Mai à Octobre. La pluviométrie annuelle de la préfecture varie de 600 mm (Manja) à 1600 mm (Malaimbandy). Une certaine augmentation de la pluviométrie dans le sens Ouest-Est a été constatée. Parallèlement, le nombre de jours de pluies augmente d'Ouest en Est et 90 % des pluies tombent pendant les 5 mois de la saison de pluies.

La sécheresse s'accroît du Nord vers le Sud. Mais, elle est atténuée de l'Ouest vers l'Est en raison de l'altitude.

Une saison fraîche et sèche s'observe d'Avril à Août et une période d'environ deux mois, caractérisée par le retour de chaleur en Septembre. Les premières pluies tombent en Octobre.

- Mois le plus chaud : Décembre : 28,5 °C.

- Mois le plus froid : Juillet : 22,8 °C.

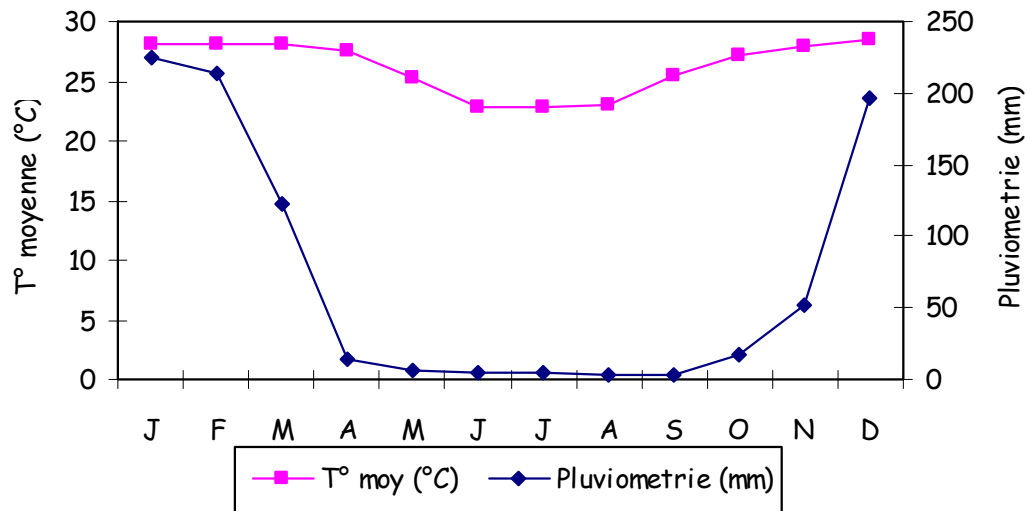
- Vents :

Le vent marin chargé d'humidité souffle vers l'intérieur de la terre, est arrêté par le massif de Bongolava, à l'Est de la région ; ceci explique l'humidité optimale plus ou moins persistante de l'Ouest de la région alors que la région est reconnue semi-aride.

En octobre - septembre souffle un vent desséchant qui tarit tous les fleuves et rivières réduisant ainsi le niveau des nappes phréatiques (période conseillée pour le creusement des puits). En haute mer, il est à noter l'existence de vent périodique qui, en saison de pluies ; souffle du Nord vers le Sud, agitant ainsi la mer et rend impossible le cabotage en boutre; le fait inverse se produit en saison sèche ; la plupart du temps, la mer est calme et les activités marines (pêche de tous genres et voyage en boutres) peuvent avoir lieu.

La figure n°7 représente la courbe ombrothermique de la région. Les données du graphique sont relevées par la station météorologique de Belo/Tsiribihina depuis 1961 jusqu'à 1990.

Figure n°8 : Courbe Ombrothermique de la région où se trouve le site.



Source : [17]

2.3. Ressources humaines

Le projet procure du travail, en pleine production, à environ 600 personnes.

On distingue deux types d'emplois :

- ❖ les emplois permanents répartis au sein des différents services ; environ 350 personnes et ;
- ❖ les emplois saisonniers (ou journaliers) recrutés lors des campagnes de pêches et qui viennent essentiellement pour le renforcement des effectifs de l'unité de conditionnement (usine) et de la production (les dits « pêcheurs »).

2.4. Equipements et infrastructures

La société dispose les équipements et infrastructures récapitulés dans le tableau n°2.

Tableau n°2: Equipements et infrastructures de l'AQUAMEN E.F.

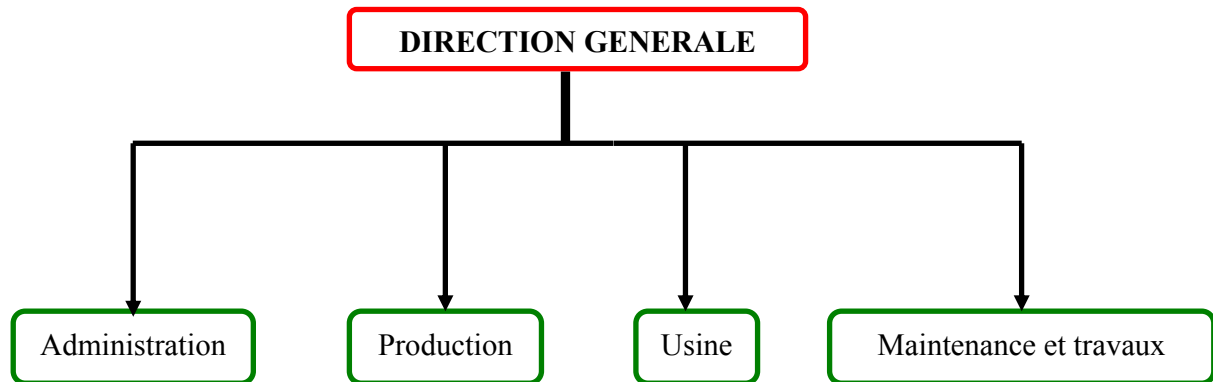
ECLOSERIE (Ambararata)		
Localisation	Produits	Equipements et infrastructures
Ambararata	Postlarves de 15 jours	un bureau et un magasin ; 2 bacs d'élevage des géniteurs ; 2 locaux de maturation ; 2 salles de ponte ; 2 nurseries ; un local pour <i>Artémia sp.</i> ; un local pour les algues ; une base vie pour le personnel ; des vedettes pour le transport.
FERME (Tsangajoly)		
Tsangajoly	Crevettes de 20 g et+	<p>286,5 ha de bassins dont :</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ 27 bassins de pré-grossissement de 1 ha ; ❖ 9 bassins de grossissement de 2,5 ha. ❖ 22 bassins de grossissement de 3 ha. ❖ 18 bassins de grossissement de 5,5 ha ❖ 9 bassins de grossissement de 8 ha. <p>un atelier mécanique pour les travaux ; une station de pompage d'eau de mer pour l'élevage ; divers véhicules de travaux et de transport (des camions, des motos, une voiture 4x4, 3 tracteurs, 1 tractopelle, des bulls, 6 quads.) ; une base vie dont divers locaux et bureaux ainsi que des bâtiments et dortoirs pour le personnel ; une unité de traitement d'eau douce (obtenue par forage) par le Chlore et l'ultra violet.</p>
USINE (Tsangajoly)		
Tsangajoly	Conditionnement, congélation, et emballage des produits.	<p>une centrale électrique ; une unité de chaîne de froid ; une infrastructure pour le traitement de l'eau de mer pompée ; une unité de traitement et de conditionnement des crevettes (superficie : 1000 m²) ; un atelier mécanique pour l'usine ; une buanderie ; un laboratoire d'autocontrôle ; un bassin de décantation des eaux usées (seulement pour l'usine) sans traitement chimique.</p>

Source : AQUAMEN E.F, 2006.

2.5. Organigramme

Il est représenté dans la figure suivante :

Figure n°9 : Organigramme général de l'AQUAMEN E.F.



Source : AQUAMEN E.F, 2006.

Les spécifications de chaque département sont les suivantes :

- le Département administration s'occupe de tout ce qui concerne la logistique, la sécurité, la gestion des ressources humaines, et l'infirmierie,
- le Département « Usine » se divise en deux services : le service processing et le service contrôle qualité. L'objectif de ce département est de veiller aux programmes de conditionnement des crevettes et d'assurer leur qualité,
- le Département « production » est responsable de l'élevage des crevettes, de l'ensemencement jusqu'à la pêche,
- le Département « maintenance » s'occupe d'entretenir les équipements tels que les véhicules, les bateaux, les pompes pour l'alimentation des bassins d'élevage et les équipements de l'usine (équipements frigorifiques, l'eau et l'électricité.), et aussi l'eau et l'électricité pour la base vie.
- Et le Département « travaux » a pour tâche d'assurer tout ce qui concerne les bassins d'élevage, les entretiens des digues, le labour, les entretiens des moines, et aussi les habitations (travaux du bois).

2.6. Activités de la société

Les activités de la société sont :

- la production de postlarves à partir de géniteurs sauvages ;
- l'élevage des postlarves jusqu'à l'âge adulte ayant le poids recherché pour le marché et suivant la rentabilité de l'élevage (entre 16 à 26 g / crevette) ;

- la pêche des crevettes élevées, leur conditionnement, leur congélation et leur emballage ;
- et enfin, l'expédition des produits emballés vers l'Europe.

L'espèce élevée est *Penaeus monodon* appelée communément « Giant tiger Shrimp » sur le marché international.

D'autres espèces de crevettes (principalement *Penaeus indicus*) et de poissons s'introduisent inopinément dans les bassins d'élevage. En effet, elles sont présentes dans l'estuaire près de la ferme et sont pompées au canal d'alimentation d'eau. Elles traversent ensuite les grilles filtrantes des bassins sous forme d'œufs ou de larves. La production varie de 5 à 8 tonnes par hectare et par an en 2 à 2,3 cycles. Il est à noter qu'un cycle d'élevage de la ferme dure environ de 150 à 180 jours voire plus. La filière crevettière de l'entreprise est résumée par la figure en annexe II.

3. PROBLEMATIQUES

Les problématiques se divisent en deux parties : les problématiques de l'élevage en général et celles qui ont conduit à la réalisation de l'étude.

3.1. Problématiques de l'élevage

Elles sont basées essentiellement aux problèmes de l'exploitation sur tout le processus de l'élevage, de l'ensemencement des bassins en postlarves jusqu'à la pêche.

3.1.1. Conduite d'élevage

La société AQUAMEN E.F a choisi la filière « semi-intensive améliorée » où la densité est supérieure à 20 crevettes/m² et la filière « semi-intensive » (régi par la Loi n° 2001-020, voir annexe XV) pour d'autres bassins. Ce choix de filière dicte la conduite d'élevage adoptée aussi bien technique qu'économique. Pour cela, l'exploitation est obligée de :

- augmenter la quantité de granulés avec une distribution fréquente de 3 à 6 fois par jour et ;
- utiliser des aérateurs à pales (six aérateurs par bassin en moyenne) avec beaucoup d'énergie.

Du point de vue production, la filière « semi-intensive améliorée » présente des résultats supérieurs par rapport à la filière semi-intensive normale et extensive, mais elle nécessite par contre des matériels plus sophistiqués et engage plus de dépenses.

3.1.2. Pérennisation de l'élevage

L'élevage crevetticole est toujours accompagné d'une détérioration de :

- l'environnement de l'animal, l'eau et le bassin, par le phénomène d'autopollution à cause des matières organiques solubles endogènes et exogènes et ;
- l'environnement entourant l'exploitation par l'enrichissement forcé de l'écosystème benthique en carbone organique et en azote, provenant de l'exploitation [14], et le rendant anoxique.

Ces phénomènes de pollution sont plus accélérés que la filière s'intensifie. De ce fait, une politique bien définie doit être entreprise pour remédier à ce problème ou tout au moins pour l'atténuer.

Cette technique stratégique porte principalement sur la réduction de la production d'azote et de phosphore en :

- ☞ diminuant les apports endogènes et exogènes par l'amélioration de la conduite d'élevage relative à la gestion de l'alimentation et de celle de la fertilisation et;
- ☞ évitant l'accumulation de ces matières organiques solubles dans le bassin [22].

3.2. Problématiques conduisant à la réalisation de l'étude

Elles sont axées sur les problèmes techniques que la connaissance de la biomasse peut résoudre.

3.2.1. Exploitation

Le principal but de l'exploitation est de produire des crevettes et de les vendre. A cet effet, il s'avère nécessaire de faire une prévision de la production de chaque bassin avant même que ces derniers soient pêchés. Cette prévision, cependant, est impossible et fautive dans la mesure où l'estimation de la biomasse dans les bassins n'est pas précise.

En outre, durant les campagnes de pêche, l'exploitation mobilise une quantité importante de glaces, de Metabisulfite, et d'autres produits et matériels pour le traitement et le conditionnement des crevettes à l'usine. Ces produits sont prévus une semaine avant la pêche et ils sont fonction de la quantité de crevettes (tonnage) à pêcher et à traiter par la suite. Ce tonnage est perçu à l'avance par les données de l'élevage à savoir le poids moyen et en l'occurrence la biomasse.

Il est important, par conséquent, d'avoir un outil d'estimation efficace pour obtenir des résultats précis et se rapprochant de la réalité dans les bassins pour éviter de surestimer ou

sous-estimer la biomasse. Cette imprécision fait souvent l'objet d'une erreur affectant l'exploitation toute entière.

3.2.2. Gestion des granulés

La quantité d'aliments à distribuer par jour est fonction de la biomasse. La connaissance de cette dernière est donc indispensable pour une bonne gestion des granulés. De ce fait, l'estimation doit être très précise et fiable pour parvenir à cette fin.

Ceci permet aussi de gérer à bien le stock d'aliments et de planifier les approvisionnements qui demandent souvent un parcours assez long pour arriver à la destination finale, c'est-à-dire à la ferme de Tsangajoly. En effet, les aliments proviennent de l'île Maurice, du Taïwan et de la Chine où ils sont acheminés vers la ferme par voie maritime. C'est ainsi que les granulés constituent une charge fixe importante pour l'exploitation. Par conséquent, une mauvaise organisation au niveau de l'approvisionnement a des impacts financiers considérables sur les coûts de production.

D'un côté, la rupture fréquente de stock d'aliments est à éviter, et de l'autre, leur arrivée massive est aussi à contrôler à cause de leur nature périssable.

3.2.3. Pérennisation des bassins

L'accumulation des matières organiques solubles dans le bassin est un danger permanent pour les crevettes et pour le bassin lui-même. Elles contribuent à la contamination du bassin et à la pollution des eaux, spécialement par le dégagement d'hydrogène sulfuré (H_2S) [19].

Lors de la distribution d'aliments, les restes conduisent à la longue à une eutrophisation des bassins. Ce phénomène est aggravé par la forte densité d'élevage, une caractéristique de l'élevage semi-intensif amélioré que pratique la ferme.

Ces matières organiques solubles constituent le principal problème de la ferme de grossissement car elles rendent le bassin anoxique et eutrophe dans un délai plus prolongé.

3.2.4. Différentes phases de la conduite d'élevage

Le contrôle du milieu par l'intermédiaire des paramètres physico-chimiques est primordial en crevetticulture. Ce milieu est d'autant plus pollué que la densité augmente c'est-à-dire la biomasse. Le contrôle est donc plus intensifié quand la biomasse est élevée (surtout la demande biologique en oxygène).

L'estimation précise de la biomasse est alors nécessaire pour pouvoir prendre des décisions concernant la conduite à tenir sur le plan de changement d'eau, la durée d'utilisation des aérateurs par jour, et le relevé des paramètres.

La société AQUAMEN E.F a opté pour la filière « semi-intensive » mais plus sophistiquée. Ce choix exige l'adoption d'une conduite d'élevage particulière en dehors de celle de la filière semi-intensive normale généralement adoptée pour les exploitations crevetticoles implantées à Madagascar. Cette conduite d'élevage est basée essentiellement sur une forte aération en fin d'élevage (biomasse élevée) et un apport de granulés important. Pour éviter les pertes et gaspillage d'aliments, il importe d'avoir un outil d'estimation de la biomasse efficace et fiable. La biomasse est un point très important. Elle dicte la conduite et la gestion de l'alimentation, le nombre d'aérateurs à utiliser pour chaque bassin. Elle permet de bien gérer l'exploitation à travers la prévision de la production et l'approvisionnement en produit de traitement et conditionnement ainsi que les dépenses énergétiques des aérateurs.

Deuxième partie:

Matériels et méthodes

Afin de bien maîtriser l'élevage, l'estimation du nombre de crevettes est essentielle. Au début de l'élevage, le nombre de crevettes ensemencées doit être connu avec précision pour savoir la densité initiale. Ainsi, le « dénombrement » permet de connaître le taux de survie des crevettes, l'évolution de la densité durant l'élevage et la biomasse. En bref, c'est un système de suivi pour connaître le succès ou l'échec de l'élevage. Cette deuxième partie est consacrée à l'étude et le « dénombrement » en particulier.

1. GENERALITES SUR L'ETUDE

L'étude s'est déroulée dans la ferme crevetticole de la société AQUAMEN E.F à Tsangajoly à 90 km de Morondava. Elle a duré quatre mois, du 29 mars au 04 juillet 2006.

Rappel des objectifs

L'investigation a comme objectif principal « d'estimer la biomasse ». Cette estimation est essentielle pour l'exploitation du fait que la biomasse dicte la conduite de l'alimentation. De plus, elle influe sur la gestion de l'exploitation à travers l'approvisionnement en aliment et la gestion en stock.

Pour ce faire, l'étude vise à mettre en place une technique d'estimation efficace pour éviter les erreurs éventuelles. Ainsi, le « dénombrement » est de loin la technique la plus appropriée. Mais, il est indispensable de bien maîtriser plusieurs paramètres à savoir :

- ✓ les conditions requises pour l'effectuer ;
- ✓ les matériels à utiliser et ;
- ✓ les méthodes de travail et de calcul adoptées.

Le dénombrement permet aussi, par l'intermédiaire des calculs, de connaître la survie, l'évolution de la densité d'élevage, et le succès de l'élevage.

En ce qui concerne l'alimentation, un protocole de suivi des mangeoires a été établi pour l'étude. L'objectif est de savoir la consommation des crevettes et de pouvoir en conclure si celle-ci se réfère à la biomasse trouvée.

2. MATERIELS ET METHODES

L'étude est axée sur les outils d'estimation de la biomasse à savoir : le « dénombrement » et le « suivi des mangeoires ».

2.1. Matériels et moyens d'étude

2.1.1. Matériel animal

L'espèce élevée est le *Penaeus monodon* (ou la crevette géante tigrée grise), sa biologie et son cycle biologique ont été traités dans la première partie. Les postlarves proviennent de l'écloserie d'Ambararata et sont élevées en prégrossissement puis transférées en grossissement après 45 jours environ.

2.1.2. Matériels relatifs à l'étude

Ils sont de deux catégories :

- ☞ les bassins et l'eau ainsi que les matériels d'élevage et ;
- ☞ les matériels pour le dénombrement.

a- Les bassins

Le bassin est formé par des digues en terre. Elles sont construites en déblais remblais et servent de moyens de communication et de séparation des bassins.

Le bassin est constitué, en plus de ses accessoires, de deux moines qui vont servir à la gestion du débit de l'eau pour l'entrée et la sortie.

☞ Moine d'entrée :

Avant l'entrée, l'eau passe par quatre filtres dont une grille en plastique pour filtrer les grosses impuretés contenues dans l'eau, ensuite deux grilles avec de grandes et moyennes mailles et enfin une grille dans la buse du moine pour empêcher la fuite des animaux en contre courant.

Ces quatre grilles empêchent l'entrée des impuretés, des prédateurs et des œufs dans le bassin qui vont constituer des compétiteurs pour les crevettes.

Le réglage du débit de l'eau se fait à l'aide des batardeaux, planches permettant l'arrêt total de la pénétration ou du refoulement de l'eau.

Deux séries de batardeaux interviennent pour le réglage comme le décrit le tableau n°3.

Tableau n°3: Rôles des deux séries de batardeaux.

Batardeaux	Rôles
Première série	Réglage du débit de l'eau en enlevant ou en ajoutant un (ou des) batardeau(x).
Deuxième série	- entrée d'eau pour fond du bassin grâce à un pieu - entrée d'eau pour la surface en enlevant ou en ajoutant un (ou des) batardeau(x)

Source : auteur, octobre 2006.

☞ Moine de sortie :

Avant de rejoindre le canal d'évacuation, l'eau passe par deux filtres dont la première possède une maille plus grande que la deuxième. Ces filtres empêchent la fuite des crevettes. La gestion de l'eau se fait également par le biais de deux séries de batardeaux, de la même façon que le moine d'entrée.

Quatre bassins de grossissement ont été utilisés pour la réalisation de l'étude, dont :

- deux bassins de 2,4 hectares, qualifiés de bassins intensifs et ;
- deux bassins de 1 hectare, pour le prégrossissement utilisés pour le grossissement.

Les deux premiers sont notés A et B et les derniers C et D. Le tableau suivant montre les traitements de chaque bassin, le nombre de crevettes au transfert et le nombre final après le résultat de la cage de survie.

Tableau n°4: Quatre bassins A, B, C et D.

Bassins	A	B	C	D
Surface (ha)	02,4	02,4	01	01
Durée assec (jours)	20	06	47	16
Labour	23/12/05	20/01/06	29/01/06	28/01/06
Mise en eau	24/12/05	26/01/06	04/02/06	03/02/06
Nombre initial	618210	723200	158326	154836
Nombre final	581118	696409	149578	150191
Densité (/m²)	24,2	29	14,9	15

Source : Auteur, Octobre 2006.

Les bassins C et D sont en réalité des bassins de prégrossissement. Mais, les postlarves y ont été élevées directement car il n'y a plus de bassins de grossissement disponibles pour les transférer.

b- *Les accessoires du bassin*

Ces accessoires sont constitués par les mangeoires, les aérateurs et la cage de survie.

🔧 Les mangeoires :

Une mangeoire est formée d'un filet d'une maille de 1 mm supportée par huit (08) fers de 6 mm de diamètre en superposition et en forme de carré de 70 cm d'arêtes espacés d'environ 5 cm. Ces derniers sont accrochés à une passerelle en bois par une longue ficelle en nylon.

Une petite quantité d'aliment est versée sur la mangeoire et celle-ci est trempée dans l'eau afin que les crevettes puissent y accéder.

Les bassins A et B comportent six mangeoires chacun dont deux pour chaque longueur et un pour chaque largeur. Les bassins de 1 ha (C et D), quant à eux, ne comportent que quatre mangeoires suspendues à des piquets en bois.

🔧 Les aérateurs :

Du fait de la charge élevée, l'utilisation des aérateurs est obligatoire pour combler les besoins des crevettes en oxygène dissous. Ceci est valable pour les bassins A et B donc pour les bassins de plus de 1 ha. La société utilise surtout les aérateurs à pales alimentés par des groupes de haut ampérage (200 kVA).

Un bassin de 2,4 ha comporte 6 aérateurs à pales si les paramètres sont normaux. Mais en cas de problèmes, l'ajout d'aérateurs supplémentaires est possible.

Cliché n°1: Aérateurs à pales (paddle wheel).



Source : Auteur, juin 2006.

Le tableau suivant montre la durée d'aérations des bassins au sein de la ferme de Tsangajoly. Ce protocole est défini selon le poids moyen des crevettes.

Tableau n°5 : Aération des bassins à l'AQUAMEN.

Pm (g)	Début	Arrêt	Durée de marche/jour
] 0 – 3]	06 h	18 h	12 heures
] 3 – 10]	18 h	07 h	13 heures
] 10 – 15]	17 h	08 h	15 heures
15 et plus	11 h	09 h	22 heures

Source : AQUAMEN E.F, 2006.

Pour les bassins ayant des problèmes ou durant les temps non ensoleillés, la durée de marche par jour est de 24 heures.

La déficience en oxygène dissous (inférieur à 3 ppm) se produit fréquemment pendant la nuit et en début de matinée où le phytoplancton respire et utilise l'oxygène du bassin. Aussi, après un orage, la pluie favorise une stratification de l'eau. Avec une partie superficielle plus chaude et une couche inférieure froide, la dissolution de l'oxygène diminue avec la température de la partie inférieure.

Les aérateurs consomment une quantité d'énergie importante. En effet, un groupe alimentant les aérateurs de 12 bassins consomme en moyenne 500 litres de carburant par nuit.

🔦 La cage de survie : fait l'objet d'étude dans les paragraphes concernant l'ensemencement et le transfert.

c- L'eau

L'eau du bassin provient de l'eau de mer pompée par une station de pompage. Elle est ensuite acheminée par un canal d'alimentation appelé « canal d'amenée » pour parvenir au moine d'entrée.

La station de pompage est formée par six pompes verticales à hélice avec un débit de 4,23 m³/seconde chacune. Leur mise en marche se fait en fonction de la marée notamment au moment de la marée haute.

D'une part, l'avantage de cette méthode se trouve au niveau de l'économie d'énergie par la réduction de l'utilisation des groupes électrogènes qui alimentent les pompes. Mais d'autre part, l'inconvénient réside sur l'insuffisance de l'eau qui arrive au bassin.

2.2. Dénombrement :

Actuellement, la meilleure méthode pour faire une estimation de la biomasse est l'échantillonnage à l'épervier. Il existe d'autres méthodes comme l'utilisation de la « senne »

mais la première reste jusqu'à maintenant la plus efficace. Le premier dénombrement peut se faire à l'âge de 35 à 45 jours, période où les crevettes commencent à être vigoureuses et aptes à des manipulations.

C'est une technique d'estimation de la biomasse qui se fait par un échantillonnage systématique sur plusieurs points représentatifs du bassin. Il peut se faire chaque semaine après l'échantillonnage hebdomadaire (tous les vendredi), ou à chaque gain de poids de 5 g (c'est-à-dire à un poids moyen de 5 g, 10 g, 15 g, et avant la pêche finale).

2.2.1. Matériels utilisés :

2.2.1.1. Filet épervier

C'est un filet en netlon de 9 mm de maille dont la longueur est de 3,97 m et la largeur de 3,85 m.

L'avantage de l'utilisation de ce type de filet est qu'il n'engage que deux personnes : le lanceur et un autre pour ramer la pirogue.

☞ L'ouverture :

Le filet utilisé durant l'étude présente une ouverture maximale de 12 m². Mais pendant les lancers, il est pratiquement impossible d'obtenir cette ouverture. En effet, cette dernière est fonction du lanceur et de sa technique. Pour la réalisation de l'étude, trois lanceurs ont été choisis pour leur habilité à lancer l'épervier et leur disponibilité.

Ainsi, des mesures de l'ouverture de chacun ont été effectuées.

☞ La mesure des ouvertures :

En constatant que le filet prenne la forme d'une ellipse dans la plupart des cas, la formule suivante a été utilisée pour le calcul des ouvertures de chaque lanceur :

$$\text{Aire} = b \times a \times \pi$$

b : la grande base [m] ;

a : la petite base [m] ;

$\pi = 3,1416$.

$$\text{Où } b = \frac{\text{Longueur}}{2} \quad \text{et} \quad a = \frac{\text{Largeur}}{2}$$

La mesure se fait en effectuant dix lancers pour chaque lanceur dans un même bassin. Ceci est d'éviter l'erreur que le facteur profondeur peut engendrer. Ces dix lancers ont été répartis dans le bassin pour avoir des données à différentes profondeurs. Ensuite, le résultat est obtenu en faisant la moyenne des dix lancers pour chacun des lanceurs.

Et à chaque fois, si c'est le lanceur 1 qui effectue le dénombrement, c'est son ouverture qui est utilisée pour les calculs et ainsi de suite.

Le tableau suivant représente les ouvertures moyennes des trois lanceurs.

Tableau n°6 : Ouvertures moyennes pour les trois lanceurs.

Lanceurs	Ouvertures moyennes [m ²]
Albin	5,3
Basile	7,6
Nestor	6,3

Source : Auteur, Juillet 2006.

Cliché n°2 : Filet à épervier.



Source : Auteur, juillet 2006.

b- Pirogue

C'est une pirogue à balanciers charpentée en fibre de vers. Elle est extrêmement légère et facile à manier et de plus, elle a une capacité allant jusqu'à 150 kg (voir cliché n°3).

Cliché n°3 : Pirogue à balanciers.



Source: Auteur, Juin 2006.

c- Plaque en pvc

Cette plaque sert de tableau pour noter le nombre de crevettes capturées à chaque lancer. Durant le dénombrement, c'est celui qui rame qui la tient et prend les données. Son usage est avantageux du fait qu'elle n'est point susceptible d'être mouillée à l'opposé d'une feuille de papier, et qu'un crayon de bois suffit pour écrire dessus.

2.2.2. Méthodes :

2.2.2.1. Déroulement du dénombrement

Comme on l'a déjà mentionné auparavant, le dénombrement est un échantillonnage systématique sur des points de lancers bien définis. La capture se fait moyennant d'un filet à épervier lancé à partir d'une pirogue.

Il nécessite trois personnes :

- ✓ un lanceur ;
- ✓ un rameur chargé aussi de noter les captures à chaque point de lancer ;
- ✓ et un superviseur chargé de contrôler le déroulement du travail.

A chaque capture, les deux personnes de la pirogue s'arrêtent pour faire le comptage. Après, les crevettes sont rejetées dans l'eau et ils passent au point de capture suivante.

Après le travail au bassin, le superviseur s'occupe de calculer les résultats.

2.2.2.2. Points d'échantillonnage

Il est crucial d'obtenir un échantillon représentatif de la population totale durant le dénombrement. Dans les tanks ou bacs de stabulation, il est facile de faire le dénombrement

de la population. Mais, ce n'est pas le cas dans un bassin. Il existe de nombreux facteurs qui les différencient, comme la répartition des crevettes dans le bassin. Celles de grande taille ont tendance à se réfugier en profondeur et celles de petite taille préfèrent les zones peu profondes de la périphérie. Aussi, dans les bassins de grande surface, les zones à proximité des aérateurs ou l'entrée d'eau sont peuplées par les crevettes de grande taille.

Selon la norme appliquée par la majorité des industries crevettecoles, l'échantillon doit être au nombre de 300 crevettes au moins, soit 0,3 % de la surface en eau du bassin. Le dénombrement est efficace dans la mesure où la taille de l'échantillon est représentative du bassin et non de la population. Plus la surface du bassin est grande, plus la variabilité de la taille des crevettes est grande aussi. Approximativement, 0,3 % de la surface est recommandé pour le dénombrement [16].

Le tableau suivant montre le nombre d'animaux à capturer et la surface d'échantillonnage (ou nombre de points de lancers) nécessaire pour des bassins de 0,5 à 4 hectares.

Tableau n°7 : Nombres de points de lancers pour différents bassins.

Surface [Ha]	Surface d'échantillonnage		Nombre de lancers	Nombre approximatif d'animaux
	%	m ²		
0,5	0,3	15	4	225 – 300
01	0,3	30	8	300 – 450
02	0,3	60	15	300 – 600
04	0,3	120	30	300 – 600

Source : [11]

Dans cette étude, dix (10) lancers par hectare ont été établis. Et le but est d'obtenir des échantillons représentatifs du bassin en question.

2.2.2.3. Conditions pour l'opération

Durant le dénombrement, les crevettes sont perturbées et se débattent pour échapper au filet. Elles sont très fragiles surtout durant les périodes de mue car le fait d'être capturées peut les tuer.

- La mue

Elle est commandée par la marée. Au fur et à mesure que le coefficient de marée augmente, le pourcentage de crevettes en mue diminue. En effet, elle est regroupée durant les marées de mortes eaux avec un pourcentage de crevettes molles de 30 à 60%. Cette période coïncide au premier quartier et au dernier quartier. Par contre, les crevettes sont dures au moment des marées de vives eaux, correspondant à la nouvelle lune et à la pleine lune, et où les pourcentages de crevettes molles atteignent parfois 0%. [22]

De plus, durant la période des mortes eaux, les crevettes ont instinctivement une tendance migratoire. En milieu naturel, elles migrent dans des zones d'environ 20 m de profondeur pour muer. Ce phénomène se manifeste par des mouvements circulaires tout autour du bassin en captivité. Les crevettes sont par conséquent mal réparties. Et, la pratique d'échantillonnage risque d'entraîner des mortalités importantes et de donner des résultats biaisés.

Le dénombrement peut se faire au moment des marées des vives eaux coïncidant à la nouvelle lune et à la pleine lune. A cette période du cycle lunaire, presque toutes les crevettes sont dures. Toutes les manipulations sont donc possibles et entre autre le dénombrement. Ainsi, la pratique ne risque pas de provoquer des mortalités et les crevettes n'ont pas la tendance migratoire.

- L'heure

Il est préférable de pratiquer le dénombrement de bon matin, vers 6 heures du matin avant la première distribution d'aliment. Suivant le protocole d'alimentation, cette dernière se fait à 6 heure et demie. Si le dénombrement se pratique après, les crevettes vont se concentrer dans les zones où il existe le plus d'aliments. Donc, la population est mal répartie. L'échantillonnage est alors perturbée car il existe des parties où le nombre d'animaux capturés est élevé et d'autres moins voire nul.

- Le vent

C'est un autre paramètre à considérer aussi pour la réussite du dénombrement. Durant les périodes de vent trop fort, le lancement du filet à épervier est pratiquement difficile. Soit il se ferme en l'air, soit l'ouverture devient trop grande. Ce qui engendre des erreurs aux résultats par le fait que l'ouverture est complètement différente de celle calculée auparavant.

Il faut alors travailler par un temps qui ne vente pas. Mais, s'il n'y a pas moyen d'éviter cette situation, le lanceur doit se positionner face au vent dominant pour que le filet ne se ferme pas.

2.2.2.4. Modalités de calcul.

La méthode de calcul est la suivante :

- Il faut d'abord additionner toutes les captures notées sur la plaque en pvc. Le nombre total est noté « N », il s'obtient par la formule suivante :

$$N = \sum N_c$$

N_c : nombre de crevettes capturées à chaque point de lancer.

- Ensuite le nombre par lancer : notation NL

N

$$\mathbf{NL} = \text{-----}$$

Nombre de lancer

Le nombre de lancer est fonction du bassin. Il est fixé à 10 lancers par hectare.

- Après avoir obtenu le nombre par lancer, il est possible de calculer la densité actuelle (au moment du dénombrement) ou densité du dénombrement (**Dd**) grâce à la formule suivante :

$$\mathbf{Dd} = \frac{\mathbf{NL}}{\mathbf{A}}$$

$\left\{ \begin{array}{l} \mathbf{Dd} = \text{densité du dénombrement} \\ \mathbf{NL} = \text{nombre par lancer} \\ \mathbf{A} = \text{ouverture du filet [m}^2\text{]} \end{array} \right.$

(L'ouverture des trois lanceurs est déjà représentée par le tableau précédent.)

La densité permet de connaître la charge du bassin. Ainsi, elle donne un aperçu sur l'évolution de l'élevage et aide à la prise de décision.

- Après la densité, la survie est obtenue en faisant le rapport entre la densité actuelle et la densité initiale :

$$\mathbf{srv.d} = \frac{\mathbf{Di}}{\mathbf{Dd}}$$

$\left\{ \begin{array}{l} \text{où } \mathbf{srv.d} = \text{survie [\%]} \\ \mathbf{Di} = \text{densité initiale [nombre/m}^2\text{]} \\ \mathbf{Dd} = \text{densité actuelle [nombre/m}^2\text{]} \end{array} \right.$

La connaissance de la survie est très importante pour la gestion de l'élevage. Elle permet de bien connaître la biomasse et aussi de savoir l'évolution de l'élevage. Elle donne des informations sur le bassin et la population s'il existe des maladies ou d'autres problèmes.

- Et enfin, la biomasse est obtenue en multipliant le nombre initial à la survie du dénombrement trouvée précédemment. Elle est notée « Bio.d ».

$$\mathbf{Bio.d} = \mathbf{Ni} \times \mathbf{srv.d} \times \mathbf{Pm}$$

Bio.d = la biomasse [kg]

Ni = nombre initial

srv.d = survie du dénombrement [%]

Pm = poids moyen des crevettes du bassin [g]

2.2.2.5.Synthèse

L'étude menée vise à estimer la biomasse d'un bassin donné. Pour y parvenir, il est nécessaire de connaître le poids moyen via l'échantillonnage et de faire un dénombrement. Ce dernier est réalisé moyennant d'un filet épervier, d'une pirogue. La biomasse est obtenue par la suite en calculant respectivement le nombre total de crevettes capturées, le nombre par lancer, la densité et la survie.

2.3. Suivi des mangeoires

2.3.1. Description

Afin de contrôler la consommation des animaux, les nourrisseurs versent une quantité d'aliments dans les mangeoires. Cette quantité est définie par le protocole d'alimentation. Suivant ce protocole, la vérification des mangeoires se fait quelques heures après la distribution.

Ce suivi vise à corriger la quantité d'aliment de la distribution suivante selon les résultats de la vérification.

2.3.2. Méthode de suivi

Le suivi s'effectue en notant la consommation des mangeoires. Cette notation se fait grâce à l'index de consommation des mangeoires.

2.3.2.1. Index de consommation des mangeoires ou TCI

C'est un système de notation de la consommation utilisé par les grandes industries aquacoles du monde [16]. Il est basé sur des notes numériques attribuées aux mangeoires. Pour le cas de l'étude, les index utilisés sont 0, 1, et 2.

L'index 0 : signifie que seuls 15% sont consommés ou le mangeoire n'est pas touché.

L'index 1 : signifie que la moitié est consommée.

L'index 2 : signifie que la totalité est consommée.

En supposant une consommation de 100%, l'index est de 12 (2 x 6 mangeoires). Donc, la consommation est exprimée en pourcentage et s'obtient par la formule suivante :

$$C = \frac{\sum TCI}{12} \quad \text{avec TCI: index de consommation des six mangeoires du bassin}$$

Avec un exemple : $\sum TCI = 7$ d'où $C = 7/12 = 58\%$.

2.3.2.2. Taux d'aliment des mangeoires

Ce taux est défini par le protocole d'alimentation de la ferme. Il est basé sur la densité et le poids moyen. Le tableau n°8 est un résumé de ce protocole.

Tableau n°8 : Taux d'aliment dans les mangeoires.

Densité inférieure à 10		
Pm [g]	Taux [%]	Vérification après distribution [heures]
[5 – 10[	01	03
[10 – 15[	01,5	02
[15 – 20[	02	02
Densité supérieure à 10		
Pm [g]	Taux [%]	Vérification après distribution [heures]
[5 – 10[	01	02
[10 – 15[	02	02
[15 – 20[	02,8	01,5

Source : AQUAMEN E.F, 2006.

2.3.2.3. Ajustement de la ration

Après avoir obtenu les résultats des mangeoires, la ration de la distribution suivante est ajustée directement sur le cahier de relevés des consommations d'aliment. Ce type d'ajustement est dit « ajustement horizontal » [16]. Il faut cependant déterminer une consommation de référence. Pour une consommation supérieure à celle-ci, la ration suivante est diminuée de 5%. Dans le cas opposé, 5% de l'aliment précédent est ajouté à la ration pour la distribution suivante. Durant cette étude, la consommation de référence est 70%. Généralement, la ration est augmentée ou diminuée de 5% à 20% selon les cas.

Trois types d'ajustement ont été proposés pour interpréter l'index de consommation et ajuster la ration selon le protocole d'alimentation. L'arrangement 1 est relativement conservateur tandis que l'arrangement 3 est comparativement agressif. L'arrangement 2 occupe une position intermédiaire. Un protocole d'ajustement conservateur est à recommander pendant la dernière étape de l'élevage. Le type agressif, d'autre part, est suggéré tôt quand les animaux sont encore petits et quand le taux de croissance est le plus haut.

Le tableau n°9 montre le protocole d'ajustement de la ration suivant l'index de consommation.

Tableau n°9 : Ajustement de la ration.

TCI	Consommation [%]	Type d'ajustement de la ration [%]		
		1	2	3
0	0	- 15 à 20	-15 à 20	- 5 à 10
1	8	- 10 à 15	- 15 à 20	- 5 à 10
2	17	- 5 à 10	- 10 à 15	- 5
3	25	- 5 à 10	- 5 à 15	- 5
4	33	- 5	- 5 à 10	- 5
5	42	- 5	- 5 à 10	maintenir
6	50	maintenir	- 5	maintenir
7	58	maintenir	- 5	maintenir
8	67	maintenir	maintenir	maintenir
9	75	maintenir	maintenir	maintenir
10	83	maintenir	maintenir	+ 5
11	92	+ 5	+ 5 à 10	+ 10 à 15
12	100	+ 5 à 10	+ 10	+ 10 à 20

Source : AQUAMEN E.F, 2006.

2.3.2.4. Détermination de la biomasse :

La biomasse est calculée à partir du tableau mettant en relation la biomasse et le poids moyen en considérant que la consommation est de 1 kg. Ce tableau est tiré du livre « Gold Coin Malaysia, Aquaculture Company » pour une densité d'élevage entre 25 et 30/m². Et, il est utilisé à la ferme de l'AQUAMEN E.F.

☞ Le calcul se fait en multipliant la consommation de la journée par le coefficient de la biomasse suivant le poids moyen.

Exemple : consommation/j = 52 kg, le poids moyen est de 14 g ; d'où :

La biomasse = $52 \times 33 = \underline{1716 \text{ kg.}}$

☞ Inversement, si la biomasse est connue, il est facile de calculer l'aliment à distribuer par jour :

Exemple : biomasse = 2250 kg, le poids moyen = 10 g d'où :

La ration par jour = $2250/27 = \underline{83,33 \text{ kg.}}$

Tableau n°10 : Détermination de la biomasse à partir des coefficients de la biomasse en fonction du poids moyen.

Pm (g)	Coeff. de la biomasse
1	9,4
2	12
3	14
4	16
5	18
6	20
7	22
8	24
9	25
10	27
11	29
12	30
13	31
14	33
15	34
16	35
17	37
18	37,5
19	38,5
20 et +	39

Source : *Gold Coin Malaysia*, Aquaculture compagnie. AQUAMEN E.F, 2006.

2.3.3. Matériels utilisés

Pour remplir les mangeoires, chaque nourrisseur est équipé de récipients servant à mesurer l'aliment. Ces récipients sont de trois sortes : 10 g, 50 g, 100 g. La vérification se fait à partir des passerelles ou à bord d'une pirogue à balancier. Après la vérification, les index sont notés sur un cahier appelé « relevés des consommations d'aliment » réservé au bassin pour l'ajustement de la ration.

Cliché n°4 : Vérification d'une mangeoire.



Source : Auteur, Juin 2006.

2.4. Méthode de traitement des données

Les variables

Les valeurs trouvées lors de l'expérimentation, les biomasses et les survies sont représentées sur des courbes pour apprécier leurs évolutions. Les interrelations entre elles d'une part et les données théoriques vont permettre de tirer des conclusions quant à l'efficacité de l'outil d'estimation utilisé. Aussi, les interrelations entre les résultats du dénombrement et ceux du suivi des mangeoires à ceux de la pêche ont été recherchés. Parce que ce n'est qu'après cette dernière que la biomasse finale est connue.

Les traitements ont été effectués sur ordinateur avec les logiciels « Microsoft Excel » et le « JMP 5.0.1 ». Ils ont servi à établir les interrelations par l'intermédiaire des coefficients de corrélation, des courbes et des droites de régression entre deux facteurs.

Le coefficient de corrélation exprime l'intensité de la liaison linéaire entre deux variables quelconques.

- si $r = 0$, les caractères sont complètement indépendants ;
- si $r = 1$, il existe une relation linéaire positive rigide entre les deux caractères avec une variation dans le même sens ;
- si $r = -1$, il existe une relation linéaire négative rigide entre les deux caractères avec une variation dans le sens contraire ;

- si $0 < r < 1$, il indique une corrélation positive d'autant plus marquée que r est voisin de 1 ;
- si $-1 < r < 0$, il indique une corrélation négative d'autant plus marquée que r est voisin de -1.

Les différences entre les résultats des dénombrements et ceux de la pêche sont à calculer avec ceux du suivi des mangeoires et de la pêche. Les différences sont considérées comme les erreurs des deux outils. La marge d'erreur posée est de 5%. La comparaison des erreurs, appuyée par les coefficients de corrélation, va permettre de déterminer l'outil le plus efficace pour estimer la biomasse.

2.5. Limites de la méthodologie

Cette partie détaille les limites de l'approche méthodologique mise en œuvre pour la réalisation de l'étude expérimentale.

Comme toute étude expérimentale, divers problèmes ont été identifiés et peuvent avoir des impacts sur les résultats de l'expérience.

Tout d'abord, le nombre de bassins pris en compte a été insuffisant pour mener à bien tous les essais. De ce fait, les observations se sont limitées aux observations.

De plus, les points suivants méritent d'être soulignés :

Problème hiérarchique :

Au début des travaux sur terrain, les responsables du département production ont eu du mal à saisir les objectifs recherchés. Mais après de longues discussions, l'étude a commencé normalement. Mais, il a fallu leur feu vert à chaque fois que des mesures sont à effectuer. Des fois, des mesures ont été interdites pour des raisons inexplicables. Du coup, le paramètre temps et les conditions de mise en œuvre mentionnée dans la méthode n'ont pas été respectés. Aussi, le nombre de mesures faites par bassin est devenu insuffisant. Trois mesures seulement ont été effectuées pour les bassins A, C et D ; et cinq pour B.

Concernant la mise en œuvre du dénombrement:

D'abord, résultant des problèmes hiérarchiques, les lanceurs ne sont pas disponibles au moment où le dénombrement s'effectue en raison des autres obligations de travail.

Ensuite, les conditions de mise en œuvre n'ont pas été respectées. Quelques mesures ont été faites après la distribution des aliments. D'autres sont en retard de quelques jours par rapport au cycle lunaire et le mouvement des marées.

Et en dernier lieu, il a été noté dans le plan de recherche de calculer le taux de recapture lors de l'échantillonnage. Mais faute de matériels adéquats et de moyens pour marquer les crevettes capturées, ce point n'a pas pu être étudié.

➤ Incompatibilité entre les résultats de la pêche et ceux des dénombrements :

La pêche des quatre bassins étudiés a été faite après trois semaines des dernières mesures. Pour le bassin A, le dernier dénombrement a été fait à un poids moyen de 13 g et la pêche à 20,81 g. Et le bassin B, le dernier dénombrement a été réalisé avec un poids moyen de 18,5 g et la pêche à 21 g. Pour le bassin C, le dernier dénombrement à 21 g et la pêche à 21,01 g et pour D, le dénombrement est à 14,6 g et la pêche à 15,83 g. Donc, les poids moyens lors des deux opérations sont différents. Les événements qui se sont produits durant ces trois semaines ne sont pas considérés (surtout la mortalité). C'est pourquoi, la détermination des coefficients de corrélation a été limitée tout simplement car il est impossible de faire des comparaisons entre les résultats des dénombrements et ceux de la pêche.

➤ Le problème du bassin B :

Ce bassin a aussi fait l'objet d'une expérience d'un produit nommé « Probiotic » dont on n'a pas voulu nous donner des informations. D'après les documents de la société TYCA Sarl, le produit en question a comme rôle de digérer les déchets organiques et inorganiques du bassin par l'action des bactéries contenues dans l'élément du mélange appelé « Epicine ». L'objectif principal est de réduire la quantité des déchets du bassin et par conséquent le changement d'eau (5% par semaine). De plus, il agit sur le développement des bactéries associées aux proies vivantes et larves. Il permet d'améliorer sensiblement le taux de production des **Rotifères et Artémia sp.** et plus particulièrement le taux de survie et la croissance des crevettes (ou poissons si pisciculture) en empêchant la croissance des bactéries pathogènes

Après 122 jours d'élevage, une mortalité massive due à une insuffisance d'oxygène s'est produite. La perte a été estimée à environ sept (07) tonnes après un dénombrement (trois jours après cet incident).

L'étude a été alors perturbée par les frustrations des hauts responsables. De telle mesure est interdite sans l'approbation de la direction.

➤ Les paramètres physico-chimiques :

Durant toute l'étude, aucune mesure de l'oxygène dissous n'a été faite car la ferme ne possède pas d'oxymètre. Concernant la température, sa mesure ne se fait qu'en hiver. La société n'a que deux thermomètres et que seul le responsable du bassin B a le droit

d'utiliser. Seule la turbidité fait l'objet de mesure journalière. Par contre, il n'existe aucune mesure du pH, ni du taux d'ammoniaque, ni celles du nitrate et du nitrite.

➤ Concernant le suivi des mangeoires :

Pour remplir les mangeoires, certains nourrisseurs n'utilisent pas les tubes servant de mesurenttes. La quantité n'est donc pas respectée et non précise.

De plus, la vérification des mangeoires est trop avancée. Du fait de l'inexistence de transport allant des bassins d'élevage jusqu'à la base vie, les ouvriers ont tendance à quitter leur poste tôt pour ne pas arriver en retard au réfectoire (distance entre les bassins et la base vie de 4 à 5 kilomètre).

➤ Le taux de recapture :

En 2000, une campagne de marquage a été effectuée au sein du Projet National de Recherches Crevettières, pour la pêche crevettière, à fin de déceler l'énigme de la migration des crevettes en milieu naturel. Les crevettes sont marquées moyennant de rubans de vinyl numérotés individuellement. Et, le taux de recapture est calculé à partir d'une fiche contenant le nombre de crevettes marquées pêchées deux fois voire plus [18]. Cette campagne a révélé des résultats prometteur : le taux de recapture a été bien estimé, le taux de mortalité n'a pas dépassé les 5%.

Ces techniques sont aussi applicables aux crevettes en captivité. Mais durant ce travail de recherche, ce taux n'a jamais été considéré. Mais lors des différentes mesures effectuées, l'existence de recaptures est fort probable. Car à chaque point de capture, après le comptage, les crevettes sont relâchées dans le bassin et le lanceur passe au point suivant. Le principal facteur limitant est la technique de marquage que la ferme ne dispose pas et de ce fait impossible à réaliser. De plus, les responsables ne sont pas d'avis de peur de créer des mortalités et de nuire à la croissance des crevettes. Malgré l'initiative de vouloir assumer toutes les charges financières nécessaires à sa réalisation, le suivi n'a pas eu lieu.

3. SYNTHESE DE LA DEMARCHE

Il est très important de connaître la biomasse d'un bassin donné en cours d'élevage. Pour la connaître, il est nécessaire d'avoir des outils d'estimation : « le dénombrement » et le « suivi des mangeoires ».

Le dénombrement se fait moyennant d'un échantillonnage du bassin sur dix points de capture par hectare. Le nombre de crevettes capturées est ramené par surface (densité) pour obtenir la survie. Et en association avec le poids moyen, la biomasse est calculée avec le nombre initial.

Le suivi des mangeoires est aussi un outil d'estimation de la biomasse en utilisant le tableau qui montre la relation entre le poids moyen et la biomasse avec une consommation d'aliment de 1 kg.

Pour vérifier l'efficacité des deux outils, il faut déterminer le coefficient de corrélation entre leurs résultats et ceux de la pêche. Ainsi, cela permet de connaître l'outil le plus efficace quant à la détermination de la biomasse.

Les dénombrements servent à estimer la densité de crevettes, en l'occurrence, la biomasse restante dans un bassin au cours de l'élevage. La méthode employée consiste à lancer un filet épervier dont la surface est connue et ensuite de compter les crevettes capturées. L'estimation se fait suivant la surface du filet / le nombre de crevettes capturées / le nombre de lancers. Ce calcul permet d'obtenir une densité par m² qui est ensuite multipliée par la surface du bassin et par le poids moyen.

Cette estimation de la densité de crevettes peut se faire aussi en fonction de la quantité d'aliments consommée contrôlée avec les " mangeoires ".

Troisième partie:

Résultats, Analyses, Discussions et Recommandations.

TROISIEME PARTIE : Résultats, Analyses, Discussions et Recommandations.

Cette dernière partie essaie de décrire, d'interpréter, d'analyser les résultats observés, et enfin d'avancer des propositions sur l'outil d'estimation à utiliser et aussi des améliorations concernant la conduite d'élevage de l'exploitation.

1. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Tous les résultats sont présentés sous forme de tableaux et de graphes. Le nombre de dénombrements par bassin est différent à cause des problèmes mentionnés précédemment. Concernant le suivi des mangeoires, il a été effectué journalièrement. Et, les résultats présentés par la suite sont ceux coïncidés avec la date des dénombrements respectifs dans le but de comparer les deux mesures.

Les interprétations sont basées sur les dates, le cycle lunaire qui y correspondent, sur le lanceur pour les dénombrements et sur la conduite du suivi des mangeoires. Concernant les paramètres physiques et chimiques de l'eau, ils n'ont pas fait l'objet de mesure à l'exception de la turbidité.

1.1. Résultats des dénombrements

Pour chaque bassin, les résultats sont présentés sous forme de tableau avec le poids moyen, l'âge, le cycle lunaire, le lanceur et la biomasse trouvée. A l'appui, ils sont représentés sous forme de graphes pour mieux appréhender leurs évolutions.

1.1.1. Bassin A

Trois mesures ont été faites pour ce bassin. Les résultats sont résumés sur le tableau n°11.

Tableau n°11 : Synthèse des résultats du dénombrement pour le bassin A.

Dénombrement	1er	2ème	3ème
Age [j]	100	170	192
Date	15 Avril	24 Juin	16 Juillet
Heure de début	7 h 15'	7 h 20'	7 h 08'
Cycle lunaire	PL + 2	NL - 1	DQ - 1
Lanceur	Nestor	Nestor	Albin
Ouvertures [m²]	6,3	6,3	5,3
Pm [g]	7,6	12,5	13
Biomasse [kg]	4204	6622	5591

Source : *Auteur*, Novembre 2006.

PL + 2 : pleine lune plus deux jours.

NL : nouvelle lune.

DQ : dernier quartier.

PQ : premier quartier.

- la première mesure a été faite avant la distribution des aliments. Donc, l'alimentation n'entrave pas la dispersion des crevettes dans le bassin. La biomasse trouvée est de 4204 kg et le tableau de bord a indiqué une valeur de la biomasse égale à 3115 kg avec une survie de 80% contre 95% pour le dénombrement.
- La deuxième mesure a été faite avant la distribution d'aliments. Donc, les crevettes sont réparties équitablement dans le bassin. La biomasse est de 6622 kg et pour le tableau de bord 5230 kg. En effet, la biomasse trouvée par le dénombrement est supérieure à celle du tableau de bord. En terme de survie, le dénombrement trouve 91% et le tableau de bord 72%.
- La troisième mesure a été effectuée toujours avant l'alimentation. Le dénombrement a trouvé une biomasse de 5591 kg contre 5364 kg pour le tableau de bord. Les survies sont respectivement de 74% et 71%.

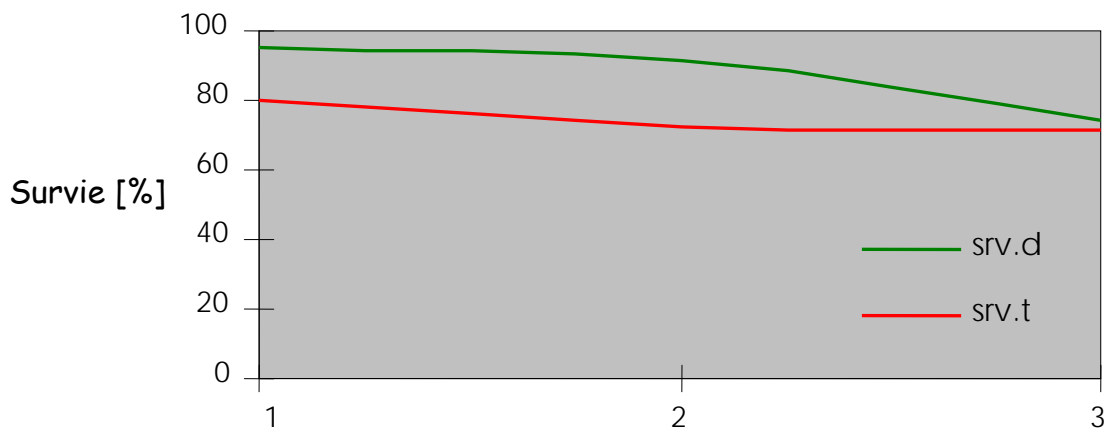
Ces écarts sont probablement dûs au protocole qui a tendance à sous estimer la survie, et par la suite la biomasse.

Concernant le cycle lunaire et la marée, la date où les mesures ont été faites est très variable. Pour les deux premières mesures, les dates sont proches de la pleine et la nouvelle lune,

c'est-à-dire que les crevettes sont encore dures. Mais pour la troisième mesure, la mesure a été faite un jour avant le dernier quartier de la lune. Donc, elle correspond à la période des mortes eaux.

Les courbes suivantes représentent l'évolution de la survie par rapport à la survie théorique, et la biomasse du dénombrement et la biomasse théorique.

Figure n°10 : Evolution de la survie du dénombrement et de la survie théorique pour le bassin A.



Source : Auteur, Novembre 2006.

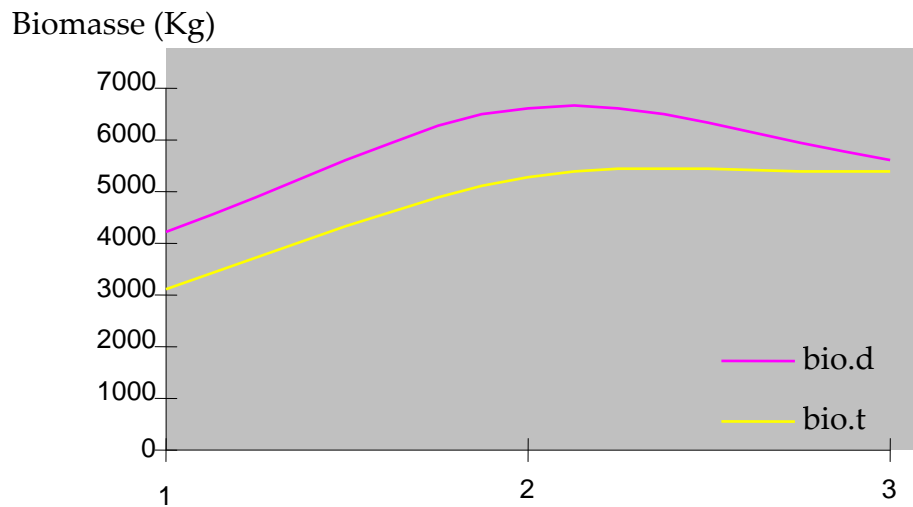
srv.d : survie du dénombrement

srv.t : survie théorique.

D'après la figure ci-dessus, la survie trouvée lors des dénombrements est supérieure aux survies théoriques surtout lors de la première mesure, même chose pour la biomasse. A la deuxième mesure, la survie trouvée par le dénombrement commence à descendre et la survie théorique se stabilise à 72%. Et à la troisième mesure, la survie du dénombrement rejoint la survie théorique du tableau de bord à 74% (srv.t est de 71%). En effet, la survie théorique est sous estimée suivant le protocole. Mais avec le dénombrement, la survie est estimée suivant le nombre de crevettes capturées dans le bassin.

De ce fait, la biomasse suit aussi cette logique en rejoignant la valeur du tableau de bord à la troisième mesure. Le graphe infra révèle l'évolution des valeurs de la biomasse trouvées par les dénombrements et les valeurs théoriques.

Figure n°11 : Evolution de la biomasse du dénombrement et du tableau de bord pour le bassin A.



Source : Auteur, Octobre 2006.

bio.d : biomasse trouvée lors du dénombrement.

bio.t : biomasse du tableau de bord.

1.1.2. Bassin B

Cinq dénombrements ont été effectués pour le bassin B et les résultats sont montrés par le tableau suivant.

Tableau n°12 : Synthèse des résultats du dénombrement pour le bassin B.

Dénombrement	1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}	5 ^{ème}
Age [j]	65	112	125	136	176
Date	14 Avril	31 Mai	13 Juin	24 Juin	03 Août
Heure de début	06h 40'	07h 06'	07 h	07 h	07 h
Cycle lunaire	PL + 1	NL +4	PL +2	NL -1	PQ +1
Lanceur	Basile	Albin	Nestor	Albin	Nestor
Ouvertures [m ²]	7,69	5,3	6,3	5,3	6,3
Pm [g]	6,7	13	16	17	18,5
Biomasse [kg]	3448	9446	1729	4244	2194

Source : Auteur, Octobre 2006.

La première mesure a été faite le 14 avril à 6 heures et 40 minutes et avant la distribution d'aliments pour que les crevettes se répartissent équitablement dans le bassin.

La biomasse trouvée est de 3448 kg et pour le tableau de bord une valeur de 4106 kg. Pour ce cas, le tableau de bord est surestimé par rapport aux résultats du dénombrement.

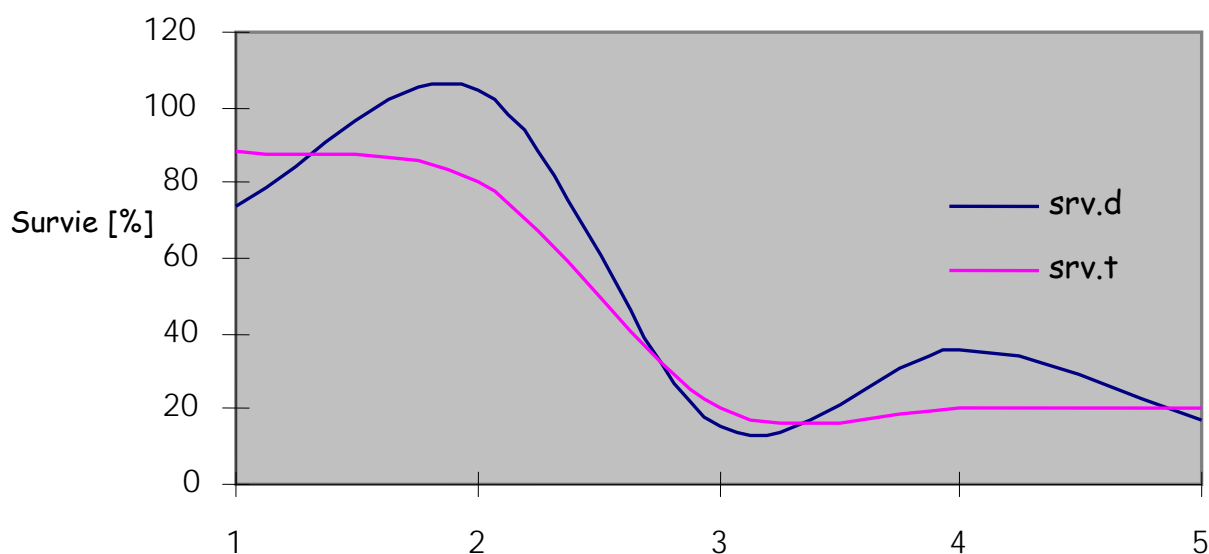
A la deuxième mesure, la biomasse du dénombrement est devenue largement supérieure à celle du tableau de bord (9446 kg pour le dénombrement et 7242 kg pour le tableau de bord). Elle n'a été effectuée que 47 jours après le premier dénombrement, le 31 Mai à 7h 06.

Après la troisième mesure, la perte due à l'insuffisance d'oxygène survenue à la 122^e jour d'âge (le 10 juin) est estimée à 7717 kg.

La quatrième a été faite le 24 juin à 7 heures du matin. Et les résultats ont révélé une forte supériorité à ceux du tableau de bord, soit 4244 kg pour le dénombrement contre 2368 kg pour le tableau de bord. Il a donc fallu effectuer une cinquième mesure (le 03 Août à 7h) pour confirmer les résultats. Celle-ci a trouvé une biomasse égale à 2149 kg (survie à 17%) tandis que l'estimation théorique a trouvé une biomasse égale à 2577 kg avec une survie 20%.

Les figures ci-après représentent l'évolution respective de la survie et de la biomasse mesurées lors des dénombrements.

Figure n°12 : Evolution des survies du dénombrement et du tableau de bord pour le bassin B.

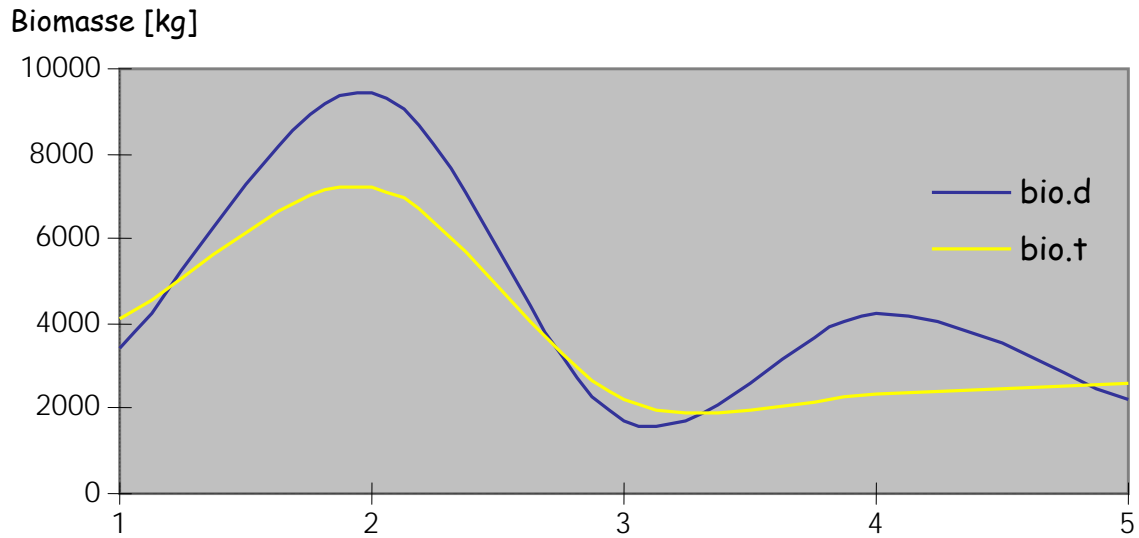


Source : Auteur, Novembre 2006.

srv.d : survie trouvée après le dénombrement.

srv.t : survie théorique.

Figure n°13 : Evolution de la biomasse du dénombrement et du tableau de bord pour le bassin B.



Source : Auteur, Novembre 2006

bio.d : biomasse trouvée lors du dénombrement.

bio.t : biomasse du tableau de bord.

La courbe des biomasses trouvées par les dénombrements présente trois phases bien distinctes :

- la première est une phase ascendante qui correspond à la phase active de la croissance avant le poids moyen de 12 g [21] ;
- la deuxième, descendante, correspond à la mortalité massive du 10 juin après le troisième dénombrement ;
- et la troisième correspond à la phase de faible croissance observée après le poids moyen de 12 g [21].

Pour le tableau de bord, après la troisième mesure, la biomasse et la survie sont presque constantes. C'est la raison pour laquelle un cinquième dénombrement a été fait pour confirmer les résultats.

1.1.3. Bassin C

Pour ce bassin, trois mesures ont été faites et elles sont résumées dans le tableau n°13.

Tableau n°13 : Synthèse des résultats du dénombrement pour le bassin C.

Dénombrement	1er	2ème	3ème
Age [j]	78	114	152
Date	27 Avril	02 Juin	10 Juillet
Heure de début	08 h	08h 20'	08h 25
Cycle lunaire	NL	NL + 6	PL - 1
Lanceur	Basile	Basile	Basile
Ouvertures [m²]	7,69	7,69	7,69
Pm [g]	8,2	15,5	21
Biomasse [kg]	1219	2029	2328

Source : *Auteur*, Octobre 2006.

Les mesures pour le bassin C sont en retard par rapport aux autres. En effet, un seul lanceur s'occupe de ce bassin et le bassin D. Le dénombrement du premier ne commence qu'après avoir fini celui du dernier. C'est aussi la raison pour la quelle, la date de mesure de ces deux bassins sont identiques. En plus, ils ont le même âge et se trouvent côte à côte.

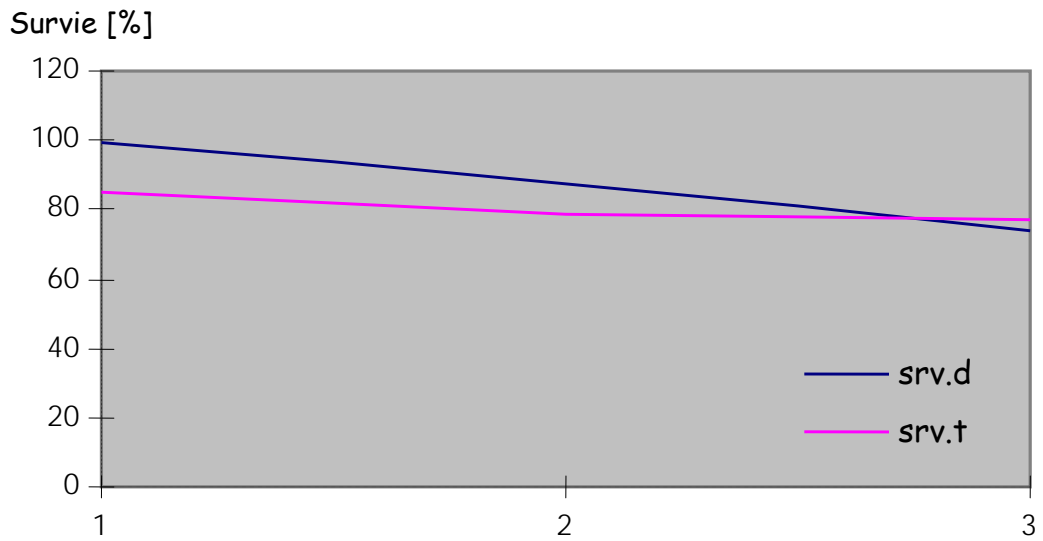
En ce qui concerne les survies, celles trouvées par le dénombrement sont supérieures à celles du tableau de bord durant les deux premières mesures. Mais c'est le cas contraire à la troisième mesure (74% srv.d et 77% srv.t).

Quant à la biomasse, les courbes représentées ci-dessous sont presque parallèles. Et la biomasse du tableau de bord est toujours inférieure à celle des dénombrements. Ce parallélisme indique que ces deux courbes suivent, presque, le même rythme de croissance.

Dans l'étude menée, c'est le seul bassin qui a présenté ce cas. Et selon AVALLE O., 1994 [7], la biomasse doit normalement évoluer comme cette courbe.

En faisant la comparaison avec les survies théoriques, les différences sont représentées sur la figure n°14.

Figure n°14 : Evolution des survies du dénombrement et du tableau de bord pour le bassin C.

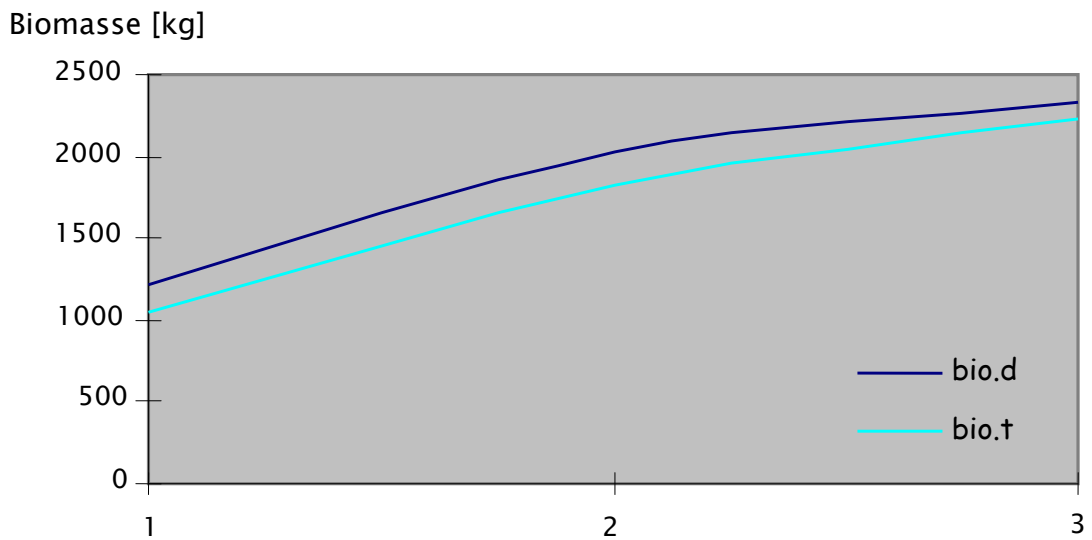


Source : Auteur, Novembre 2006.

srv.d : survie trouvée après le dénombrement.

srv.t : survie théorique.

Figure n°15 : Evolution de la biomasse du dénombrement et du tableau de bord pour le bassin C.



Source : Auteur, Novembre 2006.

bio.d : biomasse trouvée lors du dénombrement.

bio.t : biomasse du tableau de bord.

1.1.4. Bassin D

Trois dénombrements ont été effectués pour ce bassin. Et les résultats sont montrés par le tableau suivant :

Tableau n°14 : Synthèse des résultats du dénombrement pour le bassin D.

Dénombrement	1er	2ème	3ème
Age [j]	78	114	152
Date	27 Avril	02 Juin	10 Juillet
Heure de début	07 h	07h 15'	07h 20'
Cycle lunaire	NL	PQ - 2	PL - 1
Lanceur	Basile	Basile	Basile
Ouvertures [m²]	7,69	7,69	7,69
Pm [g]	8	12	14,6
Biomasse [kg]	1049	1493	1492

Source : Auteur, Novembre 2006.

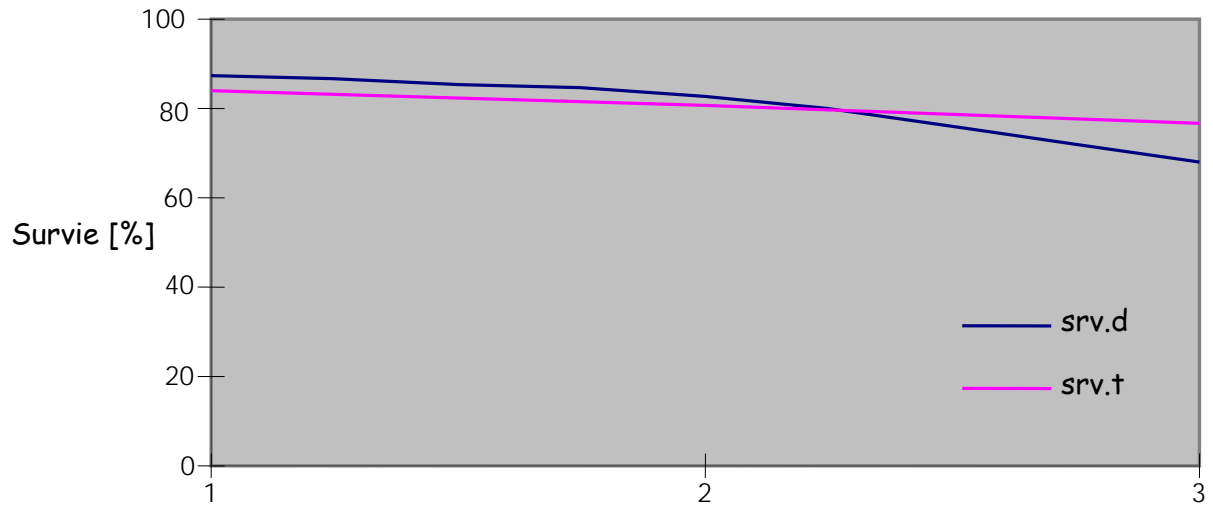
A la première mesure, la biomasse trouvée est de 1049 kg contre 1019 kg pour le tableau de bord. Respectivement, les survies sont de 87% et de 84%.

Pour la deuxième, la biomasse indiquée par ce dernier est de 1460 kg contre 1493 kg pour le dénombrement. La survie est 83% pour le dénombrement et 81% au tableau de bord.

A la dernière mesure, la biomasse du tableau de bord est de 1688 kg et celle du dénombrement de 1492 kg. Et les survies sont, respectivement, de 77% et 68%. Le dénombrement a trouvé des valeurs de la biomasse supérieures à celles du tableau de bord sauf pour la dernière mesure.

La figure suivante montre l'évolution des survies trouvées par les trois dénombrements et celles estimées sur le tableau de bord.

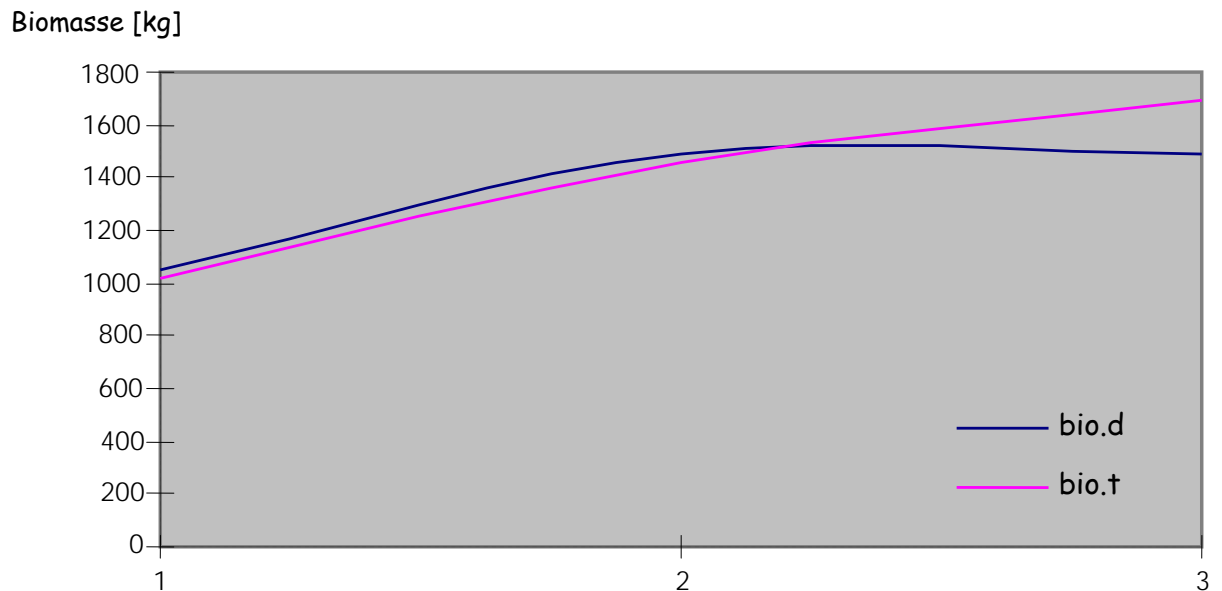
Figure n°16 : Evolution des survies du dénombrement et du tableau de bord pour le bassin D.



Source : *Auteur*, Novembre 2006.

Comme le montre cette figure, la survie du dénombrement est légèrement supérieure en début d'élevage. Après la deuxième mesure, elle commence à descendre et finit par devenir inférieure à la survie théorique en fin d'élevage.

Figure n°17 : Evolution de la biomasse du dénombrement et du tableau de bord pour le bassin D.



Source : *Auteur*, Novembre 2006

1.2. Suivi des mangeoires

1.2.1. Résultats des mangeoires du bassin A

En considérant les résultats des mangeoires aux trois dates des dénombrements, les valeurs de la biomasse sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau n°15 : Biomasses trouvées par le suivi des mangeoires :

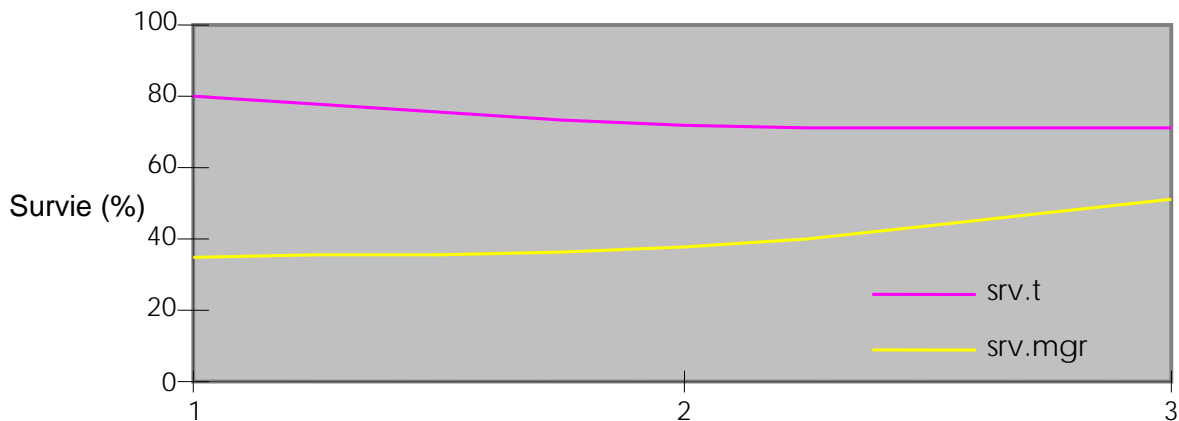
Date	15 Avril	24 Juin	16 Juillet
Biomasse (kg)	1366	2846	3836

Source : *Auteur*, Novembre 2006.

Selon ce tableau, les valeurs trouvées par le contrôle des mangeoires sont largement faibles par rapport à celles des dénombrements et du tableau de bord. A la mesure du 15 Avril, la biomasse trouvée est de 1366 kg et pour le tableau de bord 3115 kg. Le 24 Juin elle est de 2846 kg contre 5291 kg, et le 16 Juillet, 3836 kg contre 5264 kg.

Les graphes suivants montre l'évolution des survies et des biomasses trouvées lors des contrôles effectués.

Figure n°18 : Evolution des survies trouvées à partir des suivis des mangeoires par rapport au tableau de bord pour le bassin A.



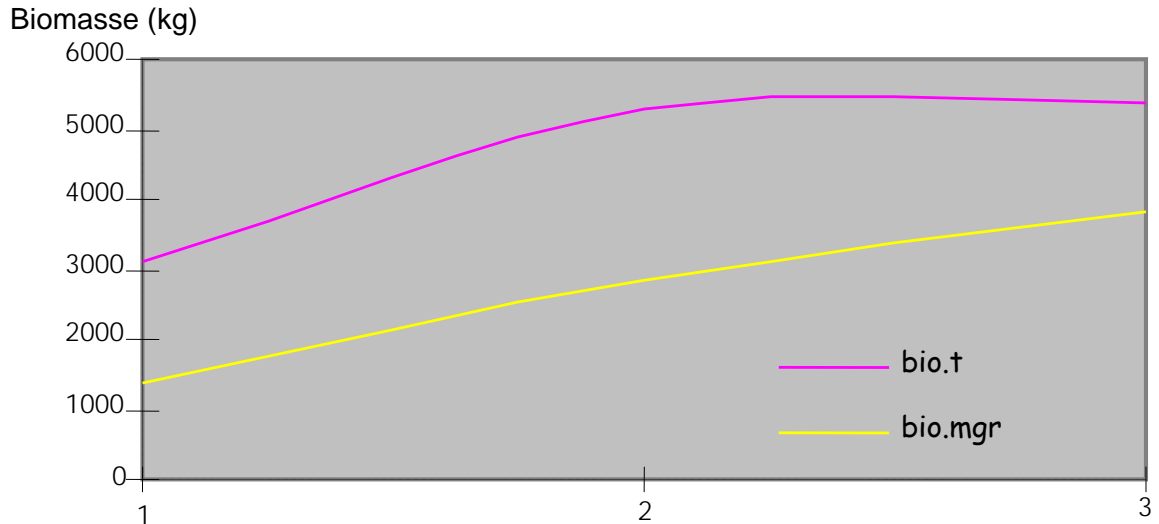
Source : *Auteur*, Novembre 2006.

srv.mgr : survie trouvée lors du suivi des mangeoires.

D'après la figure ci-dessus, les survies du tableau de bord sont largement supérieures aux résultats des suivis des mangeoires. Donc, les résultats des mangeoires sont sous estimés que ceux du tableau de bord.

Et le graphe de la figure n°19 représente les biomasses trouvées pour ce bassin.

Figure n°19 : Evolution des biomasses trouvées à partir des suivis des mangeoires par rapport au tableau de bord pour le bassin A.



Source : Auteur, Novembre 2006.

bio.t : biomasse du tableau de bord.

bio.mgr : biomasse trouvée à partir du suivi des mangeoires.

Ce graphe indique aussi que la biomasse trouvée par les suivis des mangeoires est très faible par rapport à celle du tableau de bord. Au premier contrôle, la biomasse donnée par les mangeoires est de 1366 kg contre 3115 kg pour le tableau de bord. Au deuxième, la biomasse indiquée par les mangeoires est de 2846 kg et 5291 kg pour le tableau de bord. Enfin, pour le troisième contrôle, les mangeoires ont donné une biomasse de 3836 kg et le tableau de bord indique 5364 kg. Et ces valeurs confirment la sous estimation des résultats des mangeoires.

1.2.2. Résultats des mangeoires du bassin B

Selon les dénombrements, cinq valeurs de la biomasse ont été prises en compte pour les mangeoires. Elles sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau n°16 : Biomasse relative aux mangeoires correspondant à chaque date des dénombrements pour le bassin B.

Date	14 Avril	31 Mai	13 Juin	24 Juin	03 Août
Biomasse (kg)	1747	2290	69	635	1193

Source : Auteur, Novembre 2006.

En premier lieu, la variation de la biomasse calculée à partir des consommations des mangeoires, durant tout le cycle d'élevage est anormale. En effet, la valeur de la biomasse doit connaître une croissance linéaire du début d'élevage jusqu'au poids moyen de 12 g.

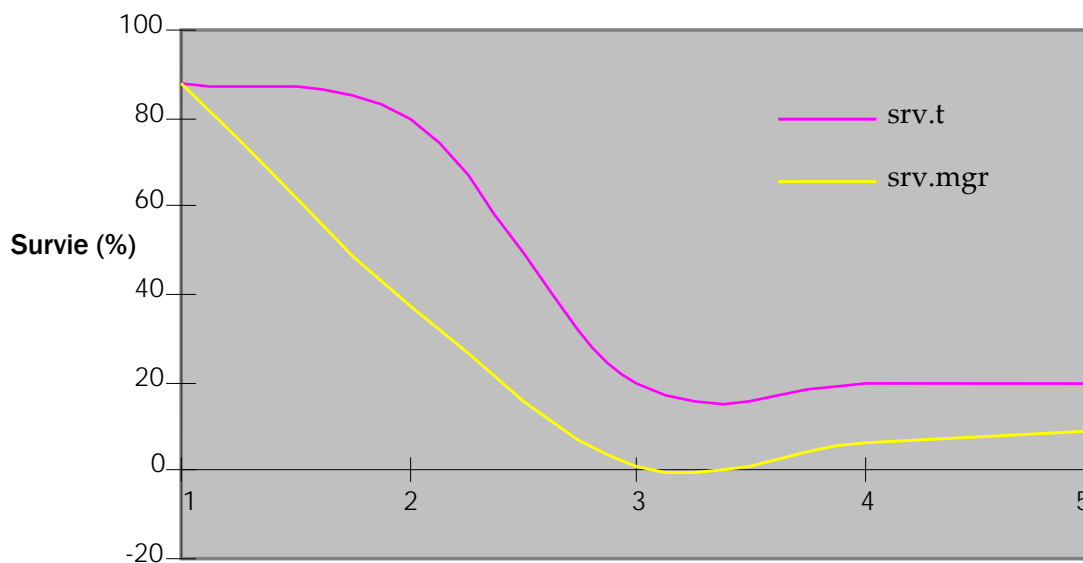
Ensuite, elle croît doucement jusqu'à la pêche à un poids moyen de 20 g. Des fois, les responsables pêchent dans les bassins des crevettes ayant un poids moyen de 18 g. Le but de la pêche est de libérer les bassins et de ne pas retarder le cycle suivant.

Dans ce tableau, après la déficience en oxygène, le 13 Juin plus exactement, la biomasse restant est de 69 kg. Donc, presque tous les animaux de ce bassin ont péri et la survie est environ 01%.

De plus, toutes les valeurs de la biomasse trouvées sont inférieures à celles du dénombrement et à celles du tableau de bord.

La figure infra présente les survies trouvées par rapport à celles du tableau de bord.

Figure n°20 : Survies calculées à partir des mangeoires et celles du tableau de bord.

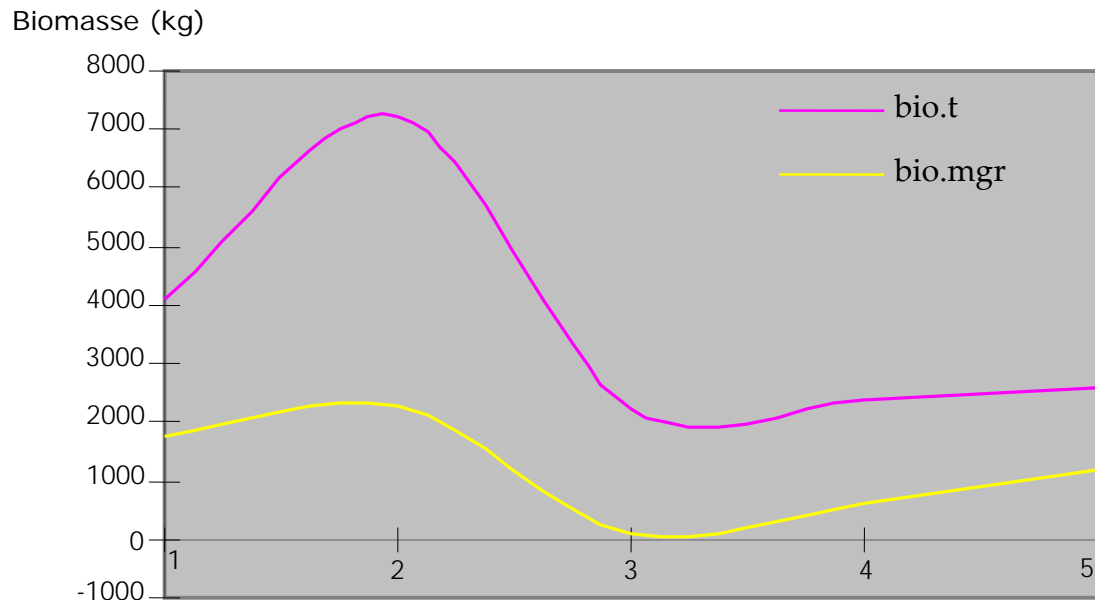


Source : Auteur, Novembre 2006.

Selon ce graphe, la survie est de 1% après le problème d'oxygène du 10 juin et n'atteint que 9% en fin d'élevage. Dans le tableau de bord, elle est de 20% depuis cette date jusqu'à la pêche.

La biomasse de ce bassin selon la consommation des mangeoires est représentée dans la figure n°21.

Figure n°21 : Evolution de la biomasse selon les données des mangeoires comparée à celle du tableau de bord, pour le bassin B.



Source : Auteur, Novembre 2006.

Dans ce graphe, la courbe de la biomasse passe par l'axe des abscisses à la troisième mesure. Ce point correspond à la survie de 1% trouvée dans le graphe précédent. Par rapport au graphe des bio.t, celui des bio.mgr se trouve en dessous depuis le début du cycle jusqu'à la fin.

1.2.3. Résultats des mangeoires des bassins C et D

En début d'élevage, les survies et les biomasses trouvées sont légèrement supérieures à celles du tableau de bord et des dénombrements. Ce qui les différencie des deux bassins précédents.

Ces résultats, en terme de biomasse, sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau n°17 : Synthèse des résultats des mangeoires pour les bassins C et D.

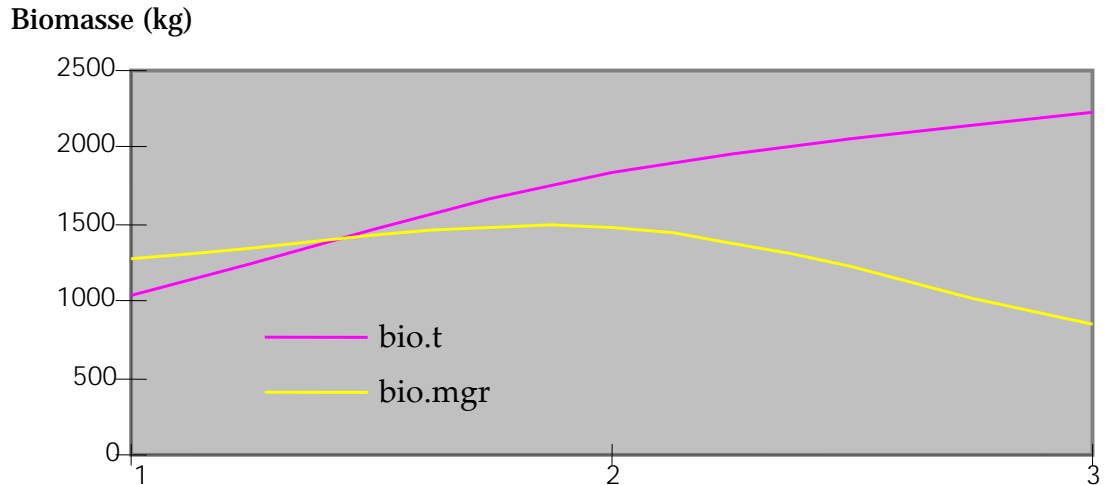
Date	Biomasse [kg]	
	Bassin C	Bassin D
27 Avril	1282	1297
02 Juin	1474	727
10 Juillet	846	370

Source : Auteur, Novembre 2006.

Le tableau n°17 montre que les deux bassins ont pratiquement différentes valeurs de la biomasse même s'ils ont le même âge. Les valeurs du 27 Avril se rapprochent un peu mais la différence débute au deuxième contrôle jusqu'au troisième.

La figure suivante représente la biomasse pour le bassin C par rapport à celle du tableau de bord:

Figure n°22 : Biomasse des mangeoires comparée à celle du tableau de bord pour le bassin C.



Source : *Auteur*, Novembre 2006.

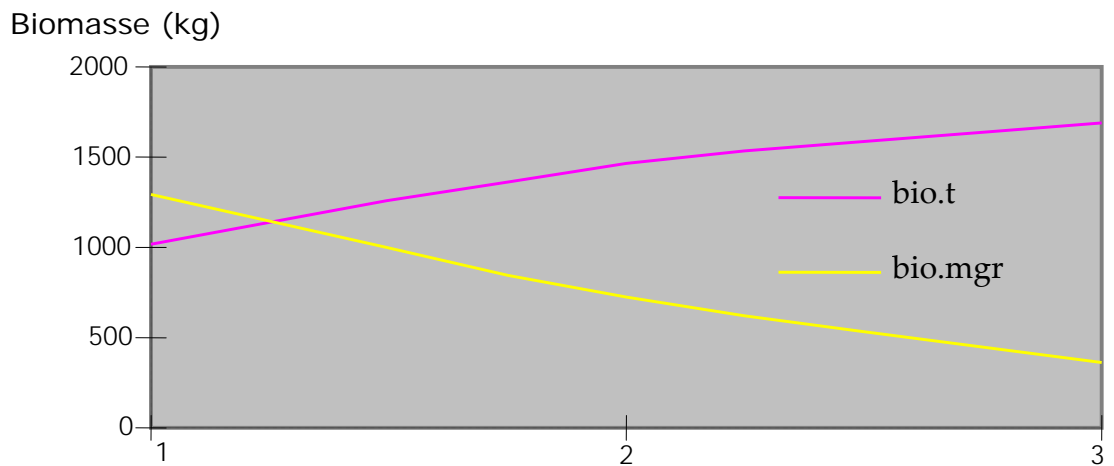
bio.t : valeur de la biomasse du T.B.

bio.mgr : valeur de la biomasse trouvée avec le suivi des mangeoires

Au début, la « biomasse des mangeoires » est au-dessus de « la biomasse théorique » mais cette première descend progressivement jusqu'à la fin de l'élevage.

Et la figure suivante montre la biomasse trouvée pour le bassin D.

Figure n°23 : Courbe des biomasses trouvées par le suivi des mangeoires pour le bassin D.



Source : *Auteur*, Novembre 2006.

D'après ce graphe, la tendance de la bio.t et bio.mgr est complètement opposée. La première augmente avec le temps tandis que la dernière diminue.

1.3. Résultats de la pêche

Comme on l'a déjà mentionné ultérieurement, la pêche n'a été faite que quelques semaines après les dernières mesures (dénombrement et suivis des mangeoires). Les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau n°18 : Résultats de la pêche des quatre bassins de l'étude.

Bassins	A	B	C	D
Date de pêche	26 Sept.	25 Août	26 Août	26 Août
*Pm final [g]	16,22	20,81	21,01	15,83
Survie finale [%]	64,5	16	70	68
Biomasse finale [kg]	5554	2312	2200	1625

(*)Pm : poids moyen.

Source : AQUAMEN E.F, Octobre 2006.

Le bassin A n'a été pêché qu'un mois après les trois autres. En terme de poids moyen, les bassins A et D n'ont pas atteint 20 g (objectif de la ferme).

1.4. Comparaison des résultats de la pêche et des dénombrements

Après avoir calculé les corrélations entre les résultats des dénombrements et celles de la pêche, le tableau suivant a été établi pour les résumer.

Tableau n°19 : Corrélations entre les résultats des dénombrements et celles de la pêche.

Bassins	A	B	C	D
Bio.p [kg]	5554	2312	2200	1625
Bio.d final [kg]	5591	2194	2328	1492
R ²	0,926	0,609	0,96	0,88

Source : Auteur, Novembre 2006.

Bio.p : biomasse trouvée à la pêche.

Bio.d final : biomasse trouvée par le dernier dénombrement.

Les résultats des dénombrements et de la pêche sont fortement corrélés positivement. Le coefficient le plus bas est de 0,609 (bassin B) et le maximum, de 0,96 (bassin C). La moyenne

est de 0,84. Ce qui revient à dire qu'il existe un lien positif entre ces valeurs de la biomasse car R^2 se rapproche de 1.

Les biomasses trouvées par les derniers dénombrements se rapprochent de celles de la pêche. Pour le « bassin A », la biomasse du dernier dénombrement excède de 37 kg seulement à la biomasse trouvée à la pêche. Pour le « bassin B », la différence entre les deux valeurs de la biomasse est de 118 kg. Pour le bassin C, elle est de 128 kg et pour le bassin D de 133 kg. En moyenne, l'erreur est de 104 kg soit 4,9%.

Tableau n°20 : Synthèse des erreurs entre la biomasse des dénombrements et de la pêche.

<i>Bassins</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
Bio.d	5591	2194	2328	1492
Bio.p	5554	2312	2200	1625
Erreurs (%)	0,66	-5,1	-8,18	5,8

Source : Auteur, Novembre 2006.

1.5. Comparaison entre les résultats de la pêche et ceux des mangeoires

Les mêmes opérations ont été faites pour le dénombrement. Le tableau suivant résume ces résultats :

Tableau n°21 : Corrélations entre les résultats des mangeoires et la pêche.

Bassins	A	B	C	D
Bio.p [kg]	5554	2312	2200	1625
Bio.mgr final [kg]	3836	1193	840	370
R^2	0,99	0,2	0,236	0,02

Source : Auteur, Novembre 2006.

Bio.p : biomasse trouvée à la pêche.

Bio.d final : biomasse trouvée par le dernier dénombrement.

Pour les résultats des mangeoires, les coefficients de corrélation sont très faibles à l'exception du « bassin A », en moyenne $R^2 = 0,36$. Et en terme de corrélation, ils ne signifient pas qu'il existe des relations entre ces différentes valeurs de la biomasse.

Entre la biomasse des mangeoires finale et la biomasse de la pêche, les différences sont de 1718 kg pour le bassin A ; de 1119 kg pour le bassin B ; de 1360 kg pour le bassin C et de 1255 kg pour le bassin D. En moyenne, l'erreur est de 1363 kg soit 54,25%.

Le tableau n°22 synthétise les erreurs entre la biomasse des mangeoires et la pêche.

Tableau n°22: Synthèse des erreurs entre la biomasse des mangeoires et de la pêche.

Bassins	A	B	C	D
Bio.mgr	3836	1193	840	370
Bio.p	5554	2312	2200	1625
Erreurs (%)	30	48	61,8	77,2

Source : Auteur, Novembre 2006.

2. ANALYSES ET DISCUSSIONS

2.1. Dénombrement

D'après les résultats, la biomasse trouvée par les dénombrements diffère de celle de la pêche. Pour le bassin A, le dénombrement a excédé de 37 kg soit une erreur de +0,66%. Pour le cas du bassin B, la biomasse du dénombrement est inférieure à la biomasse de la pêche de 118 kg soit - 5,1% d'erreurs. Quant au bassin C, l'erreur est de +128 kg soit +5,8%. Et enfin pour le bassin D, l'erreur est de l'ordre de -133 kg soit -8,18%. Les erreurs sont donc comprises entre -8,18% et +5,8% par rapport aux résultats de la pêche et la moyenne est de 4,9%. Elles sont dues aux facteurs suivants : la phase lunaire du jour de dénombrement, l'heure de commencement de la mesure, les méthodes d'échantillonnage et la croissance lente des crevettes.

2.1.1. Mue et cycle lunaire – coefficient de marées

A chaque dénombrement sont associés la date et le cycle de la lune correspondant. Et ce dernier varie beaucoup pour chaque mesure. Le tableau suivant représente le cycle lunaire correspondant à chaque mesure pour chaque bassin.

Tableau n°23 : Synthèse du cycle lunaire correspondant à chaque mesure pour les 4 bassins.

Bassins	Mesure 1	Mesure 2	Mesure 3	Mesure 4	Mesure 5
A	PL + 2	NL - 1	DQ - 1	-	-
B	PL + 1	NL + 4	PL - 2	NL - 1	PQ + 1
C	NL	NL + 6	PL - 1	-	-
D	NL	NL + 6	PL - 1	-	-

Source : Auteur, Novembre 2006.

D'après le tableau n°23, toutes les mesures correspondent à des périodes différentes du cycle lunaire. Seuls deux dénombrements (les mesures 1 des bassins C et D) ont coïncidés à la phase de nouvelle lune. Les biomasses trouvées par les deux dénombrements sont différentes à celles du tableau de bord (176 kg pour le bassin C et 30 kg pour D). Les autres ont été faits avant

ou après la nouvelle lune ou la pleine lune dans un intervalle de un à six jours. La mesure 3 du bassin A s'est faite un jour avant le dernier quartier, et la mesure 5 du bassin B après un jour du premier quartier. Par conséquent, les conditions posées dans la partie II ne sont pas remplies. Mais avec plus de mesures, au moment de la pleine ou nouvelle lune, le moment idéal pour entreprendre le dénombrement a pu être défini.

De plus, avant les dénombrements, aucune expertise n'a été faite pour connaître le pourcentage de crevettes en mue. Ceci est dû à l'absence de lanceur pour l'effectuer.

2.1.2. Heure de commencement des dénombrements

En général, toutes les mesures ont commencé entre 6 h 40 min et 8 h 20 min et avant la première distribution d'aliment. De ce fait, les animaux sont répartis normalement dans le bassin parce qu'ils ne se concentrent pas encore dans les parties où il existe des aliments. Donc, dans ce cas la condition posée a été remplie durant toute l'étude.

Par ailleurs, pour le bassin C, le point négatif est que la première distribution d'aliment a été retardée. En effet, le dénombrement de ce bassin n'est effectué qu'après celui du bassin D (vers 8 h du matin). Par conséquent, les animaux ne sont alimentés que vers 9 h. Mais parmi les quatre bassins, seule la croissance pour le bassin C est satisfaisante.

L'heure de commencement des dénombrements est donc idéale dans cet intervalle mais il faut retarder la distribution d'aliments dans le but d'éviter la concentration des animaux dans les zones où il y a de la nourriture.

2.1.3. Méthode d'échantillonnage

Ouverture de l'épervier

L'échantillonnage s'est fait sur dix points de capture par hectare. Vingt lancers pour les bassins A et B (avec une superficie de 2,4 ha), et dix pour C et D (1 ha) ont été effectués.

En premier lieu, le lanceur du filet épervier est un facteur important à considérer parce que le dénombrement est un échantillonnage. De plus, les calculs de la biomasse après l'échantillonnage sont fonction de la densité par m².

Durant l'investigation, les ouvertures moyennes des trois lanceurs ont été mesurées. Et ce sont les moyennes qui sont considérées quant à l'ouverture des filets dans les calculs post-dénombrement. Dans les autres fermes industrielles, cette ouverture est estimée en pourcentage à chaque lancer par simple observation.

☞ pour le lanceur 1 (Mr Basile), l'ouverture moyenne est de 7,69 m². Pour un hectare, la surface balayée par l'épervier est donc de 76,9m² (10 lancers/ha) soit 0,7% de la surface totale ;

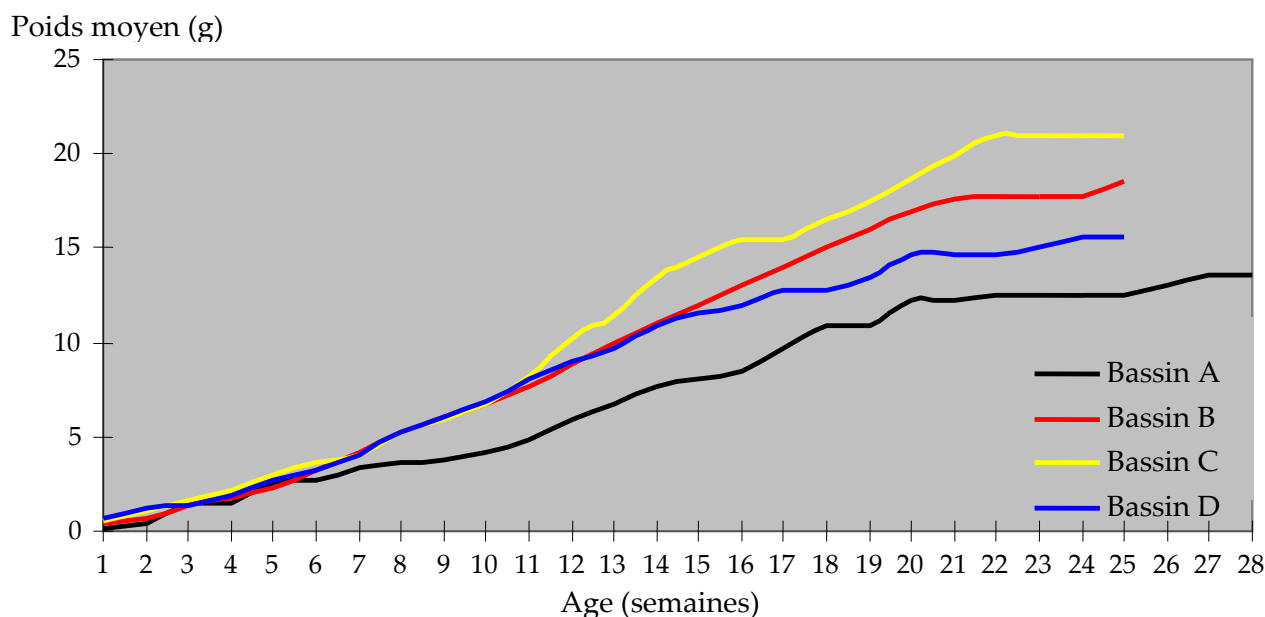
- ☞ pour le lanceur 2 (Mr Albin), l'ouverture est de 5,3 m² en moyenne. Il s'est occupé que soit du bassin A soit B. Il fait donc 20 lancers, et la surface totale balayée par son épervier est de 104 m² soit 0,44% du bassin de 2,4 ha ;
- ☞ et l'ouverture moyenne du lanceur 3 (Mr Nestor) est de 6,3 m². Il s'est occupé soit du bassin A soit B aussi. La surface totale balayée par son épervier est donc de 126 m² et soit 0,5% de la surface totale d'un bassin de 2,4 ha.

Selon Philippe CRUZ [16], 0,3% de la surface totale du bassin doit être balayé par l'épervier. Et, les trois lanceurs ont une ouverture moyenne dépassant ce pourcentage. Les échantillons peuvent alors représenter la population entière en se référant à cet auteur.

2.1.4. Croissance

La biomasse est fonction de la croissance (le poids moyen). Plus elle est élevée plus la biomasse augmente. La figure n°21 essaie de montrer la courbe de croissance des quatre bassins depuis l'ensemencement jusqu'à 25 semaines d'âge.

Figure n°24 : Courbe de croissance des quatre bassins de l'étude.



Source : Auteur, Octobre 2006.

Pour la ferme de l'AQUAMEN E.F, la durée du grossissement est définie pour six mois et le poids moyen final est de 20 g. Mais seul le bassin C a atteint ce poids moyen après six mois (ou 24 semaines), la figure ci-dessus la dénote. Cela est dû à la densité d'ensemencement moyenne (14,5 crevettes/m²) et aussi la durée d'assec élevée (47jours). Cette dernière a entraîné une bonne qualité du fond et de l'eau. Le bassin A n'a atteint que 12,5 g durant 24 semaines d'élevage.

Durant l'étude, la croissance trop lente a engendré l'insuffisance des mesures. Les responsables ont interdit les manipulations fréquentes pour éviter toutes sources de stress pouvant aggraver la situation.

2.2. Suivi des mangeoires

Les coefficients de corrélation entre la biomasse indiquée par les mangeoires et la biomasse finale résultant de la pêche sont très bas sauf pour le bassin A. La différence entre ces deux valeurs est aussi assez grande. Pour le bassin A, l'erreur est de l'ordre de +30% ; +48% pour le bassin B ; +61,8% pour C et +77,2% pour le bassin D. Ces erreurs flagrantes sont dues au non maîtrise de la méthode de suivi. En effet, l'heure de vérification n'a pas été respectée ainsi que la quantité d'aliments à mettre dans les mangeoires.

Par ailleurs, le coefficient de corrélation 0,99 pour le bassin A est le plus élevé et très proche de 1. Or, la différence entre la biomasse trouvée par les mangeoires et la biomasse à la pêche est de 1718 kg soit 30% d'erreur. Cette valeur de R^2 élevée est donc contradictoire par rapport à l'erreur et aux résultats de la pêche.

Sur le terrain, la ration n'a pas été ajustée suivant la biomasse trouvée par le suivi des mangeoires à cause de ces erreurs trop élevées. De plus, il y a des périodes de pénuries d'aliments à la ferme. Par conséquent, l'ordre a été donné de diminuer la ration et de ne pas utiliser les mangeoires.

2.3. FCR (Feed Conversion Ratio)

Durant tout le cycle d'élevage, les résultats des dénombrements et des suivis n'ont pas été considérés. En ce qui concerne les FCR, ils sont très élevés et dépasse le chiffre de référence (voir tableau n°31). Ce qui prouve que le résultat est très médiocre.

De tel résultat sous entend que:

- ✓ l'aliment est gaspillé et les bassins pollués ;
- ✓ et aussi que le taux de nutrition théorique est trop élevé et ne permet pas une gestion efficace de l'alimentation.

Le tableau suivant résume le résultat des quatre bassins en terme de FCR.

Tableau n°24 : FCR des quatre bassins.

Bassins	A	B	C	D
FCR	4,04	6,25	2,8	3,48

Source : AQUAMEN E.F, 2006.

2.4. Outil d'estimation efficace

En comparant tous les résultats, les coefficients de corrélations et les erreurs des deux outils ont montré qu'il est largement préférable de choisir le dénombrement comme outil d'estimation de la biomasse. L'étude a permis de démontrer que les valeurs de la biomasse trouvées ont des coefficients de corrélation R^2 proche de 1. De plus, les erreurs sont assez acceptables en ne dépassant pas les 5% en moyenne. Les résultats du suivi des mangeoires sont vraiment trop loin de ceux de la pêche. Les coefficients de corrélation trouvés sont inférieurs à ceux des dénombrements ainsi que les erreurs. La biomasse est donc sous estimée avec le suivi des mangeoires.

3. RECOMMANDATIONS

3.1. Recommandations administratives

Des problèmes se posent au niveau de l'alimentation des animaux. La gestion de celle-ci est à réorganiser. En effet, les pénuries d'aliments sont trop fréquentes dans la ferme et durent en moyenne trois jours.

Ensuite, sur le plan gestion du personnel, le transport du personnel de la base vie vers les bassins et inversement sont à planifier. Les ouvriers arrivent aux bassins avec un retard de 30 minutes et rentrent trop tôt à midi et le soir.

Enfin, il faut mettre à la disposition des ouvriers des protections durant les chaulages des bassins. Surtout lors de l'épandage de chaux vive, il leur faut des gants, des combinaisons, des bottes, des masques pour se protéger.

3.2. Recommandations techniques

3.2.1. Conduite d'alimentation

a- Les aliments utilisés

La ferme utilise plusieurs types de granulés : le LFL, le VDS, le Green Label, l'Uni Président. Or, les apports nutritifs de ces granulés sont complètement différents. Chaque aliment est spécifique à une filière d'élevage donnée, filière qui dicte le choix des aliments utilisés et les conduites d'élevage à tenir. Il est alors préférable d'utiliser un seul aliment bien précis qui va satisfaire les besoins nutritionnels des animaux.

Pour remédier aux pénuries fréquentes dans l'exploitation, il est temps de penser à formuler les aliments localement en mettant en place une provenderie au sein de la ferme.

b- Le taux de nutrition théorique (TNT)

Ce taux régit la quantité d'aliments à distribuer aux animaux (ou la ration théorique) en association avec la biomasse. Cette ration est toujours surestimée et occasionne des gaspillages. Et à la longue, les excédents polluent les bassins et conduisent au phénomène d'eutrophisation du milieu. La cause découle sûrement soit de ce taux (TNT), soit d'une erreur dans l'estimation de la biomasse.

Le taux de nutrition théorique utilisé dans la ferme ne provient pas de la ferme elle-même. Or, ce TNT est différent selon la filière d'élevage. Par conséquent, il est important de créer un nouveau taux de nutrition caractéristique de l'exploitation.

3.2.2. Conduite d'élevage

a- La fertilisation

L'essentiel pour cette pratique est de déterminer le rapport entre l'azote et le phosphore du fertilisant à apporter. Avant cet apport, il faut également déterminer les éléments manquants dans le milieu à enrichir pour pouvoir les combler.

Mais avant la fertilisation, il est important de déterminer l'alcalinité et la dureté de l'eau pour connaître la quantité des fertilisants à employer. Cette pratique est absente dans la conduite d'élevage de la ferme.

b- Les paramètres physiques et chimiques de l'eau

La qualité de l'eau est très importante en aquaculture. Elle est appréciée à partir des différents paramètres. Mais au sein de la ferme, seule la turbidité fait l'objet de mesures journalières. Et d'après les résultats de l'étude menée, le rendement en crevettes est faible. Ce résultat découle de ce manque de maîtrise du milieu d'élevage. La principale source est l'inexistence de matériels de mesure.

c- Le changement d'eau

Il tourne autour de 25% le long de la journée car l'eau de mer pompée par la station de pompage n'arrive pas à subvenir aux besoins des bassins. Ce qui ne permet pas d'assurer la propreté de l'eau et d'éliminer les déchets des animaux.

Du fait de la densité assez élevée, ce changement d'eau doit être très adéquat pour ce système d'élevage.

3.2.3. Recommandations sur les constructions

a- Le canal d'alimentation

La profondeur du canal d'alimentation diminue chaque année, un phénomène de colmatage se produit. Cela est dû spécialement par l'érosion des berges et les sédiments apportés

par l'eau de ruissellement durant la saison de pluies. Le niveau du canal devient alors plus haut que celui des moines d'entrée. Et à cet effet, les bassins reçoivent de l'eau boueuse pendant les renouvellements d'eau. L'eau est sûrement de qualité médiocre par conséquent. Mais, aucun paramètre n'est mesuré au niveau du canal d'amenée.

La ferme doit alors procéder au dragage de ce canal pour améliorer la qualité de l'eau. Et aussi, il est impératif de réviser le niveau des moines d'entrée par la suite.

b- Les moines de sortie

Avec l'année, plusieurs talutages ont été effectués entre chaque cycle. A cet effet, la profondeur des bassins augmente. La sortie d'eau est donc difficile car les moines de sorties se trouvent suspendus par rapport au niveau du bassin. Ce problème affecte aussi la pêche par l'augmentation de la durée. Il est donc nécessaire de réajuster la profondeur des bassins et le niveau des moines de sortie.

c- Les installations électriques

Elles doivent faire l'objet de révision surtout au niveau des bassins. Il existe des fils électriques qui ne sont pas isolés. Les risques d'accident sont très élevés durant les orages.

3.3. Recommandations sur l'environnement

Elles se portent sur le milieu extérieur aux bassins. L'eau des rejets provenant des bassins ne fait pas l'objet de traitement. Aussi, l'eau de prétraitement des crevettes durant la pêche est rejetée directement dans le canal d'évacuation et arrive à la mer avec la montée des marées. Les poissons et les crabes se trouvant aux alentours meurent par l'action du chlore et du métabisulfite. Les étendues occupées par les mangroves sont polluées.

L'exploitation doit mettre en place des mesures de traitement des eaux de rejets. Des programmes de suivi de la qualité des eaux en amont et en aval de la ferme de production doivent être établis, afin d'identifier à temps tout impact des infrastructures sur l'environnement. Il faut aussi faire des suivis de la qualité des effluents de l'usine et traiter aux U.V. les effluents du centre de domestication.

Les résultats des dénombrements ont permis de connaître la biomasse des quatre bassins en cours d'élevage. Leurs coefficients de corrélation avec les résultats de la pêche donnent la moyenne de 0,84. Les erreurs sont, en moyenne, de 104 kg soit 4,9%.

Pour le suivi des mangeoires, les coefficients de corrélation sont pratiquement faibles. En moyenne, il est de 0,36 et les erreurs sont de 1363 kg en moyenne soit 54,25%.

Ainsi, parmi ces deux outils d'estimation de la biomasse, il est préférable d'utiliser le dénombrement avec le tableau de bord. Néanmoins, il ne faut pas négliger le suivi des mangeoires car il permet de savoir la consommation des animaux à chaque distribution et de voir leur état (en mue, les maladies) durant la vérification.

CONCLUSION

La présente étude concrétise l'estimation de la biomasse dans les bassins crevetticoles en cours d'élevage. Cette estimation est importante car :

- ☞ la biomasse sert à calculer la quantité d'aliments à distribuer aux animaux journalièrement (la ration théorique) pour ne pas faire des gaspillages et de polluer les bassins ;
- ☞ la biomasse, une fois connue, va servir à calculer aussi la consommation totale de chaque bassin pour la prévision des commandes d'aliments ;
- ☞ elle permet de savoir la durée de marche des aérateurs, le pourcentage de renouvellement d'eau et ;
- ☞ aussi, elle préconise la prévision de la production de chaque cycle.

Deux outils bien distincts ont été proposés : *le dénombrement* et *le suivi des mangeoires*. L'objectif est donc de savoir lequel de ces outils est le plus efficace. Les analyses ont été faites par l'intermédiaire des études statistiques, essentiellement l'analyse de corrélation.

Cependant, les conclusions tirées de l'investigation ont permis de tirer les conclusions suivantes telles :

- le dénombrement est l'outil d'estimation le plus efficace et fiable. Ceci est confirmé par les coefficients de corrélation assez élevés entre 0,96 et 0,61. De plus, les erreurs sont acceptables car elles se trouvent entre -8,18% et +5,8%. En faisant la moyenne entre les quatre bassins, elle est de 4,8%. Mais il est à souligner que le moment propice pour effectuer le dénombrement n'est pas encore bien défini par faute d'organisation durant l'étude sur terrain. Néanmoins, il doit être effectué durant la pleine ou la nouvelle lune. Durant cette période, le pourcentage de crevettes en mue est faible voire nul. Par conséquent, les manipulations lors de l'échantillonnage ne conduisent pas à des mortalités ;
- le suivi des mangeoires n'est pas efficace pour l'estimation de la biomasse. Les coefficients de corrélations trouvés sont trop bas, entre 0,99 et 0,02. Ces valeurs signifient qu'il n'existe aucune relation entre la biomasse trouvée lors des suivis et la pêche. De plus, les erreurs sont remarquables, entre 1119 et 1718 kg c'est-à-dire plus de 50% ;

- et aucune mesure des paramètres physiques et chimiques de l'eau n'a été faite durant l'étude. D'éventuelles analyses basées sur ces paramètres ne sont alors pas faisables. La ferme ne possède pas d'oxymètre pour la mesure de l'oxygène dissous. Un seul salinomètre est opérationnel. Il n'y a pas de mesure d'ammoniaque, ni du nitrate et du nitrite.

Au terme de ces résultats d'analyses, la ration journalière peut être réajustée à partir de la biomasse trouvée par les dénombrements. De plus, le taux de nutrition théorique utilisé à l'AQUAMEN E.F doit être révisé car il est trop surestimé et occasionne des gaspillages qui entravent la pérennisation des bassins.

Malgré les difficultés rencontrées sur le terrain, les résultats de l'étude constituent des éléments importants pour améliorer les conduites d'élevage dans les exploitations aquacoles. De plus, elle peut être le début d'une étude plus approfondie concernant l'estimation de la biomasse et la gestion rationnelle des granulés en fonction de celle-ci. Cependant, quelques points sont à réviser, notamment la fiabilité des données pour pouvoir effectuer des analyses statistiques plus approfondies. Il s'agit de la technique d'échantillonnage la plus appropriée, la confirmation de la période propice au dénombrement par rapport à la marée, le cycle lunaire et la technique de suivi des mangeoires.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. ARRIGNON J., 1991, Aménagement piscicole des eaux douces, Technique et Documentation Lavoisier Paris, Quatrième édition, 631 p.
2. AVALLE O. et RANDRIATOMPONIONY R., Avril 1994, Manuel d'écloserie, Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, Ferme pilote d'Aquaculture de Crevettes Nosy-Be, CTP FAO/MAG/88/006, 40 p.
3. AVALLE O. et RAZAFIANDZAVOLA N., Janvier 1994, Ferme pilote d'aquaculture de Nosy-Be, Rapport technique d'élevage n° 09, Projet PNUD/FAO/MAG/88/006, 30 p.
4. AVALLE O. et RAKOTOVAO A., Janvier 1994, Ferme pilote d'aquaculture de Nosy-Be, Rapport technique d'élevage n° 10, Projet PNUD/FAO/MAG/88/006, 30 p.
5. AVALLE O. et RANDRIATOMPONIONY R., Février 1994, Ferme pilote d'aquaculture de Nosy-Be, Rapport technique d'élevage n° 11, Projet PNUD/FAO/MAG/88/006, 21 p.
6. AVALLE O. et RAKOTOVAO A., Avril 1994, Ferme pilote d'aquaculture de Nosy-Be, Rapport technique d'élevage n° 12, Projet PNUD/FAO/MAG/88/006, 21 p.
7. AVALLE O. et al., Avril 1994, Ferme pilote d'aquaculture de Nosy-Be, Rapport technique d'élevage n° 13, Projet PNUD/FAO/MAG/88/006, 33 p.
8. BARNABE G., 1989, Aquaculture, vol.1, Paris, Techniques et Documentation Lavoisier, 565 p.
9. BARNABE G., 1989, Aquaculture, vol.2, Paris, Techniques et Documentation Lavoisier, 1308 p.
10. BURLOT G. et al, 1998, AQUACULTURE, Ecole Nationale d'Ingénieurs des Travaux Agricoles de Bordeaux, Synthèse Agricole, 309 p.

11. COSTE R., 1990, Les crustacés tropicaux d'élevage, Maisonneuve et Larose, 171 p.
12. Crustacean farming, 1992.
13. Direction des Pêches et des Ressources Halieutiques, 2006.
14. KASPRZYK Z. et al., 2002, Crevetticulture responsable, Actes de conférence, Océan Consultant, 345 p.
15. KASPRZYK Z. et al., 2003, Aménagement de la Pêcherie crevettière, Actes de conférence, Océan Consultant, 383 p.
16. Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche, Unité de Politique pour le Développement Rural (UPDR), juin 2003, Monographie de la région du Menabe, 156 p.
17. NALIJAONA T. N., 1997, Contribution à l'étude de croissance de *Penaeus monodon* dans l'élevage extensif et semi-intensif : cas de la ferme CDCC Majunga, Mémoire de fin d'études à l' E.S.S.A., Département Elevage, 100p.
18. PHILIP S. C., 1991, Shrimp feeding management: principles and practices, Kabukiran Enterprises, Inc. 440-442 R. Magsaysay Avenue Davao City, Philippines, 52p.
19. RADANIELA A. T., 2004, Contribution à l'étude d'assurance qualité et détermination de la date limite de consommation des crevettes entières crues fraîches : cas de la société AQUAMEN E.F. Morondava, Mémoire de fin d'études à l' E.S.S.A., Département I.A.A., 69 p.
20. RAFALIMANANA T. et LHOMME F., Décembre 2000, Aménagement de la pêche crevettière à Madagascar, Résultats de la campagne de marquage des crevettes adultes, Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques et FAO, Direction de l'Aquaculture, 12p.
21. RAFOMANANA G. et M. AUTRAND, 1998, Les interrelations entre l'aquaculture de crevettes et l'environnement, In Etude du schéma d'Aménagement de l'aquaculture de crevettes à Madagascar Phase I,

Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques, Direction de l'Aquaculture, 30 p.

22. RAKOTONDRASOA N. O. N, 2004, Contribution à la mise en place du système HACCP sur la ligne crevettes entières fraîches de la société AQUAMEN E.F Morondava, 43p.
23. RASOLO J. F., Juin 2003, Manuel pratique de crevetticulture, AQUAMEN E.F. Morondava, 22 p.
24. RASOLONIRIANA R., 2000, Contribution à l'étude des facteurs de mue des crevettes *Penaeus indicus* dans une ferme semi-intensive améliorée : cas de la société AQUAMAS Soalala, Mémoire de fin d'études à l' E.S.S.A., Département Elevage, 70 p.
25. VIRMAUX J. F., MILLOUS O. et AVALLE O., Novembre 2003, L'élevage de la crevette en zone tropicale, Guide pêche et crevetticulture, Centre pour le développement de l'entreprise, 94 p.

WEBOGRAPHIES

1. www.fao.org
2. <http://www.shrimpnews.com>
3. <http://fr.wikipedia.org>
4. <http://www.cde.int>
5. www.gaalliance.org
6. <http://library.enaca.org/shrimp>
7. <http://www.ifremer.fr>
8. www.noe_aquaculture.com
9. fr.encyclopédie.yahoo.com
10. http://www.ag.ohio_state.edu/~nathan/tropshrimp.html
11. firms.fao.org/figis/servlet/static

ANNEXE I : les taux de nutrition théorique pratiqués à l'AQUAMEN E.F.
Taux de nutrition pour une densité inférieure à 10/m²

AB W (g)	FEED RATE		ABW (g)	FEED RATE		ABW (g)	FEED RATE		AB W (g)	FEED RATE		AB W (g)	FEED RATE		AB W (g)	FEED RATE	
	CS	WS		CS	WS		CS	WS		CS	WS		CS	WS		CS	WS
0,5	10	20	5,6	3,2	3,64	10,7	2,12	2,97	15,8	1,62	2,42	20,9	1,5	2,05	26	1,5	1,95
0,6	9,5	18,1	5,7	3,15	3,63	10,8	2,11	2,96	15,9	1,61	2,41	21	1,5	2,05	26,1	1,5	1,95
0,7	9	16,2	5,8	3,1	3,62	10,9	2,11	2,96	16	1,6	2,4	21,1	1,5	2,05	26,2	1,5	1,94
0,8	8,5	14,3	5,9	3,05	3,61	11	2,1	2,95	16,1	1,59	2,39	21,2	1,5	2,05	26,3	1,5	1,94
0,9	8	12,4	6	3	3,6	11,1	2,09	2,95	16,2	1,58	2,38	21,3	1,5	2,05	26,4	1,5	1,93
1	7,5	10,5	6,1	2,98	3,59	11,2	2,08	2,94	16,3	1,57	2,37	21,4	1,5	2,05	26,5	1,5	1,93
1,1	7,25	9,95	6,2	2,95	3,58	11,3	2,07	2,94	16,4	1,56	2,36	21,5	1,5	2,05	26,6	1,5	1,92
1,2	7	9,4	6,3	2,93	3,57	11,4	2,06	2,93	16,5	1,55	2,35	21,6	1,5	2,05	26,7	1,5	1,92
1,3	6,75	8,85	6,4	2,9	3,56	11,5	2,05	2,93	16,6	1,54	2,34	21,7	1,5	2,05	26,8	1,5	1,91
1,4	6,5	8,3	6,5	2,88	3,55	11,6	2,04	2,92	16,7	1,53	2,33	21,8	1,5	2,05	26,9	1,5	1,91
1,5	6,25	7,75	6,6	2,85	3,54	11,7	2,03	2,92	16,8	1,52	2,32	21,9	1,5	2,05	27	1,5	1,9
1,6	6	7,2	6,7	2,83	3,53	11,8	2,02	2,91	16,9	1,51	2,31	22	1,5	2,05	27,1	1,5	1,9
1,7	5,75	6,65	6,8	2,8	3,52	11,9	2,01	2,91	17	1,5	2,3	22,1	1,5	2,05	27,2	1,5	1,89
1,8	5,5	6,1	6,9	2,78	3,51	12	2	2,9	17,1	1,5	2,29	22,2	1,5	2,05	27,3	1,5	1,89
1,9	5,25	5,55	7	2,75	3,5	12,1	1,99	2,9	17,2	1,5	2,28	22,3	1,5	2,05	27,4	1,5	1,88
2	5	5	7,1	2,73	3,48	12,2	1,98	2,89	17,3	1,5	2,27	22,4	1,5	2,05	27,5	1,5	1,88
2,1	4,95	4,89	7,2	2,7	3,45	12,3	1,97	2,89	17,4	1,5	2,26	22,5	1,5	2,05	27,6	1,5	1,87
2,2	4,9	4,78	7,3	2,68	3,43	12,4	1,96	2,88	17,5	1,5	2,25	22,6	1,5	2,05	27,7	1,5	1,87
2,3	4,85	4,67	7,4	2,65	3,4	12,5	1,95	2,88	17,6	1,5	2,24	22,7	1,5	2,05	27,8	1,5	1,86
2,4	4,8	4,56	7,5	2,62	3,38	12,6	1,94	2,87	17,7	1,5	2,23	22,8	1,5	2,05	27,9	1,5	1,86
2,5	4,75	4,45	7,6	2,6	3,35	12,7	1,93	2,87	17,8	1,5	2,22	22,9	1,5	2,05	28	1,5	1,85
2,6	4,7	4,34	7,7	2,58	3,33	12,8	1,92	2,86	17,9	1,5	2,21	23	1,5	2,05	28,1	1,5	1,85
2,7	4,65	4,23	7,8	2,55	3,3	12,9	1,91	2,85	18	1,5	2,2	23,1	1,5	2,05	28,2	1,5	1,84
2,8	4,6	4,12	7,9	2,53	3,28	13	1,9	2,85	18,1	1,5	2,19	23,2	1,5	2,05	28,3	1,5	1,84
2,9	4,55	4,01	8	2,5	3,25	13,1	1,89	2,84	18,2	1,5	2,18	23,3	1,5	2,05	28,4	1,5	1,83
3	4,5	3,9	8,1	2,48	3,24	13,2	1,88	2,83	18,3	1,5	2,17	23,4	1,5	2,05	28,5	1,5	1,83
3,1	4,45	3,89	8,2	2,45	3,22	13,3	1,87	2,82	18,4	1,5	2,16	23,5	1,5	2,05	28,6	1,5	1,82
3,2	4,4	3,88	8,3	2,43	3,21	13,4	1,86	2,81	18,5	1,5	2,15	23,6	1,5	2,05	28,7	1,5	1,82
3,3	4,35	3,87	8,4	2,4	3,19	13,5	1,85	2,8	18,6	1,5	2,14	23,7	1,5	2,05	28,8	1,5	1,81
3,4	4,3	3,86	8,5	2,38	3,18	13,6	1,84	2,79	18,7	1,5	2,13	23,8	1,5	2,05	28,9	1,5	1,81
3,5	4,25	3,85	8,6	2,35	3,16	13,7	1,83	2,78	18,8	1,5	2,12	23,9	1,5	2,05	29	1,5	1,8
3,6	4,2	3,84	8,7	2,32	3,14	13,8	1,82	2,77	18,9	1,5	2,11	24	1,5	2,05	29,1	1,5	1,8
3,7	4,15	3,83	8,8	2,3	3,13	13,9	1,81	2,76	19	1,5	2,1	24,1	1,5	2,05	29,2	1,5	1,79
3,8	4,1	3,82	8,9	2,28	3,12	14	1,8	2,75	19,1	1,5	2,1	24,2	1,5	2,04	29,3	1,5	1,79
3,9	4,05	3,81	9	2,25	3,1	14,1	1,79	2,73	19,2	1,5	2,09	24,3	1,5	2,04	29,4	1,5	1,78
4	4	3,8	9,1	2,24	3,09	14,2	1,78	2,7	19,3	1,5	2,08	24,4	1,5	2,03	29,5	1,5	1,78
4,1	3,95	3,79	9,2	2,23	3,08	14,3	1,77	2,68	19,4	1,5	2,08	24,5	1,5	2,03	29,6	1,5	1,77
4,2	3,9	3,78	9,3	2,22	3,07	14,4	1,76	2,65	19,5	1,5	2,07	24,6	1,5	2,02	29,7	1,5	1,77
4,3	3,85	3,77	9,4	2,21	3,06	14,5	1,75	2,62	19,6	1,5	2,07	24,7	1,5	2,02	29,8	1,5	1,76
4,4	3,8	3,76	9,5	2,2	3,05	14,6	1,74	2,58	19,7	1,5	2,06	24,8	1,5	2,01	29,9	1,5	1,76
4,5	3,75	3,75	9,6	2,19	3,04	14,7	1,73	2,56	19,8	1,5	2,06	24,9	1,5	2,01	30	1,5	1,75
4,6	3,7	3,74	9,7	2,18	3,03	14,8	1,72	2,54	19,9	1,5	2,05	25	1,5	2			
4,7	3,65	3,73	9,8	2,17	3,02	14,9	1,71	2,53	20	1,5	2,05	25,1	1,5	2			
4,8	3,6	3,72	9,9	2,16	3,01	15	1,7	2,5	20,1	1,5	2,05	25,2	1,5	1,99			
4,9	3,55	3,71	10	2,15	3	15,1	1,69	2,49	20,2	1,5	2,05	25,3	1,5	1,99			
5	3,5	3,7	10	2,15	3	15,2	1,68	2,48	0,3	1,5	2,05	25,4	1,5	1,98			
5,1	3,45	3,69	10,2	2,14	2,99	15,3	1,67	2,47	20,4	1,5	2,05	25,5	1,5	1,98			

5,2	3,4	3,68	10,3	2,14	2,99	15,4	1,66	2,46	20,5	1,5	2,05	25,6	1,5	1,97
5,3	3,35	3,67	10,4	2,13	2,98	15,5	1,65	2,45	20,6	1,5	2,05	25,7	1,5	1,97
5,4	3,3	3,66	10,5	2,13	2,98	15,6	1,64	2,44	20,7	1,5	2,05	25,8	1,5	1,96
5,5	3,25	3,65	10,6	2,12	2,97	15,7	1,63	2,43	20,8	1,5	2,05	25,9	1,5	1,96

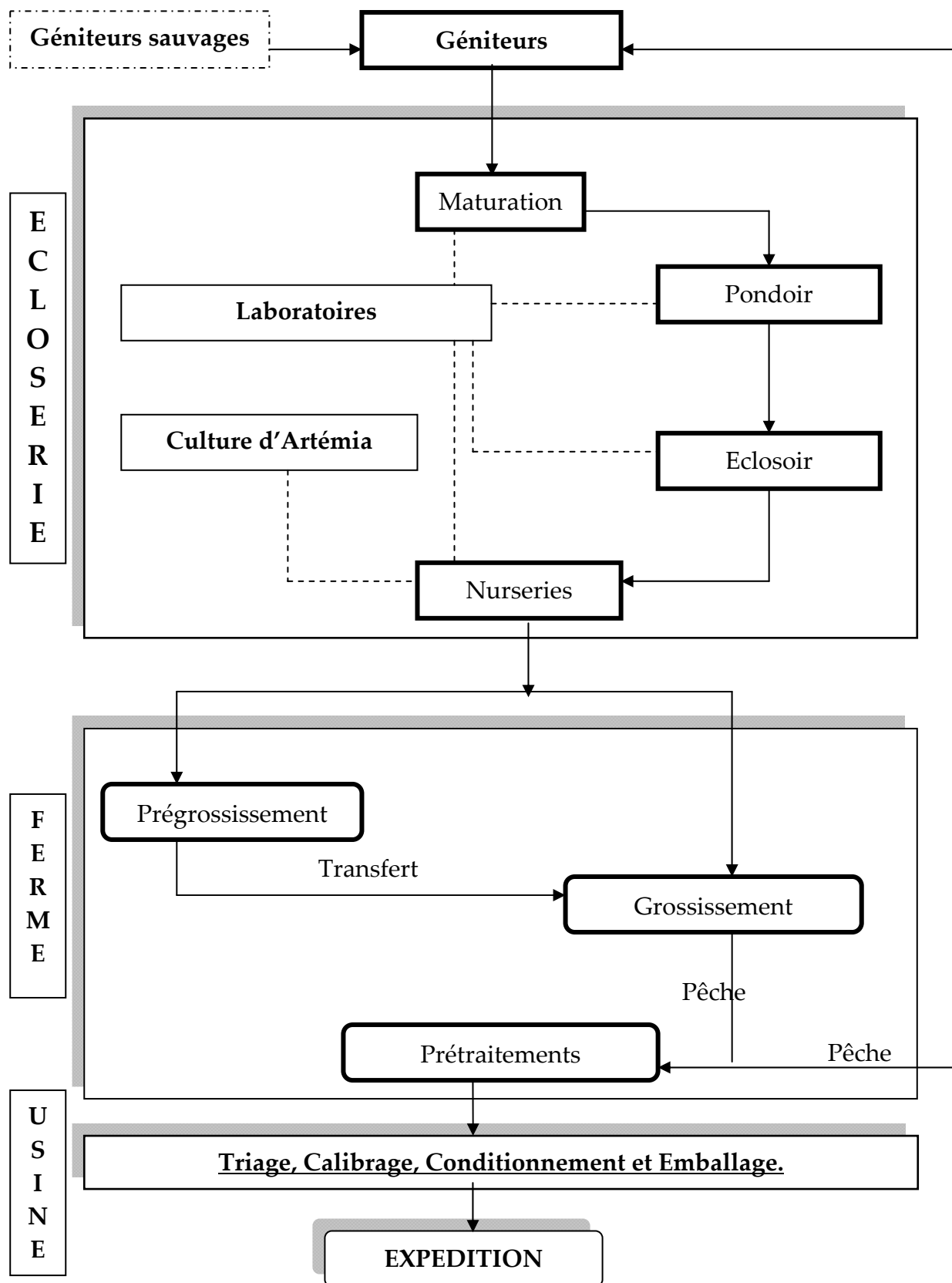
Source : AQUAMEN E.F, 2006.

Taux de nutrition théorique en fonction de la température et du poids moyen

PM	24,5°C	25,0°C	25,5°C	26,0°C	26,5°C	27,0°C	27,5°C	28,0°C	28,5°C	29,0°C	29,5°C	30,0°C	30,5°C	31,0°C
0	8,17	8,35	8,53	8,71	8,89	9,07	9,25	9,43	9,61	9,79	9,97	10,15	10,33	10,51
0,5	7,00	7,17	7,34	7,51	7,68	7,85	8,02	8,19	8,36	8,53	8,70	8,87	9,04	9,21
1	5,83	5,99	6,16	6,32	6,48	6,64	6,80	6,96	7,12	7,28	7,44	7,60	7,76	7,93
2	3,50	3,64	3,78	3,93	4,07	4,21	4,35	4,50	4,64	4,78	4,92	5,07	5,21	5,35
3	3,28	3,42	3,56	3,70	3,84	3,98	4,12	4,26	4,40	4,54	4,68	4,82	4,96	5,10
4	3,06	3,20	3,34	3,47	3,61	3,75	3,89	4,02	4,16	4,30	4,44	4,57	4,71	4,85
5	2,84	2,98	3,11	3,25	3,38	3,52	3,65	3,79	3,92	4,06	4,19	4,33	4,46	4,60
6	2,62	2,75	2,89	3,02	3,15	3,29	3,42	3,55	3,68	3,82	3,95	4,08	4,22	4,35
7	2,40	2,53	2,66	2,79	2,92	3,05	3,18	3,32	3,45	3,58	3,71	3,84	3,97	4,10
8	2,28	2,41	2,54	2,67	2,80	2,93	3,06	3,20	3,33	3,46	3,59	3,72	3,85	3,98
9	2,16	2,29	2,42	2,55	2,68	2,81	2,94	3,08	3,21	3,34	3,47	3,60	3,73	3,86
10	2,04	2,17	2,30	2,43	2,56	2,69	2,82	2,96	3,09	3,22	3,35	3,48	3,61	3,74
11	1,92	2,05	2,18	2,31	2,44	2,57	2,70	2,84	2,97	3,10	3,23	3,36	3,49	3,62
12	1,80	1,93	2,06	2,19	2,32	2,45	2,58	2,72	2,85	2,98	3,11	3,24	3,37	3,50
13	1,76	1,89	2,02	2,15	2,28	2,41	2,54	2,67	2,80	2,93	3,06	3,19	3,32	3,45
14	1,72	1,85	1,98	2,11	2,24	2,37	2,50	2,62	2,75	2,88	3,01	3,14	3,27	3,40
15	1,68	1,81	1,94	2,07	2,19	2,32	2,45	2,58	2,71	2,84	2,96	3,09	3,22	3,35
16	1,64	1,77	1,90	2,02	2,15	2,28	2,41	2,53	2,66	2,79	2,92	3,04	3,17	3,30
17	1,60	1,73	1,85	1,98	2,11	2,23	2,36	2,49	2,62	2,74	2,87	3,00	3,12	3,25
18	1,58	1,70	1,83	1,95	2,08	2,20	2,32	2,45	2,57	2,69	2,82	2,94	3,07	3,19
19	1,56	1,68	1,80	1,92	2,04	2,16	2,28	2,41	2,53	2,65	2,77	2,89	3,01	3,13
20	1,54	1,66	1,78	1,89	2,01	2,13	2,25	2,36	2,48	2,60	2,72	2,83	2,95	3,07
21	1,52	1,63	1,75	1,86	1,98	2,09	2,21	2,32	2,44	2,55	2,67	2,78	2,90	3,01
22	1,50	1,61	1,72	1,83	1,95	2,06	2,17	2,28	2,39	2,50	2,62	2,73	2,84	2,95
23	1,50	1,61	1,72	1,83	1,94	2,05	2,16	2,26	2,37	2,48	2,59	2,70	2,81	2,92
24	1,50	1,61	1,71	1,82	1,93	2,03	2,14	2,25	2,36	2,46	2,57	2,68	2,78	2,89
25	1,50	1,60	1,71	1,81	1,92	2,02	2,13	2,23	2,34	2,44	2,55	2,65	2,76	2,86
26	1,50	1,60	1,70	1,81	1,91	2,01	2,11	2,22	2,32	2,42	2,52	2,63	2,73	2,83
27	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10	2,20	2,30	2,40	2,50	2,60	2,70	2,80
28	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10	2,20	2,30	2,40	2,50	2,60	2,70	2,80
29	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10	2,20	2,30	2,40	2,50	2,60	2,70	2,80
30	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10	2,20	2,30	2,40	2,50	2,60	2,70	2,80
31	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10	2,20	2,30	2,40	2,50	2,60	2,70	2,80
32	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10	2,20	2,30	2,40	2,50	2,60	2,70	2,80
33	1,42	1,52	1,63	1,74	1,84	1,95	2,06	2,16	2,27	2,37	2,48	2,59	2,69	2,80
34	1,33	1,45	1,56	1,67	1,78	1,90	2,01	2,12	2,24	2,35	2,46	2,57	2,69	2,80
35	1,25	1,37	1,49	1,61	1,73	1,85	1,97	2,08	2,20	2,32	2,44	2,56	2,68	2,80
36	1,17	1,29	1,42	1,54	1,67	1,79	1,92	2,05	2,17	2,30	2,42	2,55	2,67	2,80
37	1,08	1,22	1,35	1,48	1,61	1,74	1,88	2,01	2,14	2,27	2,40	2,54	2,67	2,80

Source : AQUAMEN E.F, 2006.

ANNEXE II : Système de production de l'AQUAMEN E.F.



Source : Auteur, Octobre 2006.

ANNEXE III : Cycle biologique de *Penaeus monodon*.

Phases larvaires

a- Nauplius

A l'éclosion, l'oeuf donne naissance à un nauplius, stade considéré comme une larve primitive de tous les **crustacés**. Il est caractérisé par la possession de trois paires d'appendices : les antennules, les antennes et les mandibules. Ces trois appendices ont une fonction natatoire. Le Nauplius est dépourvu de bouche, ne s'alimente pas et se nourrit aux dépens des réserves contenues dans l'oeuf. Selon les espèces, il existe cinq à six stades naupliens successifs. Le nauplius se déplace dans l'eau d'une manière caractéristique : il nage à l'aide de ses trois paires d'appendices, par saccades, rappelant le vol d'un papillon. Les nauplii ont un phototropisme très marqué, qui permet de les concentrer dans une petite zone éclairée à l'intérieur du bassin d'élevage [21].

b- Zoé ou protozoé

Le nauplius donne naissance à une larve en forme d'une raquette de tennis : la larve Zoé. Elle est capable de s'alimenter en broutant les microphytoplanctons. Elle possède une carapace céphalothoracique distincte, un abdomen terminé par un telson garni de longues soies terminales et un tube digestif fonctionnel. On distingue trois stades zoés successifs.

Le premier stade, zoé I, est caractérisé par le fait que les pédoncules oculaires ne sont pas encore apparus. Les deux yeux sessiles sont visibles sous la carapace céphalothoracique. Au contraire, chez les zoés II et III, les yeux sont libres, portés par deux pédoncules oculaires. Les zoés se nourrissent d'algues phytoplanctoniques dont la taille varie de quelques micromètres à quelques dizaines de micromètres de diamètre. De nouveaux appendices apparaissent progressivement chez les trois stades zoés, en même temps que les fonctions se diversifient : la mandibule devient un véritable appareil masticateur, 15 antennules et maxillipèdes jouant un rôle prépondérant dans la nage [21].

c- Mysis

Le stade suivant diffère profondément du stade zoé, dénommée Mysis. Cette larve a grossièrement l'aspect d'une petite crevette. Elle s'en distingue facilement par ses pattes thoraciques biramées, dépourvues de pinces et servant à la nage, son appendice caudal, et, en particulier, son rostre développé. Le comportement de la mysis est également très différent : alors

que la zoé se déplace par saccades et se tient verticalement dans l'eau la tête en haut, la mysis se tient la tête en bas avec, de temps en temps, de brusques mouvements de montée. Il existe trois stades de mysis successifs, séparés par des mues qui se distinguent essentiellement par le développement et la complication des appendices. L'ensemble des trois stades mysis a un régime carnivore et les Artémias constituent l'essentiel de la nourriture en élevage contrôlé.

d- Postlarves

A la suite d'une profonde métamorphose, la mysis III donne naissance à une jeune crevette très semblable à l'animal adulte, dénommée « postlarve ».

Cette postlarve est caractérisée, en particulier, par le nombre et la disposition des épines qui ornent le rostre et les sculptures de la carapace céphalothoracique. Le principal caractère séparant les mysis des postlarves est la présence, chez ces dernières, d'appendices abdominaux utilisés pour la nage. En effet, il existe une relation fonctionnelle entre le nombre des dents de rostre et l'âge des postlarves ainsi que leur taille en terme de longueur.

Croissance

Les crevettes, comme tous les crustacés, ayant leur corps prisonnier d'un exosquelette chitineux, ont une croissance qui procède par étape, les mues. La mue est l'opération au cours de laquelle le crustacé se débarrasse de son exosquelette. L'ancien exosquelette est appelé aussi par la suite exuvie. Ce phénomène s'appelle ainsi l'« exuviation ».

Le cycle d'intermues est la période qui s'écoule entre deux exuviations. La durée de cycle varie de 24 heures chez les postlarves jusqu'à un à deux mois chez les adultes matures. Paradoxalement chez les jeunes crevettes, la mue est généralement calquée au cycle lunaire; dans la pratique d'élevage une corrélation positive est déterminée entre le coefficient de marée et le cycle de mue. Aussi, la température intervient directement sur la vitesse de croissance, en réduisant ou augmentant la durée du cycle d'intermues. Les crevettes continuent de muer jusqu'à leur mort. La vitesse de croissance des mâles et des femelles est différente à partir de l'apparition des caractères sexuels secondaires. La croissance pondérale est deux fois plus rapide chez les femelles que chez les mâles.

L'exuviation des crustacés est une opération délicate durant laquelle l'animal quitte sa carapace, son exosquelette, par une fente située, chez les crevettes, entre le céphalothorax et l'abdomen.

Le cycle d'intermue peut se décomposer sommairement en cinq étapes :

- le stade A, qui suit immédiatement l'exuviation, durant lequel le nouveau tégument plissé est distendu par une absorption d'eau. Les crevettes sont molles et la chair est collée à la carapace ;
- le stade B, durant lequel le tégument se solidifie par une minéralisation progressive. La chair commence à se rétracter de la cuticule ;
- le stade C durant lequel l'animal croît en remplaçant progressivement l'eau absorbée par des tissus. La chair se rétracte de plus en plus de la cuticule et un petit espace entre la chair et la carapace est observé ;
- le stade D prépare la prochaine exuviation durant laquelle le crustacé génère le tégument. Ce dernier va constituer son prochain exosquelette. En fin de stade D, il y a ramollissement de la carapace et les soies deviennent rouges ;
- et le stade E, la mue; exuviation de l'ancienne carapace et apparition de la nouvelle.

L'étape du cycle d'intermue, au cours de laquelle les crevettes sont prélevées, a donc un impact direct sur la qualité du produit mis sur le marché : dureté, perte d'eau et donc de poids à la cuisson. L'optimum se situe entre la fin de la phase C et le début de la phase D.

ANNEXE IV : Morphologie générale des crevettes.

Le corps d'une crevette est constitué au premier abord de deux parties : une carapace céphalique et l'abdomen. Il est presque toujours comprimé latéralement, le rostre généralement comprimé et denté, et l'abdomen plus long que le céphalothorax. Le corps de la crevette est composé de 20 segments, eux-mêmes regroupés en quatre parties :

- **la tête**, avec un rostre plus ou moins développé, constituée de cinq segments, porte cinq paires d'appendices très nettement différenciés :
 - les antennules situées entre les yeux et les antennes portent deux fouets à leur extrémité. Ils ont un rôle dans l'équilibre de la crevette ;
 - les antennes, souvent développées, ont pour fonction de renseigner la crevette sur son environnement proche (olfaction) ;
 - les mandibules interviennent directement pour mâcher les aliments et ;

- les maxillaires et manilles sont en mouvement permanent. Ils créent un courant qui entraîne les particules alimentaires vers la bouche et facilite la respiration.

- **le thorax**, constitué de 8 segments également protégés par la carapace, porte 8 paires d'appendices. Ceux-ci ont deux fonctions distinctes :

- trois paires de maxillipèdes, auxiliaires de l'alimentation et de la nage,

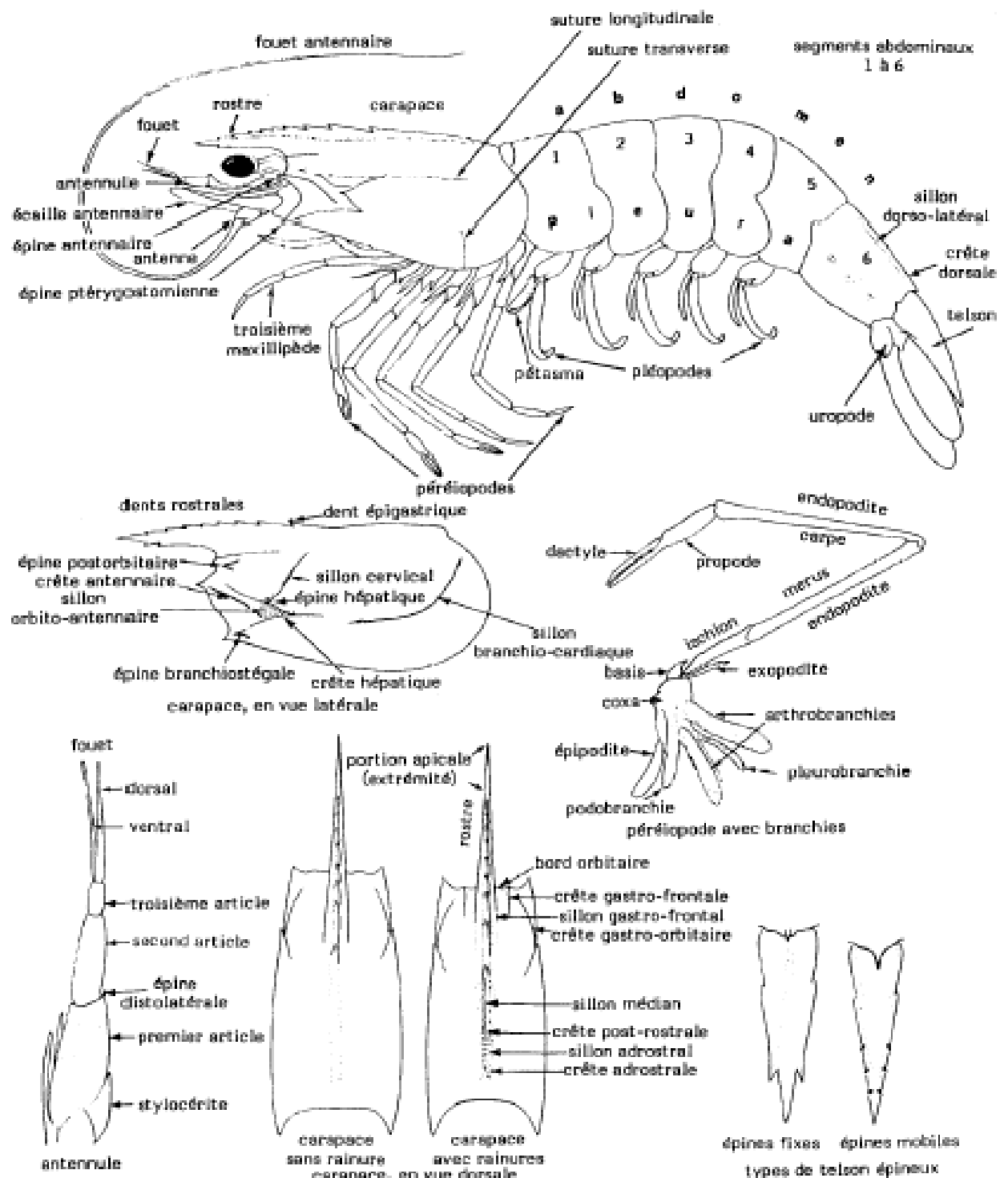
- cinq paires de péréiopodes locomotrices (marche) généralement minces mais, dans certains cas, une seule patte ou une paire de pattes peuvent être forte, certains péréiopodes se terminent par des pinces (préhension).

- **l'abdomen**, constitué de 6 segments ou pleures recouvrants, est essentiellement musculaire. Il porte cinq paires d'appendices, les pléiopodes sont utilisées pour la nage. Ils sont bien développés et, sauf chez peu d'espèces, sont présents sur les cinq premiers segments abdominaux. Le sixième segment est extrêmement aplati et ne porte pas d'appendice,

- **et le telson**, dernier segment abdominal, est terminé en pointe et porte les Uropodes, appendices permettant à la crevette d'effectuer des sauts ou de brusques changements de direction.

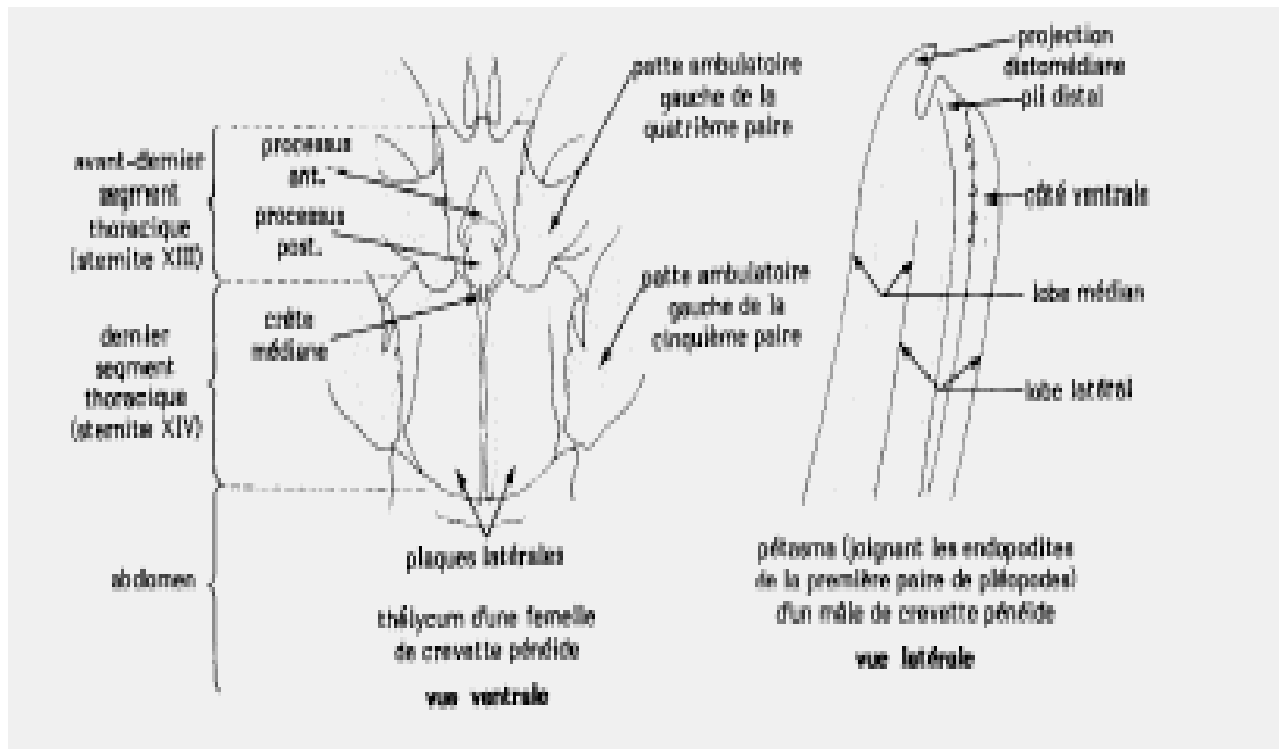
Source : [20]

ANNEXE V: Morphologie externe de *Penaeus monodon*.



Source : AQUAMEN E.F, 2006.

ANNEXE VI : Appareil génital mâle de *Penaeus monodon*.



Source : AQUAMEN E.F, 2006.

ANNEXE VII : CONDUITE D'ELEVAGE

Le système d'élevage sur la ferme est le système semi-intensif, officiellement, avec une densité d'ensemencement (ou densité initiale) de 20 postlarves/m² au maximum. Mais en réalité, il y a des bassins qui ont des densités initiales plus de 20 individus/m² et sont qualifiés de « bassin intensif ». Il est alors dit « système semi-intensif amélioré » où la densité excède les 20 individus/m² (entre 25 et 45 crevettes/m²) [22].

Dans la plupart des cas, la ferme utilise des bassins de prégrossissement avant d'entamer le grossissement proprement dit. Et, les préparations de ces deux types de bassins sont identiques. Un bassin est exploité durant six (06) mois environ.

Préparations du bassin

Analyse du fond

Avant de démarrer un nouvel élevage, une analyse de l'état du fond du bassin est nécessaire. Les paramètres principaux sont :

- le pH ;
- et la quantité de matières organiques ainsi que leur stade de réduction.

Le premier est déterminé par un mélange d'une petite quantité de sol avec de l'eau distillée. Après que les particules de terre aient sédimenté, le pH du liquide est mesuré. La valeur normale est approximativement 8 (huit). Un pH d'un sol acide peut être amélioré par le chaulage en utilisant une dose de 1 à 2 tonnes de chaux vive par hectare. Cela a aussi l'avantage de désinfecter le sol.

Pour les bassins neufs, un pH entre 6,5 et 7,0 peut s'améliorer pendant l'élevage par des changements d'eau fréquents.

Le fond d'un bassin doit être dur. La couche organique qui se forme sur le fond après quelques élevages (restes d'aliments ; fèces ; ...) est un milieu pour les bactéries pathogènes des crevettes. Aussi dans les conditions anaérobiques, la réduction des matières organiques entraîne un dégagement de gaz toxique (H₂S). Une couleur noire et une mauvaise odeur sont les caractéristiques d'un sol acide.

Préparation du fond

a- Assec

Entre deux élevages, il est recommandé de faire un assec d'une quinzaine de jours au minimum et d'un mois au maximum. Cet assec permet une oxydation de la matière organique et une élimination des prédateurs (crabes, poissons) et des organismes pathogènes.

Au cas où la pente du bassin ne permet pas une vidange complète, il faut traiter l'eau qui reste avec de la roténone. Une ou deux applications à 5 ppm sont en général efficaces pour tuer les poissons. Il est à noter que ce produit perd de son efficacité dans l'eau boueuse. Dans le cas où ce produit n'est pas disponible, le chlore est aussi efficace.

b- Talutage

Une fois bien asséché, il s'avère nécessaire de gratter le fond moyennant de tractopelle pour enlever les dépôts de matières organiques. Aussi, il permet de réparer les berges et de renforcer les digues. Cette opération est effectuée après chaque cycle d'élevage (environ une fois/an)

Cliché n°5 : Talutage après la mise à sec.



Source : Auteur, Juin 2006.

c- Chaulage

Il est très important aussi durant la préparation du bassin :

- ✓ il augmente le pH et l'alcalinité de l'eau ;
- ✓ il accélère la décomposition et la minéralisation de la matière organique ;
- ✓ la chaux est aussi une source directe de calcium soluble pour les organismes alimentaires ;
- ✓ il sert de désinfectant en luttant contre les algues, les macrophytes, les prédateurs et les compétiteurs et ;
- ✓ durant l'élevage, en cas d'eau turbide, il facilite la floculation et la précipitation des colloïdes d'argile organique en suspension en améliorant ainsi la pénétration de la lumière pour la photosynthèse.

Il est à noter que durant la préparation du bassin, c'est-à-dire avant le labour et la mise en eau, l'utilisation de chaux vive (CaO) est recommandée. Tandis que durant l'élevage, ce sont les chaux éteintes (CaCO₃) qui entrent en action.

L'épandage se fait manuellement, moyennant d'une assiette en plastique (voir cliché n°2).

Tableau n°1 : Chaulage pour la préparation des bassins.

Préparation des bassins				
Types	CaO		CaCO ₃	CaMgCO ₃
Dose (kg/ha)	Fond acide	Fond alcalin	100	100
	1000	500		
Application	Epandage avant le labour		Dilution au moins d'entrée	

Source : AQUAMEN, 2006.

Cliché n°6 : Chaulage (chaux vive).



Source : Auteur, Juin 2006.

d- Labour

Il permet d'aérer le sol et rend facile la décomposition et l'oxydation des matières organiques du fond du bassin et l'élimination des algues indésirables. Aussi, il réduit la production de H₂S et d'autres déchets nuisibles. Le labour est effectué avec un tracteur et un pulvérisateur à disque. (cf. cliché n°7)

Cliché n°7 : Labour avec un pulvérisateur à disques.



Source : *Auteur*, Juin 2006.

Installation des grilles

Pour éviter l'entrée des prédateurs et compétiteurs au remplissage du bassin ou une fuite des crevettes au cours d'un changement d'eau, les moines d'entrée et de vidange (sortie) sont équipés de grilles. Du début d'élevage et jusqu'à un poids moyen de 2 g, une maille de 700 microns posée sur des supports type filet plastique « Netlon » 0,5 cm est utilisée. Plus tard, cette maille est enlevée et les deux grilles de « Netlon » restent jusqu'au moment de la pêche.

Remplissage (ou la mise en eau)

Le remplissage du bassin se fait au minimum une semaine avant l'ensemencement afin de développer la production planctonique. Le moine de vidange est fermé avec de la terre placée entre les batardeaux. Pendant le remplissage, les grilles d'entrée d'eau doivent être nettoyées et contrôlées en continu.

Fertilisation

Le but de la fertilisation est de développer la production naturelle du bassin par l'augmentation de la densité planctonique et d'organismes consommables par les crevettes (zooplancton, organismes benthiques, petits crustacés, ...). Ceci est particulièrement important au début d'élevage lorsque la biomasse est réduite. Cette production naturelle joue un rôle important dans le système semi-intensif.

On distingue deux types de fertilisation :

- une fertilisation initiale pour démarrer le « bloom » et ;
- une fertilisation hebdomadaire pour l'entretenir.

Les engrais organiques sont utilisés directement par les crevettes où ils suivent le cycle de la destruction et de la minéralisation bactérienne. Mais, l'action est lente et la quantité nécessaire d'engrais est importante (1000 – 2000 kg/ ha).

Les engrais inorganiques ont une action plus rapide. L'azote et le phosphate favorisent la production primaire (algues). La dose et le temps nécessaires pour démarrer le bloom du phytoplancton dépendent de la richesse de l'eau, du sol et de l'évolution du milieu de culture. Une dose initiale de 12 kg d'urée et de 4 kg de triple superphosphate (TSP) par hectare est recommandée. Ce dernier doit être bien dissous pour éviter un blocage de son activité au contact du sol. L'épandage dans les bassins de plus d'un hectare se fait par bateau. Une autre possibilité est de mettre l'engrais dans un sac perméable à l'entrée d'eau.

Le tableau suivant montre le protocole de fertilisation de la ferme :

Tableau n°2 : Fertilisation organique et inorganique.

Type	Urée	TSP	Son de riz	
Démarrage				
Dose (kg/ha)	30	8	100	
Fréquence	← Une fois / cycle →			
Application	Dilution au niveau du moine d'entrée dès la mise en eau.			
Entretien				
Dose (kg/ha)	5	1	20	
Fréquence	1 à 2 fois / semaine	1 fois / 15 jours	1 fois / mois	
Observation	Secchi < 35 cm	Saison froide	Saison chaude	
Application	Dilution au niveau du moine d'entrée.			

Source : AQUAMEN, 2006.

Pour un cas de traitement, le TSP et l'Urée peuvent être utilisés deux (02) fois par semaine sans le son de riz.

Et le tableau n°3 concerne le protocole de chaulage des bassins au cours de l'élevage.

Tableau n°3: Protocole de chaulage au cours de l'élevage.

Traitement			
Types	CaO	CaCO ₃	CaMgCO ₃
Dose (kg/ha)	150	50	50
Fréquence	Selon état du milieu		2 fois/semaine
Application	épandage sur le lab-lab		épandage

Source : AQUAMEN, 2006.

Ensemencement des postlarves

Transport

Le transfert des postlarves de l'écloserie aux bassins doit se faire avec beaucoup de précaution. Le transport est fait dans des réservoirs en plastique de 10 litres appelés « Cubitainer » remplis d'eau et gonflés à l'oxygène. La densité est de 2500 à 3000 postlarves/litre. La température de l'eau est abaissée à 20-24°C pour diminuer l'activité respiratoire des postlarves.

Acclimatation

C'est l'opération d'égaliser les paramètres physico-chimiques du bassin d'origine et le bassin de pré-grossissement, notamment la salinité et la température. Cette opération est primordiale pour limiter le stress dû aux différences de température et de salinité. Le transfert est effectué dès que :

- l'écart de température est faible (de l'ordre de 1°C) et ;
- la différence de salinité est de 1‰.

- **dérroulement :**

Les postlarves sont transférées dans des bacs de stabulation alimentés en oxygène par bullage moyennant de bouteille remplie d'air comprimé. Ceci permet aussi d'homogénéiser le bain. Durant toute l'opération, il faut faire des suivis de l'oxygène dissous des bacs le plus souvent possible. En cas d'excès, le « syndrome des gaz », une inflammation des branchies, fréquente chez les postlarves, peut survenir. Et, l'insuffisance en oxygène entraîne des mortalités massives néfastes pour l'exploitation.

Pendant l'acclimatation, il convient de nourrir les animaux en Artémia pour empêcher le cannibalisme.

Quand la température et la salinité sont identiques, les crevettes sontensemencées par vidange des bacs.

Cliché n°8 : Station d'acclimatation des postlarves.



Source : *Auteur*, juin 2006.

Contrôle de l'ensemencement

L'utilisation d'une « cage de survie » est une méthode simple pour contrôler le succès d'un ensemencement. C'est une cage flottante en Netlon, équipée d'une maille de 500 microns qui est fixée dans le bassin, au niveau du moine de vidange. Cent (100) postlarves acclimatées sont mises dans la cage. Après 24 heures, les crevettes vivantes sont comptées et si la mortalité excède 5%, une quantité équivalente est réensemencée le lendemain [2].

Actuellement, l'utilisation de trois (3) cages de survie permet aussi de mieux contrôler l'ensemencement. Chaque cage contient 100 postlarves acclimatées :

- ☒ la première à vérifier 24 heures après l'ensemencement ;
- ☒ la deuxième 48 heures après ;
- ☒ et la troisième 72 heures après.

Pour obtenir la survie finale, les trois taux de survies des trois cages sont combinés en faisant la moyenne.

Durant le transfert de juvéniles d'un bassin de pré-grossissement à un bassin de grossissement par contre, une seule cage est suffisante pour le contrôle.

Prégrossissement

C'est la phase de transition entre l'écloserie et la phase de grossissement. Il consiste à prégrossir les postlarves en système intensif dans des bassins de 1 hectare.

Cette technique présente l'avantage de réduire le temps d'occupation des bassins de grossissement (augmentation du nombre de cycles par an), d'augmenter le taux de survie par un contrôle rigoureux de l'état du fond et de l'entrée d'eau, et de connaître le nombre, en l'occurrence la biomasse, le jour du transfert des juvéniles en grossissement.

Il prend 4 à 7 semaines selon la densité et les paramètres physico-chimiques du bassin (surtout la température et la salinité). La densité initiale est de 30 à 40 postlarves PL 12 - PL 15/m² (taille : 12 à 13 mm ; poids : 2 à 4 mg), et le taux de survie en fin de prégrossissement est d'environ 60 à 70%. L'alimentation commence 1 à 2 semaines après l'ensemencement.

- calcul du nombre de postlarves ensemencées :

D'abord, à l'arrivée, le nombre exact contenu dans les cubitainers est connu (soit 25000 à 30000 PL/cubitainer). Ensuite, durant le contrôle dans les cages de survie, les survies en 24 heures, en 48 heures et en 72 heures sont estimées. Après 72 heures de l'ensemencement, le nombre total dans le bassin est obtenu en multipliant la survie au nombre total ensemencé.

Les normes en alimentation et l'estimation de la survie en prégrossissement sont présentées dans le tableau ci-après :

Tableau n°4 : Contrôle de la survie et de l'alimentation en prégrossissement.

Age (j)	Nombres	Survie		Bm1-Bm2		Ration
		(%)	Pm1 - Pm2 (g)	(kg)	TNT (g/1000p)	
[1-7]	1000000	100	[0,003-0,023[	[3-20,7[	3	3
[8-14]	900000	90	[0,023-0,063[	[20,7-104,5[	4,4	3,9
[15-21]	850000	85	[0,063-0,123[	[104,5-160[	5,8	4,9
[22-28]	800000	80	[0,123-0,2[	[160-228[	9,3	7,5
[29-35]	760000	76	[0,2-0,3[	[228-288[	13,1	9,9
[36-42]	720000	72-70	[0,3-0,5[	[288-350[	17,3	12,5

Source : AQUAMEN, 2006.

Survie (en pourcentage)

D'après le tableau ci-dessus, la survie est de 70% environ après six (06) semaines de l'ensemencement (soit 42 à 45 j d'élevage en prégrossissement). Des fois, cette survie peut être en dessus de cette valeur ou en dessous (jusqu'à 50%). Après la première semaine, elle est de 90% (le taux de mortalité est estimé à 10%) ; après la deuxième et la troisième, elle est de 85% (taux de mortalité à 5%) ; après la quatrième et la cinquième semaine elle est, respectivement de 80% et de 70% (mortalité entre 4% et 6%).

Alimentation

En ce qui concerne l'alimentation, elle est calculée suivant la biomasse à partir du TNT. On utilise l'aliment dit « Starter numéro 2 et 3 » en particules de 0,1 à 1,5 mm de diamètre pour les postlarves en prégrossissement et les juvéniles jusqu'à un poids moyen de 6 g, la distribution se fait à partir des digues durant les trois premières semaines où les rations sont encore à poids réduit, et elle se fait à l'aide d'une pirogue à partir de la quatrième semaine.

Cliché n°9 : Distribution d'aliments à bord d'une pirogue.



Source : *Auteur*, juin 2006.

Grossissement

Transfert

A l'entrée dans les bassins de grossissement, les crevettes pèsent environ 1 g et mesurent de l'ordre de 4 cm. Le transfert des juvéniles, après la pêche du bassin de prégrossissement, se fait dans des cages en netlon immergées dans de grands bacs en plastique. Ils sont remplis d'eau du bassin de réception et alimentés avec de l'air comprimé. Deux autres bacs sont installés sur un camion pour acheminer les cages remplies de juvéniles du bassin de prégrossissement vers le bassin de réception (grossissement). A l'arrivée, les juvéniles sont versées sur une plateforme en netlon placée devant le moine d'entrée (voir cliché n°9). Cette plateforme sert de bain pour les crevettes avant d'intégrer entièrement dans leur nouvel habitat. C'est donc une sorte d'acclimatation car celle-ci n'est pas vraiment nécessaire

du fait que les paramètres des deux bassins sont plus ou moins identiques. C'est aussi un moyen de compter la mortalité durant le transfert.

- contrôle du transfert :

Le contrôle reste le même à celui de l'ensemencement. Mais, une seule cage de survie est utilisée. Après 24 heures, le taux de survie est estimé à partir du résultat obtenu par la cage. Et, le nombre initial ainsi que la densité initiale sont calculés à partir de ce taux de survie.

Le nombre initial et la densité trouvés sont, par la suite, les chiffres de référence durant tout l'élevage. Le taux de survie est ramené à 100%. Et, théoriquement, en fin d'élevage, il est estimé à 70%.

Cliché n°10 : Remplissage de la cage de survie durant le transfert des juvéniles en bassin de grossissement.



Source : *Auteur*, juillet 2006.

Cliché n°11: Vidange du bassin de prégrossissement par le moine de sortie durant le transfert des juvéniles.



Source : *Njaka RANARIVELO*, Juin 2006.

Cliché n°12: Juvéniles versées sur la plateforme de netlon durant le transfert.



Source : *Auteur*, juillet 2006.

Qualité de l'eau

Le diagnostic du milieu d'élevage se fait par la mesure de plusieurs paramètres, à savoir :

- ✓ l'oxygène dissous du fond ;
- ✓ la température du fond et de la surface (stratification) ;
- ✓ la turbidité ;
- ✓ la salinité du fond et de la surface (stratification après une pluie) ;
- ✓ et le pH.

a- l'oxygène dissous (ou DO)

L'oxygène est primordial pour la respiration des animaux, des algues, du phytoplancton et du zooplancton et aussi pour la décomposition des matières organiques. Pour l'élevage de crevettes, l'oxygène dissous ne doit pas être en dessous de 3 ppm (5 mg/litre en sortie de bassin). Si la teneur est inférieure à 2 ppm, les crevettes commencent à nager en surface en sautillant et la mortalité s'ensuit. [15]

La mesure est effectuée avec un oxymètre dans le moine de sortie car c'est à ce niveau que l'eau est pauvre en oxygène, le matin entre 5 et 6 heures et entre 15 et 17 heures le soir [3].

Mais durant l'étude, tous les oxymètres de la ferme n'ont pas été fonctionnels et il n'y a pas de mesure concernant l'oxygène.

b- la température

Elle a des effets sur l'oxygénation de l'eau, le développement de la production naturelle, le déroulement normal de la croissance et la survie des crevettes. La croissance optimale de *Penaeus monodon* se situe entre 24°C et 33°C. La température est corrélée négativement avec l'oxygène dissous, une augmentation de la température entraîne une diminution de la quantité de ce dernier paramètre [22]

La mesure se fait avec un thermomètre à la même heure que la mesure de l'oxygène dissous.

Durant l'étude, un seul thermomètre a été opérationnel. La ferme ne fait à l'occasion qu'une mesure par jour voire même tous les trois jours.

c- la salinité

C'est la quantité de sel dans l'eau et elle est exprimée en « ppt ». C'est un facteur qui a peu d'influence sur la survie de la majorité de l'espèce sauf dans les cas extrêmes. La valeur optimum est de 15 à 35 ppt mais le *Penaeus monodon* supporte bien l'eau de basse salinité (10 à

20 ppt), mais en général la salinité supérieure à 35 ou inférieure à 15 ppt est sublétales sinon arrêt de la croissance. La salinité varie avec la latitude, la profondeur, la température et le temps [4].

Pour la mesurer, on a recours au « salinomètre », en prélevant un échantillon de l'eau du bassin au niveau du moine de sortie le soir entre 15 et 17 heures. Mais en cas de problèmes, il faut effectuer la mesure le matin ou le soir selon la situation.

d- la turbidité

Elle détermine l'importance des particules minérales et organiques (phytoplancton, zooplancton) dans le milieu. En général, l'eau est transparente, mais par la présence des particules inertes (sol, débris organiques) ou micro-organismes vivants, l'eau devient turbide. Et, une eau turbide empêche la pénétration de la lumière du soleil et par conséquent la production naturelle s'appauvrit.

Elle est appréciée par la profondeur de disparition du « disque de Secchi » (cf. cliché n°10). Normalement, elle se situe entre 35 et 50 cm. Plus de 50 cm, l'eau contient peu d'algues et moins de 35 cm, il y a trop d'algues.

Cliché n°13 : Disque de Secchi pour la mesure de la turbidité.



Source : Auteur, juillet 2006.

e- le potentiel hydrogène (ou pH)

Ce paramètre permet d'estimer l'alcalinité et l'acidité du fond et ceux de l'eau du bassin. En général, dans les conditions naturelles, le pH ne varie pas trop. Pour les crevettes (comme pour plusieurs plantes et animaux), le pH optimal se situe entre 7 et 8,5. Néanmoins, une valeur en dessous de 5 est létale pour elles et une valeur élevée entraîne une toxicité ammoniacale. Il est mesuré par le « pH-mètre » de 2 à 3 fois par semaine.

f- les autres paramètres

Un contrôle hebdomadaire de l'ammoniaque, des nitrites et des nitrates est utile surtout en fin d'élevage, quand la biomasse est élevée (supérieure à 200 g/m²). L'ammoniaque (NH₃-N) vient du déchet d'azote fourni par les plantes et les animaux vivants. C'est un poison qui se produit particulièrement à pH élevé et dans les conditions naturelles. Il subit une nitrification en présence d'oxygène et est transformé en nitrite (NO₂-N) et ce dernier subit aussi une nitrification à son tour et est devenu nitrate (NO₃-N).

La teneur en nitrite, nitrate et ammoniaque est mesurée à l'aide du « tétra test » respectif, c'est-à-dire par la méthode colorimétrique.

Les principales normes de qualité de l'eau sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau n°5 : Normes de qualité de l'eau pour *Penaeus monodon*.

<i>Paramètres</i>	<i>Valeur optimum</i>	<i>Heure pour la mesure</i>	
		<i>AM</i>	<i>PM</i>
Température (°C)	28 - 32	5h – 6h	14h – 15h
Oxygène (ppm)	5	5h – 6h	14h – 15h
Salinité (ppt)	15 - 25	-	-
Turbidité (cm)	35 - 50	-	-
pH	7,5 - 8,5	2h – 3h	-
Ammoniaque (NH ₃ -N ppm)	< 0,1	-	14h – 15h
Nitrite (NO ₂ -N ppm)	< 0,25	-	14h – 15h
Nitrate (NO ₃ -N ppm)	< 0,5	-	14h – 15h
Hydrogène sulfuré (ppm)	< 0,003	5h – 6h	-

Source : AQUAMEN E.F, 2006.

Contrôle du milieu

Les paramètres physico-chimiques ont une relation directe avec le développement du phytoplancton, du zooplancton et des macro faunes dans le bassin. La productivité naturelle est elle-même dépendante de l'augmentation de la biomasse de crevettes (déjections), de la décomposition de l'aliment, ainsi que de la minéralisation progressive du substrat.

Le contrôle du milieu se fait par les changements d'eau, la fertilisation et l'alimentation (la quantité).

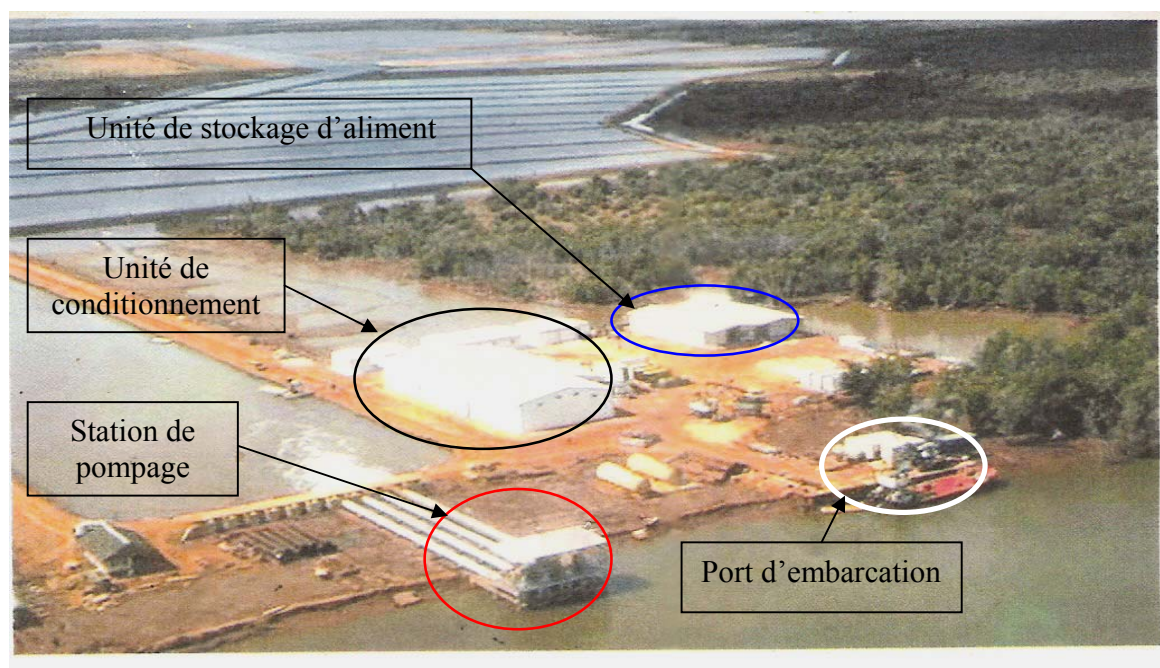
a- le changement d'eau

Les changements d'eau se font en fonction de la marée durant laquelle la station de pompage fonctionne. Par conséquent, le pompage s'effectue 2 fois en 24 heures. Le taux de renouvellement d'eau est réglé par les batardeaux dans les moines d'entrée.

Un changement d'eau séquentiel peut être réalisé, par exemple 30% une fois par semaine ou de maintenir une arrivée d'eau en continu, ou une combinaison des deux. Il se fait par une vidange partielle (sortie d'eau par le fond) suivie d'un remplissage au même niveau. Cette opération est aussi effectuée dans le cas où l'eau prend une couleur foncée, ou dégage des odeurs désagréables, ou dans le cas d'un « crash » (l'eau devient transparente).

En cas de pluies, il faut évacuer l'eau de surface du fait qu'il se produit un phénomène de stratification. L'eau déssalée de surface cause un réchauffement de l'eau du fond et aussi une diminution d'oxygène.

Cliché n°14 : Station de pompage, l'usine de conditionnement, le port d'embarcation et l'unité de stockage.



Source : AQUAMEN E.F, 2006.

b- la fertilisation

Pour maintenir une population d'algues suffisantes (Secchi entre 35 et 50 cm), il faut fertiliser les bassins régulièrement, surtout en début d'élevage lorsque l'apport d'aliment

composé est encore faible. Il est préférable de commencer avec plusieurs applications d'une petite dose, par exemple 6 kg d'urée et 2 kg de triple superphosphate/hectare/semaine.

Avec les engrais organiques, une dose de 300 à 500 kg/hectare est à utiliser.

Alimentation

La quantité d'aliment nécessaire pour avoir une bonne croissance, sans polluer le bassin, est fonction de la densité en l'occurrence la biomasse et du poids moyen des crevettes, puis de la production naturelle, de la qualité de l'aliment et des facteurs physico-chimiques (température, oxygène dissous, salinité) [3].

A la ferme de l'AQUAMEN, la quantité d'aliment à distribuer est déterminée à partir de la biomasse théorique (Taux de Nutrition Théorique ou TNT), de la densité (10/m² est la référence), la température et le poids moyen. (cf. annexe I)

a- les types d'aliments

Il existe quatre types d'aliments utilisés à l'AQUAMEN selon la disponibilité sur le marché et en stock :

- ❖ Le Green label ;
- ❖ l'Uni président en provenance de Taïwan ;
- ❖ le Livestock Feed Limited ou LFL, produit à l'île Maurice ;
- ❖ et le VDS (Veevoeders En Diernspecialiteiten) produit par la société TIKO.

Le taux de protéines doit être de 35 à 40%, les lipides entre 5 et 7%. Le choix se porte sur la stabilité du granulé dans l'eau (au moins 2 heures)

L'aliment à distribuer est fonction du poids moyen. Il existe différentes catégories d'aliments utilisés :

- le « Grower » (croissance, numéro 4) granulés de 2 à 3 mm de diamètre et de 3 à 7 mm de longueur pour les crevettes de 6 g jusqu'à deux semaines avant la pêche ;
- et le « Finisher » (Finition, numéro 5) distribué deux semaines avant la pêche jusqu'à la pêche finale.

Les numéros servent à différencier facilement les sacs d'aliments.

Tableau n°6: Catégories d'aliments distribués aux crevettes.

<i>Poids moyen (g)</i>	<i>Type</i>	<i>TNT (% de la biomasse)</i>
[0 – 3]	N° 02 Starter*	09
] 3 – 6]	N° 03 Starter	11
] 6 – 2 savp]	N° 04 Grower	60
] 2 savp – p	N° 05 Finisher	20

Source : AQUAMEN, 2006.

* : pour les postlarves en prégrossissement.

Savp : semaine avant pêche

b - la distribution

Le nombre des distributions par jour est fonction de la quantité à rationner pour la journée. Et elle est fractionnée en pourcentage pour chaque distribution. Il est résumé dans le tableau ci-dessous :

Tableau n°7: Nombre de distribution suivant le poids moyen.

<i>Quantité d'aliment (kg)</i>	<i>Nombre des distributions</i>
[0 – 50]	3
] 5 – 120]	4
] 120 – 150]	5
Supérieure à 150	6

Source : AQUAMEN, 2006.

Et le tableau suivant montre le protocole de distribution de l'aliment, l'heure et la quantité.

Tableau n°8: Protocole de distribution d'aliment à la ferme de Tsangajoly.

<i>Heure</i>	<i>06:30</i>	<i>09:30</i>	<i>14:00</i>	<i>16 :30</i>	<i>20 :00</i>	<i>22 :00</i>
Nombre des distributions						
3	40%	--	30%	30%	--	--
4	30%	--	15%	35%	20%	--
5	20%	20%	10%	30%	20%	--
6	20%	10%	10%	30%	10%	20%

Source : AQUAMEN, 2006.

Le tableau n°8 montre la quantité et l'heure de distribution suivant le nombre des distributions. Par exemple, si l'aliment de la journée est de 20 kg, alors le ND = 3. Donc, la première est de 8 kg et la deuxième et la troisième sont de 6 kg chacune.

La distribution se fait manuellement moyennant d'une assiette sur une pirogue.

c-Le FCR (ou Feed Conversion Ratio) ou le taux de conversion (IC)

Il exprime la quantité d'aliment nécessaire à la production de biomasse de crevettes. Un taux de conversion final de 1,8 (soit 1,8 kg d'aliment pour 1 kg de crevettes) est une moyenne qu'il faut chercher à atteindre. Toutefois, des taux de conversion plus bas peuvent être obtenus par un meilleur contrôle de l'alimentation (voir les mangeoires) et surtout par une bonne gestion de la qualité de l'eau. Des taux de 1,2 à 1,4 sont obtenus dans des conditions exceptionnelles mais, il est possible d'avoir des taux supérieurs à 2,5 voire 3 ou 4 dans des conditions d'élevage qui se sont dégradées au cours de la production. La rentabilité de la production est directement liée au taux de conversion final. En fait, l'aliment intervient pour 35 à 40% dans les coûts de production des crevettes. Au-delà de 2,5, la rentabilité devient aléatoire.

C'est la quantité d'aliments nécessaire pour obtenir un gain de 1 kg de biomasse. L'indice de conversion pour une période donne une indication importante pour évaluer la ration alimentaire. En général, cet indice ne doit pas dépasser 2. Dans les cas où il dépasse 2, la ration doit être diminuée de quelques pourcents.

La formule générale :

$$\text{FCR} = \frac{\text{Rd}}{\text{Gb}} \quad \text{où} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{FCR} = \text{indice de consommation} \\ \text{Rd} = \text{ration distribuée pour la période considérée [kg]} \\ \text{Gb} = \text{Gain en biomasse pour la même période [kg]} \end{array} \right.$$

Suivi de la croissance

a- L'échantillonnage

Un échantillonnage hebdomadaire (tous les vendredi) permet d'obtenir le poids moyen des crevettes pour suivre la croissance et pour pouvoir observer l'aspect général des crevettes, les couleurs, les maladies éventuelles et aussi l'existence de compétiteurs et de prédateurs.

L'échantillonnage, moyennant d'un filet épervier, se fait sur quatre points en diagonal, en partant du moine de sortie jusqu'à l'entrée. Il est nécessaire de capturer au moins 100 animaux par échantillonnage.

Les crevettes capturées à chaque point d'échantillonnage sont comptées et pesées à l'aide d'une balance électronique. Et, le poids moyen est obtenu en faisant la moyenne entre les résultats des quatre points. Le poids moyen est égal au rapport entre le poids total des crevettes et le nombre total capturé durant l'échantillonnage.

Les formules utilisées :

$$P_m = \frac{\sum P_{mi}}{\sum N_i}$$

P_m = poids moyen des crevettes du bassin [g].

P_{mi} : poids moyen des crevettes au point de capture i [g].

N_i : nombre de crevettes capturées au point i .

b- La survie théorique

Elle est estimée grâce aux observations durant l'échantillonnage et le protocole proposé par la ferme. Pour les quatre premières semaines, la survie est estimée à 92% c'est-à-dire que la mortalité est de 8%. Et, elle est de 90% à la cinquième semaine. Après, la survie diminue de 1% à chaque semaine jusqu'à la dernière c'est-à-dire avant la pêche. En fin d'élevage, l'estimation est de 70% environ.

Mais dans les cas de mortalité élevée, l'estimation est basée sur cette dernière et les résultats du dénombrement.

Tableau n°9 : Protocole d'estimation de la survie théorique.

<i>Age [semaine]</i>	<i>Survie [%]</i>
1 à 4	92
5	90
6 jusqu'à la pêche	70

Source : AQUAMEN E.F, 2006.

c- Le tableau de bord

Tous les bassins en élevage y figurent, la surface, le nombre initial, l'âge (en jours), le poids moyen et la croissance, la survie théorique, la biomasse, le taux de nutrition théorique, la quantité d'aliment consommé, le FCR et les paramètres physico-chimiques font partie des éléments de suivi, de contrôle et de surveillance.

Il est fonction de l'échantillonnage hebdomadaire, c'est-à-dire qu'il faut l'ajourner par semaine.

Le tableau de bord sert à contrôler le déroulement de l'élevage. C'est un outil de gestion et de prise de décisions relatives à chaque bassin pour les responsables.

Récolte ou pêche (ou collecte)

Pêche partielle

Une récolte partielle peut avoir deux objectifs :

- éliminer du bassin les animaux dont le poids moyen est nettement supérieur à la moyenne des autres et ;
- faire une pré-récolte dans le cas de grand bassin où la biomasse totale à la pêche dépasse les capacités de traitement de l'unité de conditionnement.

Elle se fait par l'intermédiaire d'engins de pêche fixes disposés dans le bassin pendant quelques jours, ou par chalut tracté. La maille est en rapport avec la taille de sélection désirée.

Pêche totale

Une récolte totale se fait par vidange du bassin et par concentration des crevettes dans un filet à l'extérieur du moine de sortie, dans le canal d'évacuation. La préparation du bassin et du matériel de pêche commence deux jours avant la date de pêche.

L'alimentation est arrêtée un jour avant et les moines d'entrée sont fermés par de la terre. L'équipe de pêche s'occupe de l'installation des matériels (les bacs, les paniers, le plateforme, et l'éclairage si le travail se fait la nuit). En même temps, l'unité de prétraitement est aussi préparée. Le jour de pêche, il faut commencer à diminuer le niveau de l'eau (enlever 1 à 2 batardeaux).

La vidange doit être faite lentement afin que les crevettes se concentrent lentement devant le moine de sortie. Si le niveau est suffisamment bas, les grilles de sortie sont enlevées et les crevettes sont recueillies dans le filet.

Elles sont ensuite mises dans de petits bacs en plastique puis dans de grand bac de stabulation et vont être tuées au chlore. Tout de suite après, les petits bacs sont trempés dans d'autres bacs de stabulation remplis de glace où elles vont être traitées au métabisulfite. Et à partir de la plateforme de pêche, elles sont conservées par des paillettes de glace et transportées par camion vers l'usine.

Cliché n°15: Ouverture des grilles de sortie durant la pêche.



Source : *Auteur*, juin 2006.

ANNEXE VIII : Résultats des dénombrements du bassin A.

<u>Dénombrement du bassin A</u>									
Aire: 2,4 ha		Densité initiale: 24,2/m ²							
Nombre initial: 581118									
Cycle lunaire	PL+2			NL-1			DQ-1		
Age (j)	100j			170j			192j		
Lanceur	Nestor			Nestor			Albin		
Pm (g)	7,6			12,5			13		
Captures	182	138	102	67	156	296	199	245	311
	139	32	371	285	91	351	165	96	78
	53	32	48	185	86	115	10	15	91
	78	11	457	55	45	75	66	33	12
	383	24	23	26	21	109	82	46	55
				168	15	61	22	18	150
				286	71	153	38	12	280
				105	130	225	65	105	41
Nb total	2073			3177			2235		
Nb/lancé	138			132			93		
Densité/m²	23			22			18		
srv.d (%)	95,18			91,17			74		
Bio.d (kg)	4204			6622			5591		
srv.t (%)	80			72			71		
Bio.t (kg)	3115			5230			5364		

Source : Auteur, Novembre 2006.

srv.d : survie trouvée par le dénombrement [%].

srv.t : survie théorique du tableau de bord [%].

Bio.d : biomasse trouvée par le dénombrement.

Bio.t : biomasse théorique du tableau de bord.

ANNEXE IX : Résultats des dénombrements du bassin B.

Dénombrement du bassin B															
Aire: 2,4 ha		Densité initiale: 29/m²													
Nombre initial: 696409															
cycle lunaire	PL+1			NL+4			PL+2			NL-1			PQ+1		
Age (j)	65j			112j			125j			136j			176j		
Lanceur	Basile			Albin			Nestor			Albin			Nestor		
Pm (g)	6,7			13			16			17			18,5		
Captures	205	188	165	211	256	145	113	65	61	119	139	172	29	42	24
	207	197	186	298	10	215	130	3	13	45	21	45	22	32	18
	285	137	161	76	54	817	30	3	24	23	20	84	31	12	27
	196	92	69	85	37	77	8	1	17	22	11	400	76	4	31
	168	71	132	19	265	286	29	8	23	7	1	21	22	16	49
	98	246	164	60	180	315	44	12	8	5	0	15	57	7	29
				12	24	18	16	1	31	6	4	32	31	23	43
				4	13	345	2	3	3	10	75	36	27	16	43
Nb total	2967			3822			648			1313			711		
Nb/lancé	165			159			27			55			30		
Densité/m²	21,4			30,3			4,5			10,4			4,9		
srv.d (%)	73,89			104,34			15,52			35,84			17,03		
Bio.d (kg)	3448			9446			1729			4244			2194		
srv.t (%)	88			80			20			20			20		
Bio.t (kg)	4106			7242			2229			2368			2577		

Source : Auteur, Novembre 2006.

srv.d : survie trouvée par le dénombrement [%].

srv.t : survie théorique du tableau de bord [%].

Bio.d : biomasse trouvée par le dénombrement.

Bio.t : biomasse théorique du tableau de bord.

ANNEXE X : Résultats des dénombrements du bassin C.

<u>Dénombrement du bassin C</u>									
Aire: 1 ha			Densité initiale: 15/m²						
Nombre initial: 149.575									
cycle lunaire	NL			NL+6			PL-1		
Age (j)	27/04/2006(78j)			02/06/2006(114j)			10/07/2006(152j)		
Lanceur	Basile			Basile			Basile		
Pm (g)	8,2			15,5			21		
Captures	133		106	285		108	82		84
		25			105			41	
	155		102	109		77	118		126
		15			17			36	
	153		241	108		63	120		124
		102		17		121	22		103
Nb total	1032			1010			856		
Nb/lancé	115			101			86		
Densité/m²	15			13			11		
srv.d (%)	99,38			87,54			74,11		
Bio.d (kg)	1219			2029			2328		
srv.t (%)	85			79			77		
Bio.t (kg)	1043			1832			2230		

Source : Auteur, Novembre 2006.

srv.d : survie trouvée par le dénombrement [%].

srv.t : survie théorique du tableau de bord [%].

Bio.d : biomasse trouvée par le dénombrement.

Bio.t : biomasse théorique du tableau de bord.

ANNEXE XI : Résultats des dénombrements du bassin D.

<u>Dénombrement du bassin D</u>									
Aire: 1 ha			Densité initiale: 15/m²						
Nombre initial: 150.191									
cycle lunaire	NL			PQ-2			PL-1		
Age (j)	78j			114j			152j		
Lanceur	Basile			Basile			Basile		
Pm (g)	8			12			14,6		
Captures	79		86	58		31	151		217
		17			87			30	
	102		71	201		199	46		131
		6			29			49	
	112		196	85		184	29		26
	124		214	8		74	46		60
Nb total	1007			956			785		
Nb/lancé	100,7			95,6			78,5		
Densité/m²	13			12			10		
srv.d (%)	87,28			82,86			68,04		
Bio.d (kg)	1049			1493			1492		
srv.t (%)	84			81			77		
Bio.t (kg)	1009			1460			1688		

Source : Auteur, Novembre 2006.

srv.d : survie trouvée par le dénombrement [%].

srv.t : survie théorique du tableau de bord [%].

Bio.d : biomasse trouvée par le dénombrement.

Bio.t : biomasse théorique du tableau de bord.

ANNEXE XII : Poids moyen/semaine des crevettes des 4 bassins.

	bassin A	bassin B	bassin C	bassin D
Age (sem)	Pm (g)	Pm (g)	Pm (g)	Pm (g)
1	0,17	0,38	0,54	0,61
2	0,47	0,7	1,1	1,2
3	1,5	1,3	1,6	1,4
4	1,5	1,7	2,1	1,9
5	2,5	2,3	3	2,7
6	2,7	3,2	3,6	3,2
7	3,4	4,1	4	4
8	3,6	5,2	5,3	5,3
9	3,7	6,1	5,9	6
10	4,2	6,7	6,7	6,9
11	4,8	7,7	8,2	8
12	5,9	8,9	10,2	9
13	6,7	9,9	11,4	9,7
14	7,6	11	13,4	10,9
15	8	12	14,5	11,6
16	8,5	13	15,5	12
17	9,7	14	15,5	12,8
18	10,9	15	16,5	12,8
19	10,9	16	17,5	13,4
20	12,2	17	18,7	14,6
21	12,2	17,6	19,9	14,6
22	12,5	17,7	21	14,6
23	12,5	17,7	21	15,1
24	12,5	17,7	21	15,6
25	12,5	18,5	21	15,6
26	13	-	-	-
27	13,6	-	-	-
28	13,6	-	-	-

Source : AQUAMEN E.F, 2006.

Pm : poids moyen (g)

Sem : semaine

ANNEXE XIII : la biomasse théorique/semaine des 4 bassins.

Age (sem)	BIOMASSE [KG]			
	bassin A	bassin B	bassin C	bassin D
1	99	265	81	92
2	99	483	163	178
3	819	887	235	206
4	819	1148	305	277
5	1069	1538	431	389
6	1396	2098	506	452
7	1719	2627	556	553
8	1799	3259	721	716
9	1849	3738	785	793
10	2075	4013	872	891
11	2343	4558	1043	1009
12	2811	5206	1266	1135
13	3115	5722	1381	1209
14	3445	6282	1603	1342
15	3626	6686	1713	1411
16	3853	7152	1808	1442
17	4284	7605	1808	1538
18	4687	7507	1900	1538
19	4687	2229	1989	1590
20	5175	2368	2070	1688
21	5175	2451	2143	1688
22	5175	2465	2230	1688
23	5230	2465	2230	1701
24	5230	2465	2230	1664
25	5230	2577	2230	1664
26	5230	-	-	-
27	5364	-	-	-
28	5532	-	-	-

Source : AQUAMEN E.F, 2006.

ANNEXE XIV : Résultats de la pêche des 4 bassins.

BASSIN	B	A	C	D
Pm final (g)	20,81	16,22	21,01	15,83
Pm T (g)	20,7	15	21	15,5
srv.p (%)	16	64,5	70	68
srv.t (%)	19	63	73	68
srv.d (%)	17,03	74	74	68
Bio.p (Kg)	2312	5554	2200,67	1625,6
Bio.t (Kg)	2800	5500	2300	1600
Bio.d (Kg)	2194	5591	2328	1492

Source : AQUAMEN E.F et Auteur, Novembre 2006.

Pm : poids moyen.

Pm T : poids moyen du tableau de bord.

srv.p : survie à la pêche.

srv.t : survie du tableau de bord.

srv.d : survie trouvée par le dénombrement.

Bio.p : Biomasse à la pêche.

Bio.t : Biomasse du tableau de bord.

Bio.d : Biomasse trouvée lors du dénombrement.

ANNEXE XV: Mesures de l'ouverture des filets

I/ Lanceur 1: Mr ALBIN

1/ Sur la terre ferme:

taille: 1,60m

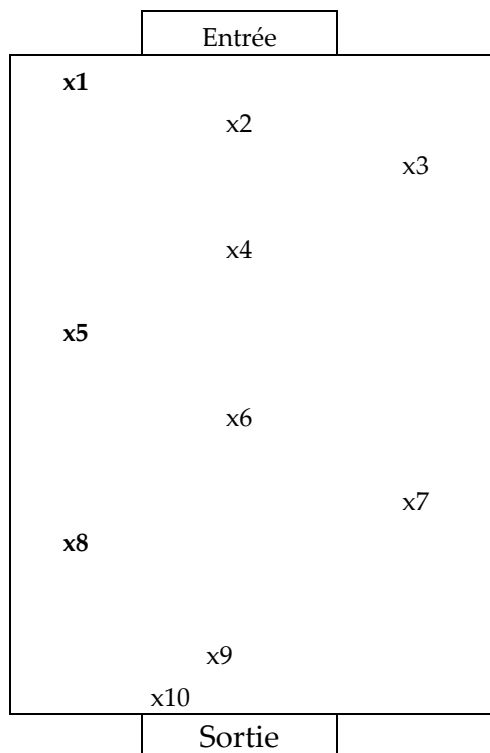
nombre de lancers: 10

Lancers	longueur	largeur	B (m)	A (m)	Aire (m²)
1	3,6	2,3	1,8	1,15	6,49
2	3,38	2,3	1,69	1,15	6,1
3	3,63	2,51	1,81	1,25	7,15
4	3,58	2,05	1,79	1,03	5,76
5	3,8	2,6	1,9	1,3	7,75
6	3,88	2,47	1,94	1,24	7,52
7	3,77	2,84	1,89	1,42	8,4
8	3,86	2,54	1,93	1,27	7,69
9	3,71	2,69	1,86	1,35	7,83
10	3,83	2,36	1,92	1,18	7,09
					71,78
moyenne					7,178

2/ Dans l'eau:

nombre de lancers: 10

Lancers	longueur	largeur	B (m)	A (m)	Aires (m ²)	dpth (m)
1	2,8	2,52	1,4	1,26	5,54	0,95
2	2,8	2,4	1,4	1,2	5,28	1,1
3	2,8	2,8	1,4	1,4	6,16	0,99
4	2,8	2,4	1,4	1,2	5,28	1,11
5	2,65	1,95	1,33	0,98	4,06	1,31
6	2,8	2,8	1,4	1,4	6,16	1,14
7	2,7	2,1	1,35	1,05	4,45	1,44
8	2,8	2,25	1,4	1,13	4,95	1,37
9	2,8	2,8	1,4	1,4	6,16	1,48
10	2,8	2,1	1,4	1,05	4,62	1,34
moyenne (m ²)					5,3	1,22



Répartition des points de lancer
pour Mr Albin

Source : Auteur, Juin 2006.

A : petite base. Dpth : profondeur.

B : grande base.

II/ Lanceur 2: Mr BASIL

1/Sur la terre ferme

taille: 1,80m

nombre de lancers: 10

Lancers	B	A	b (m)	a (m)	Aire (m ²)
1	3,89	3,15	1,95	1,58	9,6
2	3,91	3,16	1,96	1,58	9,7
3	3,97	3,04	1,99	1,52	9,5
4	3,64	3,16	1,82	1,58	9,0
5	3,61	3,15	1,81	1,58	8,9
6	3,97	3,8	1,99	1,9	11,8
7	3,73	3,41	1,87	1,71	10,0
8	3,46	3,46	1,73	1,73	9,4
9	3,43	3,09	1,72	1,55	8,3
10	3,8	3,04	1,9	1,52	9,1
moyenne					9,5

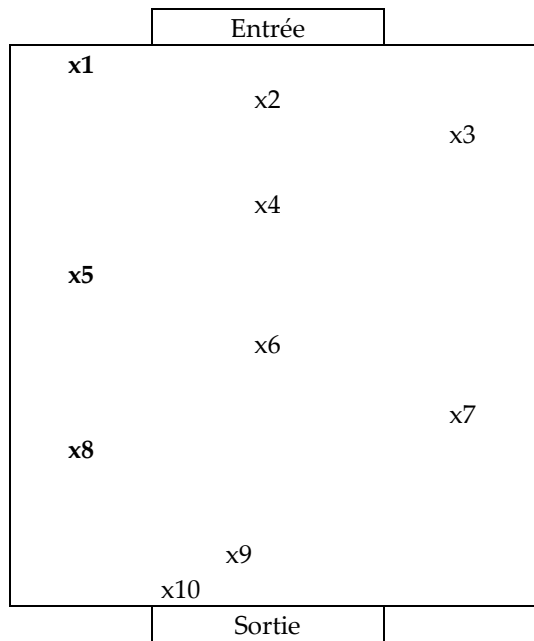
2/Dans l'eau

Nombre de lancers: 10

Lancers	B	A	b (m)	a (m)	dpth (m)
1	3,37	3,11	1,69	1,55	1,05
2	3,66	2,8	1,83	1,4	1,15
3	3,08	2,96	1,54	1,48	1,16
4	3,05	2,8	1,53	1,4	1,26
5	3,37	2,8	1,69	1,4	1,19
6	3,15	3,11	1,58	1,56	1,32
7	3,62	3,2	1,81	1,6	1,11
8	3,25	2,9	1,63	1,45	1,4
9	3,2	2,99	1,6	1,50	1,5
10	3,9	2,5	1,95	1,25	1,31
Dpth moy=					1,25

Aire m (m ²) =	7,69 m ²
----------------------------	---------------------

Source : Auteur, juin 2006.



Répartition des points de lancer
pour Mr Basile

A : petite base

B : grande base

$b = B/2$

$a = A/2$

Dpth moy. : profondeur moyenne

Aire m : ouverture moyenne

Source : Auteur, juin 2006.

III/ Lanceur 3: Mr NESTOR

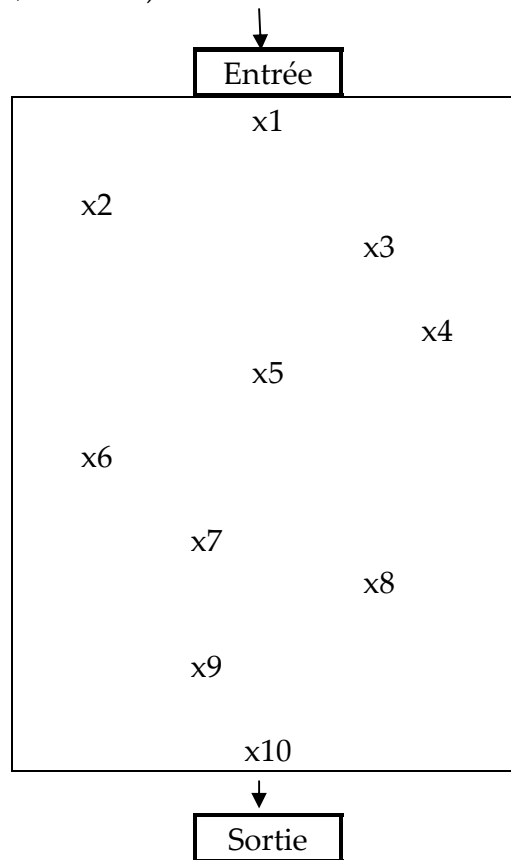
Dans l'eau

nombre de lancers: 10

Lancers	B	A	b (m)	a (m)	dpth (m)	Aire (m ²)
1	2,8	2,49	1,4	1,25	1,31	5,48
2	2,8	2,8	1,4	1,4	1,31	6,16
3	3,05	2,8	1,53	1,4	1,11	6,71
4	3,05	2,8	1,53	1,4	1,32	6,71
5	2,8	2,8	1,4	1,4	1,04	6,16
6	3,25	2,4	1,63	1,2	1,35	6,13
7	2,8	2,8	1,4	1,4	1,11	6,16
8	2,98	2,8	1,49	1,4	1,16	6,55
9	3,03	2,86	1,52	1,43	1,18	6,81
10	2,8	2,8	1,4	1,4	1,27	6,16
dpth moy					1,22	
Aire moyenne (m ²)=		6.30				

"Répartition des points de lancers"

(Mr Nestor, 19/07/06)



IV/ L'OUVERTURE MAXIMALE

B	A	b (m)	a (m)	A (aire/m²)
3,97	3,85	1,985	1,925	11,99

Formule utilisée:

En supposant que pendant les lancers, les filets prennent la forme d'une ellipse: on a la formule suivante

$$\text{Aire (m}^2\text{)} = b(m) \times a(m) \times 3,1416$$

Source : *Auteur*, juin 2006.

ANNEXE XVI: Résultats des suivis des mangeoires

Sem: 26/03-01/04

P	ABW	TNT	MGR	D		L		M		M		J		V		S		moyenne		Bio.mgr	Bio.t
A	4,8	5,2	1	240	63	220	61	250	73	310	70	190	75	300	77	330	73	263	70	3312	2343
B	4,1	5,9	1	70	88	70	83	70	84	50	71	40	75	40	71	40	79	54	79	686	2627
C	4	6	1%	10	50	10	50	20	56	20	68	20	62	20	75	20	75	17	62	170	556
D	4	6	1%	10	50	10	50	20	62	20	62	20	75	20	68	20	75	17	63	173	553

Sem: 02/04-08/04

P	ABW	TNT	MGR	D		L		M		M		J		V		S		moyenne		Bio.mgr	Bio.t
A	5,9	4,1	1	240	68	250	70	280	47	220	38	150	40	110	66	140	58	199	55	2184	2811
B	5,2	4,8	1	85	62	85	50	85	79	90	62	90	79	90	75	90	84	88	70	1107	3259
C	5,3	4,7	1%	25	62	25	68	25	68	25	62	25	62	25	75	25	81	25	68	306	721
D	5,3	4,7	1%	25	68	25	75	25	68	25	62	25	75	25	68	25	75	25	70	315	716

Sem: 09/04-15/04

P	ABW	TNT	MGR	D		L		M		M		J		V		S		moyenne		Bio.mgr	Bio.t
A	6,7	3,8	1	130	54	100	52	70	53	80	25	120	67	130	61	160	73	113	55	1366	3115
B	6,1	4	1	100	69	100	66	100	75	105	80	105	89	120	94	125	96	108	81	1747	3738
C	5,9	4%	1%	30	68	30	87	35	80	50	68	50	74	50	87	55	62	43	75	645	785
D	6	4	1%	30	74	30	87	35	87	50	74	50	68	50	93	60	93	44	82	715	793

Sem: 16/04-22/04

P	ABW	TNT	MGR	D		L		M		M		J		V		S		moyenne		Bio.mgr	Bio.t
A	7,6	3,6	1	140	62	100	68	100	50	80	54	60	46	70	58	80	64	90	57	1231	3445
B	6,7	3,8	1	130	97	150	97	150	100	150	84	150	90	150	97	150	90	147	94	3043	4013
C	6,7	3,8	1%	50	63	50	56	40	82	60	69	50	76	60	82	60	75	53	70	814	872
D	6,9	3,7	1%	70	63	70	44	50	69	50	75	50	69	50	82	60	88	57	70	880	891

Etude de l'estimation de la biomasse dans les bassins crevetticoles.

Sem: 23/04-29/04

P	ABW	TNT	MGR	D		L		M		M		J		V		S		moyenne		Bio.mgr	Bio.t
A	8	3,5	1,5	80	79	150	94	150	88	150	83	150	69	150	89	200	94	147	85	3002	3626
B	7,7	3,6	1	150	92	150	92	150	96	150	93	156	88	155	88	155	88	152	91	3326	4558
C	8,2	3,5	1,5	60	82	60	88	60	94	60	94	60	82	60	94	60	88	60	89	1282	1043
D	8	3,5	1,5	70	82	60	75	60	82	60	88	60	100	60	100	60	88	61	88	1297	1009

Sem: 30/04-06/05

P	ABW	TNT	MGR	D		L		M		M		J		V		S		moyenne		Bio.mgr	Bio.t
A	8,5	3,4	1,5	250	92	250	74	170	73	180	81	90	61	110	83	150	69	171	76	3257	3853
B	8,9	3,3	1	155	92	155	100	160	90	160	79	160	98	160	100	175	95	161	57	2290	5206
C	10,2	2,9	2	60	82	60	88	60	94	60	94	60	88	60	63	40	82	57	84	1296	1266
D	9	3,3	2	60	69	60	76	50	88	60	82	60	57	45	82	45	82	54	77	1045	1135

Sem: 07/05-13/05

P	ABW	TNT	MGR	D		L		M		M		J		V		S		moyenne		Bio.mgr	Bio.t
A	9,7	3,1	1,5	210	80	150	58	95	50	125	86	165	97	140	75	190	80	154	75	3110	4284
B	9,9	3	1,5	175	92	180	100	200	100	220	94	220	96	234	97	190	100	203	97	5309	5722
C	11,4	2,6	2	50	88	50	69	50	82	50	75	50	94	70	69	70	63	56	77	1244	1381
D	9,7	3,1	2	55	75	55	75	55	88	60	76	60	44	45	57	40	76	53	70	999	1209

Sem: 14/05-20/05

P	ABW	TNT	MGR	D		L		M		M		J		V		S		moyenne		Bio.mgr	Bio.t
A	10,9	2,7	1,5	190	78	100	88	90	96	80	100	80	79	80	88	80	88	100	88	2552	4687
B	11	2,7	3	240	98	245	79	245	98	250	97	260	96	270	79	280	79	256	89	6600	6282
C	13,4	2,4	2,5	40	57	30	100	30	88	30	76	30	75	30	81	30	100	31	82	799	1603
D	10,9	2,7	2	40	57	30	100	30	50	30	50	30	62	30	50	30	50	58	60	1009	1342

Etude de l'estimation de la biomasse dans les bassins crevetticoles.

Sem: 21/05-27/05

P	ABW	TNT	MGR	D		L		M		M		J		V		S		moyenne		Bio.mgr	Bio.t
A	10,9	2,7	1,5	80	96	80	96			50		80	88	80	88	80	96	64	66	1230	4687
B	12	2,6	3,5	274	71	230	64	230	85	242	92	247	96	247	86	247	79	245	82	6034	6686
C	14,9	2,3	2,5	50	100	40	100	45	100	10		40	94	40	100	40	94	38	84	1081	1713
D	11,6	2,6	2	30	50	40	50	40	50	10		40	92	40	75	40	75	34	56	576	1411

Sem: 28/05-03/06

P	ABW	TNT	MGR	D		L		M		M		J		V		S		moyenne		Bio.mgr	Bio.t
A	12,2	2,5	2	100	100	100	100	80	100	80	96	100	92	120	100	55	92	91	97	2640	5175
B	13	2,5	3	247	71	247	77	247	85	247	90	247	94	247	98	250	98	247	88	6750	7152
C	15,5	2,1	2,5	60	63	50	63	50	100	60	88	60	88	65	75	25	100	53	82	1474	1808
D	12	2,6	2	40	42	40	57	40	57	40	57	40	69	45	63	20	100	38	64	727	1442

Sem: 04/06-10/06

P	ABW	TNT	MGR	D		L		M		M		J		V		S(*)		moyenne		Bio.mgr	Bio.t
A	12,2	2,5	2	90	100	160	88	200	79	180	58	160	79	160	75	160	75	159	79	3758	5246
B	14	2,3	2,5	250	94	260	92	260	94	260	88	260	100	260	97			221	81	5919	7604
C	15,5	2,1	2,5	40	75	65	63	60	63	55	82	50	94	60	82	65	75	56	76	1501	1808
D	12,8	2,5	2	40	50	45	38	35	25	35	25	30	63	30	82	50	69	38	50	587	1538

(*) samedi 10/06: mortalité massive dans I5, problème de DO

Sem: 11/06-17/06

P	ABW	TNT	MGR	D		L		M		M		J		V		S		moyenne		Bio.mgr	Bio.t
A	12,2	2,5	2	170	92	200	79	200	79	210	66	200	83	170	49	140	66	184	73	4036	5175
B	15	2,2	1,5			100	4	60	0	34	2,6	30	8	30	17	30	6	41	5,4	69	8044
C	16,5	1,9	2,8	65	82	65	82	70	88	80	62	75	62	65	67	65	56	69	71	1820	1900
D	12,8	2,5	2,5	45	75	45	88	55	82	60	63	55	56	45	62	50	56	51	69	1085	1538

Etude de l'estimation de la biomasse dans les bassins crevetticoles.

Sem: 18/06-24/06

P	ABW	TNT	MGR	D		L		M		M		J		V		S		moyenne		Bio.mgr	Bio.t
A	12,5	2,5	2	130	63	160	75	150	67	150	63	150	58	120	46	160	67	146	63	2846	5230
B	16	2	1,5	30	16	35	71	35	62	35	66	38	68	38	62	48		37	49	635	2229
C	17,5	1,8	2,8	50	68	50	75	75	68	75	68	80	56	70	63	80	69	69	67	1700	1989
D	13,4	2,4	2,5	50	75	55	75	80	58	70	62	75	50	60	50	70	57	66	61	1243	1590

Sem: 25/06-01/07

P	ABW	TNT	MGR	D		L		M		M		J		V		S		moyenne		Bio.mgr	Bio.t
A	12,5	2,5	2	130	75	140	79	170	54	130	34	160	42	120	38	95	63	135	55	2302	5230
B	17	1,9	1,5	48	83	50	83	50	75	50	54	50	66	50	62	50	62	50	69	1269	2368
C	18,7	1,8	2,8	90	63	90		60	25	40	25	40	25	40	25	35	25	56	27	587	2070
D	14,6	2,3	2,5	65	38	45		45	25	40	25	50	25	40	25	30	25	45	23	352	1688

Sem: 02/07-08/07

P	ABW	TNT	MGR	D		L		M		M		J		V		S		moyenne		Bio.mgr	Bio.t
A	12,5	2,5	2,5	145	79	150	79	160	75	120	50	105	71	70	54	60	66	116	68	2439	5230
B	17,6	2,5	1,5	55	62	50	75	50	71	50	79	60	79	65	83	70	79	57	75	1607	2451
C	19,9	1,6	3	35	88	45	69	45	50	25	63	25	76	20	82	30	69	32	71	890	2143
D	14,6	2,3	2,8	25	38	30	44	25	57	25	50	25	88	20	63	15	69	24	58	465	1688

Sem: 09/07-15/07

P	ABW	TNT	MGR	D		L		M		M		J		V		S		moyenne		Bio.mgr	Bio.t
A	12,5	2,5	2,5	60	66	40	81	50	94	100	83	135	83	140	75	150	78	96	80	2391	5230
B	17,7	1,8	1,5	80	39	55	36	40	48	20	34	20	58	20	50	20	71	36	48	656	2465
C	21	1,6	3	25	63	25	63	20	82	30	82	45	69	40	63	35	63	31	69	846	2230
D	14,6	2,3	2,8	15	57	15	63	15	57	15	69	25	63	20	63	20	57	18	61	370	1688

Source : Auteur, juin 2006.

Sem : semaine.

P : (Anglais : pond) bassin.

ABW : poids moyen.

TNT : taux de nutrition théorique.

MGR : taux d'aliment pour la mangeoire.

D, L, M, M, J, V, S : les jours de la semaine.

Bio.mgr : biomasse relative aux mangeoires.

Bio.t : biomasse théorique (sur le tableau de bord).

ANNEXE XV : LOI n°2001- 020 portant développement d'une aquaculture de crevettes responsable et durable.

Dans le code de conduite pour une Pêche Responsable élaboré par la FAO en 1995, l'article 9 s'intitule « Développement de l'Aquaculture ».

Prenant siennes ces déclarations émises par la FAO, Madagascar a élaboré la Loi n°2001 – 020 du 04 Octobre 2001 portant Développement d'une Aquaculture de Crevettes Responsable

Le Titre I est consacré aux Dispositions générales.

Il comprend 7 articles qui précisent le domaine d'application de la loi et donnent les définitions des termes utilisés dans le texte.

L'ordonnance N°93 – 022 définit l'aquaculture comme la production d'organismes aquatiques par des méthodes comportant le contrôle d'une ou plusieurs phases du cycle biologiques de ces organismes (et le contrôle de l'environnement dans lequel ils se développent.)

Dans ce titre I, une mention spéciale est apportée en ce qui concerne la constitution des sites identifiés en réserve foncière aquacole. En effet, les évaluations réalisées dans le cadre de l'étude du schéma d'aménagement de l'aquaculture de crevettes à Madagascar ont indiqué que les surfaces des sites exploitables et aménageables pour l'aquaculture de crevettes sont limitées. Pourtant, les crevettes d'aquaculture constituent une source de devises très importante pour le pays. Il est donc logique de les réserver en totalité pour cette activité, d'autant plus que ce sont des terrains impropres à l'agriculture et à l'élevage de bétail.

Le Titre II est réservé aux mesures de préservation contre les maladies.

Beaucoup de pays, ayant déjà une tradition aquacole, ont été victimes de la non adoption de mesures nécessaires contre les attaques et la propagation des virus.

A titre d'exemples :

- Taïwan en 1988 : apparition du Monodon Baculo Virus ;
- Thaïlande en 1992 : apparition du Yellow Head Virus ;
- Equateur (Ecuador) en 1992 : apparition du Taura Syndrome Virus ;
- Chine en 1993 : apparition du White Spot Virus, etc.

L'éruption des maladies constitue un des importants facteurs qui limite le développement de l'aquaculture. La banque mondiale a évalué les pertes issues de ces maladies en 1995 aux environs de 3 milliards de dollars US.

A Madagascar, les géniteurs de crevettes utilisés sont des souches locales performantes et indemnes de maladie. Aussi, faut-il les protéger en interdisant l'importation de toute autre souche étrangère ou d'autres espèces non indigènes.

Par ailleurs, il faut réglementer l'importation, incontournable à l'heure actuelle, des aliments pour crevettes toujours dans le souci d'éviter l'introduction de virus pathogène.

Les questions de densité d'ensemencement et de biomasses finales sont mises en exergue dans ce titre pour la simple raison que si les plafonds préconisés sont dépassés, les charges en matières polluantes dans les bassins sont importantes et les risques d'explosion de maladie sont énormes.

Le Titre III est relatif à la protection de l'environnement.

Un environnement protégé et respecté est celui qui autorise une exploitation durable. L'attention de l'exploitant est donc attirée sur les impacts de ses activités sur l'ensemble des milieux avoisinants et les mesures à prendre. En outre, l'exploitant doit se conformer aux directives et normes prévues par les lois et règlements relatifs à l'environnement, à la gestion de l'eau, au contrôle des pollutions industrielles, à la protection des mangroves, ainsi qu'aux textes d'application de la présente Loi.

Le Titre IV indique les procédures à suivre quant à la mise en place d'un établissement d'aquaculture de crevettes à caractère industriel et artisanal.

Toutefois, certaines informations sont nécessaires pour l'obtention de l'Accord de principe du Ministre Chargé de l'Aquaculture.

Et enfin, pour avoir l'autorisation définitive, il faut présenter :

- l'autorisation domaniale ou du bail emphytéotique ;

- le rapport d'étude de faisabilité et d'étude d'impact environnemental et ;
- le permis environnemental ou toute autre pièce analogue.

Cette autorisation définitive doit être délivrée dans les 45 jours ouvrables qui suivent la date de réception du dossier complet par le Ministère chargé de l'Aquaculture.

Le Titre V se rapporte aux sanctions.

Compte tenu de la fragilité des crevettes d'élevage et des disponibilités de propagation rapide des maladies, les sanctions prévues à l'encontre des inobservations des mesures prises pour la protection de l'environnement et pour la préservation contre les maladies sont sévères. La fermeture de l'établissement est prononcée en cas de nécessité.

Le Titre VI traite les transactions.

Seul le Ministre chargé de l'Aquaculture peut transiger au nom de l'Etat à l'égard des infractions prévues par les dispositions de la présente Loi.

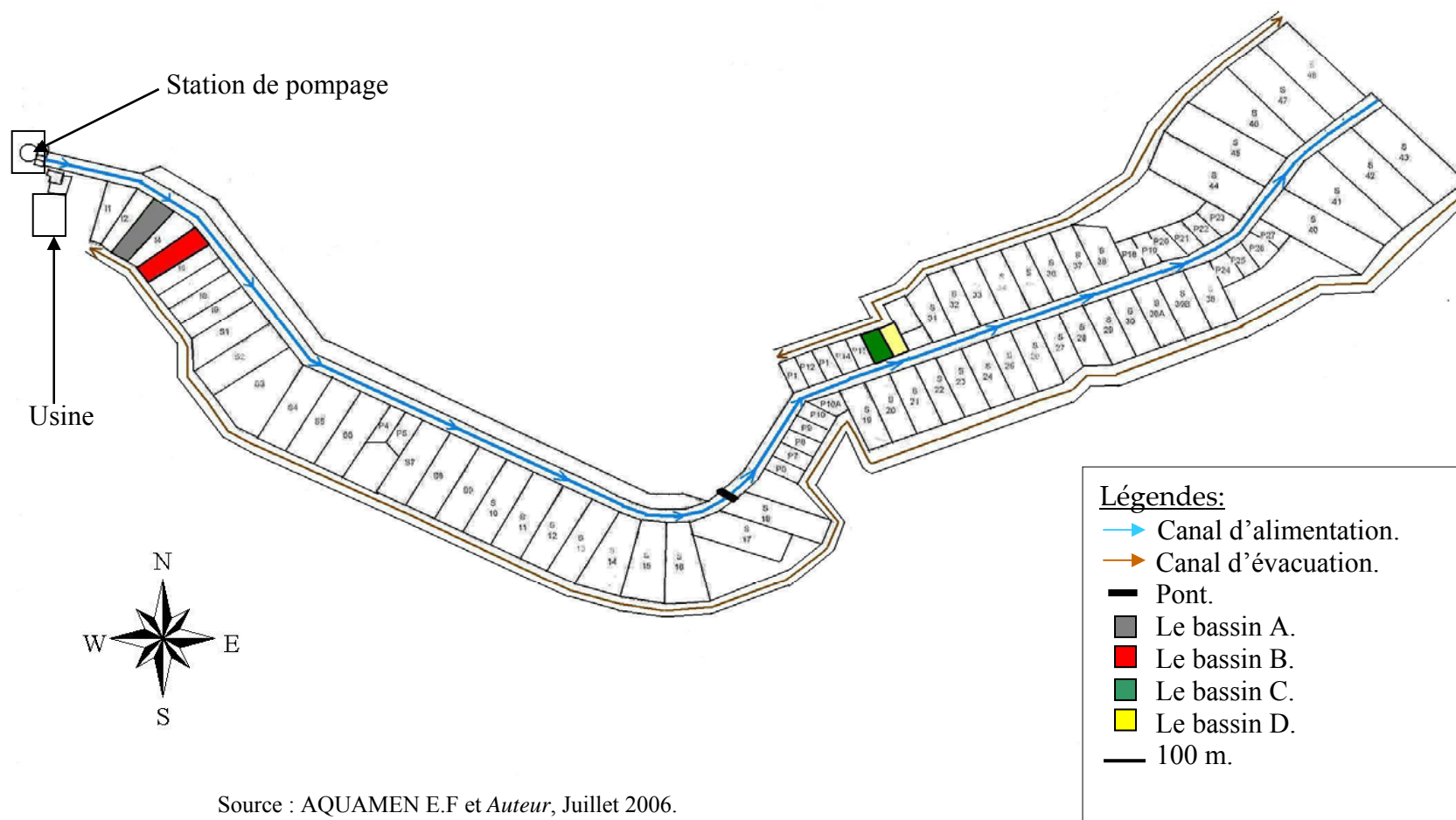
Toutefois, le montant de l'amende prononcé pendant la transaction doit se trouver à l'intérieur de la grille du montant fixé dans la Loi.

Le Titre VII est réservé aux dispositions diverses.

Les infractions ne feront l'objet, ni de circonstances atténuantes, ni de sursis.

Source : [12]

ANNEXE XVIII : LE PLAN DE LA FERME



Source : AQUAMEN E.F et Auteur, Juillet 2006.