CIRAD-EMVT
Campus International de Baillarguet
B.P. 5035
34032 MONTPELLIER Cedex 1

Institut National Agronomique
Paris-Grignon
16, rue Claude Bernard
75005 PARIS

Ecole Nationale Vétérinaire
D'Alfort
7, avenue du Général de Gaulle
94704 MAISONS-ALFORT Cedex

Muséum National d'Histoire Naturelle
57, rue Cuvier
75005 PARIS

DIPLOME D'ETUDES SUPERIEURES SPECIALISEES
PRODUCTIONS ANIMALES EN REGIONS CHAUDES

MEMOIRE DE STAGE

INTEGRATION AGROPISCICOLE A HO CHI MINH VILLE (VIETNAM) : ETUDE BIOTECHNIQUE ET SOCIO-ECONOMIQUE

par

Kochikpa ONODJE

Année universitaire 1999-2000

DIPLOME D'ETUDES SUPERIEURES SPECIALISEES PRODUCTIONS ANIMALES EN REGIONS CHAUDES

INTEGRATION AGROPISCICOLE A HO CHI MINH VILLE (VIETNAM) : ETUDE BIOTECHNIQUE ET SOCIO-ECONOMIQUE

par

Kochikpa ONODJE

Lieu de stage : Vietnam

Organisme d'accueil : Université d'Agriculture et de Foresterie

Période de stage : 25 mai-27 septembre 2000

Rapport présenté oralement le : 10 novembre 2000

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS

RESUME

INTRODUCTION

1ère PARTIE : GENERALITES SUR LE VIETNAM

1.1. Géographie

1.2. Climat

1.3. Population et économie

2ème PARTIE : DEFINITION ET HISTORIQUE DE L'AQUACULTURE

2.1. Définition de l'aquaculture

2.2. Historique de l'aquaculture

2.3. La pisciculture

3ème PARTIE : METHODOLOGIE DE L'ENQUETE

3.1. Echantillonnage

3.1.1. Région d'étude

3.1.2. Choix des éleveurs

3.2. Recueil des informations

3.2.1. Données recueillies

3.2.1.1. Données sociales et biotechniques

3.2.1.2. Données économiques

3.2.2. Présentation du questionnaire servant à collecter les données

3.2.1.1. Elaboration et utilisation

3.3. Traitement de l'information

4ème PARTIE : ANALYSE DES RESULTATS

4.1. Analyse des 54 exploitations visitées autour de Ho Chi Minh –Ville

4.1.1. Aspects sociaux et biotechniques

4.1.1.1.Informations générales sur la structure des fermes visitées

4.1.1.2. Analyse des rendements obtenus en élevage piscicole en fonction de la densité de mise en charge

4.1.1.3. Analyse du poids moyen des poissons à la récolte en fonction de la densité de mise en charge

4.1.2. Aspects économiques

4.1.3. Les problèmes rencontrés en pisciculture

4.2. Cas de la commune de Phu Huu

4.2.1. Aspects sociaux et biotechniques

4.2.1.1.Informations générales sur la structure des fermes visitées

4.2.1.2. Analyse des rendements obtenus en élevage piscicole en fonction de la densité de mise en charge

4.2.1.3. Analyse du poids moyen des poissons à la récolte en fonction de la densité de mise en charge

4.2.2. Aspects économiques

4.2.3. Problèmes rencontrés dans l'élevage piscicole pisciculture

4.3. Cas des communes de Thu Duc et Long Thanh My

4.3.1. Aspects sociaux et biotechniques

4.3.1.1.Informations générales sur la structure des fermes visitées

4.3.1.2. Analyse des rendements obtenus en élevage piscicole en fonction de la densité de mise en charge

4.3.1.3. Analyse des rendements obtenus en élevage piscicole en fonction du poids moyen à la récolte

4.3.2. Aspects économiques

4.3.3. Les problèmes rencontrés dans l'élevage piscicole

4.4. Cas de la commune de Tan Lap

4.4.1. Aspects sociaux et biotechniques

4.4.1.1.Informations générales sur la structure des fermes visitées

4.4.1.2. Analyse des rendements obtenus en élevage piscicole en fonction de la densité de mise en charge

4.4.1.3. Analyse du poids moyen des poissons à la récolte en fonction de la densité de mise en charge

4.4.2. Aspects économiques

4.4.3. Les problèmes rencontrés dans l'élevage piscicole

4.5. Cas de la commune de Binh Duong

4.5.1. Aspects sociaux et biotechniques

4.5.1.1.Informations générales sur la structure des fermes visitées

4.5.1.2. Analyse des rendements obtenus en élevage piscicole en fonction de la densité de mise en charge

4.5.1.3. Analyse du poids moyen des poissons à la récolte en fonction de la densité de mise en charge

4.5.2. Aspects économiques

4.5.3. Les problèmes rencontrés dans l'élevage piscicole

4.6. Cas de la commune de Binh Chanh.

4.6.1. Aspects sociaux et biotechniques

4.6.1.1.Informations générales sur la structure des fermes visitées

4.6.1.2. Analyse des rendements obtenus en élevage piscicole en fonction de la densité de mise en charge

4.6.1.3. Analyse du poids moyen des poissons à la récolte en fonction de la densité de mise en charge

4.6.2. Aspects économiques

4.6.3. Les problèmes rencontrés dans l'élevage piscicole

4.7. La rizipisciculture dans la commune de Hiep Phuoc et à Cantho

4.7.1. Aspects sociaux et biotechniques

4.7.2. Aspects économiques

DISCUSSION GENERALE

CONCLUSION

ILLUSTRATIONS

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANNEXES

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier très sincèrement :

- Monsieur Jérôme Lazard, Directeur de l'Unité Aquaculture du CIRAD–EMVT, pour son encadrement durant la rédaction de mon rapport ;
- Monsieur Luu Trong Hieu, responsable des relations internationales à l'Université d'Agronomie et de Foresterie pour son accueil et ses conseils ;
- Monsieur Le Thanh Hung, Chef de la Section Aquaculture en Eau Douce, pour son aide et l'encadrement de mon travail durant mon séjour au Vietnam ;
- Monsieur Phuong, mon guide et interprète au Vietnam ;
- Toute l'équipe de l'Université de Thu Duc qui de près ou de loin m'a soutenu ;
- Mademoiselle Etou Akouala pour son soutien moral ;
- Monsieur Philippe Cacot, Docteur de l'Institut National Agronomique Paris-Grignon, avec qui j'ai découvert les cages flottantes à Chau-Doc.

Ce travail est dédié à mes parents qui m'ont soutenu durant ce stage, qu'ils trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude.

RESUME

L'intégration de la pisciculture avec l'élevage d'autres espèces animales, ou avec l'agriculture (rizipisciculture) est largement répandue dans la partie sud du Vietnam et permet une augmentation de l'apport en protéines animales, une amélioration de l'économie et est génératrice d'emplois en milieu rural. Ce système permet de traiter, par un processus de recyclage, les effluents domestiques, d'élevage et produit une biomasse piscicole à moindre coût.

Nous avons décrit lors de nos enquêtes, les différents types d'associations rencontrées, leur spécificité et les résultats économiques des activités des fermiers.

La pisciculture apparaît comme étant l'activité la plus rentable, comparée à l'élevage et l'agriculture, car elle ne nécessite que peu d'intrants (effluents ou son de riz), et génère des revenus très importants aux fermiers.

L'élevage de canards sur les étangs occupe de façon plus optimale l'espace, toutes les niches écologiques sont utilisées : en surface par les canards et dans l'étang par les différentes espèces de poissons élevées en polyculture.

Mots clés : pisciculture intégrée, poisson, association, recyclage, Vietnam.

INTRODUCTION

Le fait que la disponibilité en matières premières baisse dans le monde à mesure que la population augmente de façon exponentielle, ainsi que la menace réelle d'une pénurie alimentaire mondiale ont contribué à la prise en conscience du besoin de conservation et de la revalorisation de produits qui étaient auparavant jetés.

Au début, le recyclage concernait principalement les spécialistes de l'environnement urbain, mais quand les spécialistes de la production animale découvrèrent que les déchets provenant des élevages domestiques (porcs, volailles, bétail,...) constituaient en fait une précieuse ressource, d'importants crédits furent alloués pour la recherche dans ce domaine.

Cette nouvelle tendance de "nourrir les animaux avec des déchets provenant d'autres élevages" connue alors un essor rapide, stimulé par la crise économique.

Le but premier de cette approche est d'éviter la compétition alimentaire entre les hommes et les animaux pour les mêmes ressources, principalement les céréales, les légumes ou les tubercules ; et donc de trouver un substitut au cycle habituel sol – plante – animal. Sachant que le coût des aliments représente 60 a 90 % des coûts de production totaux en élevage intensif, remplacer l'alimentation par des déchets n'ayant pas ou très peu de valeur commerciale permettrait inévitablement de réduire le coût des protéines animales (viande, lait, etc.) : ceci est la principale cible et la clé économique de la production animale. Les déchets animaux ne sont pas équivalents en tous points aux aliments qu'ils remplacent, mais ils sont moins chers et contiennent des nutriments de valeur, pouvant être utilisés efficacement par les poissons qui les transforment en protéines corporelles.

C'est cette question qui a donc constituée le thème principal de notre recherche. L'utilisation d'un questionnaire agro-socio-économique (annexe 1) nous a permis de réaliser notre enquête dans les fermes piscicoles situées dans la région de Ho Chi Minh Ville et ses environs.

Un total de 56 fermes ont été visitées afin d'analyser les différents systèmes d'élevages piscicoles associés à l'agriculture et à l'élevage d'animaux domestiques ainsi que leur rendement, en fonction du lieu géographique et de la disponibilité en matières premières.

1ère PARTIE : GENERALITES SUR LE VIETNAM

1.1. Géographie

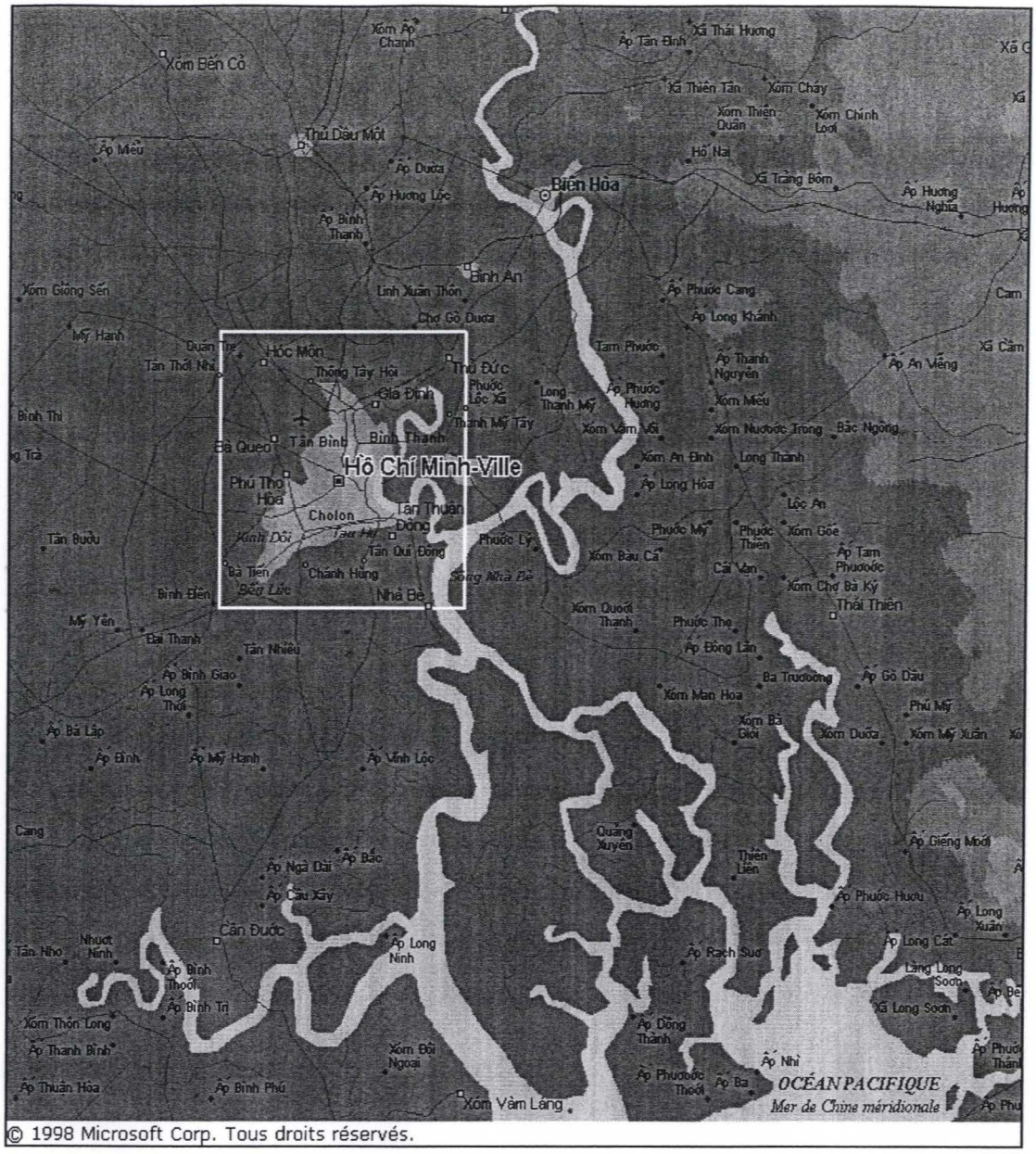
Le Vietnam, pays en forme de S est rendu célèbre par sa longue guerre patriotique contre les Etats–Unis d'Amérique et la France, se situe sur la côte Est de la péninsule Indochinoise. Il s'étend sur 1 650 km du nord au sud, possède 3 260 km de côte, ce qui lui confère une superficie totale de 329 566 km².

1.2. Climat

Le Vietnam est situé entre les longitudes 102°00' - 109°28' E et les latitudes 8°02' – 23°23' N, et possède un climat tropical humide avec un régime de mousson et des vents de direction nord – est et sud – ouest.
Au Nord il y a 4 saisons (printemps, été, automne, hiver) tandis que le Sud n'a que deux saisons : la saison des pluies de mai à octobre et la saison sèche de novembre à avril.

1.3. Population et économie

En 1999 la population Vietnamienne était estimée à 76 millions d'habitants avec un taux d'accroissement annuel de 2 %, 80 % de cette population vivant de l'agriculture. Les surfaces cultivées occupent 22,2 % de la superficie nationale. En 1996, la production agricole représentait 27,2 % du produit intérieur brut (PIB), l'industrie et la construction occupaient 30,7 % et les services 42,1 % (General Statistical Office du Vietnam , estimation du FMI (FMI 1998)).



© 1998 Microsoft Corp. Tous droits réservés.

Figure 1 : carte du sud-Vietnam : Enquête réalisée à Ho Chi Minh-Ville

2ème PARTIE : DEFINITION ET HISTORIQUE DE L'AQUACULTURE

2.1. Définition de l'aquaculture

L'aquaculture peut être définie simplement comme l'élevage ou la culture d'organismes aquatiques, animaux ou végétaux. Les poissons, mollusques, crustacés et plantes aquatiques sont les principaux organismes aquatiques actuellement élevés, et ces élevages peuvent se dérouler en eau de mer, saumâtre ou douce et l'eau peut être stagnante ou être renouvelée selon divers taux.
C'est l'équivalent aquatique de l'agriculture (culture des plantes terrestres) et de l'élevage des animaux terrestres.

2.2. Historique de l'aquaculture

Les origines de l'aquaculture remontent à l'antiquité, bien qu'il existe des preuves qu'elle soit apparue en Afrique et en Asie il y a plusieurs milliers d'années.
En Afrique, les plus anciennes traces nous proviennent de la brillante civilisation Egyptienne avec des représentations d'étangs de pisciculture sur les tombes datant d'environ 2 000 ans av. J.C. La figure 1 est une gravure montrant des tilapias dans un étang artificiel bien délimité et une partie centrale plus profonde. Il semblerait que la partie centrale montre que nous sommes en présence d'un étang avec un système de drainage (Chimits, 1957). Il y a aussi des peintures de tilapias en étangs dans l'ancienne Egypte comme l'indique la figure 2.
Cependant il est peu probable que la pisciculture occupait une place importante dans l'Egypte ancienne parce que le Nil était une vaste plaine inondable riche en poissons avant la construction récente du barrage d'Assouan. Deux activités principales à cette époque étaient considérées comme une sorte d'aquaculture puisqu'elles modifiaient le cycle de vie des poissons. Il s'agit :
- Les flaques d'eau abandonnées dans les dépressions de la plaine inondable lors du retrait des eaux recelaient assez de poissons. Ainsi, naquit l'idée de creuser un trou

dans cette plaine pour emprisonner les poissons lorsque les eaux des crues se retiraient.

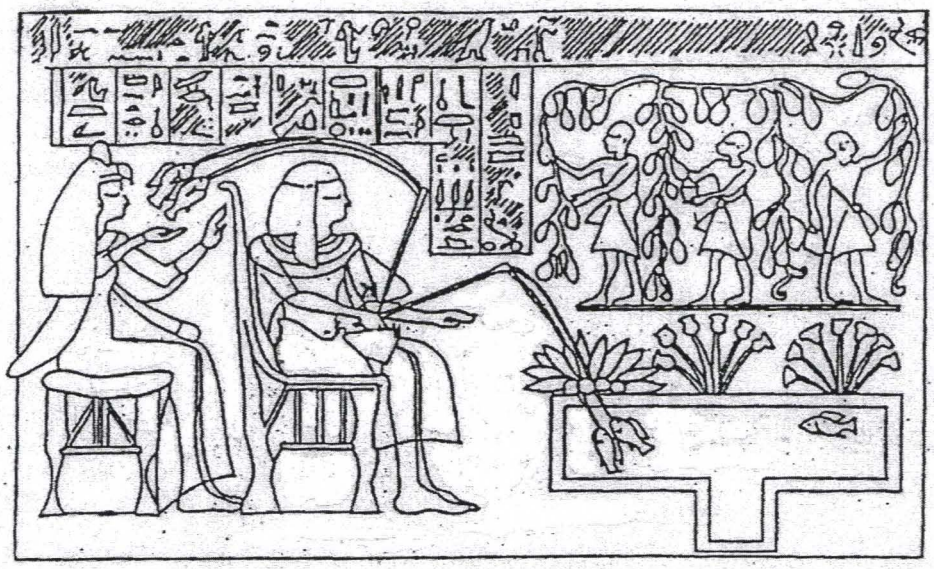


Figure 2 : Une gravure du fond de la tombe de Thebaine en 2000 av.J.C. (Chimists 1957).

- La construction d'étangs dans la cour de grandes villas pour permettre aux nobles de pratiquer du sport en pêchant.

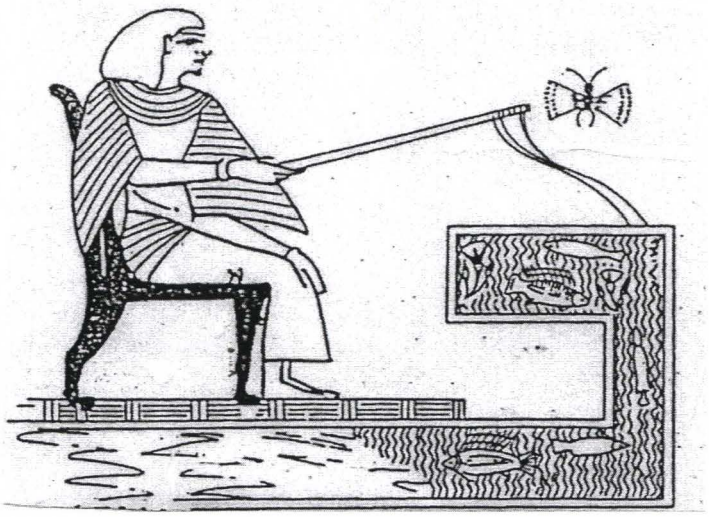


Figure 3 : Jeune homme Egyptien péchant dans la tombe de Nebunenef, Thebes, 19ème dynastie, environ 1 240 av. J.C. (Brewer et Friedman 1989).

En Asie, l'aquaculture est vraisemblablement apparue en Chine, comme le disait Hickling (1961) : " je crois que la pisciculture a débuté en Chine quand la grande rivière fut pour la première fois contrôlée et drainée pour l'agriculture ".
L'aquaculture est donc apparue dans au moins deux zones géographiques séparées, dans des endroits de plaines inondables. Le développement plus important de l'aquaculture en Chine par rapport à l'Egypte Ancienne pourrait être lié au contrôle plus récent du fleuve ainsi qu'à la diminution des quantités de poissons sauvages.

2.3. La pisciculture

Elle concerne uniquement l'élevage des poissons. Différents niveaux d'intensification de la pisciculture peuvent être pratiqués et l'on a coutume de distinguer :

- La pisciculture extensive sans apport d'aliment ou d'engrais ;
- La pisciculture semi-intensive avec apport d'aliment et/ou d'engrais, généralement pratiquée en étang ;
- La pisciculture intensive généralement apparentée à un élevage hors sol.

Différentes structures d'élevage peuvent être envisagées dont les plus utilisées sont les étangs en terre, les enclos et les cages flottantes.

La pisciculture intégrée en étang constitue un système où l'élevage des poissons est associé à d'autres types d'élevages (animaux domestiques) dont il valorise les refus, déchets et déjections. Les rizières peuvent également se prêter à ce type de pisciculture en fournissant l'habitat, la nourriture (décomposition des débris végétaux, plancton, etc.) aux poissons et, ces derniers contribuent en retour à la lutte biologique en consommant les insectes qui détruisent les pousses de riz et à fertiliser la rizière grâce à leurs fécès.

L'homme joue un rôle central en alimentant les poissons avec différents résidus de récolte ou en disposant les enclos de porcs, de poulets, de canards et d'autres animaux d'élevage au dessus de l'étang ou aux abords de celui ci afin de recueillir les déchets organiques et minéraux. La figure 3 illustre l'habitat et les niches trophiques de divers espèces en polyculture.

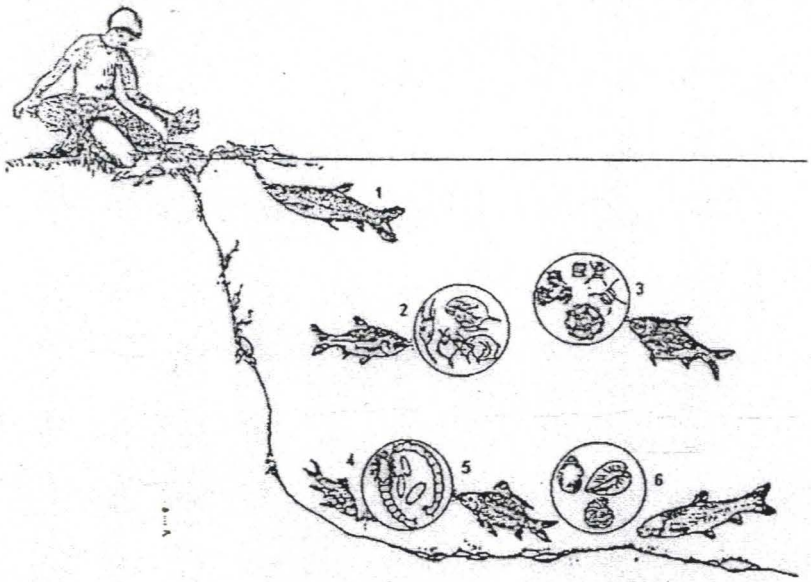


Figure 4 : Habitat et niche trophique des espèces principales élevées en étang (1) carpe herbivore ou carpe argentée se nourrissant de macrophytes, (2) carpe marbrée mangeant du zooplancton dans la colonne d'eau, (3) carpe argentée mangeant du phytoplancton dans la colonne d'eau, (4, 5, 6) poisson chat, carpe commune et du poisson chat du Mékong se nourrissant d'organismes benthiques, de détritus et de fécès d'autres poissons (Bardach, Ryter et McLarney, 1972).

La pisciculture intégrée connaît une attention particulière en recherche-développement au niveau des autorités Vietnamiennes, ce qui a permi de réaliser des progrès considérables dans ce domaine. Le principal système de production piscicole dans le sud du Vietnam est constitué par la pisciculture en étang à latrines. Elle représente la plus ancienne forme d'aquaculture continentale. Partie de Chine où elle est largement répandue, cette technique est d'abord apparue au nord du Vietnam puis a été introduite au sud lors de la migration des Vietnamiens du nord il y a trois siècles (Mekong Secretariat, 1992). Comme l'illustre la figure 4, les étangs à latrines sont souvent intégrés au système VAC (étang, verger, élevage), fondé sur l'intégration de l'élevage (porcs, chèvres, poulets, canards), de l'agriculture (rizières, vergers, potagers) et de la pisciculture.

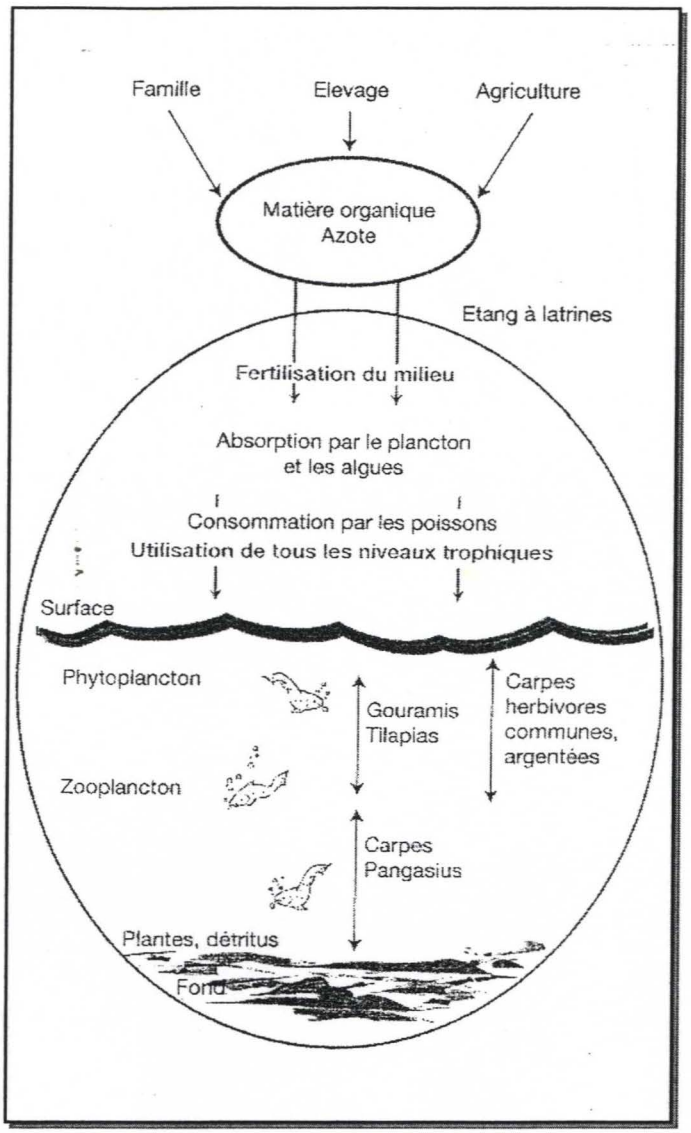


Figure 5 : Principe du système VAC (étang, verger, élevage) avec latrines (J. Lazard, P. Cacot, 1997).

Ce système est réalisé en parquant les animaux à côté ou au dessus des étangs pour optimiser l'utilisation de l'espace (Edwards *et al.*, 1988), éviter le transport des déchets vers les étangs et donc toute perte nutritionnelle de ces derniers par dégradation biologique des bactéries. De plus l'étang joue un rôle de recyclage des déchets organiques (déjections animales ou sous-produits agricoles) et évite la pollution des cours d'eau (Edwards *et al.*, 1988 ; Schroeder, 1980).

L'association entre l'élevage et la pisciculture ou entre la riziculture et la pisciculture nécessite très peu de modifications dans les systèmes de production, le plus important est d'élever les animaux dans des structures fermées (enclos ou cages) dans le premier cas pour permettre de mieux contrôler les inter-relations entre les différents systèmes (apport d'aliments, de déjections, de médicaments, etc.). Dans le cas de la rizipisciculture les poissons sont directement introduits dans les rizières autour desquelles on creuse des drains périphériques et des trous refuges pour les poissons.

La facilité de mise en place de telles structures fait que tous les types d'exploitations peuvent être rencontrés, avec des étangs allant de moins de 5 000 m^2 pour la majorité des fermiers à plus de 2 hectares pour les exploitations étatiques ou privées.

Cependant, la totalité des fermes visitées se situe en zone humide (l'humidité relative est de 80 % et les précipitations annuelles sont de 1 979 mm) et bénéficie directement de l'eau des différents cours d'eau, il n'existe pas de système de régulation des apports en eau, ce qui laisse les pisciculteurs vulnérables par rapport au renouvellement de l'eau dans les étangs.

Pendant plusieurs années, la chaîne alimentaire dans les étangs fut mal comprise, et récemment encore les scientifiques pensaient que la production primaire (microalgues, qui fixent l'énergie lumineuse et la convertissent en matière organique), était consommée par le zooplancton dès qu'elle était produite. Des études récentes montrent l'existence de plusieurs autres chaînes alimentaires, les espèces dominantes de zooplancton qui ont toujours été considérées comme herbivores se nourrissent aussi de détritus et de bactéries. En 1999, Maeda mis en évidence le rôle important joué par les agrégats de bactéries comme aliment pour le zooplancton.

En effet la majeure partie des nutriments (phosphore "le plus important", azote, etc.) issus de la matière organique décomposée est transférée aussi bien à travers les bactéries, les champignons et protozoaires que les végétaux (microalgues) : ce transfert d'énergie représente donc la chaîne alimentaire détritique. De nombreux micro-organismes fixés aux détritus sont en fait la source principale de nourriture

pour les poissons. Cette voie peut donc être appelée chaîne alimentaire microbienne au lieu de chaîne alimentaire détritique (Maeda 1999).

En résumé, il serait plus approprié de définir la production primaire comme étant le pool de matière organique dissoute, provenant aussi bien des assemblages microbiens que du phytoplancton (microalgues). Les bactéries constituent un aliment de base pour les protozoaires et participent donc à un niveau trophique plus élevé. De même, les protozoaires seront mangés par le zooplancton et les poissons.

En 1962, Hickling donnait une liste de différentes matières pouvant servir à fertiliser les étangs : fumier provenant d'élevage, feuilles, herbes, déchets de distillerie, de tanneries, d'usine laitière, de raffineries de sucre; des farines de graines de coton, d'arachide, de riz, de soja et du foin sec.

Les déjections animales varient dans leur composition selon l'espèce, son alimentation, l'âge des déjections et leur état de conservation avant utilisation (Morrison 1961). La décomposition des engrais organiques par les bactéries nécessite de l'oxygène et la quantité d'engrais organique à appliquer dans un étang sans risque d'eutrophisation dépend de la demande biologique (BOD) en oxygène de cette matière organique (Schroeder, 1974).

En 1962, Hickling a démontré que la production de poisson en étang fertilisé n'augmentait pas proportionnellement à l'adition d'engrais. Au dessus d'un certain seuil, l'ajout d'engrais organique n'entraîne plus d'augmentation du rendement de poissons. Des résultats d'expériences après 6 mois d'élevage donnent des rendements moyens en poissons de 97 kg/ha dans les étangs non fertilisés, 316 kg/ha en étangs fertilisé par 22,4 kg/ha de P_2O_5 (superphosphate triple), et 418 kg/ha en étangs traités avec 44,8 kg/ha de P_2O_5. Le premier ajout de 22,4 kg/ha de P_2O_5 a entraîné une augmentation de la production de poissons de 219 kg/ha, le deuxième supplément de 22,4 kg/ha de P_2O_5.a permis seulement un rendement supplémentaire de 102 kg/ha de poisson.

De même que les agronomes ont déterminé les quantités d'engrais minéraux nécessaires pour chaque type de sol selon le climat, la structure du sol, le type de plante (Walsh et Beaton, 1973), certaines indications permettent de mesurer l'action d'un apport d'engrais dans différents types d'étangs (Kemmerer, 1968 ; United States Environmental Protection Agency, 1971). Ces techniques marchent bien, mais restent toutefois trop compliquées et laborieuses pour les pisciculteurs en général.

Le développement de nouvelles méthodes pour tester l'eau et la boue dans les étangs de pisciculture pour estimer l'apport d'engrais, suscite beaucoup d'espoir, mais ne sont pas encore développées. Nul doute que de telles méthodes pourraient être mises au point de la même façon que l'on été celles établies pour les sols utilisés à des fins agricoles. Un système de polyculture associant des tilapias et des carpes, Wohlfarth *et al.* (1985) obtinrent des taux de croissance de 40 kg/ha par jour en appliquant 50 à 200 kg/ha/jour de déjections sèches de poule, 50 kg/ha de sulfate d'ammonium et de superphosphate toutes les deux semaines, et des granulés de sorgho (4 % de la biomasse des carpes et 2 % de la celle des tilapias). Les résultats obtenus par Hickling (1986), Wohlfarth *et al.* (1985), montrent donc que les engrais organiques sont plus efficaces que les engrais minéraux et que l'association entre ces deux types d'engrais était meilleure que l'utilisation d'un seul des deux à la fois.

Tableau 1 : Niches trophiques et spatiales des différentes espèces rencontrées en étangs.

			Niche trophique				Niche spatiale		
Nom scientifique	Nom français	Nom anglais	Filtreurs		Particules macroscopiques		Surface	Colonne	Fond
Cyprinidae			Phytoplancton	Zooplancton	Macrophyte	Détritus benthos			
Ctenopharyngodon idella	Carpe herbivore	Grass carp			♦			♦	
Hypophtalmichthys molitrix	Carpe argentée	Silver carp	♦	♦			♦		
Aristichtys nobilis	Carpe marbrée	Big head carp	♦	♦					
Cyprinus carpio	Carpe commune	Common carp		♦					♦
Cirrhinus mrigala	Mrigal	Mrigal				♦	♦		
Barbodes gonionotus	Barbeau argenté	Silver barb				♦		♦	
Cichlidae									
Oreochromis niloticus x Oreochromis mossambicus	Tilapia hybride	Tilapia	♦			♦		♦	

			Niche trophique				Niche spatiale		
Nom scientifique	Nom français	Nom anglais	Filtreurs		Particules macroscopiques		Surface	Colonne	Fond
Clariidae			Phytoplancton	Zooplancton	Macrophyte	Détritus benthos			
Clarias gariepinus x Clarias macrocephalus	Poisson chat hybride	Catfish				♦			♦
Pangasiidae									
Pangasius hypophthalmus	Poisson chat du Mékong	Pangasius hypophthalmus				♦			♦
Osphronemidae			Phytoplancton	*Zooplancton*	Macrophyte	*Détritus benthos*			
Osphronemus goramy	Gourami géant	Giant gouramy				♦		♦	
Helostomatidae									
Helostoma temminckii	Kissing gouramy	Kissing gouramy				♦		♦	

Sources : La pisciculture tropicale – Jérome Lazard – Lionel Dabbadie CIRAD – EMVT – Programmes Productions Animales Unité Aquaculture.

3ème PARTIE : METHODOLOGIE DE L'ENQUETE

3.1. Echantillonnage

3.1.1. Région d'étude

Notre enquête a été centrée autour de la ville de Ho Chi Minh Ville, qui représente avec environ six millions d'habitants, un débouché très important pour la commercialisation des produits provenant de l'élevage ou de l'agriculture. Cinq communes ont été visitées à cet effet : Phu Huu, Binh Chanh, Tan Lap, Binh Duong, Long Thanh My–Thu Duc, pour analyser les types d'association élevage-pisciculture. Deux autres sites : Hiep Phuoc et Cantho nous ont permi d'étudier le fonctionnement du système riz-poisson ou rizipisciculture.

3.1.2. Choix des éleveurs

Aucune discrimination n'a été faite concernant le choix des éleveurs. Le seul critère qui nous a guidé était l'existence ou pas d'une intégration entre la pisciculture et l'élevage d'autres animaux quels qu'ils soient, afin d'évaluer la diversité des situations possibles.

Les lieux de visites étaient préalablement définis par notre encadrement, ceci par rapport à d'autres enquêtes menées auparavant au niveau d'exploitations de petites tailles.

L'échantillon final comprend 56 élevages, visités pendant 4 mois dans 7 communes :

Phu Huu	10 exploitations
Binh Chanh	35 exploitations
Tan Lap	3 exploitations
Binh Duong	3 exploitations
Long Thanh My et Thu Duc	3 exploitations
Hiep Phuoc	1 exploitation
Cantho	1 exploitation

Le nombre d'exploitations visitées dépend principalement de l'importance de l'élevage intégré dans la zone.

3.2. Recueil des informations

L'objectif de notre étude est de comprendre le mode de fonctionnement technique et économique des exploitations, identifier les espèces de poissons qui sont élevées en polyculture ainsi que les interelations entre les diverses activités.

3.2.1. Données recueillies

Les enquêtes ont été réalisées à partir d'un guide d'entretien semi-directif. Les informations recueillies sont de deux types, biotechniques et socio-économiques.

3.2.1.1. Données sociales et biotechniques

Au niveau sociologique, il s'agit de cerner l'environnement de l'éleveur, son niveau de scolarisation, la taille de sa famille, son âge et son expérience en pisciculture.
Les données bio-techniques concernent les points suivants :
- caractérisation des différentes activités et de leur poids relatif dans l'exploitation,
- détermination de l'ensemble des flux intrants et extrants.

3.2.1.2. Données économiques

Le relevé des données économiques s'effectue à deux niveaux:
- à l'ensemble de l'exploitation d'une part,
- et pour chaque activité par décomposition de l'ensemble des charges et des produits.

3.2.2. Présentation du questionnaire servant a collecter les données

3.2.2.1. Elaboration et utilisation

Nous avons, à l'aide de données bibliographiques, élaboré un questionnaire qui comportait principalement des questions de type "fermé" (voir exemple de questionnaire, annexe 1), en raison des impératifs de temps auxquels nous étions contraints pendant nos enquêtes chez les fermiers.

L'enquête a été réalisée en partenariat avec un guide et interprète Vietnamien qui posait les questions en vietnamien dans les exploitations jugées intéressantes et les transcrivait en anglais sur le questionnaire. Il nous était donc aisé de vérifier la cohérence des réponses.

Le testage du questionnaire a été réalisé en début d'enquête, après quelques visites d'exploitations. Par la suite, le même document a été utilisé après modification de quelques questions non appropriées ou mal formulées au départ.

Ce questionnaire nous a permis :

- de comprendre les transferts d'oxygène qui dépendent des espèces de poissons élevées et de leur stade de développement (Alabaster et Lloyd, 1980) ainsi que le cycle des nutriments dans les étangs fertilisés (figure 6),
- de déterminer les aspects socio-économiques de l'élevage intégré dans des exploitations à petite échelle,
- d'identifier et comparer les méthodes de production rencontrées,
- de déterminer et comparer les coûts et bénéfices de chaque activité,
- d'identifier les problèmes rencontrés en pisciculture intégrée, notamment la lutte contre les sols acides par chaulage des étangs : sachant que le pH toléré par les poissons varie de 5 à 9 et l'intervalle optimum se situe entre 6,5 et 8,5 (Alabaster et Lloyd, 1980),
- d'évaluer l'avenir de ces systèmes au Vietnam ainsi que leur faisabilité dans d'autres pays d'Afrique ou d'Amérique latine disposant des mêmes conditions climatiques et sociales.

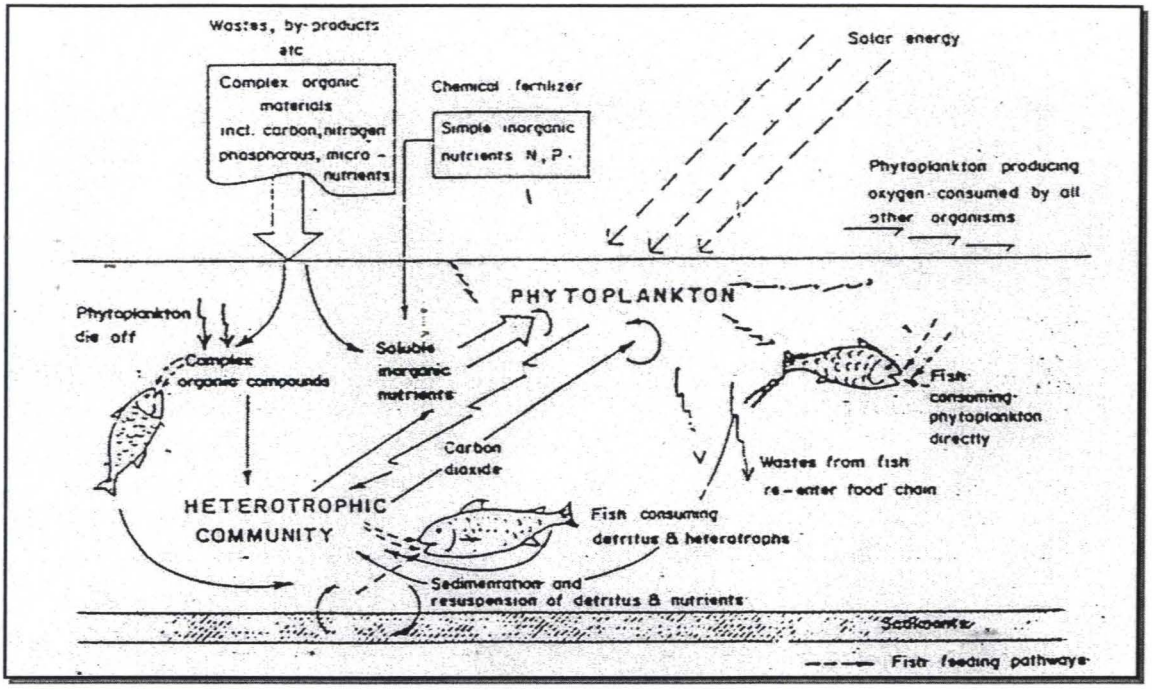


Figure 6 : Les transferts d'oxygène et de nutriments en étang fertilisé (David Little et James Muir, 1987).

3.3. Traitement de l'information

Le traitement s'est déroulé en deux étapes :

- regroupement des fiches de dépouillement contenant de l'information de nature qualitative et quantitative, selon la zone d'enquête ;
- choix des critères et analyse technico-économique des différents systèmes.

Plusieurs types d'association ont été rencontrées, certains éleveurs utilisent des engrais organiques de différentes espèces animales pour fertiliser leurs étangs.

Les éleveurs retenus pour élaborer les exemples de comptes d'exploitation ont été choisis parmi ceux qui avaient réussi à nous fournir l'ensemble des précisions requises.

Le critère de comparaison économique retenu est la part représentée par chaque activité dans les investissements et les bénéfices totaux. Elle ne prend pas en compte :

- la rémunération de l'exploitation et de sa famille,
- les frais financiers engendrés lors de la construction des enclos de porcs, des bâtiments pour volailles et des étangs de pisciculture qui sont supposés amortis.

4ème PARTIE : ANALYSE DES RESULTATS

4.1. Analyse des 54 exploitations visitées autour de Ho Chi Minh–Ville

4.1.1. Aspects sociaux et biotechniques

4.1.1.1. Informations générales sur la structure des fermes visitées.

Notre enquête a été effectuée dans 54 exploitations situées aux alentours de Ho Chi Minh–Ville.

La figure 7 montre que 63 % des exploitations sont de petites tailles : la superficie totale des étangs de chaque pisciculteur est inférieure à 0,5 ha. Ce sont des exploitations de type familial où peu d'investissements ont été réalisés (exploitations du groupe A).

24 % des étangs sont de taille moyenne, avec une superficie totale comprise entre 0,5 % et 1 ha (exploitations du group B). Ces étangs sont aussi de type familial, mais sont de plus en plus élaborés (mieux construits).

On distingue enfin de grandes exploitations où la pisciculture occupe une part importante de l'activité agricole. Elles représentent respectivement 11 % (exploitations du groupe C, dont la superficie est comprise entre 1 et 2 ha) et 2 % (exploitations du groupe D, dont la superficie est supérieure à 2 ha) des fermes visitées (figure 7).

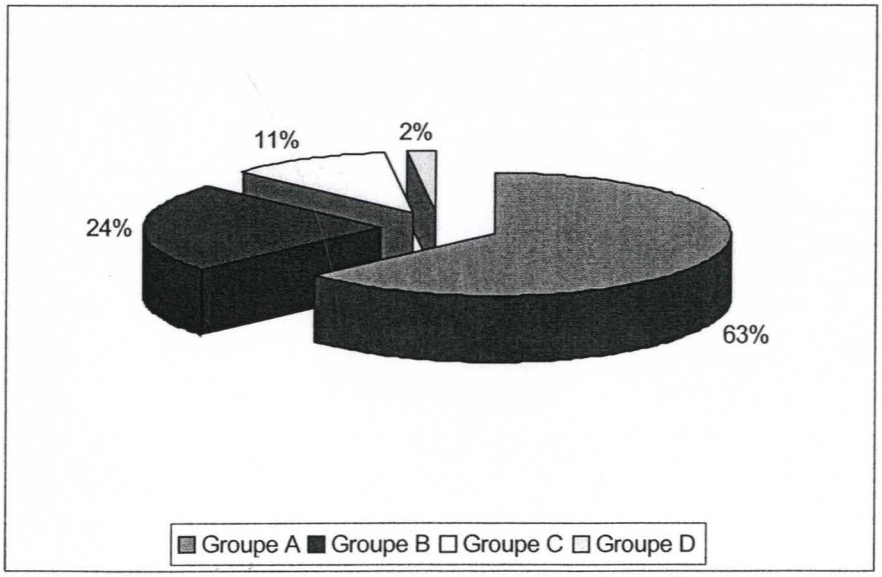


Figure 7 : Superficie des étangs visitées

La durée d'élevage est généralement comprise entre 6 et 9 mois, et toutes les exploitations pratiquent la polyculture. Onze espèces de poisson sont cultivées par les pisciculteurs, il s'agit par ordre d'abondance (figure 8).

- Du tilapia hybride (T) qui résulte du croisement entre Oreochromis miloticus et oreochromis mossanbiscus (91 %),
- de la carpe commune (CC) ou Cyprinus carpio (74 %),
- du kissing gourami (KG) ou helostoma temminckii (64 %),
- de la carpe herbivore (GC) ou Etenopharyngodon idella (62 %),
- du barbeau argenté (SB) ou barbodes gonioNOTUS (62 %),
- de la carpe argentée (SC) ou Hypophtalmichthys molitrise (29 %),
- du poisson chat du Mékong (P) ou Pangasius hypophtolinus (25 %),
- du poisson chat hybride (CF) résultant du croisement entre Clarias garicpinus et Clarias macrocephalus (13 %),
- de la carpe marbrée (BM) ou Aristichtys mobilis (13 %),
- du gourami géant (GG) ou Osphronemus goramy (11 %),
- du mrigal (MR) ou Cirrhimus mrigala (2 %).

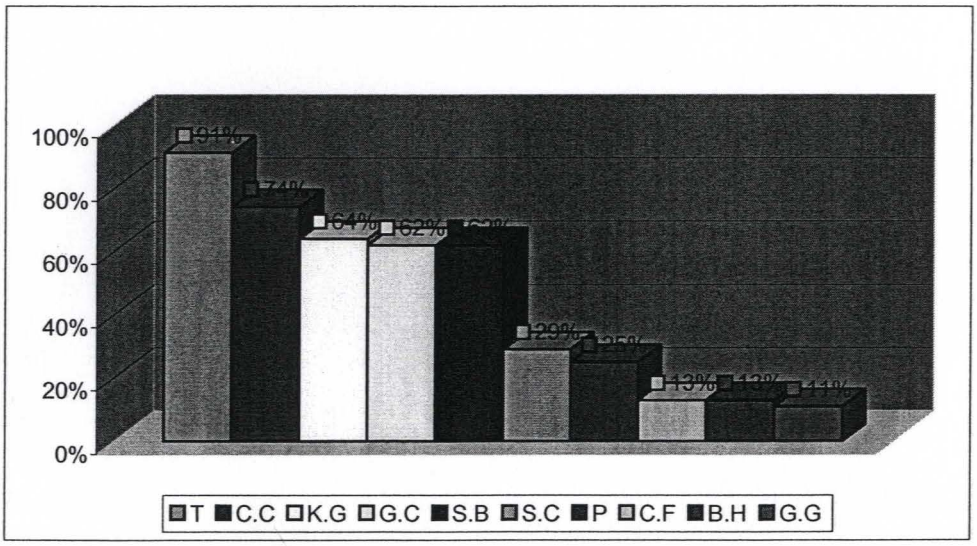


Figure 8 : Effectif des éleveurs qui cultivent l'espèce.

L'alimentation des poissons est basée sur la fertilisation organique des étangs (fertilisation par les déjections des animaux d'élevages), pour favoriser le développement du phytoplancton et du zooplancton.
Certains pisciculteurs distribuent du son de riz ou des résidus agricoles pour permettre une meilleure croissance des poissons.

4.1.1.2. Analyse des rendements obtenus en élevage piscicole en fonction de la densité de mise en charge

La figure 9 montre que la majorité des rendements reste inférieure à 15t./ha/an, mais on constate aussi des valeurs extrêmes de 40t./ha/an qui peuvent être dues à l'apport important de déjections animales dans l'étang.

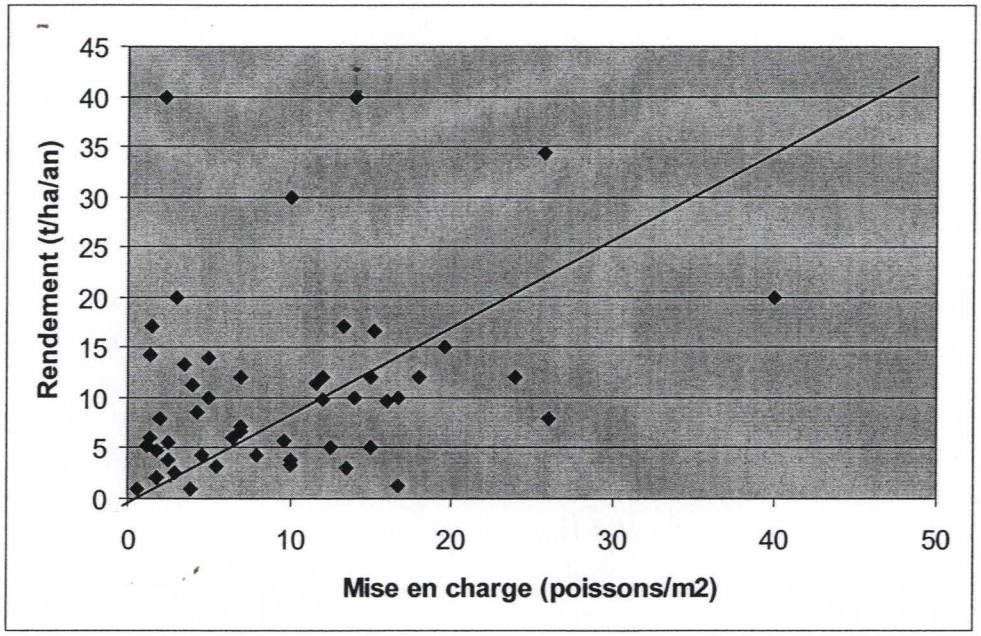


Figure 9 : Relation entre le rendement (t/ha/an) et la densité (poisson/m^2). (t/ha/an) et la densité (poisson/m^2).

4.1.1.3. Analyse du poids moyen des poissons à la récolte en fonction de la densité de mise en charge

La figure 10 montre une grande dispersion du poids moyen des poissons à la récolte, plusieurs raisons sont possibles : le lieu géographique, la qualité de l'eau des étangs, les espèces cultivées, l'alimentation…

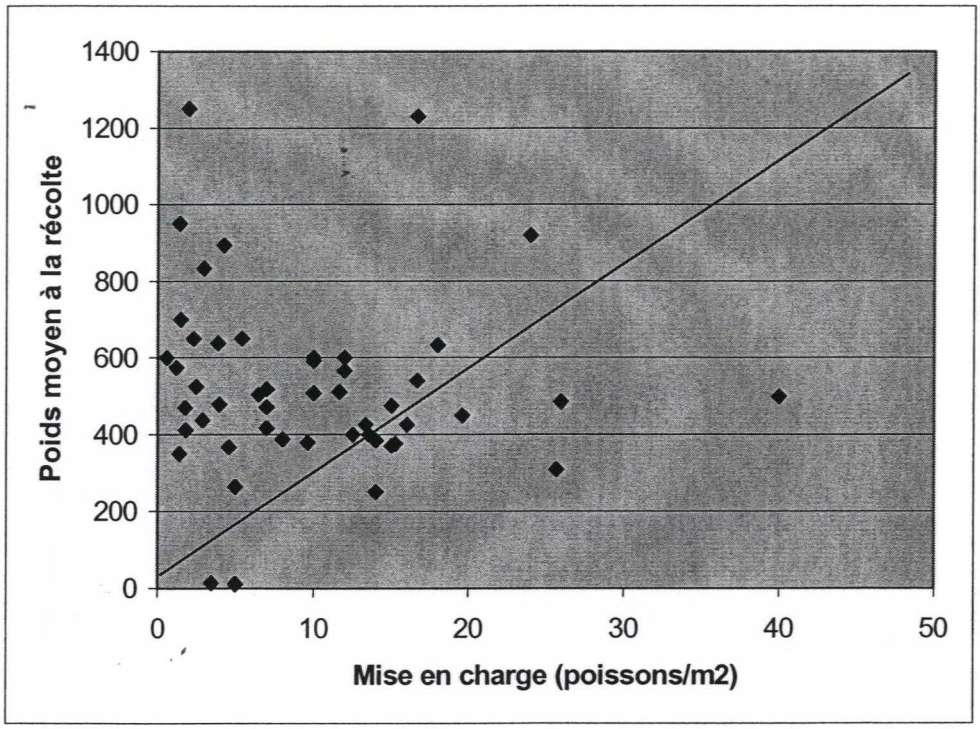


Figure 10 : Relation entre le poids moyen à la récolte (g) et la densité (poisson/m^2).

4.1.2. Aspects économiques

Dans les 54 exploitations visitées, 93,1 % des investissements vont en direction de l'élevage (porcs, poulets, canards, cailles…). 6,4 % des investissements sont consacrés au secteur de la pisciculture (achat d'alevins, aliments, construction des étangs) et 0,5 % destiné à l'agriculture (riziculture, arbres fruitiers) (figure 11).

Au niveau des bénéfices, l'élevage reste l'activité la plus rémunératrice. La pisciculture représente 18,3 % du total et constitue de ce fait une activité très rentable car les investissements sont faibles et elle ne nécessite que peu de temps à y consacrer, contrairement à l'élevage et à la riziculture.

L'agriculture reste assez rentable avec une part de 2,7 % des bénéfices par rapport au 0,5 % d'investissement.

Cependant, la riziculture qui est prédominante chez les agriculteurs nécessite beaucoup de travail lors des semis ou des récoltes.

Cette culture est très importante, car le riz constitue la base de l'alimentation des vietnamiens et sert autant à la vente qu'à l'autoconsommation.

79 % des bénéfices totaux proviennent de l'élevage qui reste l'activité principale des éleveurs, la pisciculture étant annexe à l'élevage car elle utilise les résidus de cette dernière et l'agriculture est très peu rémunératrice.

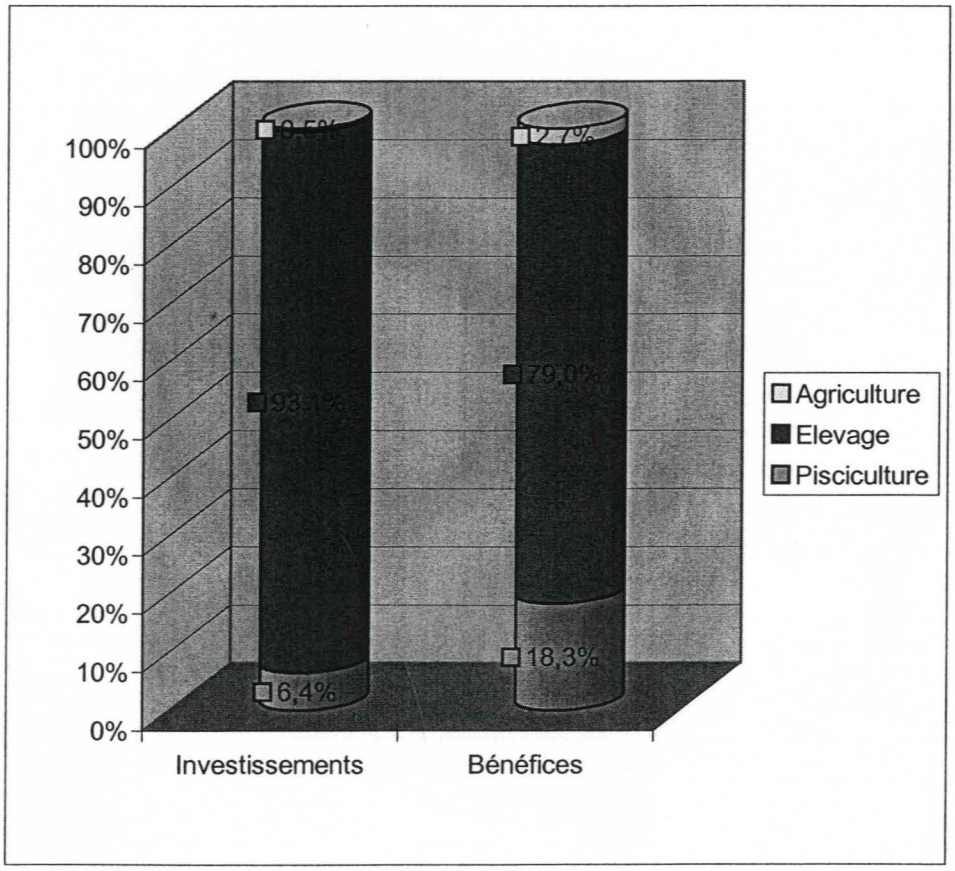


Figure 11 : Part des différentes activités dans les investissements et les bénéfices des 54 exploitations.

4.1.3. Les problèmes rencontrés en pisciculture

Au cours de nos enquêtes, 4 difficultés majeures ont été révélées par 46,3 % des pisciculteurs comme affectant le bon déroulement de l'élevage des poissons. Il s'agit des maladies (pouvant entraîner la mort) ; du vol ; des difficultés de vente ; du manque de nourriture qui affectent respectivement 35,2 % ; 22,2 % ; 3,7 % et 2 % des exploitations. Certaines exploitations rencontrent plusieurs problèmes à la fois. Cependant, 53,7 % des pisciculteurs ne font état d'aucun problème au cours de la période d'élevage, ceci pourrait être dû à la qualité de l'eau et le type de sol qui varient suivant le lieu de l'enquête, mais aussi à la rusticité des espèces de poissons cultivés.

4.2. Cas de la commune de Phu Huu

4.2.1. Aspects sociaux et biotechniques

4.2.1.1. Informations générales sur la structure des fermes visitées

Dans la commune de Phu Huu, 10 exploitations furent visitées. Le tableau 2 montre que 6 pisciculteurs appartiennent au groupe A et 5 d'entre eux ne possèdent qu'un seul étang. Nous avons ensuite 2 exploitations appartenant aux groupes B et C respectivement, avec un nombre plus importants d'étangs.

Tableau 2 : Structure des exploitations

Exploitation N°	Nombre d'étangs	Superficie totale (m2)	Groupe
1	5	4 000	A
2	7	9 500	B
3	1	2 000	A
4	1	2 200	A
5	1	2 000	A
6	1	700	A
7	1	1 000	A
8	4	20 000	C
9	7	15 000	C
10	2	8 000	B

(Groupe A : 0,5 ha – Groupe B : 0,5 ha < B 1ha – Groupe C : 1 ha < C 2 ha – Groupe D : > 2 ha)

Les fermes visitées possèdent en moyenne un nombre de 3 (de 1 à 7) étangs où les espèces majoritairement cultivées (Figure 12) sont surtout des poissons filtreurs de phytoplancton qui vivent en surface : GC (90 %) et SB (70 %). On note aussi que la CC est présente dans 100 % des étangs où elle se nourrit principalement de détritus et d'organismes benthiques. 90 % des éleveurs possèdent des tilapias qui sont omnivores mais filtrent essentiellement le plancton présent dans la colonne d'eau.

A Phu Huu, 80 % des éleveurs utilisent la fertilisation organique provenant majoritairement des poulets et canards et dans une moindre mesure le lisier de porc et les bouses de vache ; ainsi qu'une supplémentation avec du son de riz. 20 % des fermiers ne donnent aucune alimentation supplémentaire à leurs poissons : ni déjections animales ni sous produits agricoles.

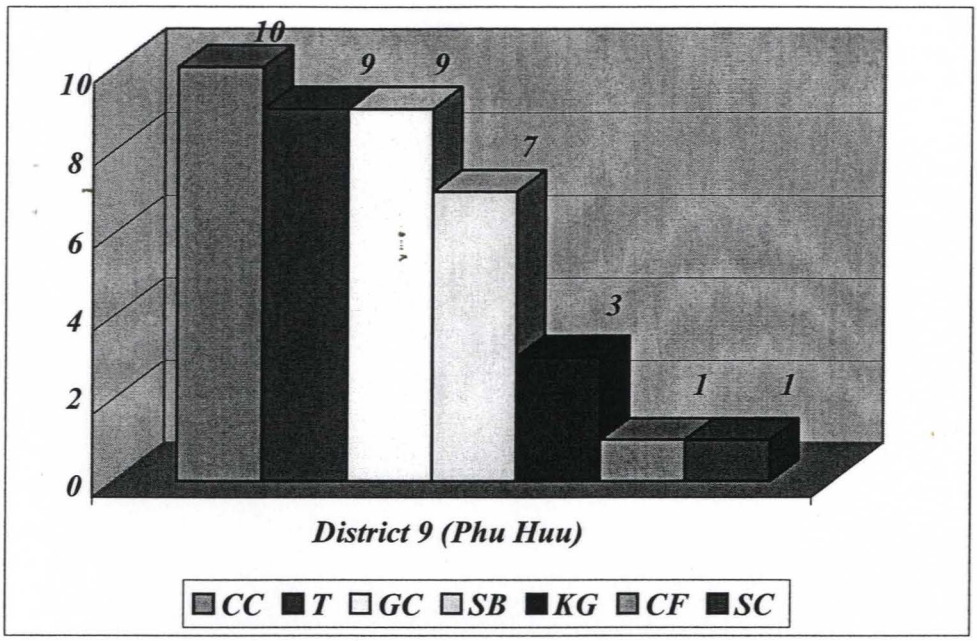


Figure 12 : Effectif des fermiers cultivant l'espèce de poisson.

4.2.1.2. Analyse des rendements obtenus en élevage piscicole en fonction de la densité de mise en charge

La figure 13 montre que les rendements les plus élevés sont 17,14 et 14,3 t/ha/an et obtenus respectivement avec 4 667 canards, 133 poulets/ha pour une densité de mise en charge de 1,5 poissons/m2 d'une part et 1 000 porcs/ha pour une mise en charge de 1,4 poissons/m^2 d'autre part.

On obtient des rendements proches de 5,25 et 6t./ha/an avec des densités de mises en charge respectives de 1,2 poissons/m^2, associés à 3 000canards et 1 000 poulets/ha d'une part et 1,4 poissons/m2 associés à 286 canards et 13 porcs/ha d'autre part. Il faut aussi noter que les deux exploitations précédentes complètent l'alimentation des poissons par une distribution journalière de son de riz.

Dans une autre ferme, pour une densité de 1,3 poissons/m^2, on obtient un rendement de 3t./ha/an sans apport ni de déjections animales ni de sous-produits agricoles.

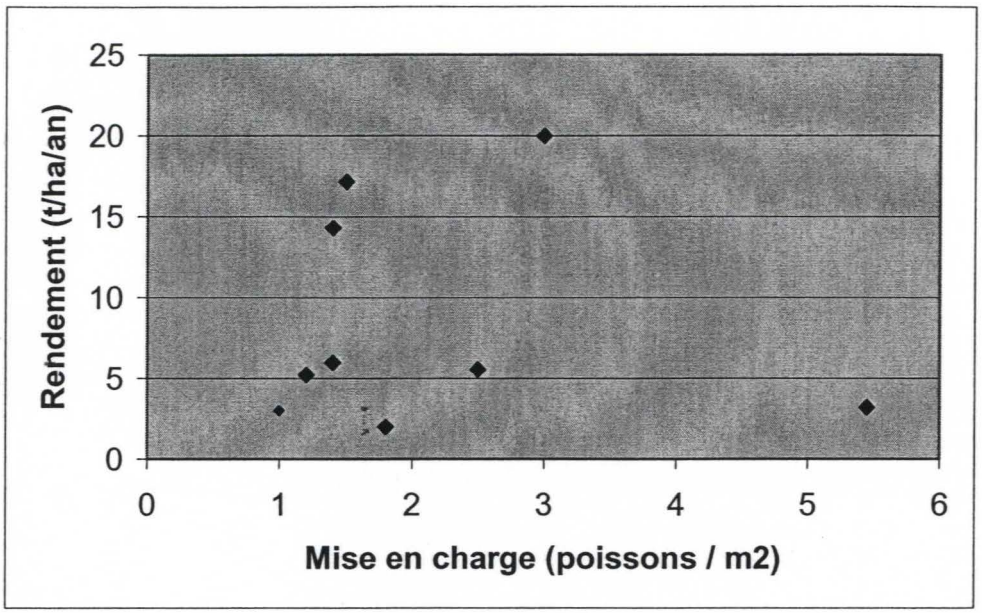


Figure 13 : Relation entre la densité de mise en charge (poissons/m^2)et le rendement (t/ha/an).

4.2.1.3. Analyse du poids moyen des poissons à la récolte en fonction de la densité de mise en charge

La figure 14 montre une grande variété de situation, l'analyse reste difficile du fait que les populations de poissons sont différentes dans chaque ferme. On remarque cependant que les poids moyens les plus élevés à la récolte sont obtenus dans les étangs fertilisés avec de grandes quantités de déjections animales et où les poissons sont nourris en plus avec du son de riz et des algues (*anabaena azolla*) quotidiennement.

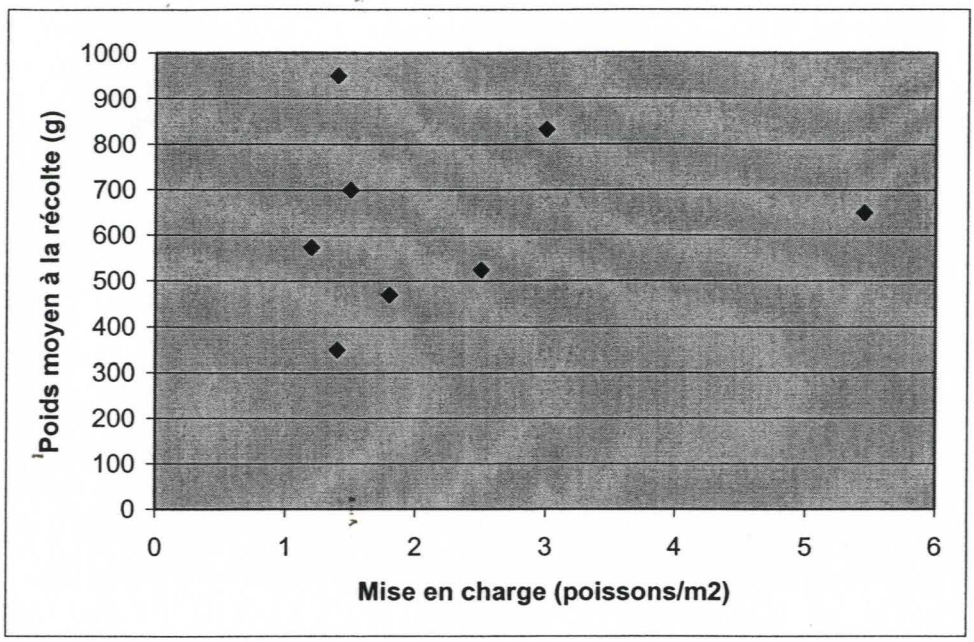


Figure 14 : Relation entre le poids moyen à la récolte (g) et le rendement (t/ha/an).

4.2.2. Aspects économiques

Parmi les agriculteurs de la commune de Phu Huu, 5 cultivent pour la plupart du riz avec des rendements moyens de 6 t./ha/an, et seul un exploitant fait pousser du bonzaï qui est une plante ornementale très appréciée au Vietnam. La figure 15 montre que l'agriculture n'est qu'une activité marginale en terme économique puisqu'elle ne représente que 0,6 % des investissements et 1 % des bénéfices en moyenne chez les fermiers interviewés. Ceci serait peu être dû à la difficulté du travail, au manque de main d'œuvre et surtout au faible prix du riz à la vente. On pourrait aussi penser qu'une partie de la production de riz sert à l'autoconsommation des foyers.

Les poulets et les canards sont les espèces les plus rencontrées avec respectivement 50 % et 60 % de fermes qui conduisent ce type d'élevage. La production de porcs n'est rencontrée que dans 20 % des fermes, 10 % pour l'élevage bovin et 20 % des fermes ne pratiquent aucun type d'élevage.

La part de l'élevage dans ces exploitations est très importante puisqu'elle représente 93,6 % des investissements et 80,4 % des bénéfices par rapport aux autres activités. De plus

déjections issues de ces élevages sont utilisées pour fertiliser les étangs de pisciculture et donc augmenter les rendements en poisson.

La part de l'investissement en pisciculture est de 5,8 % du total des activités, et les bénéfices représentent quant à eux 3 fois plus (18,6 %) : c'est donc de loin le poste le plus rentable économiquement.

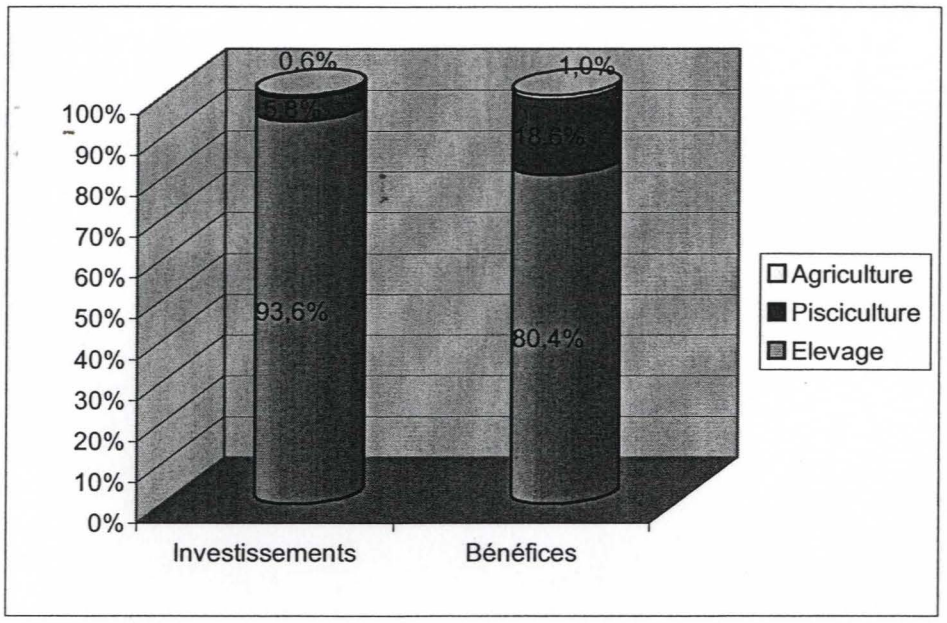


Figure 15 : Part des différentes activités dans les investissements et les bénéfices à Phu Huu.

4.2.3. Les problèmes rencontrés dans l'élevage piscicole

L'essentiel des problèmes rapportés dans les 10 exploitations concernent principalement les maladies (7 fermes) dues à la mauvaise qualité des eaux (pollution de la rivière), des vols (4 fermes), des mortalités (2 fermes) dues aux sols acides (pH<7) et des difficultés de vente (1 seul gros éleveur). Les maladies et les mortalités énoncées plus haut se manifestent par une hypersécrétion de mucus au niveau des branchies des poissons qui deviennent beaucoup plus sensibles aux autres infections, ce qui peut entraîner leur mort. Un éleveur note le manque de nourriture pour les poissons à cause du prix élevé des aliments (son de riz).

Tableau 3 : Informations générales sur les exploitations visitées à Phu Huu.

Exploitation N°	Densité de mise en charge de poissons (poissons/m^2)	Nombre d'animaux /ha; ou kg d'engrais / jour	Durée de l'élevage (mois)	Poids final des poissons (g)						Problèmes rencontrés dans l'élevage	Rendement (t/ha/an)
				CC	SB	GC	T	KG	CF		
1	2,5	canards (350), poulets (75)	8	1100	300	1200				vol, maladie (qualité de l'eau)	5,55
2	2,5		9	500	200	1200	200			vol, maladie (qualité de l'eau)	3,79
3	1,3		10	1000	600	1200	300			maladie, manque de nourriture	3
4	5,45	vaches (9), lisier de porc (?)	12	600		1100	250			vol, maladie	3,2
5	3	poulets (38), canards (375)	6	500		1500	500			mortalité (sol acide)	20
6	1,4	poulets (43), porcs (13), canards (286)	10	750		250	200	200		maladie	6
7	1,4	porcs (1000)	12	700	500	1500	1200	700	600	vol	14,3
8	1,2	canards (3000), poulets (1000)	8	500	1350	200	250			maladie,mortalité (sol acide)	5,25
9	1,8	canards (1750)	12	900	400	350	400	300		maladie	2
10	1,5	canards (4667), poulets (133)	8	700	700	700	700			difficulté pour vendre	17,14

4.3. Cas des communes de Thu Duc et Long Thanh My

4.3.1. Aspects sociaux et biotechniques

4.3.1.1. Informations générales sur la structure des fermes visitées.

Dans les communes de Thu Duc et Long Thanh My, les 3 exploitations possédant chacune 4 étangs, furent visitées. 2 exploitations possèdent des étangs d'une superficie totale comprise entre 0,5 et 1 ha (Groupe B) et une exploitation a des étangs d'une superficie totale inférieure à 0,5 ha (groupe A).

L'espèce majoritairement cultivée est le kissing gourami (*Helostoma temminckii*). On a ensuite 3 espèces qui appartiennent chacune à une niche spatiale différente dans l'étang : les tilapias, le gourami géant et la carpe herbivore qui vivent dans la colonne d'eau et se nourrissent de phytoplancton, la carpe commune et le pangasius vivent au fond de l'étang et consomme les résidus d'aliments et les fécès des autres poissons, puis la carpe herbivore qui se nourrit principalement de macrophytes (tableau 4).

Tableau 4 : Effectifs des fermiers cultivant l'espèce de poisson

Types de poissons	Nombre de pisciculteurs cultivant l'espèce
Kissing gourami	3
Tilapia hybride	2
Carpe commune	2
Carpe herbivore	1
Gourami géant	1
Poisson chat du Mékong	1

4.3.1.2. Analyse des rendements obtenus en élevage piscicole en fonction de la densité de mise en charge

Le tableau ci dessous (tableau 5) nous présente les rendements obtenus dans chacune des fermes visitées, les exploitations n'étant pas identiques sur la conduite d'élevage ainsi que le nombre réduit des exemples ne nous permet pas de tirer des conclusions objectives.
Cependant nous observons deux étangs ayant sensiblement la même densité de charge (1,82 et 2 poissons/m^2) mais des rendements qui varient du simple au double (respectivement de 4,8 et 8 t/ha/an). Ceci peut être lié au type d'alimentation ainsi que la supplémentation en son de riz dans la ferme produisant 8 t/ha/an.

Tableau 5 : Densité de mise en charge (poissons/m2) et rendement obtenus (t./ha/an)

Exploitations	Densité en charge (Poissons/m2)	Rendement (t./ha/an)
1	1,82	4,8
2	2	8
3	8	4,2

4.3.1.3. Analyse du poids moyen des poissons à la récolte en fonction de la densité de mise en charge

On obtient un poids moyen d'environ 400 grammes pour les poissons à la récolte dans deux fermes, alors qu'il est de 1250 gramme dans la troisième ferme (tableau 6). Ceci s'explique par le fait que cet éleveur pratique une monoculture de gourami géant d'une part (les autres pratiquent une polyculture et on pourrait penser que cela génère une compétition pour l'alimentation au sein des espèces) et d'autre part, par la durée de l'élevage qui est de 12 mois alors qu'elle n'est que de 10 mois dans les deux autres exploitations.

Tableau 6 : Densité de mise en charge (poissons/m2) et poids moyen de poissons à la récolte (g)

Exploitations	Densité de mise en charge (poissons/m2)	Poids moyens des poissons à la récolte (g)
1	1,82	412,5
2	2	1250
3	8	387,5

4.3.2. Aspects économiques

La figure 16 met en évidence la prépondérance de l'élevage d'animaux domestiques dans les activités des fermiers. En effet 76,5 % des investissements totaux sont alloués à l'élevage, 23,3 % à la pisciculture et 0,2 % à l'agriculture (culture du riz); de même on aura respectivement des bénéfices de 63,4 %, 36 % et 0,6 % respectivement pour les mêmes activités.

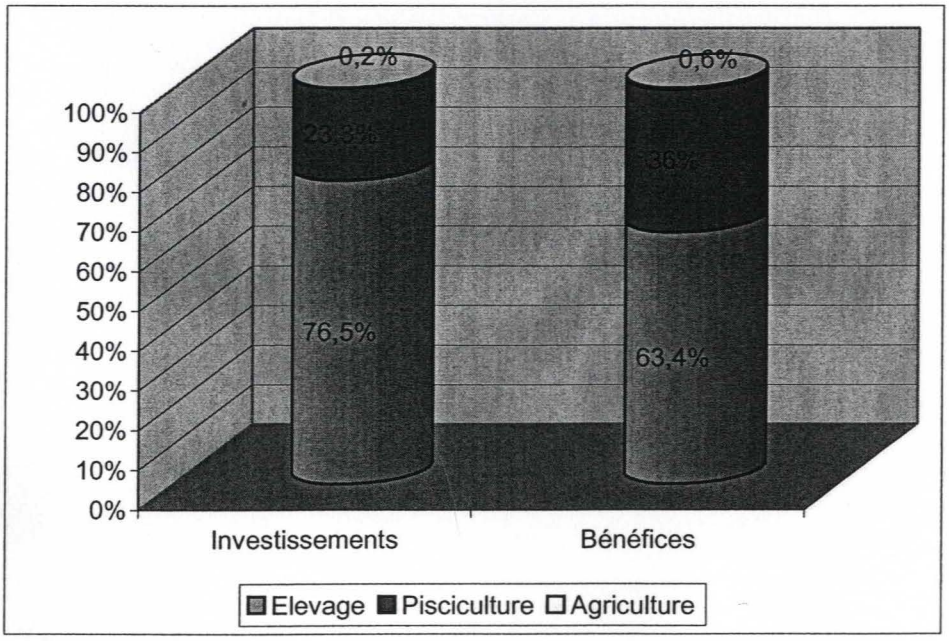


Figure 16 : Part des différentes activités dans les investissements et les bénéfices à Thu Duc et Long Thanh My

4.3.3. Les problèmes rencontrés dans l'élevage piscicole

Les principaux problèmes auquels sont confrontés les éleveurs sont le vol de leurs poissons et des maladies dues soit aux sols acides ou à la qualité de l'eau des étangs qui est directement prélevée dans les rivières polluées par les eaux usées non traitées provenant de l'agglomération de Ho Chi Minh-Ville.

Les sols content des pyrites subissent lorsqu'ils sont exposés à l'air une oxydation avec formation d'acide sulfurique ($H_2 SO_4$) responsable de l'acidité de l'eau (pH < 7) et de problèmes pathologiques au niveau des branchies des poissons qui deviennent plus sensibles aux autres maladies.

Tableau 7 : Informations générales sur les exploitations visitées à Thu Duc et Long Thanh My

Exploitation N°	Densité de mise en charge des poissons (poissons/m^2)	Nombre d'animaux / ha ou kg d'engrais / jour	Durée de l'élevage (mois)	Poids final des poissons (g)	Problèmes rencontrés dans l'élevage	Rendement (t/ha/an)
1	1,82	porcs (19), poulets (375)	10	C.C (300), K.G (150), T (200), P (1000).	vol	4,8
2	2	canards (1000), poulets (160)	12	G.G (1250).	mortalité (sol acide), vol	8
3	8	porcs (27)	10	C.C (250),G.C (1000), K.G (150), T (150).	maladie (qualité de l'eau), difficulté de vente	4,2

4.4. Cas de la commune de Tan Lap

4.4.1. Aspects sociaux et biotechniques

4.4.1.1. Informations générales sur la structure des fermes visitées

Le nombre d'étangs varie de 1 à 7 dans les 3 exploitations visitées à Tan Lap (Tableau 8).
La superficie totale des étangs est variable et surtout liée au nombre d'étangs que possède le pisciculteur. Le tableau 8 résume les différentes situations rencontrées. Ainsi, nous constatons une superficie totale en étangs pour les 3 exploitations respectivemment de 2 000 m2 (groupe A < 0.5 ha) ; 10 000 m2 (groupe B de 0.5 à 1 ha) ; 14 000 m2 (groupe C, de 1 à 2 ha).

Tableau 8 : Structure des exploitations

Exploitation N°	Nombre d'étangs	Superficie totale (m2)	Groupe
1	1	2 000	A
2	7	10 000	B
3	4	14 000	C

La majorité des espèces cultivées (Tableau 9) sont des filtreurs qui se nourrissent en grande partie d'organismes benthiques, de détritus, de fécès d'autres poissons (la carpe commune, pangasius). On note la forte présence de tilapia qui bien qu'ayant une niche spatiale dans la colonne d'eau et se nourrissant principalement de phytoplancton, reste une espèce omnivore. (En effet les tilapipas se nourrissent aussi de détritus et d'organismes benthiques.)
La carpe commune (Cyprinus carpio) vit en fond des étangs et se nourrit essentiellement de zooplancton. Le barbeau agenté (Barbodes gonionotus) vit dans la colonne d'eau et se nourrit de détritus et aussi d'organismes benthiques.
Il est intéressant de noter ici que tous les fermiers réalisent une polyculture associant plusieurs espèces différentes qui occupent les trois niches spatiales de l'étang (surface, colonne d'eau, fond) : cela permet une meilleur exploitation des ressources du milieu.

Tableau 9 : Effectifs des fermiers cultivant l'espèce de poisson

Types de poissons	Nombre de pisciculteurs cultivant l'espèce
Tilapia	3
Poisson chat du Mékong	3
Carpe commune	3
Barbeau argenté	3
Kissing gourami	3
Carpe herbivore	2
Poisson chat hybride	2
Gourami géant	1

4.4.1.2. Analyse des rendements obtenus en élevage piscicole en fonction de la densité de mise en charge

Le tableau 10 nous indique que plus la densité de mise en charge augmente, plus le rendement devient important. On pourrait penser que le facteur limitant "alimentation" n'intervient pas et que les étangs reçoivent des quantités suffisantes de lisiers et de fientes de volailles qui favorise le développement du phytoplancton et du zooplancton.

Tableau 10 : Densité de mise en charge (poissons/m2) et rendement obtenus (t./ha/an)

Exploitations	Densité en charge (Poissons/m2)	Rendement (t./ha/an)
1	24	12
2	4,28	8,55
3	14	10

4.4.1.3. Analyse du poids moyen des poissons à la récolte en fonction de la densité de mise en charge

Le poids moyen des poissons à la récolte se situe autour de 900 grammes, cependant on remarque une valeur de 384 grammes. L'analyse de cette exploitation nous montre que l'exploitation ne dispose pas d'élevage d'animaux domestiques et que l'éleveur se procure du lisier de porc chez des amis pour fertiliser son étang : on peut donc penser qu'il s'agit d'un manque de nourriture qui est responsable du faible poids comparé aux autres éleveurs (Tableau 11).

Tableau 11 : Densité de mise en charge (poissons/m2) et poids moyen de poissons à la récolte (g)

Exploitations	Densité de mise en charge (poissons/m2)	Poids moyens des poissons à la récolte (g)
A	24	920
B	4,28	894
C	14	384

4.4.2. Aspects économiques

L'activité principale reste l'élevage qui représente 91,6 % des investissements et 89,1 % des bénéfices (Figure 17). La pisciculture est secondaire puisqu'elle n'occupe que 8,4 % et 10,9 % respectivement. Ici les fermiers ne pratiquent ni la culture du riz, ni celle d'arbres fruitiers.

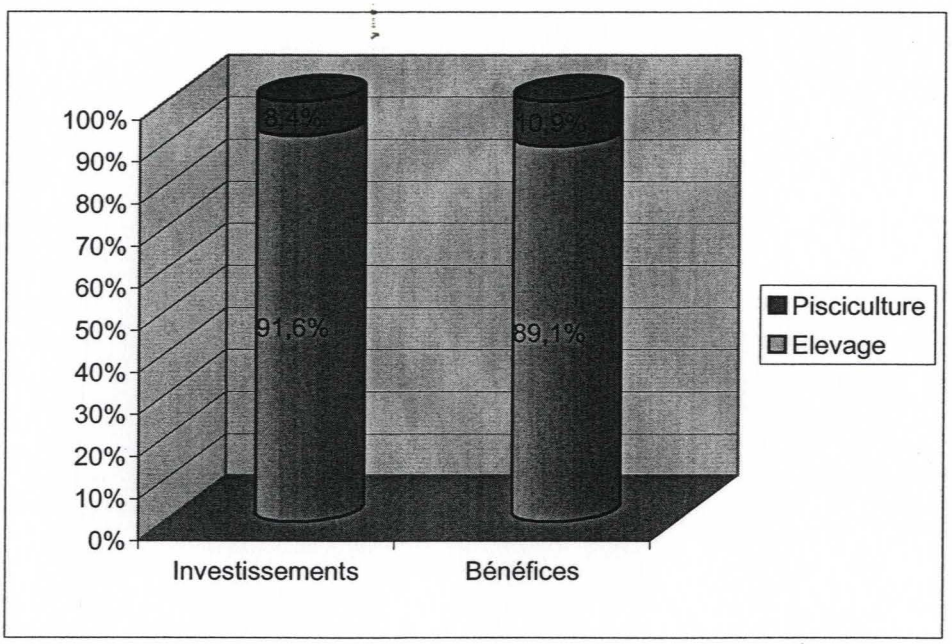


Figure 17 : Part des différentes activités dans les investissements et les bénéfices à Tan Lap.

4.4.3. Les problèmes rencontrés dans l'élevage piscicole

Les problèmes rencontrés sont essentiellement les maladies affectant les branchies des poissons (chez tous les éleveurs) dues à la qualité de l'eau ou aux sols acides malgré l'utilisation de chaux pour augmenter le pH de l'eau. 2 exploitations sur 3 font état de vol au cours de la période d'élevage.

Tableau 12 : Informations générales sur les exploitations visitées à Tan Lap.

Exploitation N°	Densité de mise en charge de poissons (poissons/ m^2)	Nombre d'animaux / ha ; ou kg d'engrais / jour	Durée de l'élevage (mois)	Poids final des poissons (g)								Problèmes rencontrés dans l'élevage	Rendement (t/ha/an)
				CC	SB	T	P	CF	GG	KG	GC		
1	24	canards (6000), poulets (100), oies (2).	8	650	1000	500	2250			200		maladie (qualité de l'eau), vol.	12
2	4,28	porcs (76), canards (5), poulets (36), oies (4).	8	650	1000	600	2500	500	1100	300	2750	maladie (sol acide)	8,55
3	14	porcs (don de lisier)	6	500	300	500	200	500		300		maladie, vol.	10

4.5. Cas de la commune de Binh Duong

4.5.1. Aspects sociaux et biotechniques

4.5.1.1. Informations générales sur la structure des fermes visitées

Dans la commune de Binh Duong, 3 exploitations ont été visitées. 1 seule exploitation possède 4 étangs formant une superficie totale de 2 ha. Les 2 autres pisciculteurs possèdent 1 seul étang chacun, d'une superficie inférieure à 5 000 m2 (tableau 13).

Tableau 13 : Nombre et superficie totale des étangs dans chaque exploitation

Exploitations	Nombre d'étangs	Superficie totale (m2)
1	1	4 000
2	4	20 000
3	1	3 000

Le tableau 14 montre que chaque exploitation pratique une polyculture associant de 4 à 6 espèces de poissons. Cela permet une utilisation optimale des ressources alimentaires de l'étang, du fait que chaque espèce a une niche trophique et spatiale différente.

Tableau 14 : effectifs des fermiers cultivant l'espèce de poisson

Espèce de poissons	Nombre de pisciculteurs cultivant l'espèce
Carpe commune	3
Barbeau argenté	3
Carpe herbivore	3
Tilapia	3
Kissing gourami	2
Carpe marbrée	1
Poisson chat du Mékong	1
Mrigal	1

4.5.1.2. Analyse des rendements obtenus en élevage piscicole en fonction de la densité de mise en charge

Les meilleurs rendements sont obtenus avec une densité de 3,5 poissons/m^2 et 13,34 t/ha/an (Tableau 15). Les 2 autres exploitations ont des rendements de 10 et 12 t/ha/an pour une même densité de 5 poissons/m^2. Etant donné que la fertilisation organique n'est pas le facteur limitant ici, on peut penser qu'une densité de 3.5 est meilleure que 5,5 poissons/m^2.

Tableau 15 : Densité de mise en charge (poissons/m2) et rendement obtenus (t./ha/an)

Exploitations	Densité de mise en charge (poissons/m2)	Rendements t./ha/an
1	5	10
2	5	12
3	3,5	13,34

4.5.1.3. Analyse du poids moyen des poissons à la récolte en fonction de la densité de mise en charge

Le tableau 16 montre qu'il n'y a pas de relation linéaire entre le poids moyen à la récolte et la densité de mise en charge. Cependant le point le plus haut donne une moyenne corporelle de 825 grammes et il s'agit de la seule exploitation qui nourrissait les poissons avec du son de riz en plus de la fertilisation organique provenant des élevages domestiques. On pourrait penser que cela est la raison pour laquelle le poids moyen des poissons est plus élevé.

Tableau 16 : Densité de mise en charge (poissons/m2) et poids moyen des poissons à la récolte (g)

Exploitations	Densité de mise en charge (poissons/m2)	Poids moyen à la récolte (g)
1	5	650
2	5	825
3	3,5	634

4.5.2. Aspects économiques

La figure 18 montre que l'élevage reste prédominant par rapport aux autres activités avec 97 % des investissements et 62,1 % des bénéfices. La pisciculture est de loin la plus retable car un investissement de départ de 1,7 % donne des bénéfices de 30,4 % du total : en effet un seul fermier complémente l'alimentation des poissons avec du son de riz et ceci pendant juste 2 mois, d'où les faibles charges de ce type d'élevage. L'agriculture, représente 7,5 % des bénéfices totaux car l'agriculteur en plus de la culture de riz, fait pousser des arbres fruitiers qui ont une bonne valeur marchande (le prix du kg de riz étant très bas "1 500 Dongs").

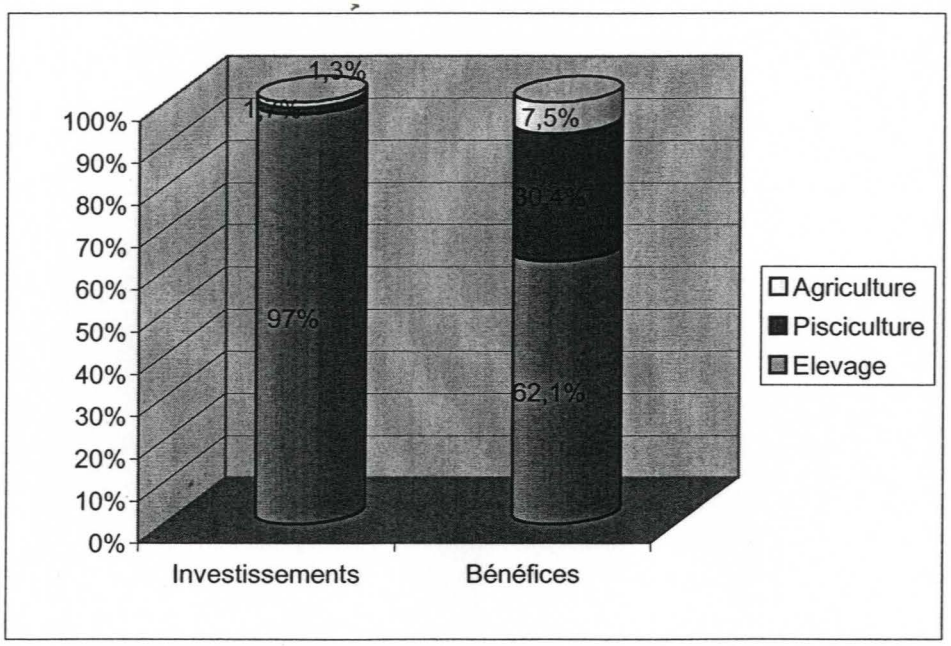


Figure 18 : Part des différentes activités dans les investissements et les bénéfices à Binh Duong.

4.5.3. Les problèmes rencontrés dans l'élevage piscicole

Une seule exploitation sur les trois visitées fait état de vol de poissons. Aucun fermier n'a évoqué de maladies affectant les poissons ce qui indique que l'eau de la rivière est de bonne qualité et donc propice à l'élevage.

Tableau 17 : Informations générales sur les exploitations visitées à Binh Duong.

Exploitation	Densité de mise en charge de poissons (poissons/m^2)	Nombre d'animaux / ha; ou kg d'engrais / jour	Durée de l'élevage (mois)	Poids final des poissons (g)								Problèmes rencontrés dans l'élevage	Rendement (t/ha/an)
				CC	SB	KG	T	GC	BH	MR	P		
1	5	porcs (88),canards (125), oies (5), poulets (113)	12	1200	800	300	250	700				vol	10
2	5	porcs (300)	10	1000	650		300	1250	1500	250		rien	12
3	3,5	porcs (126), canards (333), poulets (999).	6	700	700	300	400	700			1000	rien	13,34

4.6. Cas de la commune de Binh Chanh

4.6.1. Aspects sociaux et biotechniques

4.6.1.1. Informations générales sur la structure des fermes visitées

Dans la commune de Binh Chanh, 35 exploitations ont été visitées, chaque fermier possède en moyenne 3 étangs.

La figure ci dessous montre que la majorité des exploitations possède des étangs de petites tailles. 68,6 % des fermes appartiennent au Groupe A (< 0,5 ha), 22,8 % possèdent des étangs dont la superficie est comprise entre 0,5 et 1 ha (Groupe B), 5,7 % des fermes ont des étangs de grande taille (Groupe C : de 1 à 2 ha) et 2,9 % possèdent des étangs dont la superficie dépasse 2 ha (Groupe D) (figure 19).

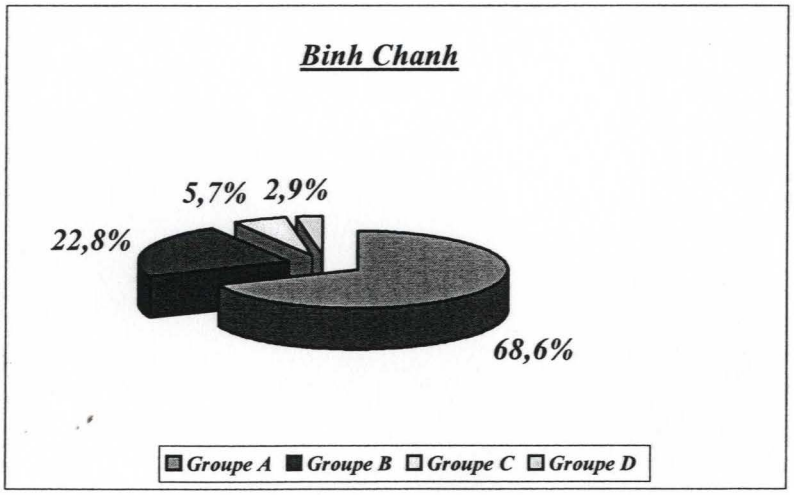


Figure 19 : Superficie des fermes visitées

La durée d'élevage est en moyenne de 9 mois. La particularité de Binh Chanh est que cette dernière est située à la sortie de la ville de Ho Chi Minh-Ville dont tous les effluents sont déversés dans la rivière.

Les fermiers utilisent donc cette eau très chargée en matière organique pour faire l'élevage de poissons : d'où le terme de pisciculture en "eaux usées". On remarque alors que la majorité des espèces cultivées (Figure 20) restent des poissons qui supportent un faible taux d'oxygène dissout dans l'eau (tilapias, carpe commune, poisson chat du Mékong, poisson chat hybride) et que seuls 62,9 % des fermiers cultivent la carpe herbivore.

Un seul fermier (3 %) rapportait ne pratiquer ni la fertilisation organique, ni la supplémentation alimentaire avec des sous produits agricoles. 3 fermes (9 %) n'utilisent que l'apport de son de riz pendant une durée d'environ 1 mois pour nourrir les alevins lors de la période de démarrage. Le reste des exploitations (86 %), outre le nourrissage artificiel favorisent le développement du phytoplancton et du zooplancton à l'aide de fientes de poulets, de canards et de cailles, ainsi que de lisier de porc.

Parmi ces derniers, 60 % ne distribuent le son de riz que pendant 1 mois pour aider au démarrage des juvéniles, 17% vont jusqu'à 2 mois et 23 % fournissent le son de riz pendant plus de 2 mois ou pendant toute la durée de l'élevage.

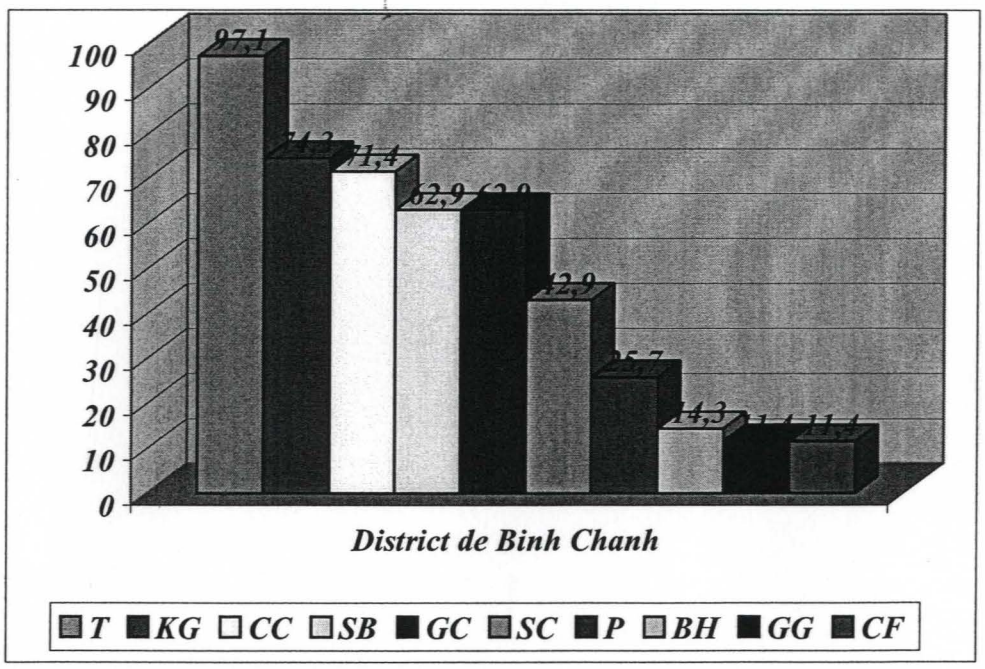


Figure 20 : Taux des éleveurs qui cultivent l'espèce.

4.6.1.2. Analyse des rendements obtenus en élevage piscicole en fonction de la densité de mise en charge

Ce graphique (figure 21) indique qu'il n'y a pas de relation linéaire entre le rendement et la densité de mise en charge des poissons. En effet, notre population n'étant pas homogène (durée de l'élevage, type d'alimentation, etc.) il n'est pas possible de tirer une conclusion objective. On remarque néanmoins que la majorité des rendements se situent entre 5 et 17 t./ha/an, certains rendements situés entre 30 et 40 t./ha/an sont principalement dûs à de fortes concentrations en poulets/ha (deux rendements de 40 t./ha/an sont obtenus avec des élevages de 11 880 et 16 000 poulets, celui de 30 t./ha/an avec 24 000 poulets) ou grâce à une fortes densité de mise en charge (25.7 poissons/m^2 pour un rendement de 35 t./ha/an).

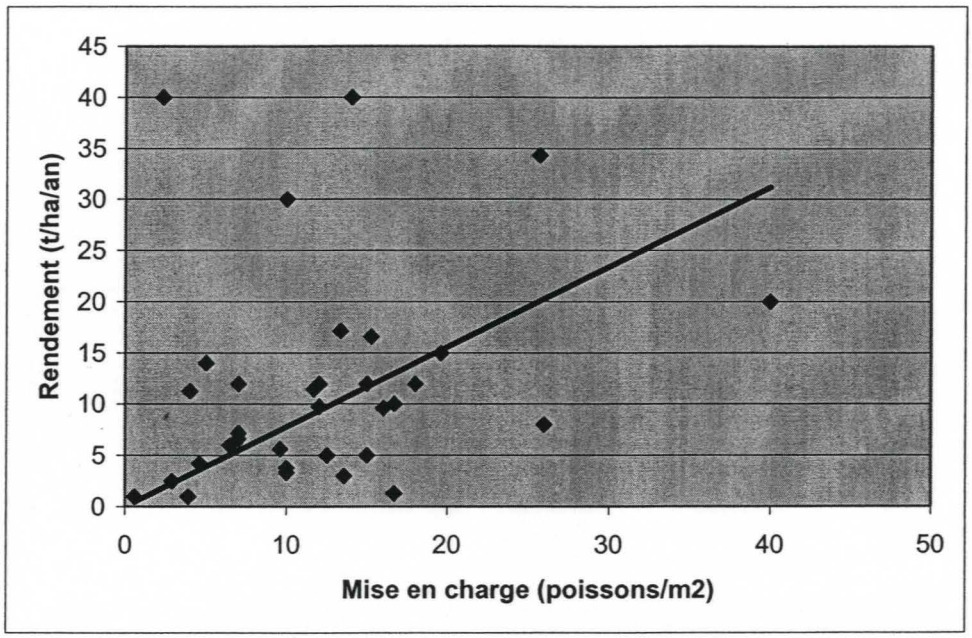


Figure 21 : Relation entre le rendement

4.6.1.3. Analyse du poids moyen des poissons à la récolte en fonction de la densité de mise en charge

Le poids moyen à la récolte est quant à lui influencé outre par la densité de mise en charge, par d'autres paramètres non identiques dans notre échantillon : il s'agit des espèces cultivées, du type d'aliment fournit, de la durée d'élevage. On ne peut donc pas avoir une relation

linéaire entre le poids moyen à la récolte et la densité de mise en charge en poissons dans notre cas (Figure 22). On remarque cependant que le poids moyen des poissons récoltés pour être vendus se situe entre 200 et 700 grammes.

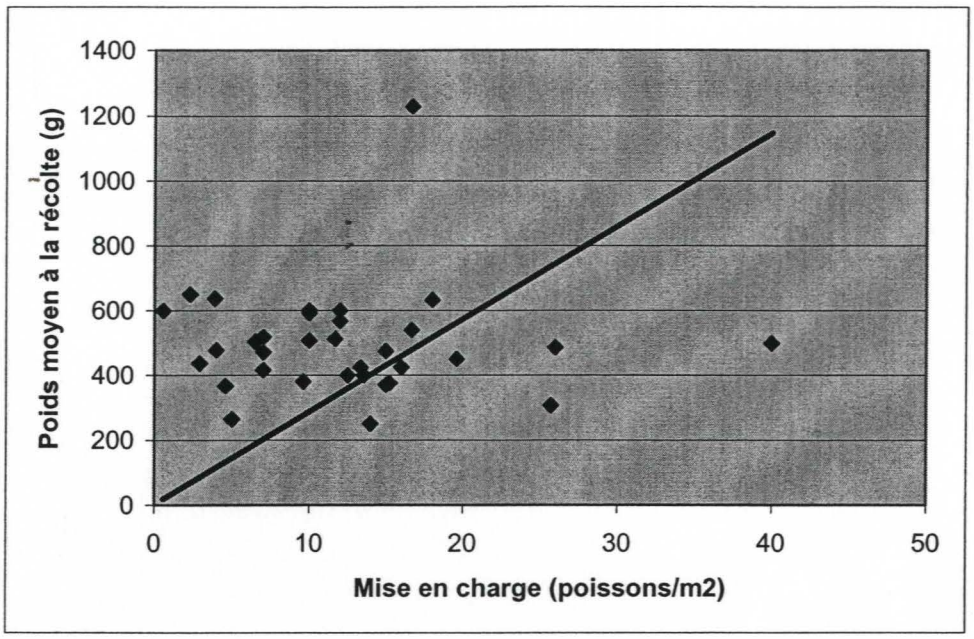


Figure 22 : Relation entre le poids moyen à la récolte (g) et la densité (poisson/m^2).

4.6.2. Aspects économiques

La figure 23 nous montre que l'élevage d'animaux domestiques reste la principale activité dans la commune de Binh Chanh, avec 94,2 % des investissements et 76,6 % des bénéfices, la pisciculture vient en seconde position avec 5,7 % investis pour des bénéfices de 21,3 % et enfin l'agriculture représentant 0,1 % en investissement pour 2,1 % de bénéfices. Ici, il faut noter la part de la pisciculture dans les bénéfices totaux (21,3 %) qui est 3,7 fois supérieure aux investissements, d'autant plus que c'est un activité à laquelle les fermiers ne consacrent pas beaucoup de temps comparée à l'élevage des animaux domestiques et à l'agriculture. 37 % (13 fermes) ne cultivent que du riz, 20 % (7 fermes) ne cultivent que des arbres fruitiers et 46 % (16 fermes) ne cultivent rien. On peut donc dire que la pisciculture est l'activité la plus rentable en terme de coûts et de temps mais il est à rappeler qu'elle est partie intégrante du système et reste donc dépendante de l'élevage terrestre pour les déjections.

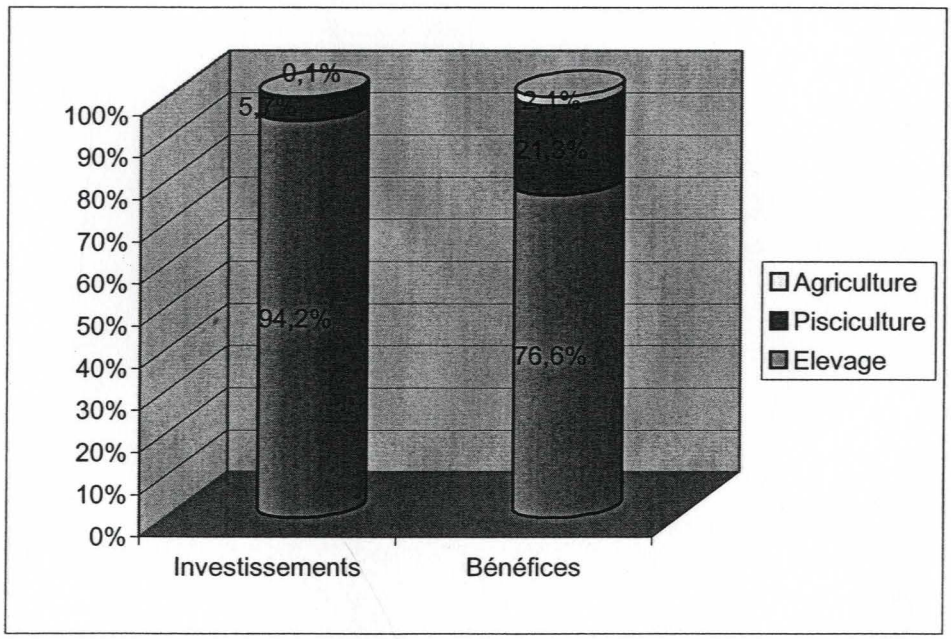


Figure 23 : Part de chaque activité dans les investissements et les bénéfices des exploitations.

4.6.3 Les problèmes rencontrés dans l'élevage piscicole

Seuls 17,6 % des exploitations rapportent des problèmes de maladies liés à la pollution de l'eau de la rivière et parmi eux, 1 seul (17 %) évoque que les maladies sont dues aux sols acides et à la pollution de la rivière. On constate de ce fait que l'utilisation des eaux usées n'est pas défavorable à la croissance des poissons mais bien au contraire cela représente un milieu très riche en matière organique, en phytoplancton et en zooplancton dont les poissons se nourrissent.

Il serait injuste d'autre part de ne pas souligner l'aspect sanitaire de ce type d'élevage. En effet les eaux usées utilisées dans la commune de Binh Chanh proviennent des égouts de Ho Chi Minh-Ville et renferment à ce titre beaucoup de métaux lourds et certains parasites dangereux pour l'homme car ces eaux ne sont pas traitées en station d'épuration et sont directement déversées dans les rivières. Une solution serait donc de bien cuire le poisson avant sa consommation ou de stocker le poisson quelques semaines dans des eaux propres avant sa récolte (ce procédé reste difficile car la seule source d'eau reste la rivière et non l'eau de pompage), afin d'atténuer les risques sanitaires pour l'homme.

Tableau 18 : Informations recueillies dans les exploitations de Binh Chanh

Densité de mise en charge de poissons (poissons/m^2)	Nombre d'animaux / ha; ou kg d'engrais / jour	Durée de l'élevage (mois)	Poids final des poissons (g)	Problèmes rencontrés dans l'élevage	Rendement (t/ha/an)
4	canards (65), poulets (50 kg/j)	8	CC(600), SB(600), SC(500), KG(150), BH(400), T(200), GC(900).	maladie (pollution de la rivière), vol	11,25
12	porcs (40 kg/j)	8	CC(900), T(200), GG(500), GC (800).		12
5	poulets (200 kg/j)	6	CC(500), SB(200), SC(300), KG(125), T(200).	vol	14
7	poulets (500 kg/j)	8	CC(750), SB(650), SC(650), KG (125), BH(650), T(200), GC(600).		12
6,5	cailles (12 000 = 150 kg/j)	8	CC(700), SB(750), KG(150), T(175), GG(250), GC(1 000).		6
16	poulets (17 000)	10	KG(150), T(150), P(1000), CF(400).	maladie (pollution de la rivière)	9,6
7	poulets (5 500)	10	CC(600), SB(400), SC(400), BH(500), T(150), P(800), GG(400), GC(500), CF(500)		7,2
0.56	poulets (120 kg/j)	4	CC(400), KG(150), T(150).	vol	16,2

Densité de mise en charge de poissons (poissons/m^2)	Nombre d'animaux / ha; ou kg d'engrais / jour	Durée de l'élevage (mois)	Poids final des poissons (g)	Problèmes rencontrés dans l'élevage	Rendement (t/ha/an)
9,6	porcs (60)	7	CC(500), SC(500), KG(200), T(200), GC(500).	maladie (eau polluée)	5,65
25,7	cailles (100 kg/j)	5	CC(500), SB(700), SC(300), KG(150), T(200), GC(500).		34,32
10	porcs (32)	8	CC(700), SB(1000), SC(500), KG(150), T(200), GC(1000)	maladie	3,75
15	cailles (4 167)	8	CC(600), SB(500),KG (150), T(250), GC(350).		12
15,25	poulets (3 333)	6	SB(200), KG(100), T(200), P(1000).		16,6
2,33	poulets (11 880)	6	T(300), P(1000)		40
4,6	poulets (10 571)	8	KG (300), T(500), GC(300).		4,2
12	poulets (3 960)	7	CC(500), SB(300), T(300), P(1000), GG(800), GC(500).		9,77
7	porcs (67)	6	KG(200), T(250), GC(800).		6,6
1.4	cailles (37 000)	6	T(150).		8
26	cailles (10 656)	10	CC(500), SB(500), SC(600), KG(200), BH(600), T(200), GC(800).		8
18	poulets (8 000)	7	CC(1 000), SB(600), KG(200), BH(800), T(200), GC(1000).		12
13,56	porcs (80 kg/j)	12	CC(500), SB(300), SC(500), KG(200), T(200), GC(700).		3
15	rien	6	CC(700), SB(700), SC(300), KG(150), T(300), GC(700).		5

Densité de mise en charge de poissons (poissons/m^2)	Nombre d'animaux / ha; ou kg d'engrais / jour	Durée de l'élevage (mois)	Poids final des poissons (g)	Problèmes rencontrés dans l'élevage	Rendement (t/ha/an)
10	porcs (21)	12	CC(1 200), SB(800), KG(150), T(300), P(150), GC(1 000).		3,3
3,91	rien	12	CC(800), SB(800), T(150) GC(800).		1
11,67	porcs (90 kg/j)	7	CC(1 000), SB(1 000), SC(500), KG(120), T(200), CF(250)		11,48
2,92	rien	6	CC(1 000), SB(500), KG(100), T(150).		2,5
16,67	rien	12	CC(700), SB(600), SC(600), T(200), GC(600).		1,3
16,67	porcs, poulets (dons occasionnels)	12	CC(1 500), SB(2 000), SC(500), KG(300), BH(2 000), T(300), GC(2 000).		10
12,5	poulets (50 kg/j)	12	CC(600), SB(500), SC(500), KG(200), T(200).		5
19,6	poulets (5 kg/j)	12	T(200), P(700)		15
0,6	porcs (6)	12	T(200), P(1 000)		1
40	poulets (100 kg/j)	6	CC(1 000),KG (100), T(100),GC(800)	maladie (sol acide, pollution)	20
14	poulets (16 000)	6	C.F (250)		40
10	poulets (24 000)	8	KG (120),T(200),P(1200)		30
13,33	poulets (200), porcs (13)	7	CC(600), SB(600), SC(300), KG(100), T(150), GC(800)	maladie	17,14

4.7. La rizipisciculture dans la commune de Hiep Phuoc et à Cantho

La rizipisciculture est peut être la forme la plus simple d'intégration entre un système aquacole et une autre activité. Ici le riz pousse dans un environnement humide et innondé qui est totalement adéquat pour les poissons. Le plus souvent, c'est un système extensif sans apport d'aliment supplémentaire, les poissons se nourrissant des insectes qui s'attaquent aux pousses de riz et du plancton qui se développe naturellement dans le champ de riz.

La capture de poissons sauvages dans les rizières est certainement aussi vieille que la culture du riz, mais l'élevage de poissons dans les rizières, contrairement aux idées reçues, n'a jamais été très répandu bien qu'il soit communément rencontré en Asie. Deux systèmes sont possibles (Ruddle, 1982) :

- Les poissons sont cultivés en même temps que le riz (système rencontré dans les fermes que nous avons visité),
- Les poissons sont élevés dans l'intervalle de temps séparant deux cultures de riz dans un système de rotation.

4.7.1. Aspects sociaux et biotechniques

Seuls deux fermiers ont été rencontrés durant notre enquête à Cantho et dans la commune de Hiep Phuoc, les résultats sont résumés dans le tableau 19.

Tableau 19 : caractéristiques biotechniques des 2 exploitations

	Université de Cantho	Commune de Hiep Phuoc
Espèces utilisées	C.C(20%), T(30%), S.B(50%)	T (100%)
Densité de mise en charge (poissons/m2)	2	0,4
Traitement à l'herbicide des champs de riz	20-25 premiers jours	non
Epoque d'empoissonnement après le repiquage du riz	30 jours	40 jours

On constate une faible densité de mise en charge car il n'y a pas d'apport supplémentaire de nourriture aux poissons durant la période d'élevage, sauf à Cantho où les éleveurs distribuent occasionnellement du son de riz. Le traitement à l'herbicide se fait uniquement sur la plate-forme lors d'une mise à sec ; les poissons ne sont pas affectés de la sorte car ils se réfugient dans les drains périphériques et les trous refuges. Les espèces utilisées sont des filtreurs de planctons (tilapia, silver barb) et des espèces se nourrissant d'organismes benthiques et de détritus (matière végétale en décomposition) comme la carpe commune.

L'époque d'empoissonnement se fait à 30 jours (Cantho) et à 40 jours (Hiep Phuoc) après le repiquage du riz pour laisser le temps aux jeunes pousses de riz de bien s'enraciner dans le sol.

4.7.2. Aspects économiques

Tableau 20 : Rendement et prix des poissons à la récolte

	Université de Cantho	Commune de Hiep Phuoc
Poids à la récolte (g)	CC(300), T(75), S.B(75)	T (250)
Durée du cycle (mois)	7	7
Nombre de cycles de riz/an	2	2
Rendement de poisson (t/ha/an)	1,2	0,34
Rendement de riz (t/ha/an)	10	3
Prix du kg de poisson (V.N.D)	CC(9 000), T(7 000), S.B(7000)	6 000
Prix du kg de riz (V.N.D)	1 500	1 500

Dans ce type d'association, le marché doit être capable d'absorber des poissons de petite taille (tableau 20). On draine la rizière un ou deux jours avant la récolte du riz. On récolte ensuite le poisson avec des épuisettes à l'amont ou à l'aval du système de vidange. Les rendements sont très faibles comparés à l'association avec les animaux d'élevage car la fertilisation organique n'apparaît pas et la disponibilité en nourriture naturelle reste faible.

Les éleveurs interrogés affirment ne pas constater une augmentation des rendements de riz due à l'association avec la pisciculture, la seule motivation vient du fait que les poissons contribuent à la lutte biologique en mangeant les insectes qui causent des dommages aux plants de riz, et remplacent donc l'achat des pesticides très coûteux d'une part et le revenu des paysans augmente considérablement du fait de la valeur marchande des poissons qui est beaucoup plus élevée que celle du riz (de 4 à 6 fois), (figure 24).

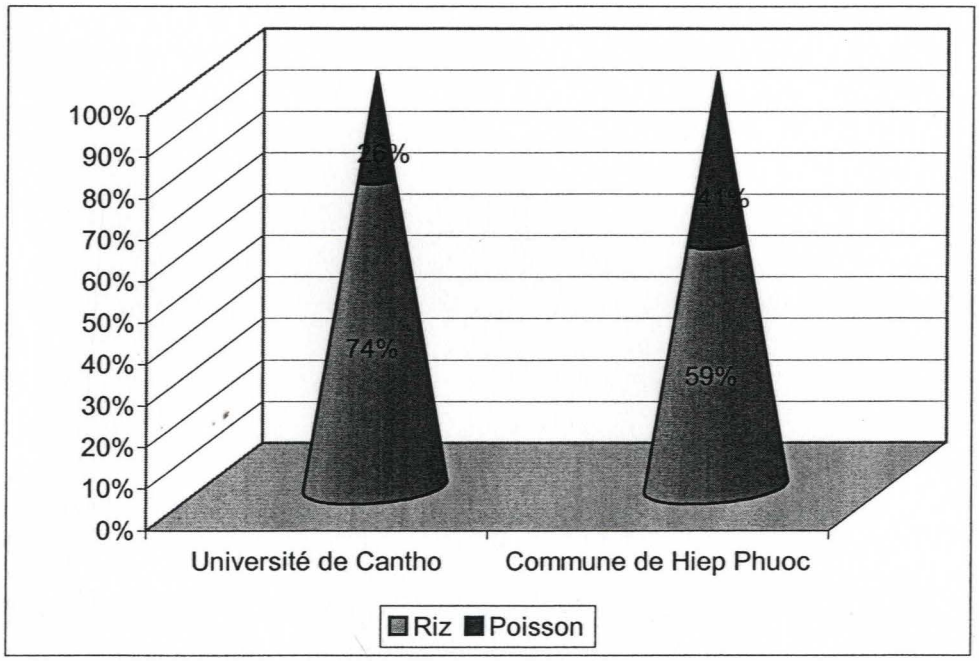


Figure 24 : Bénéfices liés à chaque activité dans les exploitations visitées

DISCUSSION GENERALE

L'analyse de la gestion technico économique et les études socio-économiques se sont déroulées dans cinq sites et le nombre d'exploitations était très variable, ce qui rend difficile l'homogénéisation et la comparaison des différents résultats obtenus. Trois éléments importants de la pisciculture intégrée sont ressortis de notre étude : il s'agit de la densité de mise en charge des poissons, de l'utilisation de différentes espèces adaptées chacune à une niche spatiale et trophique particulière, le chaulage des sols acides et enfin la gestion de l'alimentation dans les étangs.

. La densité de mise en charge (D.M.C.)

C'est le nombre de poissons par unité de surface (poissons/m2) ou par unité de volume (poissons/m3), la D.M.C influence fortement le rendement final et la taille des poissons à la récolte.

Quand on augmente la densité de mise en charge, il y a diminution du poids individuel des poissons due à la compétition pour les ressources alimentaires ; mais on constate aussi une augmentation des rendements (beaucoup de poissons de petite taille).

Avec une faible D.M.C., on obtient un faible rendement de poissons de grande taille.

Dans la plupart des pays, le prix des poissons est fortement lié à leur taille. Les rendements élevés de poissons de petite taille sont plus appropriés pour l'alimentation animale.

On peut donc conclure que pour obtenir des rendements élevés, il est nécessaire d'augmenter aussi bien la densité de mise en charge que la nutrition.

. Le ratio des différentes espèces en polyculture

Le stockage de poissons filtreurs permet d'améliorer la qualité de l'eau, bien qu'ils se nourrissent aussi d'autres aliments. Quant aux poissons se nourrissant d'organismes benthiques, ils permettent la consommation des aliments non utilisés , des détritus et

des fécès d'autres poissons. La polyculture associant les snakehead et les Tilapia permet de contrôler la reproduction et la surpopulation de ces derniers.

La polyculture est simple en théorie, mais complexe dans la pratique. La plupart des méthodes employées sont traditionnelles et empiriques, mais rares sont les études scientifiques à ce sujet :

- En Europe et en Israël, l'association de poissons filtreurs a permis l'augmentation des rendements de carpe commune.
- Des expériences menées à l'Institut Asiatique de Technologie (A.I.T.) montrent que pour une densité de mise en charge constante en étang, les tilapias stimulent la croissance des carpes Indiennes.
- Aux Philippines, des travaux réalisés en 1988 mettant en association une densité élevée en poissons (20 poissons/m2) ainsi qu'un nombre élevé de porcs, canards et poulets ont permis d'obtenir des rendements proches de 10 tonnes de poissons/ha/an (tableau 21a).

Tableau 21a : rendements obtenus avec différents systèmes pisciculture – élevage

Système de production	Nombre d'animaux (ha)	Densité de mise en charge (poissons/m2)	Durée de l'élevage (mois)	Rendement en poissons (t./ha/an)
Porc – Poisson	100	20	6	8
Canard – Poisson	750	20	3	10
Poulet – Poisson	1 000	20	3	9,6

Le tableau 21b montre que les rendements en poissons varient en fonction du système de production adopté par les fermiers.

Les rendements les plus importants sont obtenus dans le système rotationnel (le cycle d'élevage des poissons débute après la récolte du riz) avec 690 kg de poissons/ha après 90–120 jours d'élevage ; suivent ensuite le système riz–porc–poisson avec 362 kg de poissons/ha et le système riz–poisson avec 205 kg de poissons/ha et le système riz–poisson avec 205 kg de poissons/ha, les deux systèmes ayant une durée de 75 jours.

Tableau 21b : Associations riz–poisson

Système de production	Densité de mise en charge (poissons/m2)	Durée de l'élevage (jours)	Rendement en poissons (kg/ha/an)
Riz – Poissons	0,5	75	205
Riz – Porc – Poisson	0,5	75	362
Système Rotationnel	1	90–120	

L'analyse économique de ces systèmes montre que les meilleurs bénéfices sont obtenus dans les exploitations qui pratiquent la pisciculture associée à l'élevage avec des retours sur investissements allant jusqu'à 63 % (tableau 22).

L'intégration de la pisciculture à la riziculture entraîne une augmentation des revenus de 9 % (de 33 à 42 %), de même que l'association de la pisciculture à l'élevage (porcs, canards, poulets) permet une augmentation de 10 % des revenus (de 53 à 63 %)

Tableau 22: bénéfices liés aux différents systèmes de production

Système de production	Retours sur investissement %
Riziculture	33
Pisciculture	48
Riziculture – Pisciculture	42
Elevage	53
Elevage – Pisciculture	63

Des études supplémentaires seraient nécessaires afin de définir plus précisément :

- les espèces à cultiver ensemble,
- le ratio et la D.M.C. des différentes espèces à cultiver ensemble qui dépendront :
    . de l'environnement, de la température et de la D.O.,
    . du type et de la quantité d'engrais utilisé,

. du type et de la quantité d'aliment supplémentaire fourni.

A ce titre, nos enquêtes montrent une tendance des éleveurs à faire une association entre des espèces vivant en surface (carpe herbivore, silver barb), des espèces vivant dans la colonne d'eau (carpe à grosse tête, carpe argentée, tilapia) et des espèces vivant au fond de l'étang (carpe commune, mrigal, poisson chat). Ce mode d'association de plusieurs espèces permet d'utiliser toutes les ressources alimentaires du milieu de façon optimale.

. Le chaulage des sols acides

Certains pisciculteurs utilisent de la chaux pour lutter contre les sols acides de leurs étangs. En 1962, Hickling rapporte les résultats obtenus à Malaca, Malaisie, où de la chaux était ajoutée dans des étangs de faible pH. Même le taux le plus élevé de 4 480 kg/ha de chaux ne permit pas d'augmenter le rendement en poisson par rapport aux étangs non chaulés. Dans d'autres expériences, Hickling appliqua 2 240 kg/ha de chaux dans douze étangs. Six étangs furent fertilisés avec du phosphate et les six autres ne reçurent aucune fertilisation. Six étangs supplémentaires furent fertilisés mais pas chaulés.

Les rendements de poissons obtenus ont été :

Etangs fertilisés, 104 kg/ha,

Etangs non chaulés mais fertilisés, 243 kg/ha,

Etangs chaulés et fertilisés, 344 kg/ha.

L'eau des étangs non fertilisés a un pH d'environ 6. Ces résultats montrent clairement que le chaulage est une technique permettant d'augmenter la réponse de la fertilisation. Quelques réactions expliquent l'action du chaulage :

$$CaCO_3 + 2H^+ \longrightarrow Ca^{2+} + H_2O + CO_2$$

$$Ca(OH)_2 + 2H^+ \longrightarrow Ca^{2+} + H_2O$$

$$CaO + 2H^+ \longrightarrow Ca^{2+} + H_2SiO_3$$

. L'alimentation naturelle

Les poissons élevés en étangs assurent leurs besoins nutritifs en grande partie dans le milieu où ils se trouvent, en se nourrissant de macrophytes, de planctons et d'organismes benthiques.

Le plancton est composé de phytoplancton (microalgues photosynthétiques) et du zooplancton (microorganismes et protozoaires) et est retenu par les branchies des poissons qui filtrent l'eau ; son développement est favorisé par la décomposition de la matière organique provenant des effluents d'élevages domestiques. Le plancton contient généralement 50 à 60 % de protéines.

Au fond de l'étang, on trouve des organismes benthiques, des détritus et les fécès qui sont consommés par d'autres poissons.

La plupart des fermiers, en plus de l'alimentation naturelle, distribuent du son de riz dans les premières semaines aux fingerlings pour supplémenter leur alimentation ou tout au long de l'élevage.

L'élevage des poissons dans les eaux urbaines ou péri-urbaines est donc un supplément à l'approvisionnement de ces mêmes villes en poissons de mer et en viande provenant d'animaux domestiques. Il permet de conserver l'écosystème global (préservation de la biodiversité des zones humides), de réduire la pression sur les terres dans les zones rurales et de réduire la consommation d'énergie pour la réfrigération et le transport.

CONCLUSION

Nos enquêtes indiquent que, dans les zones étudiées, la pisciculture intégrée reste basée sur des méthodes traditionnelles et empiriques. La plupart des problèmes rencontrés par les éleveurs sont liés aux maladies (destruction des branchies), à cause de la pollution des eaux de rivières qui sont la principale source d'approvisionnement en eau dans les étangs. La pollution provient essentiellement des industries et de l'urbanisation galopante de la ville de Ho Chi Minh Ville qui déverse ses effluents directement dans les cours d'eau sans traitement préalable en station d'épuration.

Quel que soit le niveau d'intensification, la pisciculture est perçue comme une source importante de profits car les investissements en aliments artificiels sont faibles (uniquement du son de riz), le reste (phytoplancton, zooplancton, insectes, petits crustacés, etc.) étant procuré par la fertilisation du milieu grâce aux déjections des animaux d'élevage. Cela permet d'augmenter le revenu des paysans de façon considérable et de lutter ainsi contre la pauvreté et le manque de protéines alimentaires dont sont affectées les populations rurales.

Toutefois, les exploitations visitées restent peu compétitive du fait de leur faible organisation socio–économique et de la capacité plutôt réduite de l'administration publique de les encadrer, constitue une plate-forme inadéquate pour des actions visant à appliquer des mesures de gestion. Cela permettrait de conseiller les éleveurs sur les espèces les mieux adaptées pour la polyculture (utilisation optimale des niches spatiales trophiques), la familiarisation avec des espèces à croissance plus rapide (monosexage des tilapias mâles), l'utilisation d'espèces prédatrices des juvéniles pour lutter contre la surpopulation des étangs, les ratios à respecter pour les différentes espèces associées en polyculture ainsi que leur densité respectives.

Au delà des points techniques utiles, beaucoup reste encore à étudier, en particulier la façon dont les sociétés entendent valoriser les différentes fonctions socio-économiques et environnementales, pas seulement en terme strictement économiques, mais de prendre en compte les aspirations globales des populations sur leur mode de vie actuel et sur l'avenir qu'elles veulent offrir à leurs enfants.

ILLUSTRATIONS

Construction d'un étang de pisciculture de 200 m^2, le travail est effectué par huit ouvriers et dure une semaine.

Fermier nettoyant un enclos de porcs, adjacent à l'étang.

L'eau ayant servi à laver l'enclos est déversée dans l'étang contenant des Kissing gourami.

Tilapias regroupés à la sortie du tuyau d'évacuation provenant d'un enclos de porcs.

Ferme industrielle de Sau Van qui possède un élevage de 7000 canards dont les bâtiments sont disposés à proximité de l'étang qui est fertisé par les déjections.

Petite exploitation paysanne avec peu de canards qui fertilisent l'étang.

Poussins élevés sur pilotis au dessus d'un étang, les déjections tombent directement dans l'étang.

Fermier dans son poulailler, l'étang se situe au dessous .

Elevage de chèvres sur pilotis au dessus d'un étang contenant des poissons chats hybrides.

Récupération des déjections de cailles sur des sacs plastiques qui serviront ensuite à fertiliser les étangs.

Distribution d'herbe à éléphant et de feuilles de manioc dans un étang contenant des carpes herbivores.

Distribution de son de riz dans un étang.

Structure d'un système servant à la rizipisciculture, construction de drains périphériques et de trous refuges pour les poissons autour de la plate forme servant à la culture du riz.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Alabaster, J.S. and R. Lloyd (1980). Water quality criteria for freshwater fish. FAO Publication, 297 pp.
2. Bardach, J.E., J.H. Ryther and W.O. McLarney. 1972. Aquaculture, the farming and husbandry of freshwater and marine organisms. Wiley – Inter science, John Wiley and Sons, Inc., New York, United States.
3. Brewer, D.J., and R.F. Friedman. 1989. Fish and fishing in ancient Egypt. The Natural History of Egypt : Vol. 11. Aris and Phillips, Warminster, England.
4. Chimists, P. 1957. Tilapia in ancient Egypt. FAO Fish. Rep. 10 (4) : 211–215.
5. Edwards, P., R.S.V. Pullin and J.A. Gartner (1988). ICLARM Studies and Reviews 16, pp. 53.
6. Hickling, C.F. 1961. Tropical inland fisheries. Longmans, London, England.
7. Hickling, C.F. 1962. Fish Cultures. Faber and Faber, London. 295 pp.
8. Jérôme Lazard, Philippe Cacot, 1997. Systèmes de production aquacoles au Vietnam : situations, perspectives et enjeux de recherhe. CIRAD–EMVT/GAMET, Montpellier, France, Cahiers Agricultures 1997 ; 6 : 445–54, Agriculture et développement 1997 ; 15 : 127–36.
9. IMF (1988), Vietnam : Selected Issues and Statistical Annex, IMF Staff Country Report 98/30, Washington, D.C., April.
10. Kemmerer. A. J. 1968. A method to Determine Fertilisation Requirements of a Small Sport Fishing Lake. Trans. Amer. Fish. Soc., 97 : 425–428.
11. Little, D. and Muir, J. 1987. A guide to integrated warm water aquaculture. Institute of aquaculture publications. University of Stirling, 3.
12. Maeda, M. (1999) : Microbial Processes in Aquaculture. Biocreate Press, London, 102 pp.
13. Mekong Secretariat, 1992. Review of fisheries in the lower Mekong Basin. Final report, plus annexes. Mekong Secretariat, Bangkok, Thailand. Summary report, 15 p. Main report, 92.
14. Morrison, F.B. 1961. Feeds and Feeding, Abridged. The Morrison Publ. Co., Clinton, lowa. 696 pp.

15. Schroeder, G.L. (1974). Use of Fluid Cowshed Manure in Fish Ponds. Bamidgeh, 26 : 84–96.

16. Schroeder, G.L. (1980). Fish farming in manure–loaded ponds. In : R.S.V. Pullin and Z.H. Shehadeh (eds). Integrated Agriculture – Aquaculture Farming Systems. ICLARM Conf. Proc. 4, pp. 73–86.

17. United State Environmental Protection Agency. 1971. Algal Assay Procedure Bottle Test. Nat. Eutrophication Res. Program, corvallis, Ore. 82 pp.

18. Walsh, L. M. and J. D. Beaton. 1973.Soil Testingand Plant Analysis. Soil Sci. Soc. Amer., Madison, Wis. 491 pp.

19. Wohlfarth,G.W.? G. Hulata, I. Karplus, and A. Halevy 1985.Polyculture of the Freshwater prawn *Machrobrachium rosenbergi* in Intensely Manured Ponds, and the Effect on Stocking Rate of Prawns and Fish on Their Production Characteristics. Aquaculture, 46 : 143–156.

ANNEXE

<u>Annexe 1</u> : Questionnaire utilisé lors de nos enquêtes dans les fermes piscicoles

I-AREA USED FOR THE CASE STUDY

1- Farmers' name : Nõ

2- Province :

3- Commune : Phù Hữu

4- District : District 9

II- INFORMATIONS ABOUT THE FARMER (HOUSEHOLDER)

1- Age : 42

2- Sex : M

3- Education :

.Primary school ☐

.High school ☐

.Secondary school ☒

4- Labor / family size : 2 / 5

5- Main occupation : Duck breeding + Fish culture

6- Sub occupation : Rice culture

III- FARMING SYSTEM (DIFFERENT ACTIVITIES)

III.1- FARM COMPONENTS

1- Fish culture experience (years) : 25

2- Fish ponds : 2

. Area (m^2) : 8000

. Deapth (m) : 0,8

. Density (fish / m^2) : 3

3- Paddy fields (m^2) :

4- Dryland (m^2) :

5- Others :

6- Water resource :

. Rainfed ☐

. Well ☐

. River ☒

III.2- FISH CULTURE

1- Ponds preparation :

.Draining ☐

. Liming (kg / Pond; Price of 1 kg) 2400 kg x 600VNĐ = 1.440.000VNĐ

. Fertilizing (kg / Pond; Price of 1 kg) 300 kg x 1200 VNĐ = 360.000 VNĐ

2- Hatchery :

. Yes ☐

. No ☒

3- Seeds and fingerlings supply (Place; How many kg) :

- Place : Phu' Hiu
- Tilapia : 8 kg x 20.000 VNĐ
- Common carp : 8 kg x 45.000 VNĐ
- Grass carp : 24 kg x 45.000 VNĐ

Inputs = 1.600.000 VNĐ

4- Species raised (%; Price of 1 kg) :

. C.C 20

. S.B

. S.C

. B.H

. G.G

. G.C 60

. K.G

. Indian carp

. Catfish

. Tilapia 20

. Pan

. Others

5- Kind of feed (kg/day; Price of 1 kg) :

. Rice bram [4 kg/day x 4000] VND x 30 x 6 = 2.880.000 VND
180 days

. Formulate bram [ ]

. Manuring

. Pig [ ]

. Chicken [X]

. Duck [X]

. Cow [ ]

. Others ..... [ ]

. Casava [ ]

. .Maize [ ]

. Groundnut cake [ ]

. Termite [ ]

. Others ..... [X] Anabaena azolla : 40 kg/day (free)

6- Culture periode (months) / average weight at harvest (g)

. C.C [500 g]

. S.B [ ]

. S.C

. B.H

. G.G

. G.C 1500 g

. K.G

. Indian carp

. Catfish

. Tilapia 500 g

. Pan

. Others .....

7- Yield (kg) : 8 Tons → 10 Tons / ha / 6 months → 20 Tons / ha / year

. Using for meal

. Selling (Incomes) ☒

T : 1600 kg x 10.000 VNĐ
C.C.: 1600 kg x 15.000 VNĐ
G.C. : 4800 kg x 9.000 VNĐ

Incomes = 83.200.000 VNĐ

8- Harvesting methods

. Single harvest ☐

. Multiple harvest ☒ 3 - 4 days

9- Input costs : 6. 280. 000 VNĐ

10- Returns : 83. 200. 000 - 6.280. 000 = 76. 920. 000 VNĐ

III.2. LIVESTOCK PRODUCTION (Inputs; Incomes)

1- Pig (number) ☐

2- Duck :

. Number 300

. Eggs / year ☐

• Feed inputs = 4.000.000 VNĐ

• Duck incomes (selling) = 450 kg x 10.500 VNĐ
= 4.725.000 VNĐ

• Egg incomes : 2 10 eggs/day x 365 x 800 VNĐ
= 61. 320.000 VNĐ

3- Chicken :

. Number 30 (family needs)

. Eggs / year ☐

4- Goose :

Number ☐

Eggs / year ☐

5- Cows (number) ☐

6- Buffalo (number) ☐

7- Others (number) ☐

8- Integration in fish culture :

. Pig – Fish ☐

. Duck – Fish ☒

. Chicken – Fish ☒

. Cow – Fish ☐

. Goose – Fish ☐

9- Input costs : 4.000.000 VNĐ

10- Returns : 66.045.000 – 4.000.000 = 62.045.000 VNĐ

III.3. CROPS PRODUCTION (Inputs; Incomes)

1. Rice ☒

. Area (m^2) : 8000 m^2

. Yield (kg / year) : 4000 kg x 1700 VNĐ = 6.800.000 VNĐ

2. Fruit trees ☐

. Area (m^2) :

. Yield (kg / year) :

3. Groundnut ☐

. Area (m^2) :

. Yield (kg / year) :

4. Others ☐

. Area (m^2) :

. Yield (kg / year) :

5- Input costs : 600.000 VNĐ (rice seeds and pesticides)

6- Returns : 6.800.000 - 600.000 = 6.200.000 VNĐ

III. PROBLEMS IN FISH CULTURE

1. Slow growth ☐

2. Fish disease ☐

3. Over population ☐

4. Low rate of survival ☒ because of acidic soils (H_2S, Fe^{2+}, Fe^{3+})

5. Robbers ☐

6. Predators ☐

7. Lack of feed ☐

8. Difficulty in selling ☐

9. Low price ☐

10. Lack of labour ☐

11. Lack of technical knowledge ☐

12. Source of seed ☐

13- Water quality (pollution) ☐

Rice-Fish System (University of Cantho)

1. How do you choose fish species in Rice-Fish system (wich are the main caracteristics that require these fishes) ? Fish Yield : 1,2 Tons / ha / an (2 x 6 months)
   - Fish that eat natural food
   Common carp (20%); Silver barb (50%) ; Tilapia (30%).
2. How do you avoid wild fishes to get into the rice field ?
   -
3. Problems related to the fish growth because of the pesticides ?
   - Pesticides are used in the rice field after 20 to 25 days, and fishes are introduced in the rice field 5 days later.
4. Related problems in human health ?
   no problems
5. Does the I.P.M (Integrated Pest Management) increase the rice yield ?
   no increase of yield
   If yes, how is the increase rate ?
   —
6. Does the I.P.M reduce significantly the dammage from the pests in the rice field ?
   yes, fishes feed themselves with pests.
7. How many time after growing rice seed, fishes are put into the field ?
   30 days.
8. Since how many time are you growing rice ?
   —
9. Wich are the reasons that made you change from Rice to Rice-Fish System ?
   —
10. Advantages and benefits of Rice Fish System ?
    More benefit, because we buy less pesticides.
11. Inconvenients and problems in Rice Fish System ?
    —
12. Rice culture period ?
    5 months ⇒ 10 Tons / ha / an (2 x 5 months)