

TABLES DES MATIERES

<u>REMERCIEMENTS</u>	i
<u>RESUME</u>	iii
<u>LISTE DES ABREVIATIONS</u>	iv
<u>LISTE DES GLOSSAIRES</u>	v
<u>LISTE DES LEXIQUES</u>	v
<u>LISTE DES PHOTOS</u>	vi
<u>LISTE DES TABLEAUX</u>	vi
<u>LISTE DES FIGURES</u>	vii
<u>LISTE DES ANNEXES</u>	viii
I] <u>INTRODUCTION</u>	1
II] <u>APPROCHE BIBLIOGRAPHIQUE</u>	2
II.1 <u>Biologie de la carpe</u>	2
II.1-1 <u>Historique</u>	2
II.1-2 <u>Systématique</u>	2
II.1-3 <u>Caractéristiques</u>	3
II.1-4 <u>Valeur nutritionnelle</u>	5
II.1-4-1 <u>Composition chimique</u>	5
II.1-4-2 <u>Valeur énergétique</u>	6
II.2 <u>Biologie du termite</u>	6
II.2-1 <u>Systématique</u>	7
II.2-2 <u>Caractéristiques</u>	7
II.2-3 <u>Comportement social</u>	7
II.2-4 <u>Utilité</u>	8
II.3 <u>Nourriture naturelle</u>	9
II.3-1 <u>Plancton</u>	9

II.3-1-1 <u>Phytoplancton</u>	9
II.3-1-2 <u>Zooplancton</u>	10
II.3-1-3 <u>Benthos</u>	10

III] APPROCHE EXPERIMENTALE, MATERIELS ET METHODES.....11

III.1 <u>Approche expérimentale</u>	11
III.2 <u>Matériels et Méthodes</u>	11
III.2-1 <u>Description du milieu d'étude</u>	11
III.2-1-1 <u>Localisation du site expérimental</u>	11
III.2-1-2 <u>Caractéristiques des terrains</u>	13
III.2-1-3 <u>Climat</u>	13
III.2-1-4 <u>Sol</u>	13
III.3 <u>Matériel domanial</u>	13
III.3-1 <u>Préparation des rizières</u>	14
III.3-1-1 <u>Travaux d'aménagement</u>	14
III.3-1-2 <u>Dispositif expérimental</u>	16
III.3-1-3 <u>Itinéraires techniques</u>	18
III.4 <u>Matériel végétal</u>	20
III.4-1 <u>Choix de la semence</u>	20
III.4-2 <u>Nomenclature</u>	20
III.4-3 <u>Caractéristiques</u>	20
III.4-4 <u>Pépinière</u>	21
III.5 <u>Travail cultural</u>	22
III.5-1 <u>Repiquage</u>	22
III.5-2 <u>Sarclage</u>	22
III.5-3 <u>Moisson</u>	22
III.6 <u>Matériel animal</u>	23
III.6-1 <u>Choix du poisson</u>	23
III.6-2 <u>Transport</u>	23
III.6-3 <u>Elimination des prédateurs et des concurrents alimentaires</u>	23
III.6-4 <u>Déversement, densité et taux de mortalité</u>	24
III.6-5 <u>Nourriture</u>	24

III.6-5-1 <u>Nourriture naturelle</u>	24
III.6-5-2 <u>Nourrissage</u>	25
III.7 <u>Collecte du poisson</u>	26
III.8 <u>Echantillonnage</u>	26
III.8-1 <u>Eau</u>	26
III.8-2 <u>Plancton</u>	26
III.8-3 <u>Benthos</u>	27
III.9 <u>Analyses chimiques du termite</u>	27
IV] RESULTATS ET DISCUSSIONS	28
A] ETUDE DE LA QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX	28
IV.1 <u>Température de l'eau</u>	28
IV.2 <u>Potentiel hydrogène (pH)</u>	31
B] ETUDE DE LA BIOCENOSE	33
IV.2 <u>Alimentation</u>	33
IV.2-1 <u>Nourriture naturelle</u>	33
IV.2-1-1 <u>Etude qualitative</u>	33
IV.2-1-1-1 <u>Plancton</u>	33
a) <u>Phytoplancton</u>	33
b) <u>Zooplancton</u>	34
IV.2-1-1-2 <u>Benthos</u>	35
IV.2-1-2 <u>Etude quantitative</u>	36
IV.2-1-2-1 <u>Zooplancton</u>	36
IV.2-1-2-2 <u>Benthos</u>	42
C] ETUDE DE LA CROISSANCE DES POISSONS	44
IV.3 <u>Etude de la croissance des poissons : Taille ; Poids</u>	44
IV.3-1 <u>Dimension des rizières</u>	44
IV.3-2 <u>Taille, poids</u>	45
IV.3-2-1 <u>Variation de la taille</u>	45
IV.3-2-2 <u>Variation du poids</u>	46

IV.3-3 <u>Nombre de jours d'élevage</u>	48
IV.3-4 <u>Taux de survie de la carpe</u>	48
IV.3-5 <u>Gain moyen quotidien (GMQ)</u>	49
IV.3-6 <u>Production piscicole totale</u>	51
IV.3-7 <u>Production piscicole par are</u>	52
IV.3-8 <u>Quotient nutritif (Qn)</u>	53
IV.3-9 <u>Evaluation du prix de revient des nourritures concentrées</u>	55
IV.3-10 <u>Comparaison de notre concentré avec la nourriture commerciale</u>	55
IV.4 <u>Résultat rizicole</u>	56
IV.5 <u>Perspectives</u>	57
V] CONCLUSION	58
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	60

RESUME

Ce travail étudie la pisciculture en rizière dans la région de Bongolava, commune rurale de Maritampona à Andranganala à 206 km environ vers l'Ouest d'Antananarivo.

La période d'expérimentation est de 3 mois environ, du 10 février 2006 à 14 mai 2006
L'espèce de poisson utilisée est la carpe variété « royale ».

L'étude porte sur cinq (5) types de variables :

- l'étude des paramètres physico-chimiques des eaux qui a permis de suivre les variations du pH et de la température de l'eau tout au long de l'expérimentation afin de comprendre leur influence sur la riziculture et l'élevage du poisson ;
- la production d'aliments naturels par le biais de la fertilisation des rizières. C'est pour voir la dynamique de la biocénose dont se nourrissent les poissons ;
- la formulation des concentrés (à base de farine de poisson ou PT, à base de termite ou PV, à base de farine de sang ou PR) avec des matières premières existant localement. Elle a pour objectif d'avoir des formules d'aliments à la portée des paysans ; ils pourront ainsi les fabriquer eux-mêmes à coût réduit ;
- l'élevage de la carpe royale dans des rizières permet de montrer aux éleveurs que la rizipisciculture semi-intensive est très rentable ;
- l'étude de la croissance de ce poisson traité avec ces granulés a pour but de trouver le meilleur aliment, étant celui qui permet une croissance rapide des carpes et à coût réduit.

Les résultats obtenus relèvent, que les poissons nourris à l'aide de ces concentrés, atteignent un poids moyen individuel de 110g en trois mois environ. C'est un bon résultat par rapport aux poissons dans les rizières témoin (50g).

L'aliment à base de termite est le meilleur du point de vue coût de fabrication.

Le rendement rizicole est augmenté de 25% environ par rapport à la récolte précédente à cause des excréments des poissons, des apports soutenus en fumure organique (reste d'aliment).

Mots clés : Elevage, rizières, nourriture naturelle, concentré, termite, carpe, croissance, Bongolava, Madagascar.

LISTE DES ABREVIATIONS

- °C : degré Celsius
- CB : Cendres Brutes
- CM : Comparaison des Moyennes
- C.M.S. : Centre Multiplicateur de Semence
- C.T.F.T. : Centre Technique pour la Forêt Tropicale
- CV : Covariance
- DDL : Degré de Liberté
- DRH : Direction de Ressource Humaine
- DRFP : Département de Recherches Forestières et Piscicoles
- DRR : Département de la Recherche Rizicole
- ESSA : Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques
- ET: Ecart-Type
- FAO: Food and Agriculture Organization
- FOFIFA: FOibem-pirenena momba ny FIkarohana ampiharina amin'ny Fampandrosoana ny eny Ambanivohitra (Centre National de Recherches Appliquées au Développement Rural)
- FTM : Foibe Taosary Malagasy
- GMQ : Gain Moyen Quotidien
- HCG : Hormon Chonrio-Gonadotropin
- IEMVPT : Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux
- I.T.C.F : Institut Technique des Céréales et des Fourrages
- MAT : Matière Azotée Totale
- MG : Matière Grasse
- MS : Matière Sèche
- Nf : Nombre de poisson récolté
- No : Nombre d'alevin déversé
- pH : potentiel Hydrogène
- PNUD : Programmes des Nations Unies pour le Développement
- PR : Aliment à base de farine de sang
- PRD : Plan Régional de Développement
- PROBA : Probabilité
- PT : Aliment concentré à base de farine de poisson
- PV : Concentré à base de termite
- Qn : Quotient nutritif
- SRI : Système de Riziculture Intensif
- TEST F : Test de Fischer
- ΔP : Variation du poids

LISTE DES GLOSSAIRES

- Larve : forme de l'insecte qui se situe dans les mutations du cycle vital entre l'œuf et l'insecte adulte, ou entre l'œuf et la nymphe (14).
- Phase de la maturation du riz : marque la période de remplissage des grains du riz (8).
- Production primaire : production des organismes planctoniques (38).
- Productivité : la capacité maximum de production en poissons d'un milieu donné, les conditions d'exploitation restant normales (kg/ha) (38).
- Têtards : larve des amphibiens, aquatique et nageuse, à tête fusionnée au tronc, à respiration branchiale (7).
- Xylophage : se dit d'un insecte qui creuse le bois pour s'en nourrir (37).

LISTE DES LEXIQUES

- Densité : le nombre d'individus présents par unité de surface ou de volume (7).
- Fertilité de l'eau : concentration planctonique (38).
- Photopériodisme : succession définie de lumière et d'obscurité (7).
- Pisciculture : (lat. *pisces* et *colo*) l'art de multiplier et d'élever les poissons (38).
- Rizipisciculture : élevage de poissons en rizière (29).
- Verse : la propension plus ou moins grande du riz à se coucher sur le sol lorsqu'il atteint son plein développement végétatif (8).

LISTE DES PHOTOS

<u>Photo 1</u> : Carpe commune.....	2
<u>Photo 2</u> : Carpes utilisées.....	4
<u>Photo 3</u> : Colonie de termites.....	8
<u>Photo 4</u> : Termitière.....	8
<u>Photo 5</u> : Vue d'ensemble du site expérimental.....	14
<u>Photo 6</u> : Système de protection contre les prédateurs.....	24

LISTE DES TABLEAUX

<u>Tableau n°1</u> : Composition chimique du tilapia et de la carpe.....	6
<u>Tableau n°2</u> : Valeur calorifique de la carpe et du tilapia pour 100 g de chair fraîche.....	6
<u>Tableau n°3</u> : Superficie des rizières à empoisonner.....	13
<u>Tableau n°4</u> : Composition des concentrés pour 100kg d'aliments.....	25
<u>Tableau n°5</u> : Méthode employée pour les analyses chimiques du terme.....	27
<u>Tableau 6</u> : pH de l'eau.....	31
<u>Tableau n°7</u> : Systématique du phytoplancton.....	34
<u>Tableau n°8</u> : Systématiques du zooplancton.....	35
<u>Tableau n° 9</u> : Systématiques du benthos.....	36
<u>Tableau n°10</u> : Résultats obtenus à la vidange.....	44
<u>Tableau n°11</u> : Analyse de la variance.....	47
<u>Tableau n°12</u> : Classement des aliments.....	47
<u>Tableau n°13</u> : Taux de survie de la carpe.....	48
<u>Tableau n°14</u> : Analyse de la variance du taux de survie de la carpe.....	49
<u>Tableau n°15</u> : Gain moyen quotidien (GMQ) de la carpe.....	50
<u>Tableau n°16</u> : Analyse de la variance (variable GMQ).....	51
<u>Tableau n°17</u> : Production piscicole totale lors de l'essai.....	52
<u>Tableau n°18</u> : Production du poisson par are.....	53
<u>Tableau n°19</u> : Qn des poissons dans chaque rizière lors de l'expérience.....	54
<u>Tableau n°20</u> : Coût des matières incorporées pour 1kg d'aliment (Ar/kg).....	55
<u>Tableau n°21</u> : Classement des rizières en fonction des productions piscicoles.....	56
<u>Tableau n°22</u> : Rendement rizicole obtenu lors de la campagne 2006.....	56

LISTE DES FIGURES

<u>Figure n°1</u> : Localisation du site expérimental.....	12
<u>Figure n°2a</u> : Vue aérienne d'une parcelle de rizière.....	14
<u>Figure n°2b</u> : Coupe transversale de refuge pour poissons.....	15
<u>Figure n°3</u> : Emplacement de la grille à l'entrée et à la sortie d'eau.....	15
<u>Figure n°4</u> : Plan des rizières (vue aérienne simplifiée).....	17
<u>Figure n°5</u> : Calendrier chronologique des travaux d'expérimentation.....	19
<u>Figure n°6</u> : Vue de profil d'une pépinière.....	23
<u>Figure n°7</u> : Courbes des températures du mois de février 2006.....	28
<u>Figure n°8</u> : Courbes des températures relevées au mois de mars 2006 dans les rizières.....	29
<u>Figure n°9</u> : Courbes des températures relevées au mois d'avril 2006 dans les rizières.....	30
<u>Figure n°10</u> : Courbes des températures relevées au mois de mai 2006 dans les rizières.....	31
<u>Figure n° 11</u> : Courbes du pH de l'eau durant l'expérimentation.....	32
<u>Figure n°12 a</u> : Courbes de la composition quantitative de zooplancton des rizières R ₁ , R ₃ , R ₉ traitée avec PR.....	36
<u>Figure n°12b</u> : Courbes du Biovolume du plancton des rizières R ₁ , R ₃ , R ₉ traitée avec PR.....	37
<u>Figure n°13 a</u> : Courbes de la composition quantitative de zooplancton des rizières R ₂ , R ₄ , R ₁₀ traitée avec PV.....	38
<u>Figure n°13b</u> : Courbes du Biovolume du plancton des rizières R ₂ , R ₄ , R ₁₀ traitée avec PV.....	38
<u>Figure n°14 a</u> : Courbes de la composition quantitative de zooplancton des rizières R ₅ , R ₆ , R ₁₁	39
<u>Figure n°14b</u> : Courbes du Biovolume du plancton des rizières R ₅ , R ₆ , R ₁₁ (témoin).....	40
<u>Figure n°15 a</u> : Courbes de composition quantitative de zooplancton des rizières R ₇ , R ₈ , R ₁₂	41
<u>Figure n°15 b</u> : Courbes du Biovolume du plancton des rizières R ₇ , R ₈ , R ₁₂ traitée avec la provende PT.....	41
<u>Figure n°16</u> : Courbes des variations de la quantité des Larves de Chironomides.....	42
<u>Figure n°17</u> : Courbes des variations de la quantité des Larves de Ceratopogonides.....	43
<u>Figure n°18</u> : Variation de la taille.....	45
<u>Figure n°19</u> : Efficacité des traitements en fonction du poids moyen individuel des poissons.....	48
<u>Figure n°20</u> : Taux de survie des poissons à la vidange.....	48
<u>Figure n°21</u> : Gain moyen quotidien de la carpe lors de l'essai.....	51

LISTE DES ANNEXES

<u>ANNEXE N°1</u> : Carte de la localisation du site expérimental.....	I
<u>ANNEXE N°2</u> : Mesures moyennes effectuées lors de la vidange.....	II
<u>ANNEXE N°3</u> : Analyse bromatologique de la farine de poisson.....	II
<u>ANNEXE N°4</u> : Analyse bromatologique de la farine de sang.....	II
<u>ANNEXE N°5</u> : Analyse bromatologique du termite.....	III
<u>ANNEXE N°6</u> : Valeurs alimentaires des autres aliments utilisées.....	III
<u>ANNEXE N°7</u> : Pouvoir tampon de l'eau.....	III
<u>ANNEXE N°8</u> : Protocole expérimental des analyses chimiques.....	IV
<u>ANNEXE N°9</u> : Résultats des analyses bromatologiques du termite.....	VIII
<u>ANNEXE N°10</u> : Relevé des températures de l'eau des rizières.....	IX

I] INTRODUCTION

Madagascar est un pays où le problème de malnutrition persiste. Ce problème s'observe surtout dans le manque de protéines animales dans la nourriture des Malagasy. Alors, la production de viande blanche, notamment la chair de poisson est nécessaire pour résoudre ce déséquilibre alimentaire. Ce problème se présente à tous les niveaux.

Comme Madagascar est riche en rizières, l'intégration de l'élevage de poissons dans la riziculture ferait partie des voies les plus courtes et moins coûteuses pour pallier ce déficit.

La rizipisciculture n'est pas inconnue à Madagascar. Mais, cette pratique n'est pas très développée dans la région de Bongolava pour diverses raisons, telles que : les manques de formation concernant la conduite de l'élevage (normes zootechniques, densités d'élevage,...) ; l'inondation en cas d'une forte crue réduisant au néant les efforts déployés ; etc...

En général, la rizipisciculture est de type extensif donc l'intensification de la production piscicole est à envisager. Elle est basée sur la fertilisation des rizières d'une part et sur l'alimentation artificielle d'autre part.

La fertilisation des rizières permet une amélioration de la production naturelle (augmentation de la quantité de nourritures naturelles pour les poissons) et est bénéfique à la riziculture. L'apport d'aliment concentré est aussi un facteur qui augmente la production de poissons. Or les concentrés commerciaux ne sont pas à la portée des paysans, ils coûtent cher : 800 Ariary le kilogramme.

Ce travail met en œuvre une expérimentation sur la formulation de la nourriture concentrée pour poisson à partir des matières premières locales (produits et sous produits d'origine végétale et animale disponibles localement) tels que le termite, le son de riz, le maïs, le manioc, la farine de sang, la farine de poisson, d'une part. D'autre part, il y a lieu de pratiquer l'élevage de quatre lots de carpes royales et de tester la qualité de ces aliments concentrés par l'étude de la croissance de ces poissons. Les coûts de ces nourritures concentrées sont à la portée des bourses des paysans, ce qui leur permet de les fabriquer eux-mêmes. Parmi ces nourritures concentrées, laquelle d'entre elle est la meilleure ?

Cet ouvrage comporte cinq parties :

- l'introduction
- l'approche bibliographique
- l'approche expérimentale, le matériel et la méthode utilisés
- les résultats et discussions
- la conclusion.

II] APPROCHE BIBLIOGRAPHIQUE

II.1 Biologie de la carpe

La carpe commune est un poisson, depuis longtemps adapté à la pisciculture dans toutes les parties du monde. De nombreuses variétés d'élevage qui ont été créées par sélection ont une forme meilleure et une croissance plus rapide que celles de la carpe sauvage (4) (photo1).

Photo 1 : Carpe commune



(Source : COLLINS, 2004. *Encyclopédie Encarta.*)

II.1-1 Historique

A Madagascar, la rizipisciculture est une activité déjà connue et pratiquée par les paysans des Hauts-plateaux. Jadis, l'élevage se faisait avec des espèces autochtones (marakely : *Paratilapia polleni*) ou des Cyprin (trondro gasy : *Cyprin doré*) emprisonnées dans les rizières.

C'est après 1926, période d'introduction de la carpe sur les Hautes-terres malagasy qu'apparut la rizipisciculture avec cette espèce. Durant cette époque, elle se localisait principalement dans les zones proches des stations piscicoles où la pêche abondante de carpillons dans les eaux naturelles voisines encourageait certains riziculteurs à en peupler leurs rizières. L'élevage prenait essentiellement une forme extensive (17).

II.1-2 Systématique (5)

La taxonomie de la carpe se présente comme suit:

Règne : Animal

Embranchement : Vertebrés

Sous embranchement : Gnathostomes

Super classe	: Poissons
Classe	: Ostéichthyens
Sous classe	: Actynopérygiens
Super ordre	: Téléostéens
Ordre	: Cypriniforme
Famille	: Cyprinidés
Genre	: <i>Cyprinus</i>
Espèce	: <i>carpio Linné</i> .

Son nom vernaculaire est la carpe commune variété royale.

II.1-3 Caractéristiques

La carpe, *Cyprinus carpio L.*, est le poisson par excellence des étangs de plaine ; aimant les eaux calmes et chaudes, couvertes de végétation, elle s'élève facilement et sa croissance est rapide. Sa chair est ferme et lorsqu'elle est bien accommodée, elle constitue d'excellents mets.

La carpe est facilement reconnue des autres espèces par la présence de quatre barbillons, les deux barbillons antérieurs, courts et grêles, les deux postérieurs, plus longs et plus épais.

La carpe peut atteindre 70 à 80 cm de long et peser de 10 à 15 kg. La couleur habituelle de la carpe est brunâtre sur le dos, avec reflet gris jaunâtre sur les flancs, aux reflets dorés (VIVIER, 1954) (38).

⇒ Les races sélectionnées de carpe

La carpe ordinaire n'est plus utilisée dans les étangs rationnellement cultivés. La variété sélectionnée de la carpe est « royale ». La sélection a été faite en fonction des écaillures : carpes-écaillles ; carpes-miroirs ; carpes-cuir (photo 2). Quelle que soit d'ailleurs l'écaillure que présentent ces poissons, ils ont tous quelques caractères communs, d'une extrême importance :

- une petite tête
- un dos bombé
- une bosse nucale
- une épaisseur relativement notable.

Ces caractères sont traduits par des rapports :

- indice de profil L/H inférieur à 2.6 (L : longueur du poisson ; H : la plus grande hauteur du poisson et I : son épaisseur)
- indice de section H/I plus petit que 1.95 (VIVIER, 1954) (38).

Photo 2 : Carpes utilisées



(Source : Auteur, 2006)

La carpe la plus intéressante pour le consommateur est celle qui est à la fois trapue et râblée, haute et épaisse, charnue, donnant de gros filets de ventre et pauvre en petites arrêtes (38).

Bref, les caractères de la carpe se résument comme suit (18) :

Forme : Bossue

Tête : Petite et possède deux paires de barbillons

Ecaille : Trois séries de grandes écailles

Coloration : Brune avec reflets dorés

Habitat : Etangs, canaux, rizières, lacs, zones calmes des rizières

Régime alimentaire : Omnivore, planctonophage

Locomotion : Natation ramante (33)

Appellation : Carpe. De la race améliorée : « Carpe royale »

Noms vernaculaires malagasy : Karpa, Karoka, Besisika (21).

⇒ Croissance (18)

A l'éclosion, l'alevin mesure seulement de 4 à 6 mm de longueur. Il se nourrit aux dépens de la petite vésicule vitelline qui ne tarde pas à se résorber. L'alevin recherche alors le plancton microscopique. Il prend la taille :

- une semaine : 10 à 12 mm
- trois semaines : 20 à 24 mm
- un mois : 30 à 40 mm.

Le poids des adultes est variable. Suivant l'abondance de la nourriture, l'espace vital, la température, la croissance de la carpe est excessivement variable. Dans des conditions

favorables, la croissance moyenne de la carpe en pisciculture peut être schématisée par les chiffres suivants (18) :

1 mois.....	3 centimètres (2 grammes)
3 mois.....	8 centimètres (20 grammes)
6 mois.....	14 centimètres (50 à 60 grammes)
9 mois.....	18 centimètres (125 à 175 grammes)
1 an.....	21 centimètres (250 à 300 grammes)
1 an ½.....	27 centimètres (550 à 700 grammes)
2 ans.....	32 centimètres (900 à 1200 grammes)
3 ans.....	39 centimètres (1,800 à 2,500 kilogrammes)
4 ans.....	45 centimètres (2,800 à 3,500 kilogrammes)
5 ans.....	50 centimètres (4 à 5 kilogrammes).

D'après BARD (1971) (4), la croissance de la carpe est rapide. Placés dans de bonnes conditions, les alevins peuvent atteindre quelques grammes à un mois et il est possible, en 6 mois, lorsque la température s'y prête, d'obtenir des carpes pesant 400 à 500 g utilisables pour la consommation.

⇒ Survie

Très exigeante en nourriture naturelle, la carpe demande un grand espace vital, ce qui nous explique les très fortes mortalités en bas âge dans des petits étangs où les charges en alevins sont trop fortes. Le principe consistera donc à donner de l'espace aux jeunes carpillons (18).

II.1-4 Valeur nutritionnelle

Les poissons sont réputés meilleurs pour leur chair (18). La composition chimique et la valeur énergétique de la carpe sont données dans les tableaux n°1 et n°2.

II.1-4-1 Composition chimique

Les analyses portant sur le poisson cuit à l'eau ont été effectuées par le laboratoire de recherches vétérinaires de l'IEMVPT. Ces analyses sont utilisées par KIENER, 1963 (18) et données dans le tableau n°1.

Du point de vue composition chimique, la teneur en protéines des poissons varie peu, généralement de 15 à 20%, alors que la teneur en matières grasses peut être très variable pour la même espèce et d'une espèce à l'autre (tableau n°1). Suivant les auteurs, le chiffre qui délimite les poissons gras et les poissons maigres est variable. Selon les normes de la F.A.O,

un poisson est maigre si sa teneur en graisse est inférieure à 5% (catégorie A), qu'il est moyennement gras s'il en contient de 5 à 15% (catégorie B), et très gras pour des teneurs supérieures à 15% (catégorie C).

Tableau n°1 : Composition chimique du Tilapia et de la carpe (18)

Espèces	Partie comestible* (%)	Composition de la chair cuite (%)			
		Eau	Protéine	Graisse	Substances minérales
Tilapia (chiffres moyens)	50	70 à 76	18 à 26	4 à 4.5	0.8 à 1.2
Carpe maigre	50	77	16.5	5	1.2
Carpe grasse	55	73	16	8	1

*Partie comestible : filets, ventre, chair recouvrant les côtes, joue, ...

II.1-4-2 Valeur énergétique

Un article publié dans le Bulletin Français de Pisciculture (n°195 de décembre 1959) relatif au *Tilapia mossambica*, le Dr F. Morava (24) mettant en relief l'intérêt de cette espèce dans l'aliment des populations de l'Inde, nous montre combien la valeur calorifique peut varier suivant sa composition chimique. Il constate que pour 11 grammes de Tilapia, la valeur en calories peut varier de 75 (poisson très maigre, soumis au jeûne) à 240 au maximum (poisson très gras).

La valeur calorifique moyenne ci après (tableau n°2) est à titre indicatif pour le Tilapia et la carpe.

Tableau n°2 : Valeur calorifique de la carpe et du Tilapia pour 100 g de chair fraîche (18).

Espèces	Valeur calorifique (cal)
Tilapia	125
Carpe	125

Dans notre expérience, nous avons essayé de formuler une provende à partir des produits existant localement afin d'en réduire le prix de revient. Les termites constituent l'un des éléments qui composent ces provendes. Alors, il est nécessaire de savoir quelques notions sur ces insectes.

II.2 Biologie du terme

Les termites sont des insectes vivant en société dans des nids appelés termitières, voisins des blattes, mais beaucoup plus petits (8 à 12 millimètres) (photo 3). Ce sont des insectes à

métamorphose incomplète. Ils constituent l'ordre des Isoptères. Ce nom rappelle que leurs quatre ailes, quand ils en ont, sont à peu près identiques. Près de 20 000 espèces sont connues, dont la majorité habite les régions tropicales. Certains termites préfèrent cependant les régions tempérées (7).

II.2-1 Systématique (36)

Règne : Animal

Embranchement : Invertébrés

Sous embranchement : Insectes

Classe : Termite

Ordre : Isoptères

Famille : Termitidae

Genre : *Macrotermes*

Espèce : *macrotermes sp.*

Ce systématique concerne les termites souterrains.

II.2-2 Caractéristiques (37)

Les caractéristiques du terme se résument comme suit :

Taille : 8-12 mm, variable selon les espèces.

Corps : mou, comprenant trois parties distinctes : la tête, le thorax ou corselet et l'abdomen.

Certains ont deux paires d'ailes similaires en taille et en forme.

Habitat : souterrain, dans les bois. Leur nid s'appelle : la termitière.

Régime alimentaire : bois et autres matières cellulosiques (xylophages)

Métamorphose : Il n'y a pas de phase larvaire proprement dite. Les jeunes issus des œufs sont des ébauches qui, à un stade plus développé, se différencient en ouvriers, soldats ou nymphes.

II.2-3 Comportement social (37)

Les termites ont une organisation sociale en colonies, dont les membres sont différenciés en diverses castes selon leur fonction. Le travail est organisé en équipes de façon à ce que chaque individu a son rôle respectif.

Le centre de vie d'une colonie est le nid ou termitière (photo 4). A l'intérieur se tiennent le roi et la reine, caste des sexués (photo 3). Le roi est le fécondateur et la reine, spécialisée dans sa fonction de reproduction, possède un énorme abdomen de couleur blanche. Les ouvriers, caste asexuée chargés de nourrir la colonie, transportent les œufs fécondés dans les salles d'élevage attenant au nid.

D'autres cellules, voisines de celle de la reine, servent de logement aux ouvriers. Plus à l'extérieur, se trouvent les soldats, les magasins de provisions et pour certaines espèces, les champignonnières où les termites cultivent les champignons sur des meules faites de boulettes de bois mâché. C'est le cas des espèces ne disposant pas de micro-organismes capables de dégrader la cellulose.

Photo 3 : Colonie de termites



(Source : COLLINS, 2004. *Encyclopédie Encarta.*)

Photo 4 : Termitière



(Source : Auteur, 2006)

II.2-4 Utilité

En général, les termites sont connus comme les plus grands ravageurs des bois de construction, en d'autre terme, ils causent des dégâts aux constructions en bois.

Malgré cela, les termites tiennent un rôle important dans l'écologie terrestre. Dans la nature, les termites sont les agents les plus actifs de la disparition du bois mort dans les forêts

tropicales (ce rôle est également rempli par d'autres insectes et par des champignons dans les forêts tempérées). Les termites, abondants dans les savanes tropicales, sont d'importants remueurs de terre intervenant dans la formation des sols (7). En fait, ils contribuent à la dégradation des matières cellulosiques en éléments plus simples. De plus, les termites souterrains sécrètent un liquide capable de dissoudre les silices parfois contenues dans les tiges herbacées avec lesquelles ils font leur nourriture. Ce même liquide est capable d'attaquer le verre. Ainsi s'explique du reste l'extraordinaire solidité de leurs constructions qui sont faites d'un « ciment » en partie vitrifié. La terre de la partie extérieure de la termitière est recherchée pour la construction en raison de cette qualité. En outre, lors de l'essaimage des termites, leur envol est attendu par les libellules, les oiseaux, les chats, les chiens et les fourmis, qui en sont avides. Dans certains pays, l'homme lui-même prend part à l'aubaine : il ramasse les victimes à la pelle, les mange frits ou grillés ou en fait des pâtisseries dont le goût rappelle celui des gâteaux aux amandes. Les termites sont vendus parfois sur les marchés.

En fin, ils sont utilisés comme source de protéine importante dans l'alimentation animale. C'est le cas des paysans du Moyen Ouest de Madagascar qui utilisent ces insectes comme aliments pour leurs espèces avicoles et piscicoles pour obtenir une croissance rapide.

II.3 Nourriture naturelle

Dans l'eau, plusieurs catégories d'organismes se développent dont la qualité et la quantité dépendent de la qualité de l'eau, de ses caractéristiques physico-chimiques et des conditions du milieu environnant. Ce sont des nourritures naturelles (plancton, benthos, périphyton) pour les poissons (28).

II.3-1 Plancton

En 1980, BALVAY (3) a défini le plancton comme l'ensemble des organismes vivants qui flottent au sein des eaux et dont les mouvements propres sont incapables de résister, dans une certaine mesure, aux courants qui peuvent apparaître dans le milieu aquatique.

II.3-1-1 Phytoplancton

En 1978, TREGOUBOFF et MAURICE, ont démontré que le phytoplancton est très riche en protéine (40%) et en lipide. Ce sont des aliments de très hautes valeurs nutritives et leurs teneurs en vitamines sont élevées (36).

II.3-1-2 Zooplancton

Ce sont des microorganismes animaux. Ils sont constitués, en général des Rotifères. Les larves de Chaoborus (insecte Diptère), sont les seules larves d'insecte appartenant au zooplancton, les Crustacés inférieurs ou Entomostracées appartenant aux Cladocères (exemple : Daphnia) et aux Copépodes (les Cyclops) d'après le classement fait par EHRHART en 1978 (10).

II.3-1-3 Benthos

Ce sont des organismes liés au fond ou qui s'éloignent très peu des eaux du fond ou encore qui sont inféodés au fond par des nécessités trophiques. Les représentants les plus connus sont les larves de chironomes, les vers, les mollusques, les copépodes (*Harpacticides*) ect... (28).

III] APPROCHE EXPERIMENTALE, MATERIELS ET METHODES

III.1 Approche expérimentale

L'expérimentation consiste à élever des poissons dans douze parcelles de rizières bien fertilisées. Ils sont nourris avec les trois sortes de concentrés en vue d'étudier la croissance des poissons, et de savoir laquelle d'entre elles est la meilleure pour les carpes.

Cinq (5) types de variables ont été effectués :

- l'étude de la qualité physico-chimique des eaux (pH, Température). Cette étude permet de suivre les variations du pH et de la température de l'eau pendant l'expérience afin de comprendre leur influence sur la riziculture et l'élevage du poisson ;
- la production de nourriture naturelle par le biais de la fertilisation des rizières. C'est pour voir la dynamique de la biocénose dont se nourrissent les poissons ;
- la formulation de nourritures artificielles avec des matières premières existant localement ; l'objectif en est de donner aux éleveurs la capacité de fabriquer les aliments concentrés par eux-mêmes à coût réduit mais façonnées suivant les normes de la zootechnie piscicole ;
- l'élevage de la carpe dans des rizières permet de montrer aux éleveurs que la rizipisciculture semi-intensive est très rentable ;
- l'étude des croissances de ces poissons en fonction de la qualité de la nourriture artificielle distribuée (à base de poisson, à base de termite, à base de sang).

III.2 Matériels et Méthodes

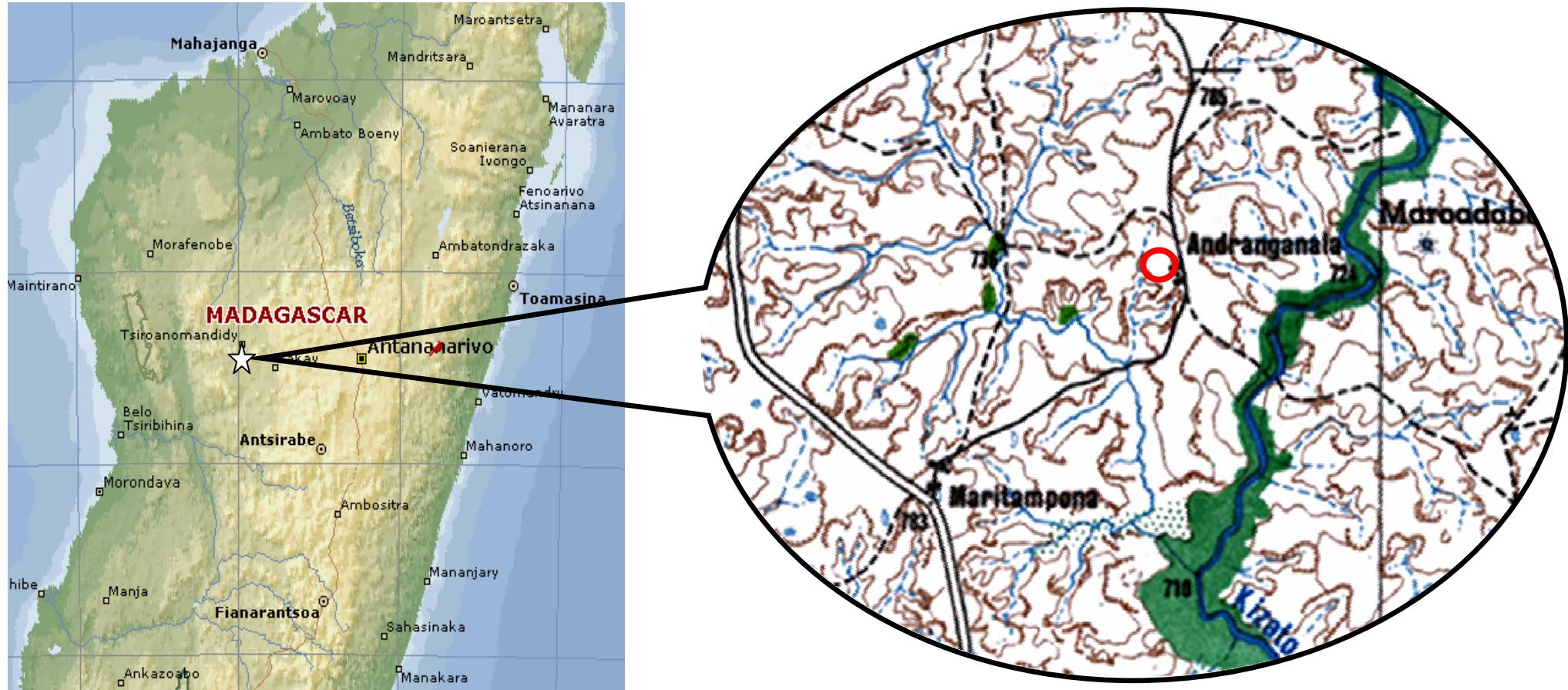
Les travaux d'expérimentation rizipiscicole ont été faits dans le Moyen Ouest, région de Bongolava. Cette étude a commencé le 10 février 2006 et terminé le 14 mai 2006.

III.2-1 Description du milieu d'étude

III.2-1-1 Localisation du site expérimental

D'après la figure n° 1(12), le site de l'expérimentation est sis à Andranganala (nom d'un village disparu) dont les coordonnées sont : $46^{\circ}E$ (longitude); $19^{\circ}S$ (latitude) et 800 m d'altitude; dans la commune rurale de Marintampona, le district de Tsiroanomandidy et la région de Bongolava.

Figure n°1 : LOCALISATION DU SITE EXPERIMENTAL (Extrait de la carte FTM: Annexe n°1)



LEGENDES

-  : Point de projection  : Rivière  : Route
 : Site expérimental  : Cours d'eau permanent  : Piste
 : Zone habitée  : Cours d'eau temporaire  : Piste secondaire
 : Zone forestière  : Courbe de niveau

III.2-1-2 Caractéristiques des terrains

Les rizières se trouvent dans un bas fond où la maîtrise de l'eau est facile. Elles sont bien ensoleillées, plus ou moins en pente, à l'abri de l'inondation. En amont de la rizière se trouvent deux étangs E₁ et E₂ (cf. figure n°4) ; ils sont nécessaires pour stocker les poissons récoltés d'une part et surtout pour parer à toute éventualité (coupure provisoire de l'eau).

III.2-1-3 Climat (23)

La région de Bongolava fait partie du régime climatique tropical, d'altitude supérieure à 900m. Cette région est caractérisée par une température moyenne annuelle inférieure ou égale à 20°C. L'année se divise en deux saisons bien distinctes, l'une pluvieuse (saison humide et chaude), de novembre à mars avec une température qui varie de 20°C à 30°C, l'autre fraîche et sèche, de mi-avril à mi-octobre de température 13°C à 26°C environ.

La pluviométrie annuelle de la région varie entre 7,8 mm en août et 308 mm en janvier. La sécheresse est beaucoup plus marquée de mai à septembre.

III.2-1-4 Sol (23)

Les sols ferralitiques couvrent une grande partie de la région. Les sols alluviaux, n'occupant qu'une place restreinte, se rencontrent dans les cuvettes. Et le sol des bas fonds est du type hydromorphe minéral à moyennement organique convenable à la riziculture irriguée.

III.3 Matériel domanial

Les rizières sont au nombre de 12 parcelles (R₁ à R₁₂) de surfaces différentes. Les dimensions de chaque rizière sont données dans le tableau n°5 ci-dessous :

Tableau n°3 : Superficie des rizières à empoisonner

Nom de la rizière	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀	R ₁₁	R ₁₂
Surface (m ²)	64	64	47.5	49	77	54	40	55	36	30	77	57.5

Toutes les rizières sont groupées dans un même endroit (photo 5 et figure n°4) et dont la surface totale est de 652 m² soit 6,5 ares environ.

Photo 5 : Vue d'ensemble du site expérimental



(Source : Auteur, 2006)

III.3-1 Préparation des rizières

III.3-1-1 Travaux d'aménagement

Des travaux d'aménagement ont été effectués afin que les rizières conviennent à la rizipisciculture : - les diguettes sont renforcées et rehaussées de 50 cm de haut,

- les refuges à poissons sont des canaux périphériques plus profonds. Les poissons s'en servent pour se reposer ou se cacher, et les provendes y sont distribuées. Des refuges sont aménagés dans chaque rizière dont les dimensions sont de 50 cm de large et 40 cm de profondeur environ comme les figures 2a et 2b ci-après l'indiquent. Ce travail a été fait pendant le labour et le déblai des refuges sert à rehausser et à fortifier les diguettes.

Figure n°2a : Vue aérienne d'une parcelle de rizière

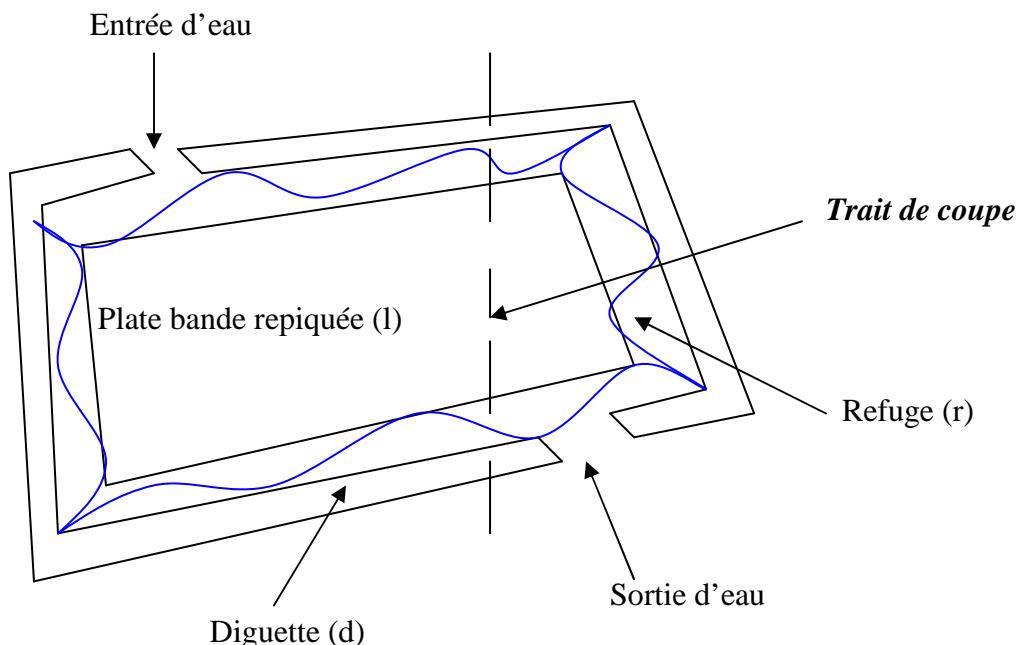
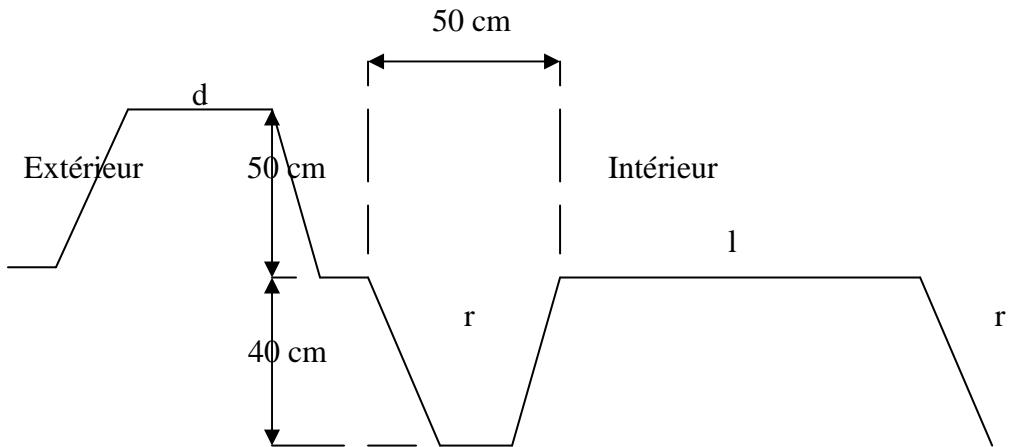
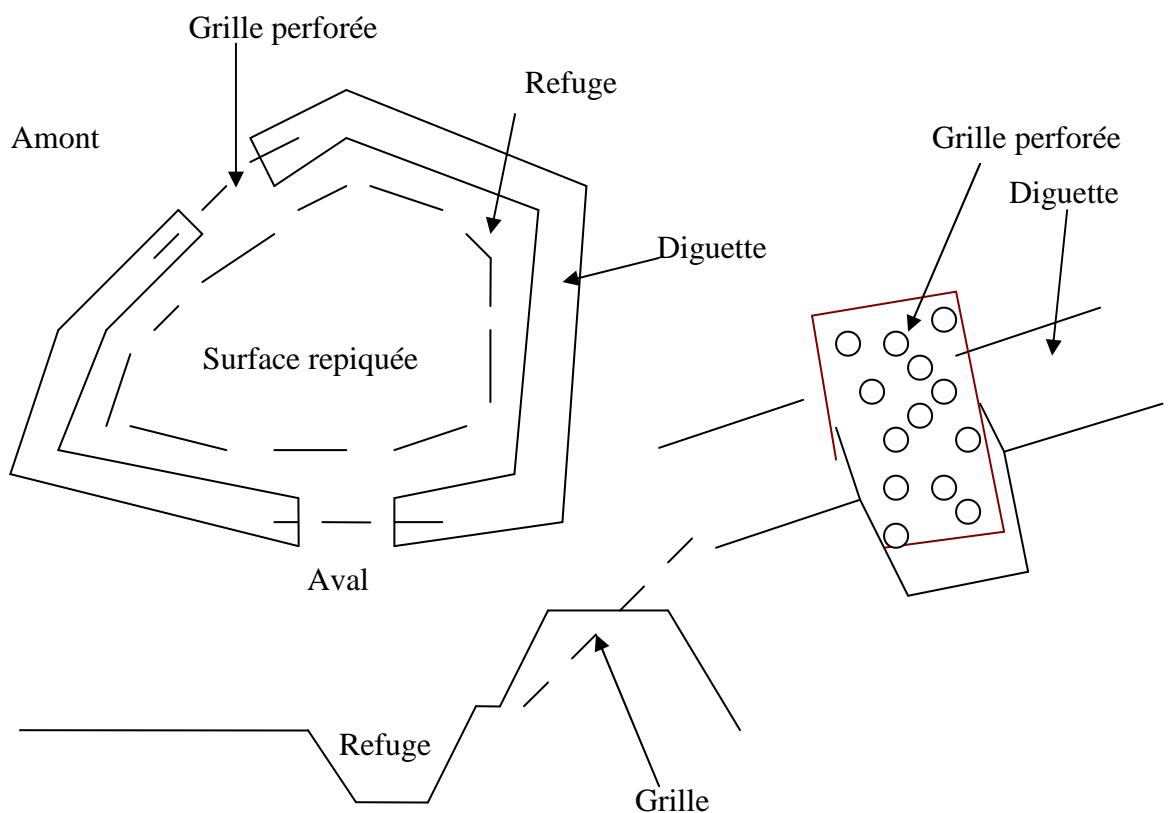


Figure n°2b : Coupe transversale de refuge pour poissons



- A l'entrée d'eau, une grille en plastique perforée est mise en place pour éviter l'introduction des prédateurs (poissons indésirables). Et à la sortie de l'eau une autre grille a été posée pour empêcher la fuite des poissons. Les grilles sont inclinées pour éviter qu'elles se bouchent trop vite (figure n°3). Le nettoyage de la grille se fait systématiquement, deux fois par semaine pour éviter le colmatage.

Figure n°3 : Emplacement de la grille à l'entrée et à la sortie d'eau



III.3-1-2 Dispositif expérimental

Dans le cadre de cette expérimentation, 12 rizières (R_1 à R_{12}) sont utilisées. La superficie varie entre 30 et 77 m² (figure 3).

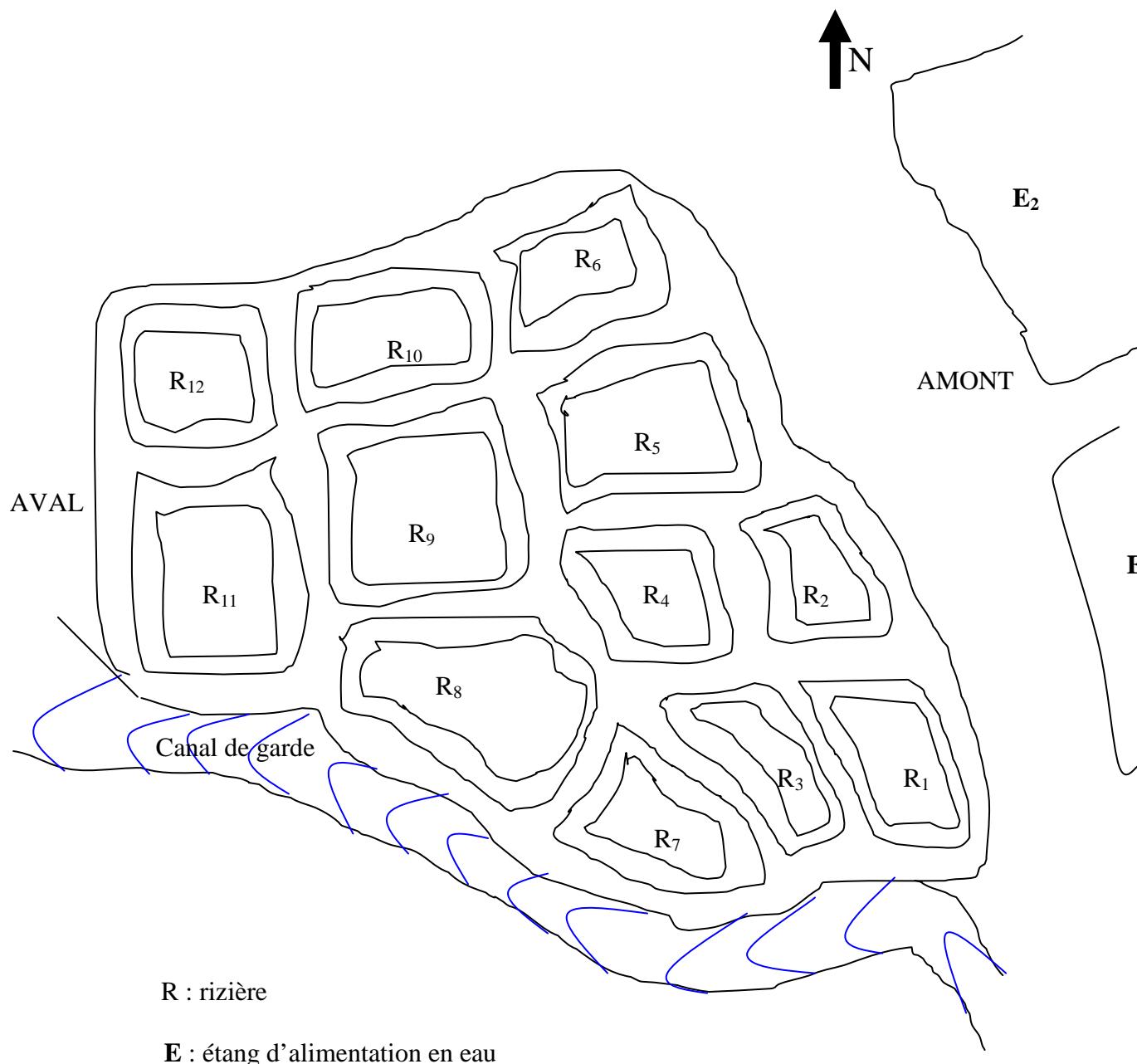
Lors de cette étude, 4 traitements sont effectués :

- le témoin (sans nourrissage) dans les rizières R_5 , R_6 , R_{11}
- l'aliment à base de termite (PV) dans les rizières R_2 , R_4 , R_{10}
- l'aliment concentré à base de farine de sang (PR) dans les rizières R_1 , R_3 , R_9
- la nourriture à base de farine de poisson (PT) dans les rizières R_7 , R_8 , R_{12} .

Répété 3 fois, l'essai a été mené en une campagne. Dans chaque répétition, les 4 traitements ont été repartis au hasard entre les 12 rizières ou randomisation (un tirage au sort par répétition). Ce dispositif s'appelle le bloc complet aléatoire.

Les données recueillies sont traitées par la méthode statistique telle que l'analyse de la variance.

Figure n°4 : Plan des rizières (vue aérienne simplifiée)



III.3-1-3 Itinéraires techniques

Après les travaux d'aménagement, suivent le travail du sol et la fertilisation.

⇒ Travail du sol

Le labour et la pulvérisation des mottes sont réalisés à l'Angady (19 janvier 2006). L'épandage du fumier organique a été effectué le 20 janvier 2006. Le hersage et le planage des rizières sont nécessaires pour avoir un sol boueux (visqueuse, non liquide), sans grumeaux d'une part et pour éliminer au maximum les mauvaises herbes et leurs racines d'autre part (8).

⇒ Fertilisation

Afin d'augmenter les rendements rizicoles et piscicoles, la fertilisation du sol est nécessaire et bénéfique pour le poisson et pour le riz. La fumure organique, après un certain délai nécessaire à la libération des sels minéraux, influe sur la production primaire, comme BALVAY a montré en 1980 (3).

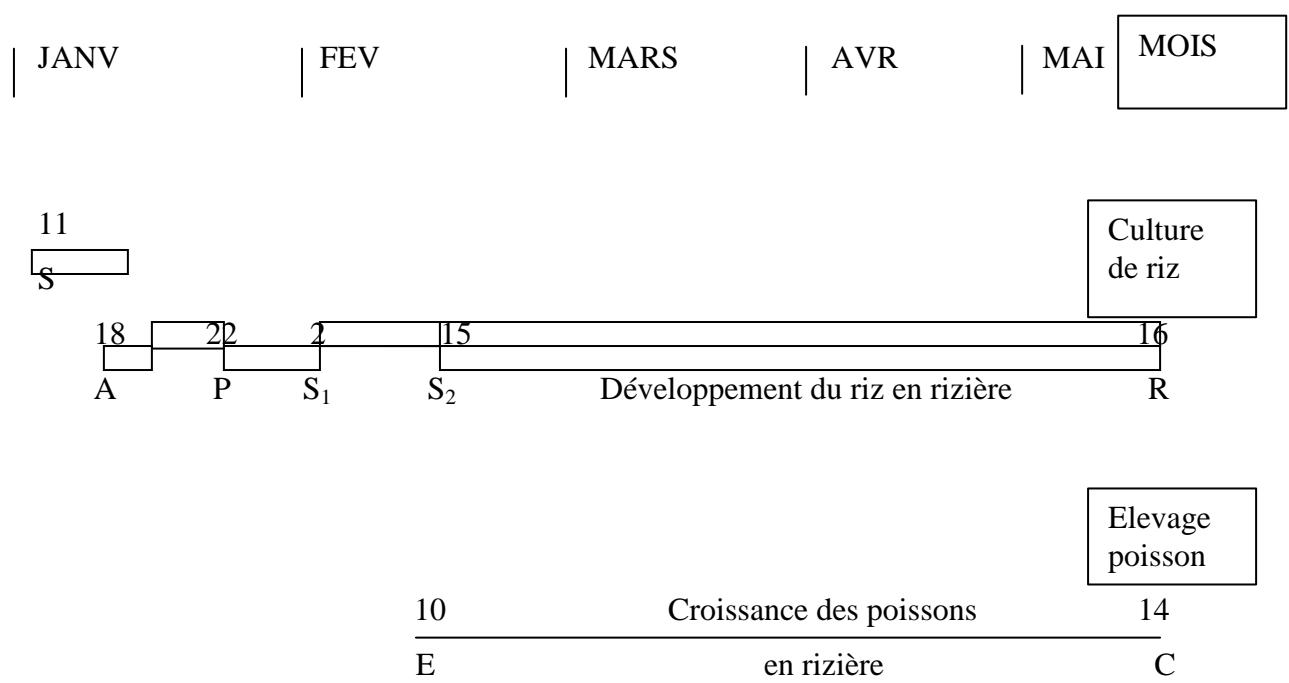
La fumure apportée : bouse de vache, le reste des aliments distribués après décomposition, fournissent aux poissons, selon 3 voies successives :

- une nourriture concentrée (directement assimilable par les invertébrés)
- un développement des bactéries qui servent de nourritures aux organismes microphages comme les Rotifères et Cladocères
- des éléments biogènes et du gaz carbonique qui assurent le développement de la production primaire (27).

L'épandage de la fumure organique (bouse de vache) sur les rizières est à raison de 300 kg à l'are soit 3 kg par m² environ. La bouse de vache est pesée avec une balance bascule, de portée maximum 200Kg et de sensibilité 100g.

Un calendrier chronologique a été établi ci-après (figure n°5) pour mieux visualiser le déroulement de cet essai.

Figure n°5 : Calendrier chronologique des travaux d'expérimentation



S : Semis (en pépinière) E : empoissonnement

A : travaux d'aménagement C : collecte de poisson

P : plantation (repiquage)

S₁ : premier sarclage

S₂ : deuxième sarclage

R : récolte du riz

III.4 Matériel végétal

Le riz est le matériel végétal dans cette expérimentation, nourriture de base pour les Malagasy.

III.4-1 Choix de la semence

Dans la région du Moyen Ouest, la culture du riz se fait en deux périodes : de septembre à décembre (culture de première saison) et de décembre à mai (culture de deuxième saison).

La variété locale dénommée « Miandry bararata » avec un cycle cultural long (environ 5 mois) est choisie à cause du retard des travaux culturaux (mois de janvier) dû à la culture de première saison. C'est un cycle cultural long afin que les poissons atteignent l'âge adulte.

III.4-2 Nomenclature

La variété de semence est appelée communément par les paysans : « vary Miandry bararata ». Ce riz appartient à la famille des graminées et au genre *Oryza* dont l'espèce est *Oryza sativa* (8).

En résumé, le riz appartient :

Règne : Végétal

Embranchement : Spermaphytes

Sous embranchement : Angiospermes

Classe : Monocotylédones

Famille : Poacea

Genre : Oryzae

Espèces cultivées : *Oryza sativa L.* (à ligule longue et fine).

III.4-3 Caractéristiques

La semence utilisée ne figure pas encore dans la collection de FOFIFA-DRR. Mais, on a quelques informations sur les caractéristiques de la semence utilisée grâce à la prospection effectuée par le FOFIFA au niveau paysanal dans le district de Tsiroanomandidy :

- Variété : Miandry bararata
- Cycle végétatif : long (environ 5 mois)
- Aptitude culturale : aquatique
- Caractéristiques variétales :
 - hauteur de la plante : haute
 - type de grain : assez gros
 - tige : grosse chaume
- Caractéristiques agronomiques :

- verve : sensible
- rusticité : bonne
- résistance aux maladies phytosanitaire : sensible

♦ Rendement :

- rendement moyen : 3-4 T/ha pour le repiquage en foule ou artisanal (2-3 brins espacés de 25- 30 cm, age des plants 1 mois).
- rendement maximum observé : 6T/ha avec des plants jeunes.

♦ Observations particulières :

- caractère sensible au photopériodisme
- période de floraison : mois d'avril
- productivité : bonne

♦ Résistance :

- variété rustique
- tolère la toxicité ferreuse, l'alternance de sécheresse et l'inondation
- s'adapte à tout type de sol.

III.4-4 Pépinière

La pépinière se trouve sur tanety près de la rizière. La formule : $\frac{1}{4}$ de fumier organique et $\frac{3}{4}$ de terre arable est utilisée comme substrat. La plate-bande a une dimension de 1 m x 2 m et sa surface est bien aplanie (figure n°6). Puis, les grains prégermés sont semés.

En fait, les semences prégermées présentent des avantages, tels que :

- accroître le pourcentage de germination
- réduire la durée du séjour en pépinière
- obtenir un semis plus régulier
- réduire les dégâts causés par les prédateurs (8).

La prégermination consiste à immerger les semences dans l'eau pour obtenir un début de germination.

La procédure de la prégermination est la suivante : les grains de riz sont trempés dans un sceau pendant 24 heures. Ensuite le paddy est retiré de l'eau et mis dans un sac en jute placé dans un trou préchauffé. La chaleur doit être conservée pour accélérer la germination des grains. Au bout de 12 heures une pointe blanche apparaît, la semence est prête pour le semis (8).

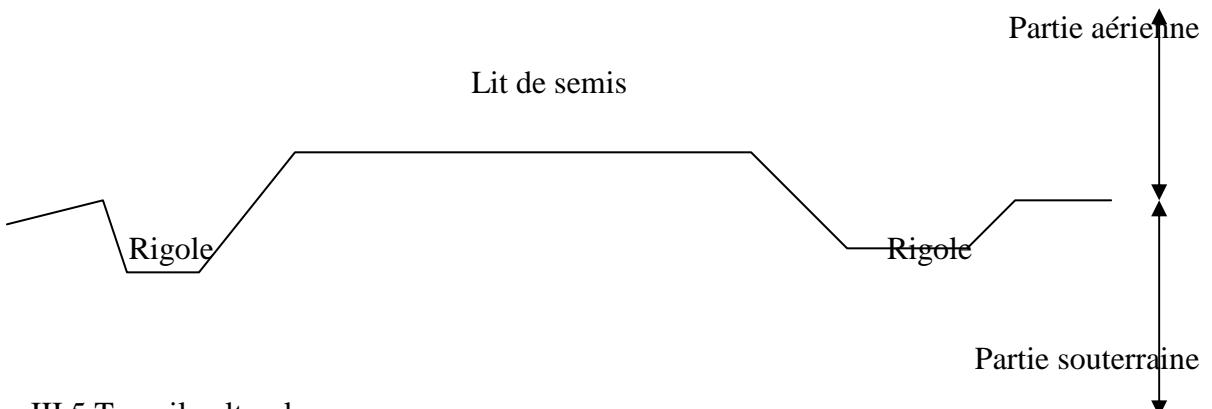
Le dosage de la semence utilisée est de 1/2 kg pour les 6.5 ares soit 1/13 kg à l'are environ.

Le semis a été fait le 11 janvier 2006.

Il faut bien repartir les semences prégermées pour que les racines ne s'entremêlent pas et que les jeunes plants soient bien exposés au soleil. Le reste du substrat est épargillé sur la plate bande de façon à recouvrir les semences.

En système de riziculture intensive (SRI), les jeunes plants atteignent le stade de deux feuilles après 12 jours environ en pépinière (22).

Figure n°6 : Vue de profil d'une pépinière



III.5 Travail cultural

III.5-1 Repiquage

Pour être repiqués, les jeunes plants âgés de 12 jours (stade de 2 feuilles) sont arrachés. Ces plantules sont accompagnées de mottes de terre et traités avec le maximum d'attention. Tout de suite après l'arrachage, le repiquage en ligne est effectué avec une distance de 30 cm entre les lignes et 25 cm entre les pieds. Ce repiquage est fait le 22 janvier 2006 et une lame d'eau est gardée sur la plate forme repiquée pendant 13 jours. Le niveau de l'eau est remonté en fonction de la croissance en hauteur des plantules jusqu'à une hauteur de 20 cm environ afin que les poissons puissent circuler librement (28).

III.5-2 Sarclage

Le sarclage précoce est essentiel pour un bon rendement rizicole. Le premier sarclage est fait le 02 février 2006 à l'aide d'une sarcluseuse mécanique puis chaque pied (touffe) est retouché manuellement. Le deuxième sarclage s'effectue 13 jours après (15 février 2006), se fait à la main sans mise à sec de la rizière.

Les sarclages, en remuant le sol, déterrent les vers de terre, les insectes qui vont être la proie des poissons (26).

III.5-3 Moisson

Les activités à prévoir lors de la récolte sont la coupe, le battage et le séchage du paddy. Les rizières sont drainées le 14 mai 2006, jour de la capture des poissons, et la coupe est

effectuée le 16 mai 2006 soit une durée totale du cycle de 114 jours environ. Le paddy est pesé pour mesurer le rendement.

III.6 Matériel animal

Le poisson constitue le matériel animal. Il est élevé pendant 95 jours soit trois mois environ.

III.6-1 Choix du poisson

La monoculture est utilisée dans cette expérience c'est-à-dire une seule espèce de poisson à élever.

La carpe, valant plus cher est retenue compte tenu de ses qualités organoleptiques (plus grasse) (17). De plus, cette espèce est bien adaptée à la pisciculture en rizière et largement répandue à Madagascar. Et enfin, la carpe, poisson à forte résilience se nourrit très facilement du plancton, faune benthique et d'aliment d'appoint (34). Bref, la carpe s'habitue très rapidement au nourrissage.

III.6-2 Transport

Le 03 février 2006, les carpillons sont transportés de Tsiroanomandidy (de chez un producteur privé) à bicyclettes jusqu'à Andranganala (site d'expérimentation). La durée du transport est de 4 heures environ sur piste en terre de 46 km environ.

Pour couvrir leur survie, ces alevins sont mis dans deux sacs en plastique transparent (en chlorure de vinyle : épaisseur 1/10 mm, longueur 1 mètre et largeur 0.60 mètre) remplis d'eau naturelle à la moitié du volume. Le nombre d'alevins transportés est de 200 individus par sac.

A l'arrivée, les carpillons ont été stockés dans un petit étang provisoire jusqu'au jour de leur déversement dans les rizières. Le taux de mortalité pendant le transport est de 0.5%. L'achat des alevins s'effectue une semaine avant l'empoissonnement afin d'éviter l'épuisement de stock d'alevins cessible chez les producteurs.

III.6-3 Elimination des prédateurs et des concurrents alimentaires

Avant la mise en charge, les concurrents alimentaires du poisson sont éliminés en particulier les têtards, les grenouilles, les dytiques (*Dytiscus marginalis*) ; en les capturant à l'épuisette de 1 mm de vide de maille.

Pour protéger l'élevage contre les prédateurs (vintsy : *Corythornis vintsioides*), les bandes de cassettes sont mis autour du champ (photo 6). Le vol est maîtrisé en exposant aux villageois l'importance capitale de l'étude. De plus, le site est visité quotidiennement lors du nourrissage pour renforcer le gardiennage.

Photo 6 : Système de protection contre les prédateurs (bande de cassette)



(Source : Auteur, 2006)

Bandé de cassette : protection des poissons contre les oiseaux prédateurs

III.6-4 Déversement, densité et taux de mortalité

Le déversement est effectué 20 jours après le repiquage (10 février 2006). A ce moment, les plantules atteignent 5 à 7 pousses.

Du fait du nourrissage, la densité de mise en charge est de 50 alevins à l'are (16).

L'empoissonnement se déroule la matinée selon la procédure suivante :

- les alevins sont recueillis dans l'étang de stockage ;
- les carpillons destinés pour chaque rizière sont comptés en fonction de sa surface ;
- puis, le pesage en groupe des carpillons est effectué ;
- enfin, les jeunes poissons sont mis délicatement dans la rizière c'est-à-dire, en laissant les alevins sortir à leur guise (32).

La taille des alevins varie de 2.5 à 3 cm. Lors de la mise en charge, le taux de mortalité s'élève à 73 individus sur les 399 carpillons soit 18.3 % de taux de mortalité. Les causes en sont nombreuses (asphyxie, prédateurs, etc.).

Pour le pesage des poissons, une balance (photo 2) de marque « Kitchen scal », de portée maximum 5 kg et de sensibilité 40 grammes est utilisée.

III.6-5 Nourriture

III.6-5-1 Nourriture naturelle

La productivité piscicole dépend de la quantité de la nourriture naturelle présente dans la rizière, et le seul moyen d'augmenter cette nourriture est l'application de fumure organique. Comme le régime alimentaire de la carpe est omnivore, elle se nourrit de 50 % de nourriture naturelle et de 50% de nourriture artificielle.

III.6-5-2 Nourrissage

L'alimentation artificielle est constituée de 3 types de d'aliment concentré à 36% de matières protéiques. La formule de ces aliments est donnée dans le tableau n°4.

Tableau n°4 : Composition d'aliment concentré pour 100 kg d'aliment (avec 0.5 % excès de MAT)

Aliments Matières premières	Taux d'incorporation (%)		
	PR	PV	PT
Son de riz	28.5	8	15
Maïs broyé	6.25	6	22
Manioc séché broyé	14.25	3	10
Tourteau d'arachide broyé	13	19.9	18
Sang séché broyé	38	0	0
Termite séché	0	63.1	0
Farine de poisson	0	0	35

- PR : aliment à base de farine de sang;
- PV : aliment à base de termite;
- PT : aliment à base de farine de poisson.

Le choix de ces composants est fonction de leur disponibilité locale, de leur qualité et de leur prix respectif. Le mélange se fait manuellement.

Les étapes de préparation des composants de base de la nourriture concentrée :

- La farine de sang : le sang de bœuf est acheté à l'abattoir ; la déshydratation mécanique partielle par coagulation thermique des protéines du sang (cuisson) est effectuée, suivie de la séparation de l'eau du coagulum par tamisage. Ensuite, le coagulum est séché à la lumière solaire pendant 3 jours. Enfin, la farine est obtenue après broyage à la machine.
- Le termite : il est déniché sur les tanety à l'aide d'un angady. Puis, le tamisage et le nettoyage du produit brut est nécessaire afin de séparer le termite des impuretés (brin d'herbe, terre). Le séchage se fait en plein air sur des récipients concave (van) pendant 5 jours environ. Le rapport *termite sec/ termite frais* : 0.71 et enfin, le minottage se fait au mortier.
- La farine de poisson : le déchet de poissons secs est acheté au marché. Puis, les impuretés sont enlevées et enfin, le broyage se fait à la machine (broyeur).

La ration journalière à distribuer est estimée 5% environ de la biomasse (pour un poisson de 100g, sa ration est de 5 g) (tableau 6). Cette ration est réajustée tous les 10 jours environ du fait de la croissance des poissons.

Le nourrissage est effectué une fois par jour au même endroit du canal périphérique, à la même heure : vers 16.00 et 17.00 heures, quand il ne fait plus très chaud (choix de distribution).

L'aliment donné aux poissons est mouillé (nourriture mouillée) c'est-à-dire, la ration à apporter est mise dans un récipient, un peu d'eau est versé dedans pour imbiber la nourriture. Cette opération est nécessaire pour éviter le flottement des constituants de la provende à la surface de l'eau. Ensuite, des observations à l'œil nu sur l'ingestion des aliments par les carpes sont effectuées, afin de savoir si la nourriture est suffisante ou non (11).

Les poissons dans les rizières témoins n'ont pas été nourris. Les poissons mangent seulement de la nourriture naturelle.

III.7 Collecte du poisson

Deux jours avant la récolte du riz, la mise à sec a été effectuée, le 14 mai 2006, par drainage total des rizières. Les poissons capturés sont comptés, pesés et mesurés individuellement (photo : 2).

III.8 Echantillonnage

L'échantillonnage concerne l'eau, le plancton et le benthos

III.8-1 Eau

L'eau entre dans les rizières R_1 , R_2 , R_5 et R_6 et arrive dans les rizières R_{11} et R_{12} .

De ce fait, les conditions écologiques des rizières sont à peu près les mêmes.

La mesure du pH se fait par la méthode colorimétrie (pH-mètre) en utilisant un indicateur mixte : phenolphthaleine (produit MERCK). Le pH est mesuré une fois par mois.

Pour chaque rizière, la température est recueillie tous les jours au moment du nourrissage des poissons. Les mesures se font en surface sur la plate forme repiquée et dans les canaux refuges sans atteindre le fond vaseux avec un thermomètre à mercure immergé durant une minute.

III.8-2 Plancton

Dans chaque rizière, le plancton est échantillonné toutes les deux semaines.

Le processus pour la récolte des échantillons se fait comme suit :

- 50 litres d'eau sont versés dans un filet à plancton de 25 μ de vide de maille,

- les échantillons sont mis dans des flacons « piluliers » de 20 cc,
- ils sont fixés avec du formol 5 %.

L'échantillon est observé avec une loupe binoculaire marque KRAUSS.

Le biovolume est mesuré avec un cône de sédimentation. D'après SCHLUMBERGER en 1982 (34) ce biovolume serait de 1.5 cc pour que la rizière puisse nourrir à bien les poissons.

III.8-3 Benthos

Le prélèvement du benthos est effectué toutes les deux semaines comme le plancton. On fait l'échantillonnage avec le pilulier en l'enfonçant dans la vase de sorte que l'eau n'entre pas à l'intérieur du système. Ensuite, l'échantillon est fixé avec du formol 5 % et est trié avec une série de tamis. Enfin, l'échantillon est versé dans une boîte de Pétri pour la détermination avec une loupe binoculaire.

III.9 Analyses chimiques du termite

C'est la détermination des composants chimiques du termite tels que : la matière azotée totale (MAT), la matière grasse (MG), la matière sèche (MS) et les cendres brutes (CB).

La MAT est dosée par la méthode de KJEDLDAHL multipliée par 6,25 ; la MG est déterminée par l'appareil de SOXHELETT et la matière sèche est obtenue après un séchage à l'étuve à 103 °C+1°C pendant 4 heures. Les cendres brutes du termite sont obtenues en les traitant dans un four à moufle à 650°C pendant 6 heures (cf. Annexe n°7).

Ces analyses sont effectuées au laboratoire de nutrition à l'Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques (ESSA). L'analyse bromatologique du termite est effectuée pour savoir : la matière azotée totale (MAT), la matière grasse (MG), la matière sèche (MS) et les cendres brutes (CB).

Tableau n°5 : Méthode employée pour les analyses chimiques du termite

Paramètre	Méthode
Matière Azotée Totale	KJEDLDAHL
Matière Grasse	SOXHELETT
Matière Sèche	Séchage à l'étuve
Cendres Brutes	Incinération dans un four à moufle

IV] RESULTATS ET DISCUSSIONS

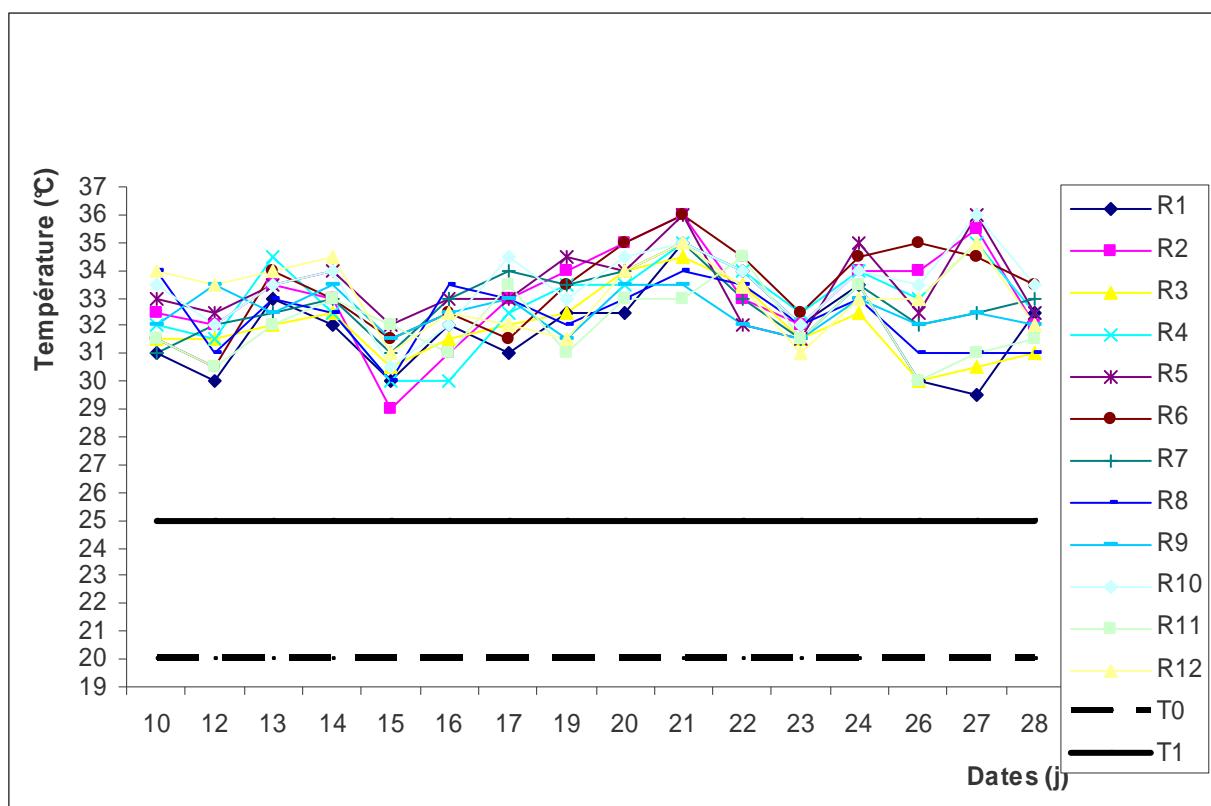
A] ETUDE DE LA QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX

IV.1 Température de l'eau

Il faut noter que la température optimum pour le développement de la carpe est comprise entre 20 à 25 °C (1).

⇒ Mois de février 2006

Figure n°7 : Courbes des températures du mois de février 2006



T0 et T1 : Températures optimum pour la croissance des carpes

Les courbes nous montrent les températures observées pendant le mois de février. Ces courbes représentatives se trouvent intégralement au dessus de l'optimum, en trait gras sur la figure n°7. Les températures relevées sont nettement supérieures à la température optimale, or les carpes sont des poissons mégathermes. Donc, ces températures sont propices à la croissance de la carpe, les poissons étant en stade de développement.

Plusieurs facteurs provoquent cette élévation de température :

- les rizières sont exposées au soleil. C'est un facteur favorable pour la pisciculture,
- l'essai débute en saison chaude,
- la faible profondeur de l'eau (10 cm sur la plate forme repiquée) qui a une influence sur la température de l'eau, elle se réchauffe plus facilement (RAMANANKASINA, 1978) (31) ;

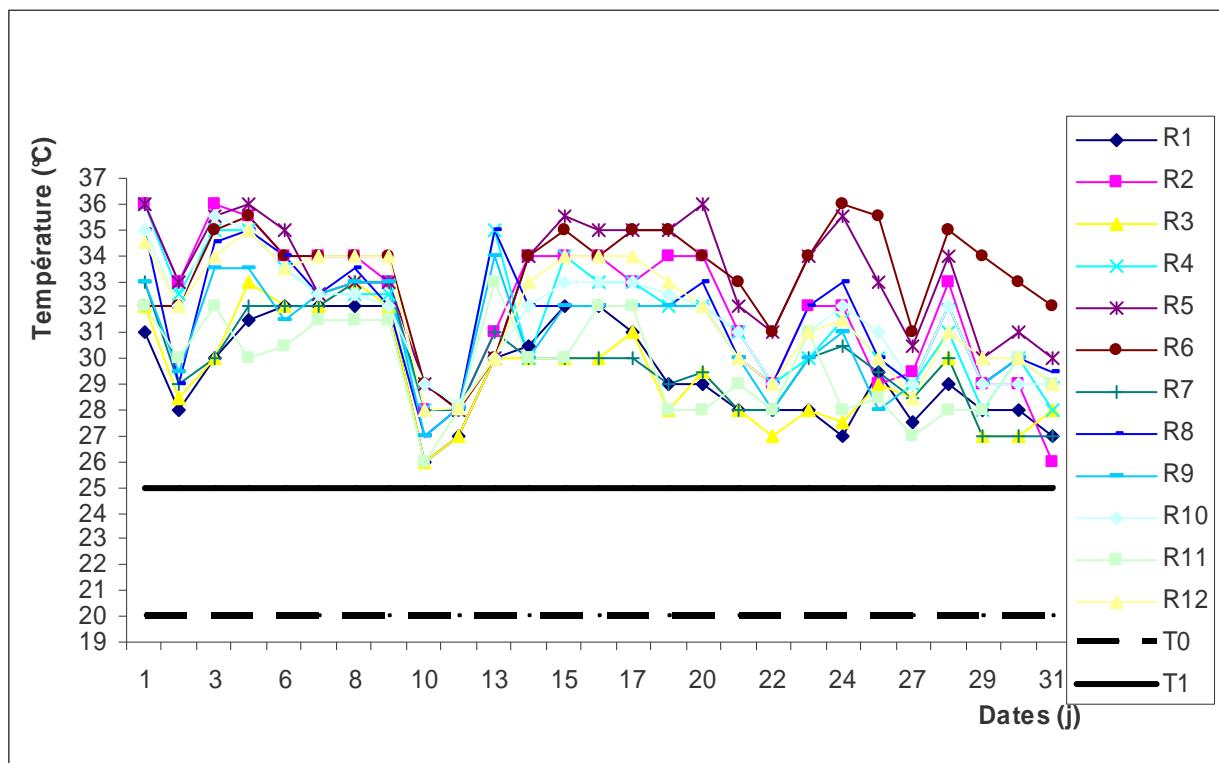
- la fermentation des matières organiques (reste de l'aliment concentré, fumure, débris des végétaux, etc.) qui fait augmenter la température (RABEMAZAVA, 1986) (25). Ces restes de matières organiques deviennent des compléments de fumure, bénéfiques pour le riz et pour le poisson par la production des microorganismes planctoniques.

Cette élévation de la température aurait des impacts sur la croissance et sur le taux de survie des alevins. Au cours de ce mois, parfois, les carpillons portent leur bouche hors de l'eau ou encore, ils se réfugient sous les plants de riz où l'eau est plus fraîche. A cette période, deux alevins sont morts soit 7.3 % dans la riziére R₆. Cette mortalité pourrait être due à l'attaque des prédateurs.

Pour les plants de riz, la plage thermique nécessaire à leur croissance est comprise entre 28 à 30°C, température optimale (21). Comparée à la température observée au cours du mois de février, elle avoisine l'optimum. Les conditions de croissance des plants de riz sont ainsi réunies.

⇒ **Mois de mars 2006**

Figure n°8 : Courbes des températures relevées au mois de mars 2006 dans les rizières.



T0 et T1 : Températures optimum pour la croissance des carpes

Les courbes du mois de mars (figure n°8) montrent une baisse de la température se rapprochant de l'optimum en trait gras. Elle diminue de plus en plus ; l'eau est plus fraîche pour les poissons. La diminution commence le 10/03/06 et continue jusqu'au 31/03/06. Pendant ce mois, la pluie et les averses sont très fréquentes, ce qui explique les variations de

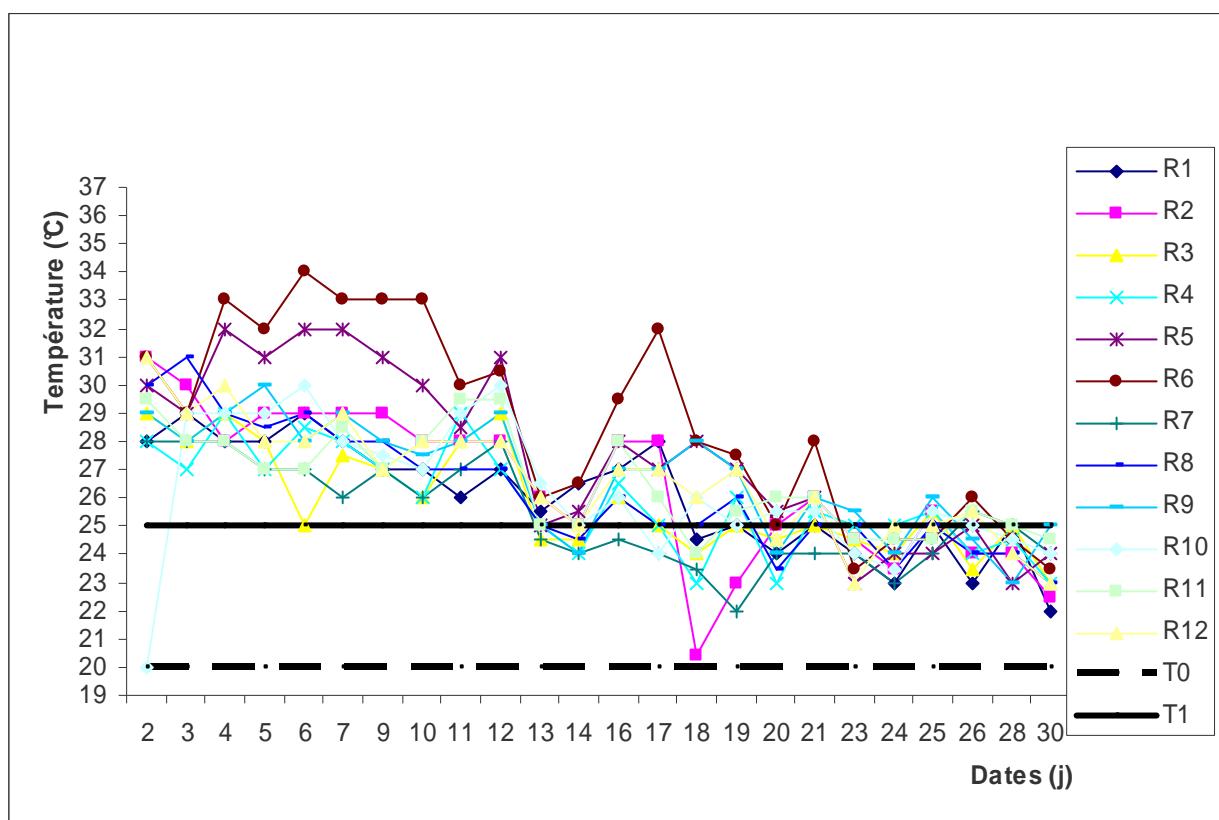
température. Il y avait une forte crue le 10/03/06, entraînant une baisse de la température relevée ce jour. De plus, cette diminution annonce la saison hivernale.

La durée de l'ensoleillement est réduite mais de forte intensité lumineuse se manifeste de temps en temps (température maximale : 36°C). Ce phénomène a une influence sur la respiration des poissons, il y a manque d'oxygène dissous dans l'eau. En fait la solubilité de l'oxygène dans l'eau est fonction de la pression atmosphérique (donc de l'altitude), de la température et de la minéralisation de l'eau : la saturation en O₂ diminue lorsque la température et l'altitude augmentent (9). Par conséquent, les poissons respirent l'air atmosphérique en ouvrant leur bouche à la surface de l'eau. On a dénombré 3 carpes mortes dans les rizières R₅ et R₆ soit 4.5% de mortalité dont les raisons ne sont pas déterminées.

A cette période, les nourritures naturelles des poissons ou les organismes planctoniques pullulent (cf. nourriture naturelle) car la température est favorable à leur multiplication.

⇒ Mois d'avril 2006

Figure n°9 : Courbes des températures relevées au mois d'avril 2006 dans les rizières.



T0 et T1 : Températures optimales pour la croissance des carpes

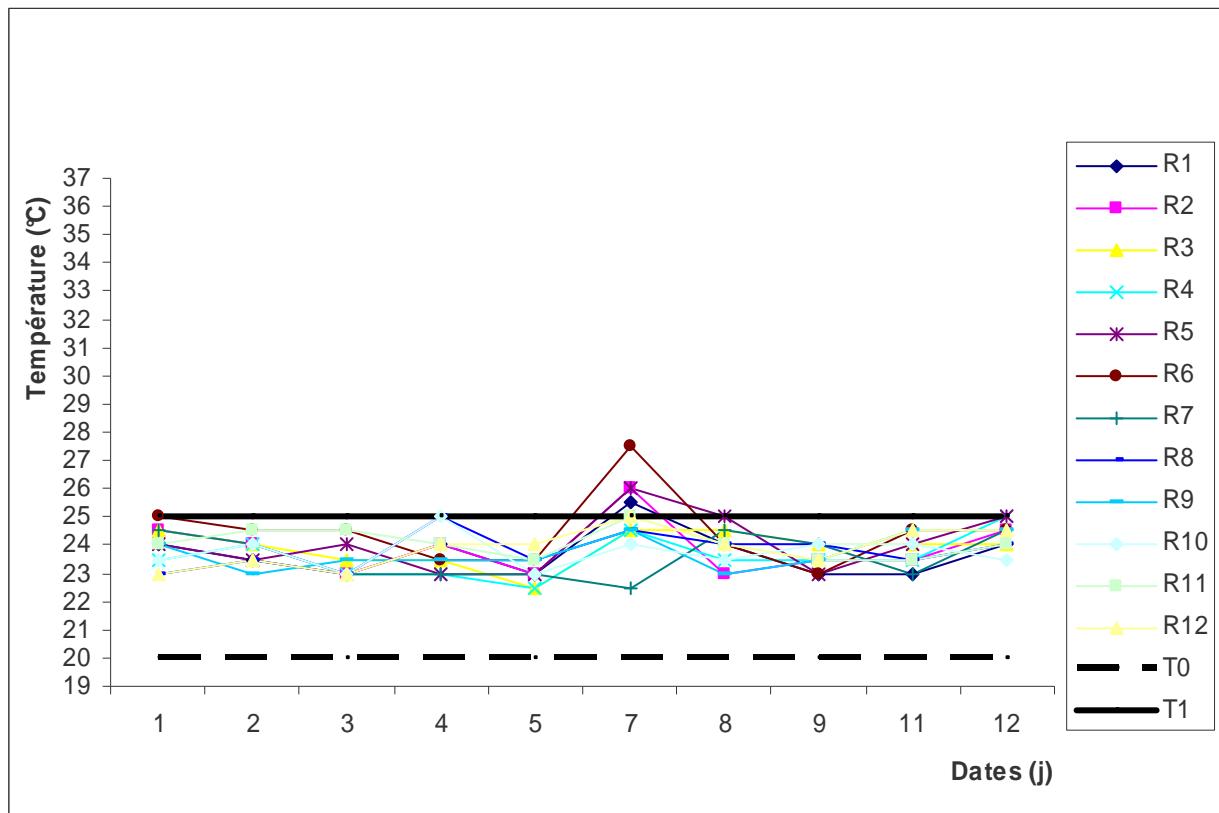
Pendant cette période, les températures observées diminuent. Il fait de plus en plus frais ; à partir du 13/04/06, les courbes représentatives sont incluses en partie dans la zone de la température optimale (figure n°9).

A partir du mois d'avril, les températures enregistrées se trouvent dans la plage optimale.

Les carpes circulent librement dans l'eau en quête de nourriture. Les températures de l'eau sont favorables à la croissance du poisson.

⇒ Mois de mai 2006

Figure n°10 : Courbes des températures relevées au mois de mai 2006 dans les rizières.



T0 et T1 : Températures optimales pour la croissance des carpes

Sur les courbes représentatives du mois de mai représentées (figure n°10), la température de l'eau se situe dans la plage thermique entre 20 à 25°C : optimum pour le développement du poisson. C'est la température propice à la carpiculture. Dans ce dernier mois d'élevage, les poissons pourraient arriver à la taille commerciale de 120 g environ.

IV.2 Potentiel hydrogène (pH)

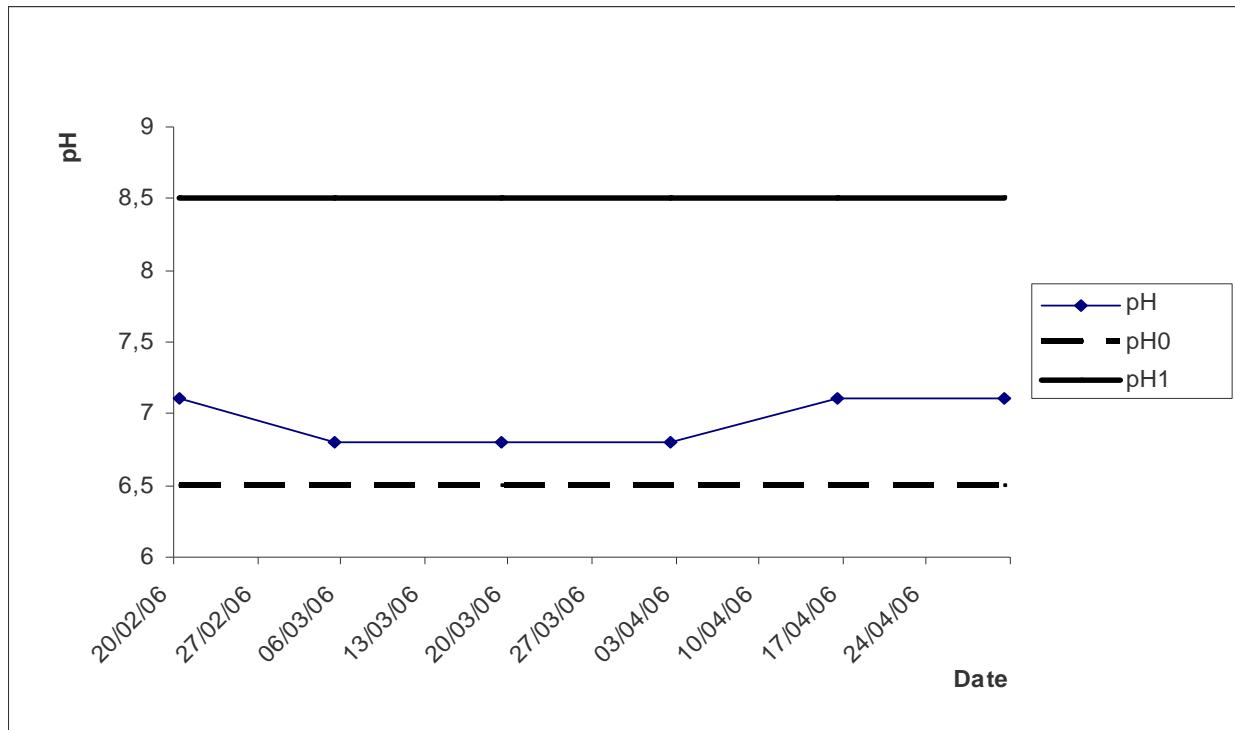
Le potentiel hydrogène est une grandeur mesurant la concentration des ions hydrogènes dans une solution. C'est une mesure de l'acidité de la solution (7).

Les résultats sont donnés dans le tableau 6 et les valeurs obtenues sont aux environs de la neutralité, ces valeurs caractérisent les eaux continentales malgaches (19).

Tableau 6 : pH de l'eau

Date	20/02/06	05/03/06	19/03/06	02/04/06	16/04/06	30/04/06
pH	7.1	6.8	6.8	6.8	7.1	7.1

Figure n° 11 : Courbes du pH de l'eau durant l'expérimentation



pH₀ et pH₁: pH optimales pour la croissance des poissons

D'après la figure n°11, au début de l'essai, la valeur du pH était de 7.1. Elle chute à 6.8 du 05/03/06 au 02/04/06. Ceci s'explique par le fait que ce serait à cause de la teneur en CO₂ qui détermine le pH de l'eau. Dans la nature, le pH est dominé par l'équilibre des carbonates (cf Annexe n°7) (9). Les eaux deviennent légèrement acides à cause de la fermentation des matières organiques. En fait, les fermentations des matières organiques dégagent des dioxydes de carbone (CO₂) ce qui augmente la teneur de l'eau en CO₂ et fait diminuer le pH de l'eau par la suite (7).

De plus, l'atmosphère et les eaux constituent deux grandes réserves de CO₂ qui interviennent dans le cycle du carbone et présentent des échanges très importants (7). Si la concentration de CO₂ dans l'eau est inférieure à celle de l'atmosphère, celui-ci diffuse dans l'eau ; inversement, si sa concentration est plus élevée dans l'eau, elle diffuse dans l'atmosphère (7). Ces échanges entre l'atmosphère et l'eau pourraient être aussi la cause des variations des valeurs du pH observées (cf Annexe n°7).

Une hausse de pH à 7.1 est notée le 17/04/06 car la fermentation des matières organiques pourrait être faible.

Bref, les rizières ont un pH proche de la neutralité dont la moyenne est de 6.95 pendant toute la période d'expérimentation.

En fait, d'après ARRIGNON en 1970 (1) et en 1976 (2), le pH compris entre 6.5 et 8.5 est la valeur optimale pour la vie et la reproduction des poissons.

Par rapport à cette valeur optimale, les valeurs obtenues se trouvent dans cette plage optimale, favorable au développement de la carpe. Le pH ne constitue donc pas un facteur de blocage pour la croissance des poissons. Le pH est un facteur favorisant le développement des carpes.

B] ETUDE DE LA BIOCENOSE

IV.2 Alimentation

L'eau est l'habitat de plusieurs catégories d'organismes. Leur abondance et leurs richesses spécifiques sont directement liées à la qualité de l'eau, c'est-à-dire à ses caractéristiques physico-chimiques (pH, O₂ dissous,...) et aux conditions extérieures (microclimat). Ces organismes servent de nourritures aux poissons.

IV.2-1 Nourriture naturelle

En général, il y a 3 catégories principales de nourritures naturelles : le plancton, le benthos et le périphyton (RALAMBOMANANA, 1994) (28). Mais l'étude se limite aux deux premières catégories.

Tout d'abord, il faut faire une étude qualitative de ces nourritures naturelles avant de représenter les résultats des échantillons récoltés pour estimer la dynamique de ces nourritures de poissons au cours de l'élevage.

IV.2-1-1 Etude qualitative

IV.2-1-1-1 Plancton

Les organismes planctoniques sont microscopiques et flottent librement dans l'eau. Le plancton est généralement constitué par des plantes (phytoplancton) qui se développent à partir des sels minéraux contenus dans l'eau et la lumière du soleil. Les organismes du zooplancton mangent les phytoplanctons. Vers 12/02/06, l'eau donne une couleur plus ou moins verte ce qui signifie que le plancton est abondant.

c) Phytoplancton

Le tableau n°7 montre les systématiques de phytoplanctons observés. Ce dernier est composé : d'algues vertes, jaunes, brunes, d'eugleniens,....

Tableau n°7 : Systématique du phytoplancton (36)

Règne	Sous règne	Embranchement	Classes	Ordres	Familles
Végétal	Chlorobiontes	Chlorophytes	Chlorophycées Uhrophycées Trébouxiophycées Prasinophycées		
	Chromistes	Bacillariophycées	Bacillariophycées Diatomophycées Fragillariophycées Coscinodisophycées	Central Pennées	Thalasiosiraceae Fragilaraceae
		Chrysophytes	Chrysophycées	Chromalianales Chrysamoebidales Chrysapiales Chrysoeapsales Chrysosphaerales Dictyochales Ochromonadales Phizochrysidales Phaeothamniales Thalochrysidales	Rhizosoleniaceae
		Pyrrhophyte	Dinophycées	Dinophysiales Gymnodiniales	Dinophysiaceae Protoperidinidae
		Cyanophytes	Cyanophycées Chroobacterie Hormogoneae Gloeobacterie	Chrooeoccales Gloeobacterales Nostocales Oscillatoriiales Pleurocapsales Stigonematales	Prochloroceae Prochlorotrichaceae Oscillatoriaceae
Protiste		Euglenozoa	Euglenophycées		

d) Zooplancton

Ces organismes appartiennent au règne Animal, Embranchement des Arthropodes, Sous Embranchement des Mandibulates ou Antennates et Classe des Crustacés.

Dans toutes les rizières, les Copépodes, les Cladocères, les Rotifères, les Larves d'insectes et les détritus organiques sont omniprésents.

La composition qualitative du zooplancton se résume dans le tableau n°8 ci- dessous.

Tableau n°8 : Systématiques du zooplancton (36 ; 14)

Embranchement	Sous embranchement	Classes	Sous classes	Ordres	Sous ordres	Familles
Arthropodes	Antennates ou Mandibulates	Crustacés	Copépodes Branchiopodes	Cyclopida Diplostracés	Cladocères	Cyclopidae Eucyclopinae Halicyclopiniae Chydoridae Daphniidae Macrothricidae Sididae
Rotifères				Monogonontes Pseudotroques	Ploima	Asplancnidae Branchionidae Lecanidae Notomatidae Synchaetidae Trichocercidae

IV.2-1-1-2 Benthos

Sur le fond de l'eau se développent les organismes généralement plus gros que ceux du plancton qui forment ce qu'on appelle le benthos. Ce sont surtout les larves d'insectes, de vers. Ils vivent sur la surface du fond ou dans la boue du fond. Ils se nourrissent généralement de matières organiques (BARD, 1971) (4).

Le tableau n°9 montre les systématiques des populations benthiques observées lors de l'échantillonnage effectué.

Tableau n° 9 : Systématiques du benthos (36)

Règne	Embranchement	Classe	Ordres	Sous ordre	Familles
Animal	Odonatoptéroides		Odonates	Zygoptera	
	Annélides	Nématodes	Oligochète	Anisoptera	Aeshnidae
			Chromadoridae	Miccolaimidae	Umbolculidae
				Aphelenchidae	
				Plectidae	

IV. 2-1-2 Etude quantitative

IV. 2-1-2-1 Zooplancton

Dans cette étude quantitative, le dénombrement et le biovolume de ces organismes planctoniques sont effectués. Les résultats sont donnés par les courbes ci-après.

Figure n°12 a : Courbes de la composition quantitative de zooplancton des rizières R₁, R₃, R₉ traitée avec l'aliment PR

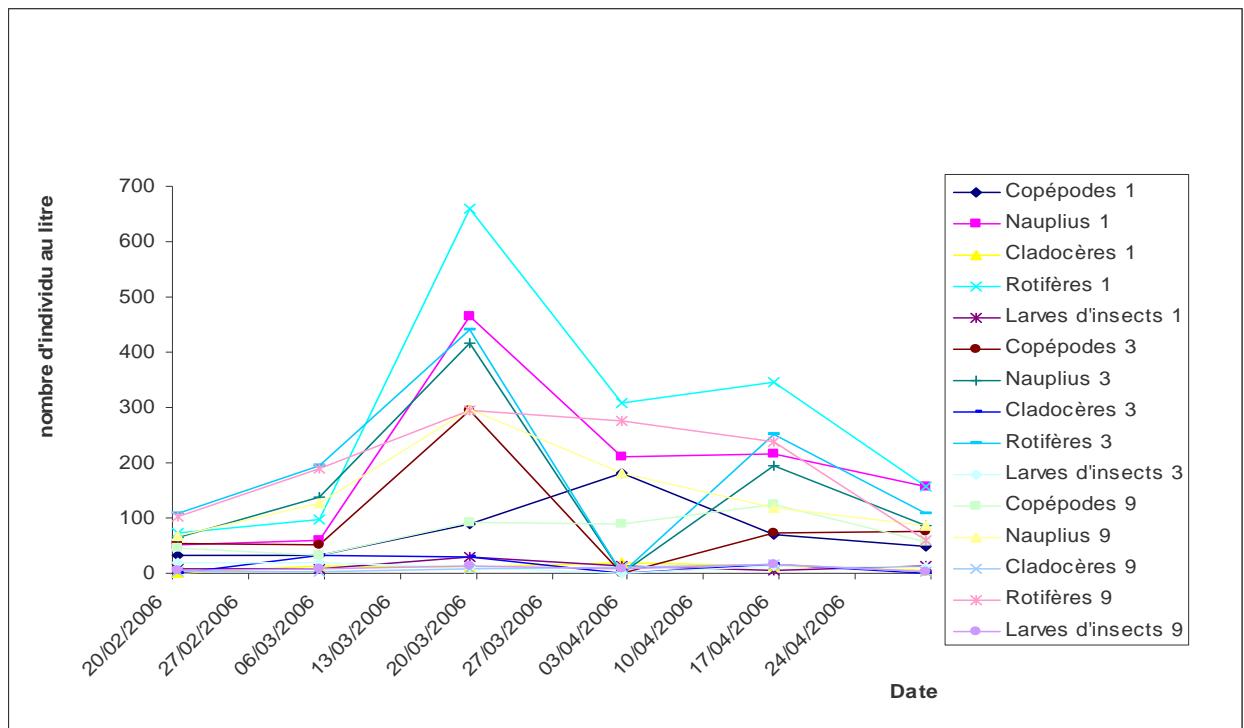
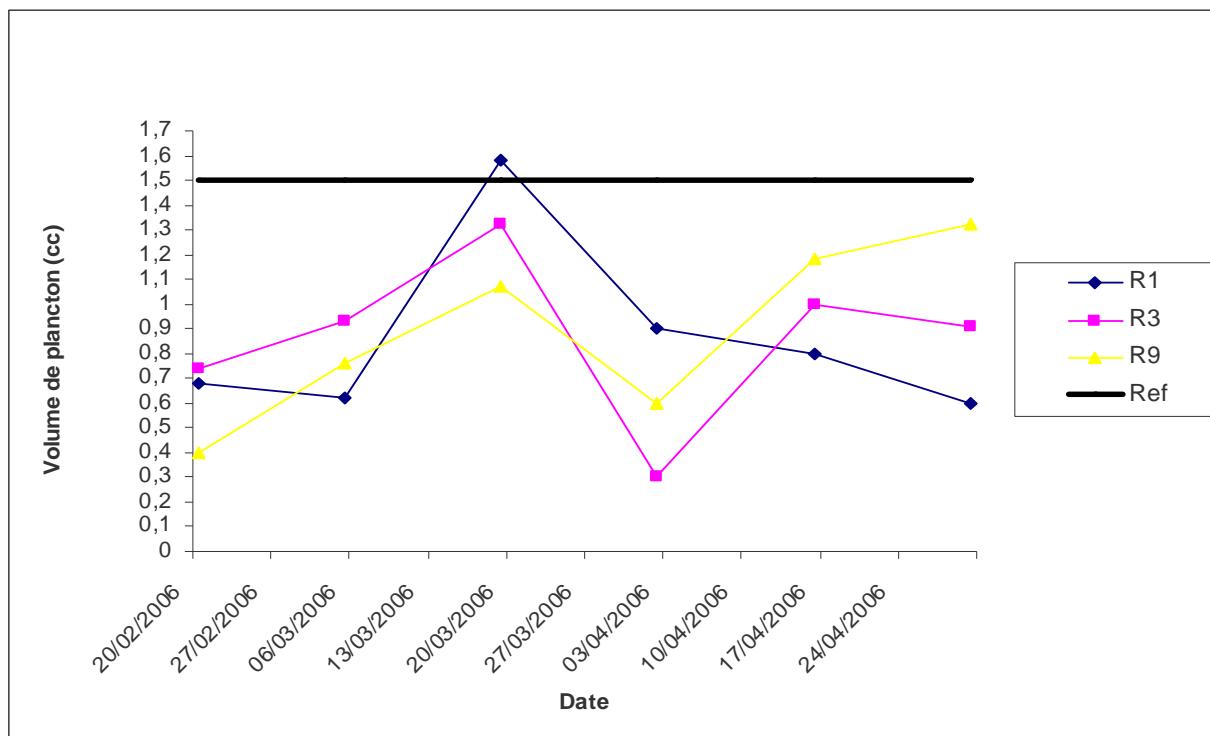


Figure n°12 b : Courbes du biovolume du plancton des rizières R₁, R₃, R₉ traitée avec le concentré PR



Les figures n°12a et 12b représentent le biovolume du plancton et la composition quantitative de zooplancton des rizières (R₁, R₃, R₉) traité avec de la farine de sang (PR).

Les courbes du biovolume du plancton montrent une insuffisance en nourriture naturelle. Ce volume planctonique ne suffit pas pour nourrir les poissons car il est inférieur à 1.5 cc par 50 litres d'eau. Par conséquent, l'aliment apporté est tout consommé donc la ration est augmentée.

Les courbes sont en dents de scie. Cette allure de la figure signifie que la quantité des planctons monte puis diminue. Ceci pourrait s'expliquer par la mort des microorganismes comme tous les êtres vivants et aussi par la consommation du plancton par les jeunes poissons: diminution du biovolume ; et la courbe monte avec la production du plancton.

La composition quantitative en zooplancton est variable. En fait, les faunes planctoniques de la rizière R₃ sont très faibles au 03/04/06. Cela peut être dû à diverses causes comme l'exploitation planctonique excessive par les poissons, la variation de température. Ensuite, elles prolifèrent le 17/04/06.

Figure n°13 a : Courbes de la composition quantitative de zooplancton des rizières R₂, R₄, R₁₀ traitée avec PV

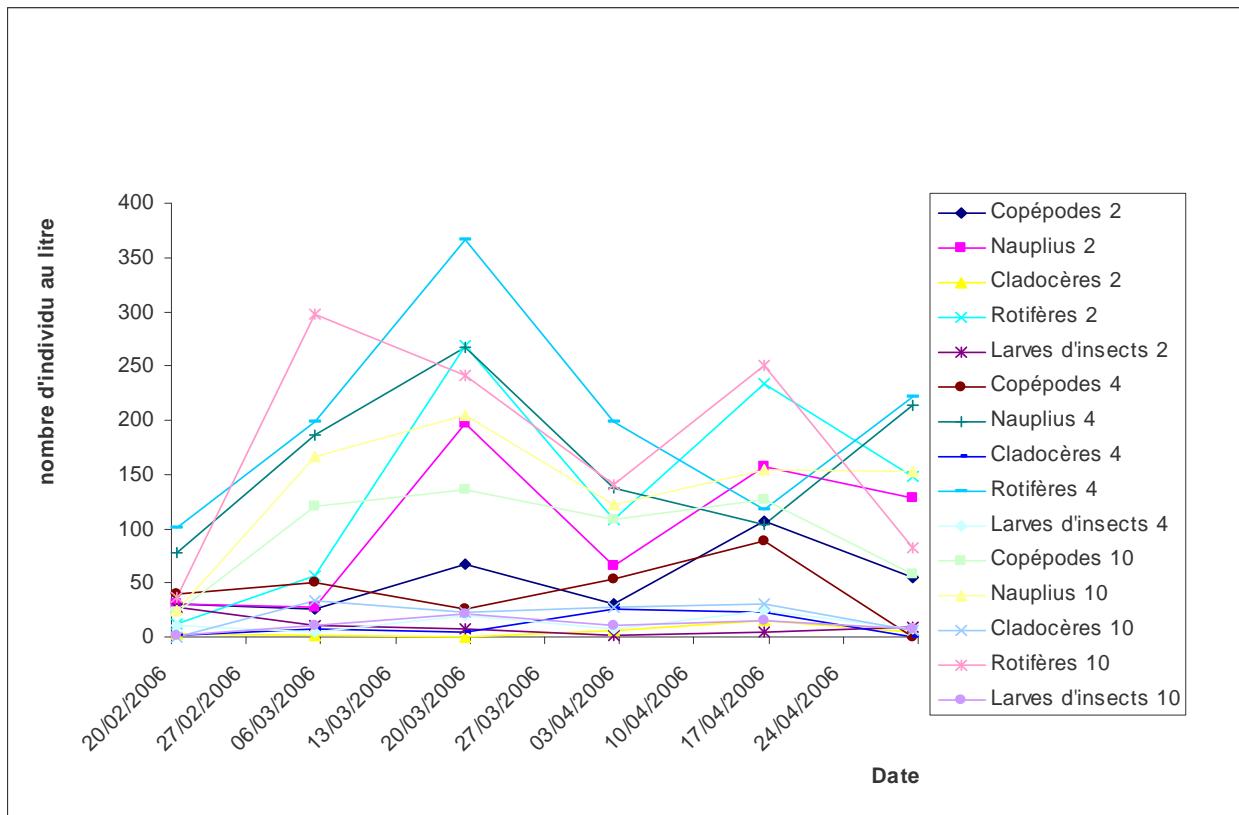
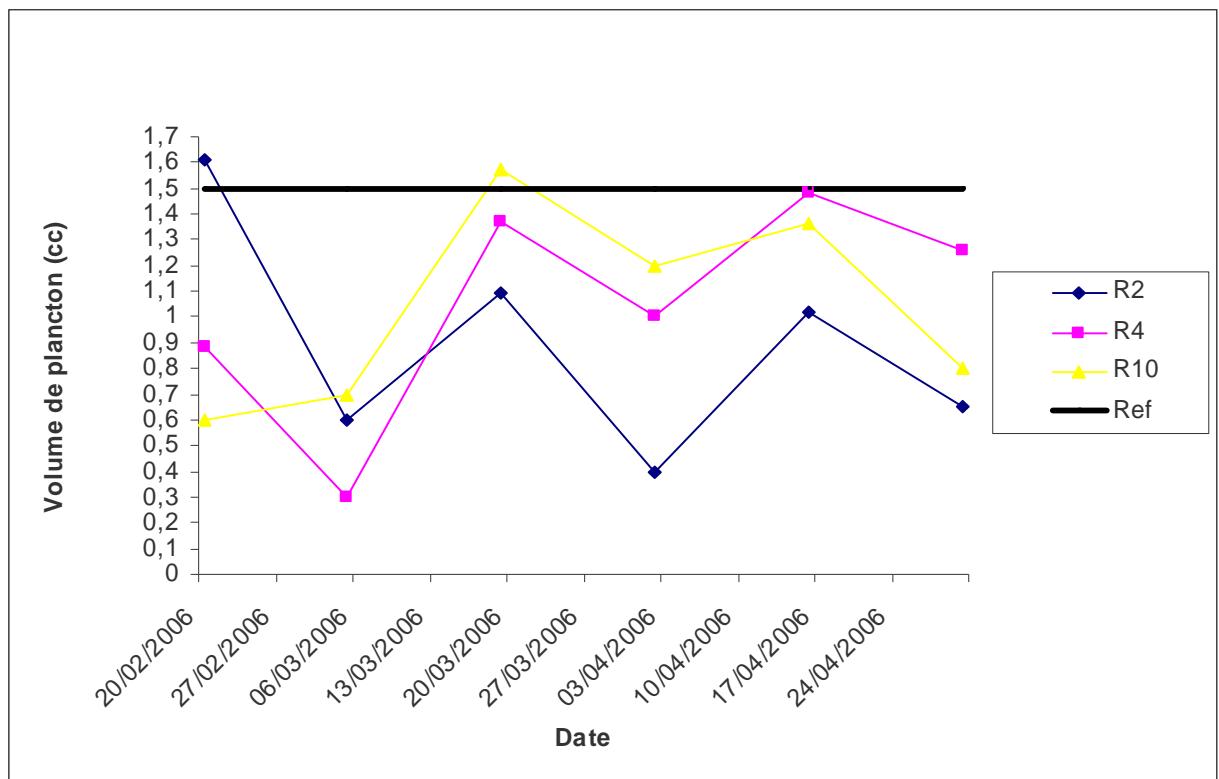


Figure n°13 b : Courbe du biovolume du plancton des rizières R₂, R₄, R₁₀ traitée avec PV



Ces figures n° 13a et 13b représentent le biovolume du plancton et la composition quantitative du zooplancton dans les rizières R₂, R₄, R₁₀, traitées avec du termite (PV)

Le biovolume du plancton de R₂ est supérieur à 1.5 cc le 20/02/06. Ceci s'explique par la pullulation des organismes planctoniques.

La figure n°13b montre que le volume planctonique est insuffisant car ces organismes planctoniques sont très exploités par les faunes aquatiques (les poissons, les prédateurs, etc.). Par conséquent, la production observée est faible et ceci affecte la croissance ainsi que le taux de survie des poissons dans ces rizières.

La stagnation de l'eau de chaque parcelle de rizière est pratiquée afin que les éléments nutritifs soient utilisés par les transformateurs pour être disponibles pour les poissons. Ainsi, la production de nourriture naturelle est favorisée vers le 20/03/06 (cf. courbe n°16 b).

Comparé avec ce que RALAMBOMANANA a trouvé en 1994 (28), la fertilisation des étangs détermine l'amélioration de la production piscicole par le biais de la production de nourritures naturelles dont se nourrissent les alevins. Le biovolume maximal enregistré est 2cc, cette valeur du biovolume est suffisante pour nourrir les poissons.

La composition quantitative de plancton est augmentée en général jusqu'au 20/03/06. En fait, les carpillons exploitent à la fois les aliments naturels et artificiels, ce qui permet aux planctons de se reproduire. Après cette date, le zooplancton diminue en quantité cela pourrait être dû aux préférences alimentaires des poissons.

Figure n°14 a : Courbes de la composition quantitative de zooplancton des rizières R₅, R₆, R₁₁

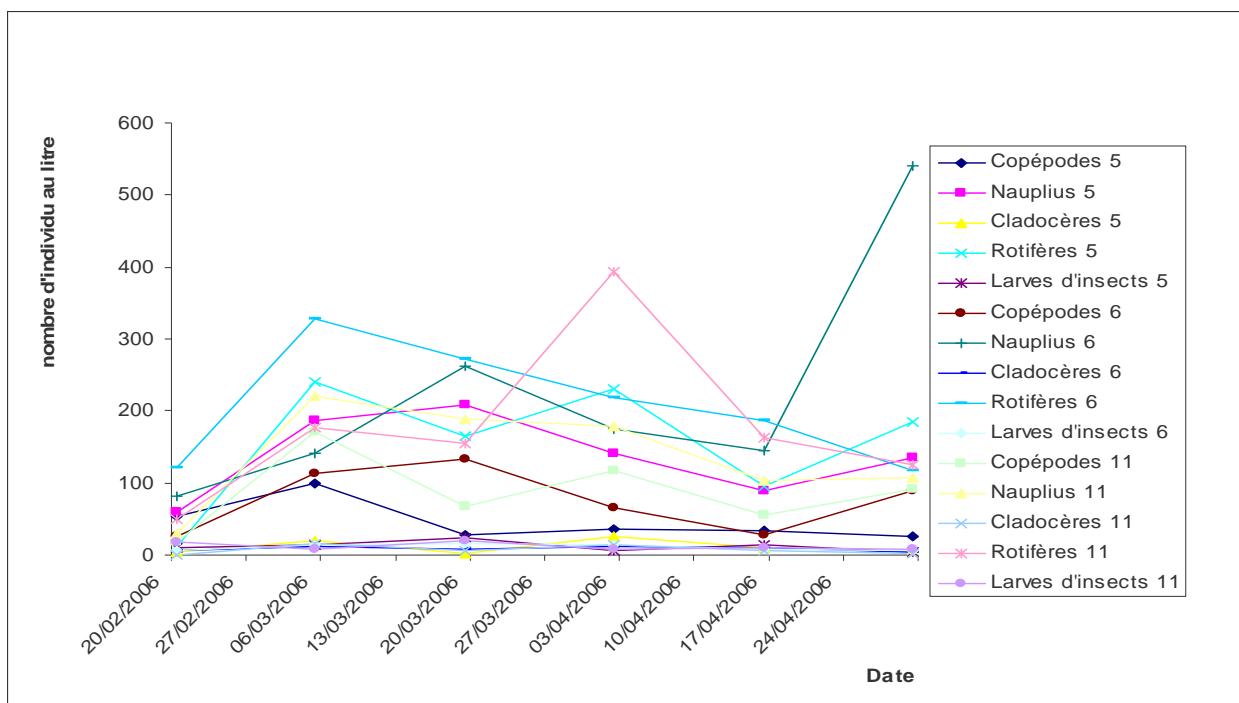
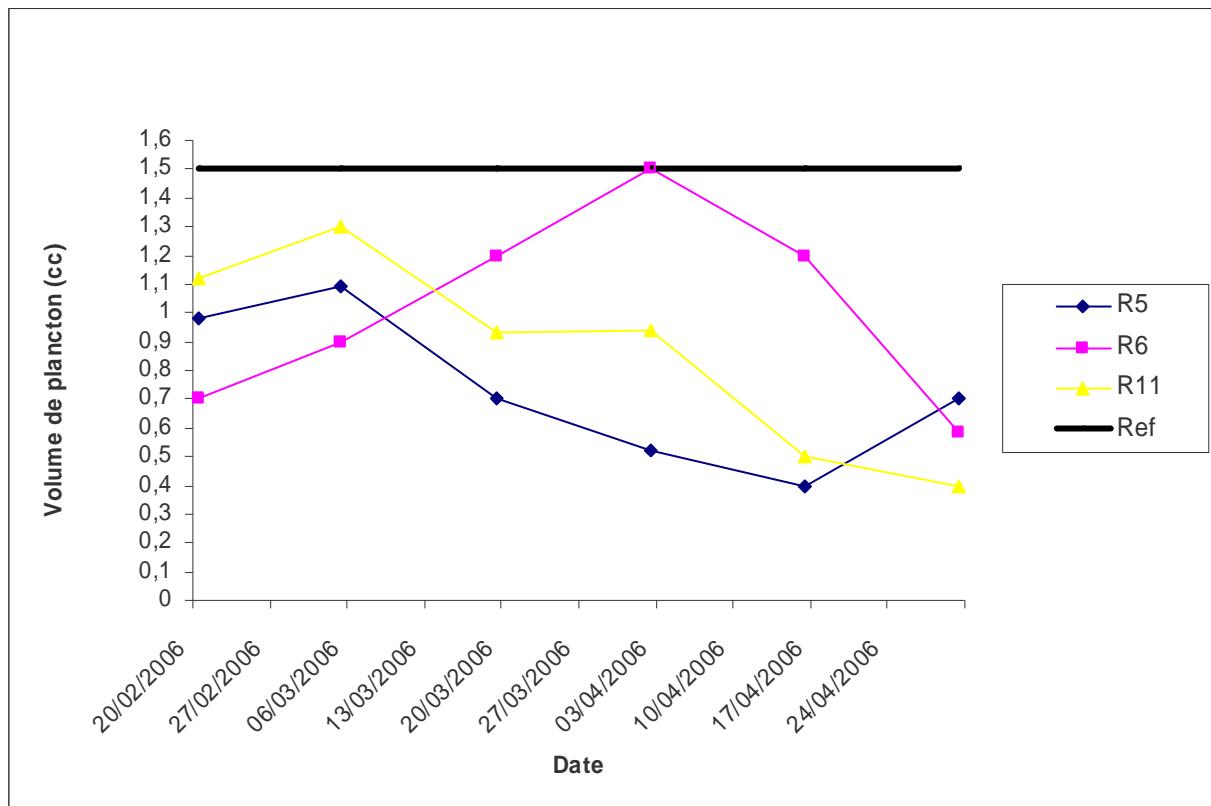


Figure n°14 b : Courbe du biovolume du plancton des rizières R₅, R₆, R₁₁ (témoin)



Les courbes n°14a et n°14b montrent respectivement la composition quantitative de zooplancton dans les rizières témoin et la courbe des variations du biovolume planctonique des mêmes rizières. Il y a une variation du biovolume à chaque instant. En fait, le cycle des organismes planctoniques est très court (1.5 jours les Rotifères à 45 jours pour les Copépodes) (20).

D'après la norme sur le biovolume planctonique donnée par SCHLUMBERGER en 1982 (35), le biovolume doit être 1.5 cc pour que le milieu aquatique (plan d'eau) puisse nourrir à bien les poissons. Les valeurs du biovolume planctonique dans les rizières témoin (R₅, R₆, R₁₁) diminuent au cours de l'élevage. Ceci s'explique par l'exploitation excessive du plancton par les poissons malgré l'apport de la fumure organique. Cette dernière est de favoriser cette production de nourriture naturelle. La production (1 cc en moyenne) est médiocre pour nourrir les poissons, par conséquent, la croissance, le taux de survie des poissons dans ces rizières sont faibles.

La courbe n°14b ci-dessus n'a pas la même allure que celle de RALAMBOMANANA en 1994 (28) a trouvée car dans chaque rizière, les poissons n'ont pas les mêmes préférences alimentaires sur les différentes catégories de nourriture.

La composition quantitative du zooplancton des rizières témoins montre l'existence de nauplius ; cela indique la période de reproduction des Copépodes. Alors la quantité d'aliment naturel augmente.

Figure n°15 a : Courbes de composition quantitative de zooplancton des rizières R₇, R₈, R₁₂

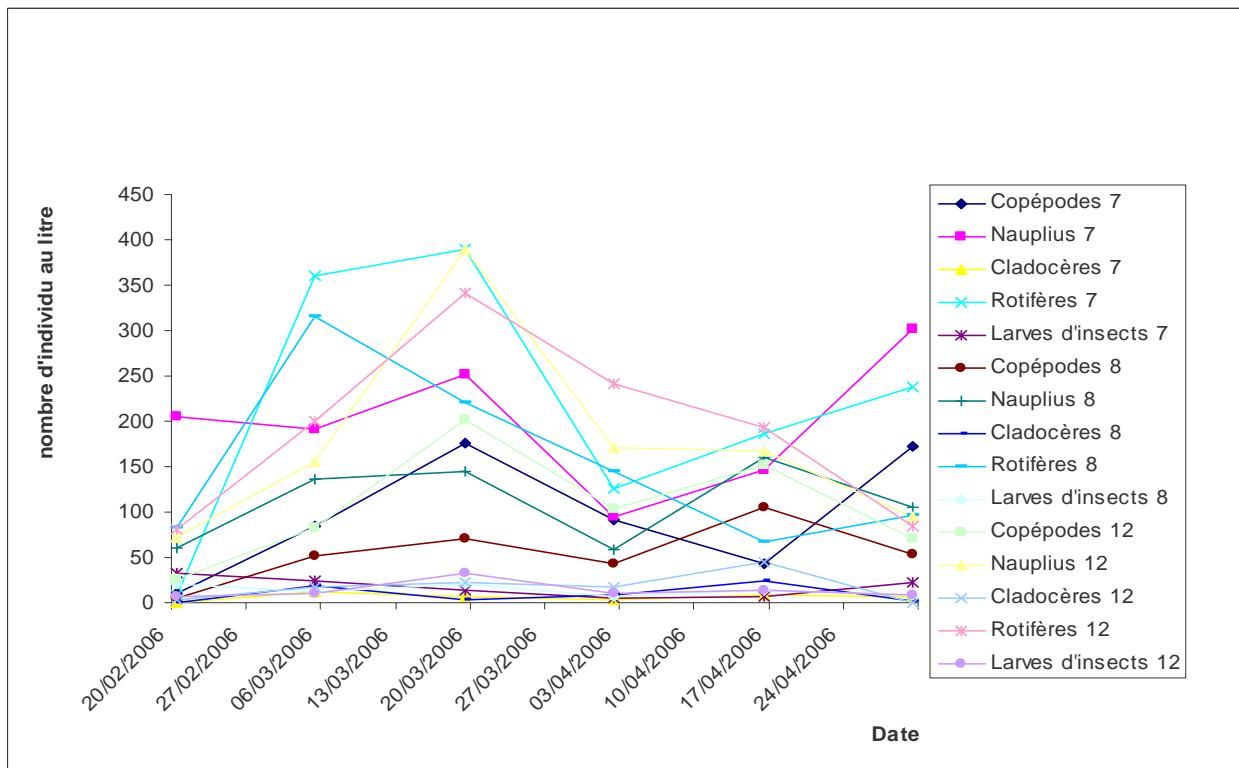
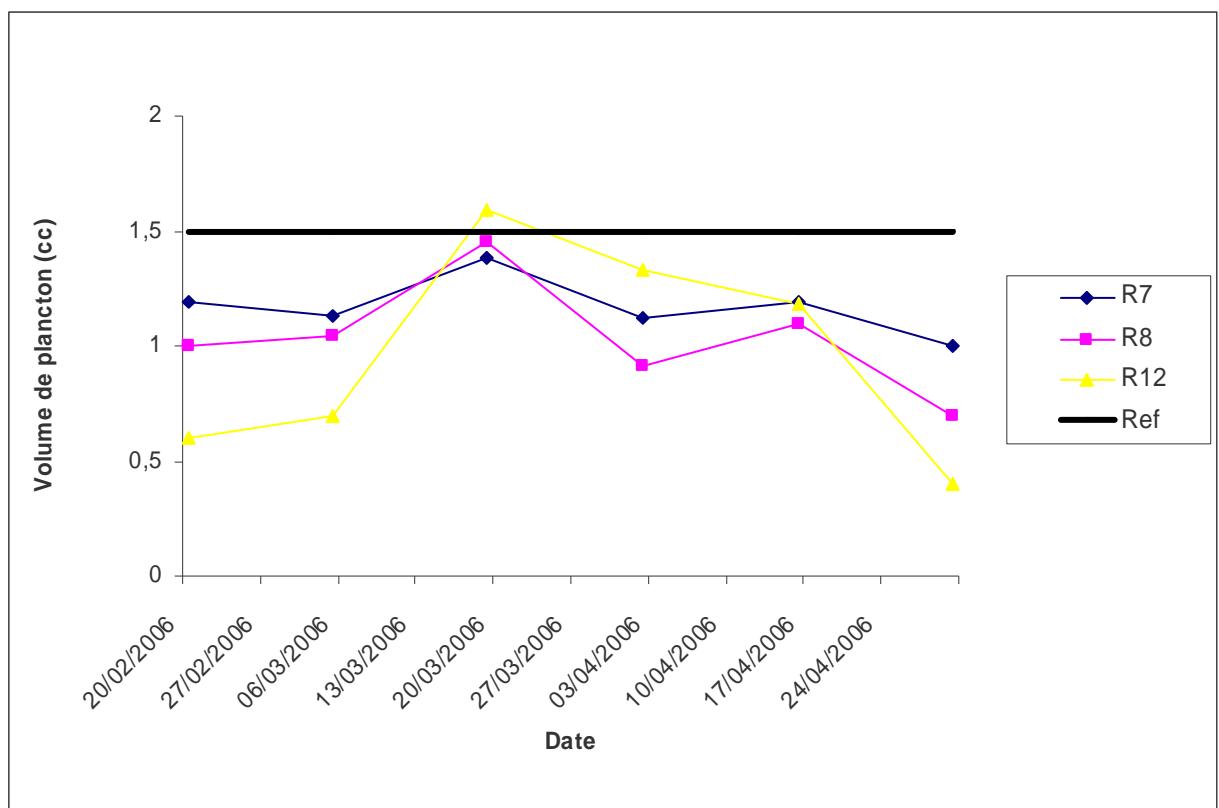


Figure n°15 b : Courbe du biovolume du plancton des rizières R₇, R₈, R₁₂ traitée avec la provende PT



La courbe de biovolume du plancton n°15 b dans les rizières (R₇, R₈, R₁₂) montre que le volume planctonique de R₇ et R₁₂ est proche de 1.5cc, norme pour nourrir les poissons.

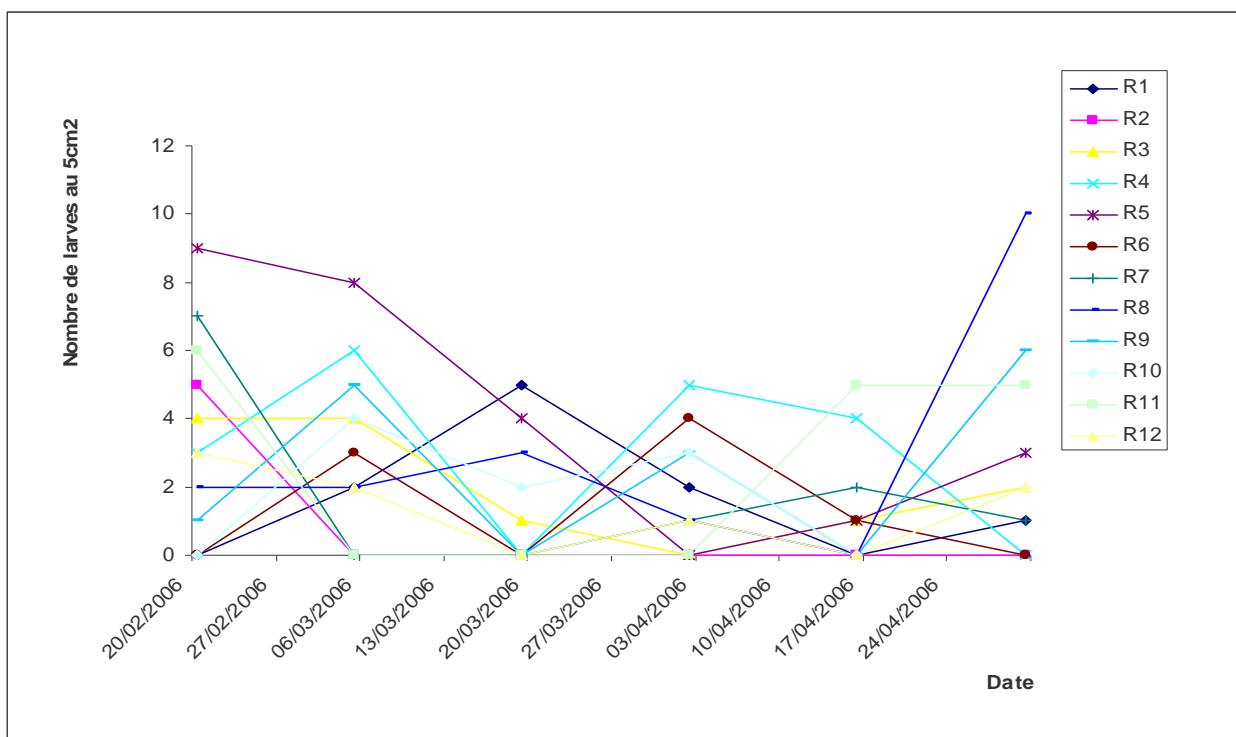
Sur celui de R₈, l'allure de la courbe est en dents de scie cela signifie qu'il y a diminution et augmentation en quantité du plancton. En fait, les microorganismes meurent et sont mangés par les carpillons, ce qui entraîne la diminution du volume planctonique. La production des planctons augmente la quantité des nourritures naturelles pour les poissons. En fait, la rizière R₈ a été recouverte de sables dû aux torrents (ensablement) donc même avec l'apport de la fumure organique, la production planctonique reste faible.

En plus la température a une influence sur la production planctonique.

Pour la composition du zooplancton, l'augmentation à partir de 06/03/06 montre que la production des faunes planctoniques est très favorisée. Vers 20/03/06, la composition quantitative des microorganismes diminue. Cela peut être dû par divers facteurs comme la mort des planctons, etc. L'influence du nourrissage et la fertilisation améliorent le taux de survie et la croissance des poissons.

IV.2-1-2 Benthos

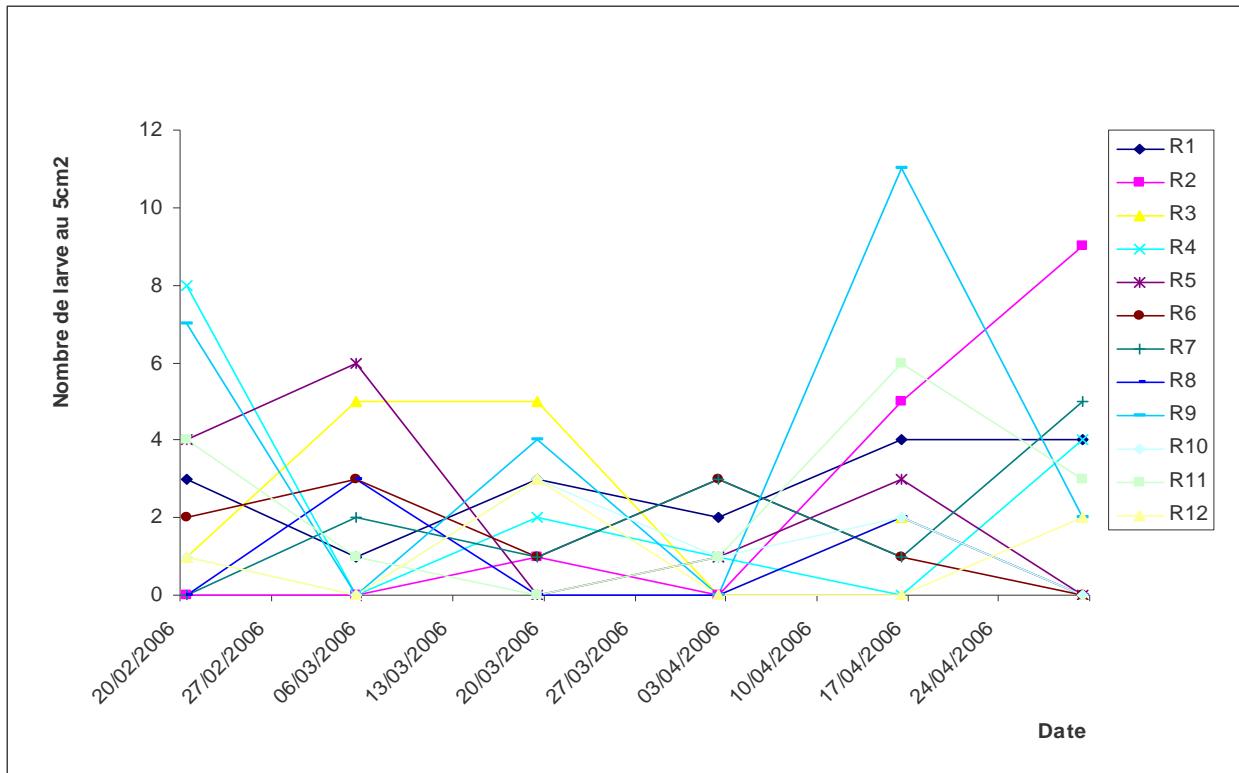
Figure n°16 : Courbes des variations de la quantité de larves de Chironomides



La figure n°16 montre les variations en nombre des larves de chironomides au 5cm² lors de l'essai. Comme les poissons sont très friands de larves, la population de larves de chironomes diminue. Or il y a une légère augmentation dans la rizière R₈ en particulier. Cela s'explique par la reproduction des Chironomides de R₈ qui compense le nombre de larves mangées par les poissons.

A la fin de l'élevage, il y a des différences entre les nombres de larves. Ces différences se voient entre les rizières témoins et les autres traitements car les larves des insectes benthiques sont très exploitées par les carpes dans les rizières témoins (R₅, R₆ et R₁₁). Par contre, les poissons nourris utilisent moins les larves.

Figure n°17 : Courbes des variations de la quantité de larves de Ceratopogonides



La courbe n°17 montre l'évolution en nombre de larves de Ceratopogonide sur 5cm² au cours du temps. D'après l'allure de la courbe, les larves de Ceratopogonides sont appréciées par les poissons. Leur nombre augmente à la fin de l'élevage, sauf pour ceux des rizières témoins. Cet accroissement est dû aux conditions favorables pour la reproduction des Ceratopogonides.

C] ETUDE DE LA CROISSANCE DES POISSONS

IV.3 Etude de la croissance des poissons : Taille ; Poids

Les résultats obtenus sont donnés dans le tableau n° 10.

Tableau n°10 : Résultats obtenus à la vidange

Rizière	Traitement	Surface (m ²)	Nombre alevin déversé	Résultats à la vidange		
				Nombre poisson	Poids Total (g)	Taux Survie (%)
R ₁	PR	64	32	12	1250	37.5
R ₃		47.5	24	10	1185	41.6
R ₉		36	18	9	880	50
R ₂	PV	64	32	12	1265	37.5
R ₄		49	25	7	790	28
R ₁₀		30	15	7	750	46.6
R ₅	Témoin	77	39	13	975	33.33
R ₆		54	27	11	430	40.7
R ₁₁		77	39	25	1520	64.1
R ₇	PT	40	20	15	1255	75
R ₈		55	28	12	1400	42.85
R ₁₂		57.5	28	8	1064	28.57

- Provende à base de farine de sang (PR);
- Témoin : sans apport de nourriture;
- Aliment à base de termite (PV);
- Provende à base de farine de poisson (PT).

IV.3-1 Dimension des rizières

Les dimensions des rizières prises pour cette expérience sont suffisantes car le nombre de carpes déversées est effectué en fonction de la dimension (respect de l'espace vitale de la carpe).

IV.3-2 Taille, poids

Concernant la taille, le rapport longueur sur hauteur (L/H) pour la carpe est de 2.6 (38), la valeur obtenue est 2.5 en moyenne (cf. Annexe n°2). Ce rapport L/H obtenu est dans la norme trouvée par VIVIER, 1954 (38).

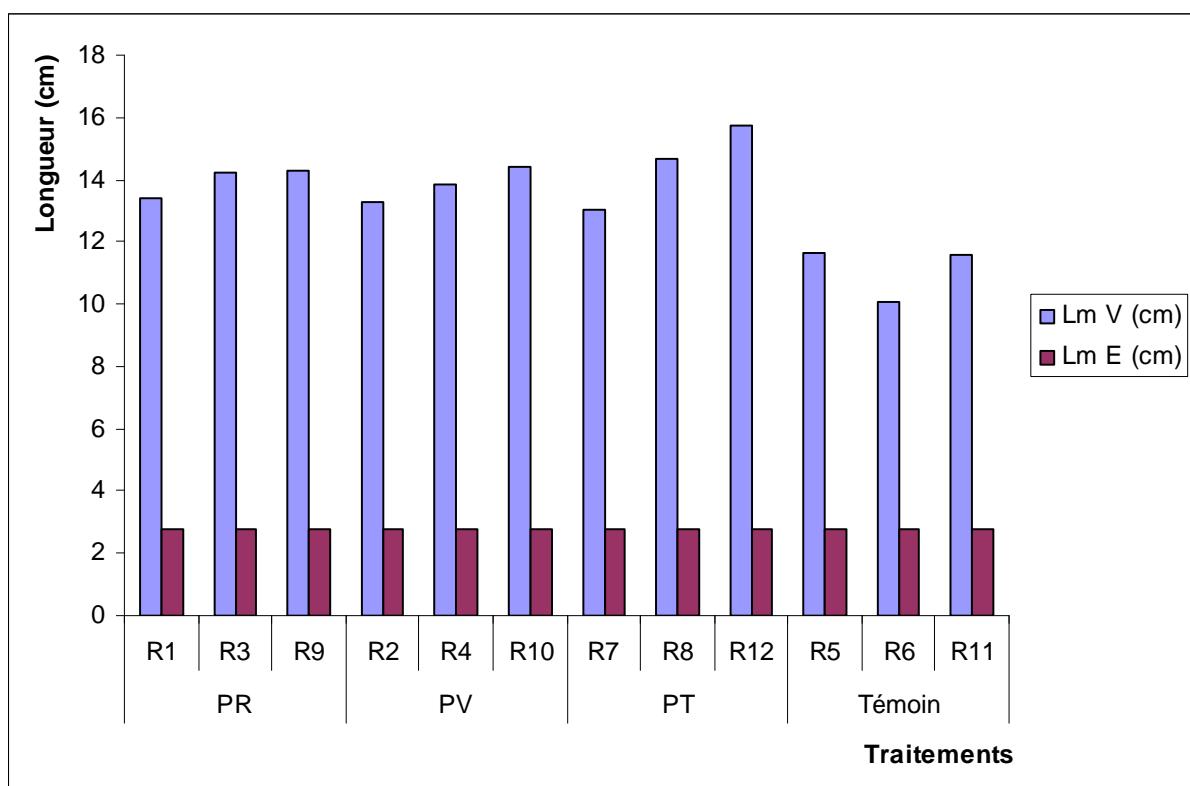
Les résultats sont en moyenne : 106.94g pour le PR ; 107.88g pour le PV ; 66.43g pour le témoin et 106.26g pour le PT.

Les courbes de variations de la taille et du poids (figure n°18 et n°19) ci-après montrent les résultats obtenus. Il y a une grande différence sur la taille et le poids des carpes dans les rizières témoins et ceux des poissons dans les rizières dotées d'aliments complémentaires. D'où la nourriture artificielle est très efficace pour la croissance des poissons.

Cette conclusion sera confirmée par les comparaisons statistiques (cf. analyse de la variance).

IV.3-2-1 Variation de la taille

Figure n°18 : Variation de la taille



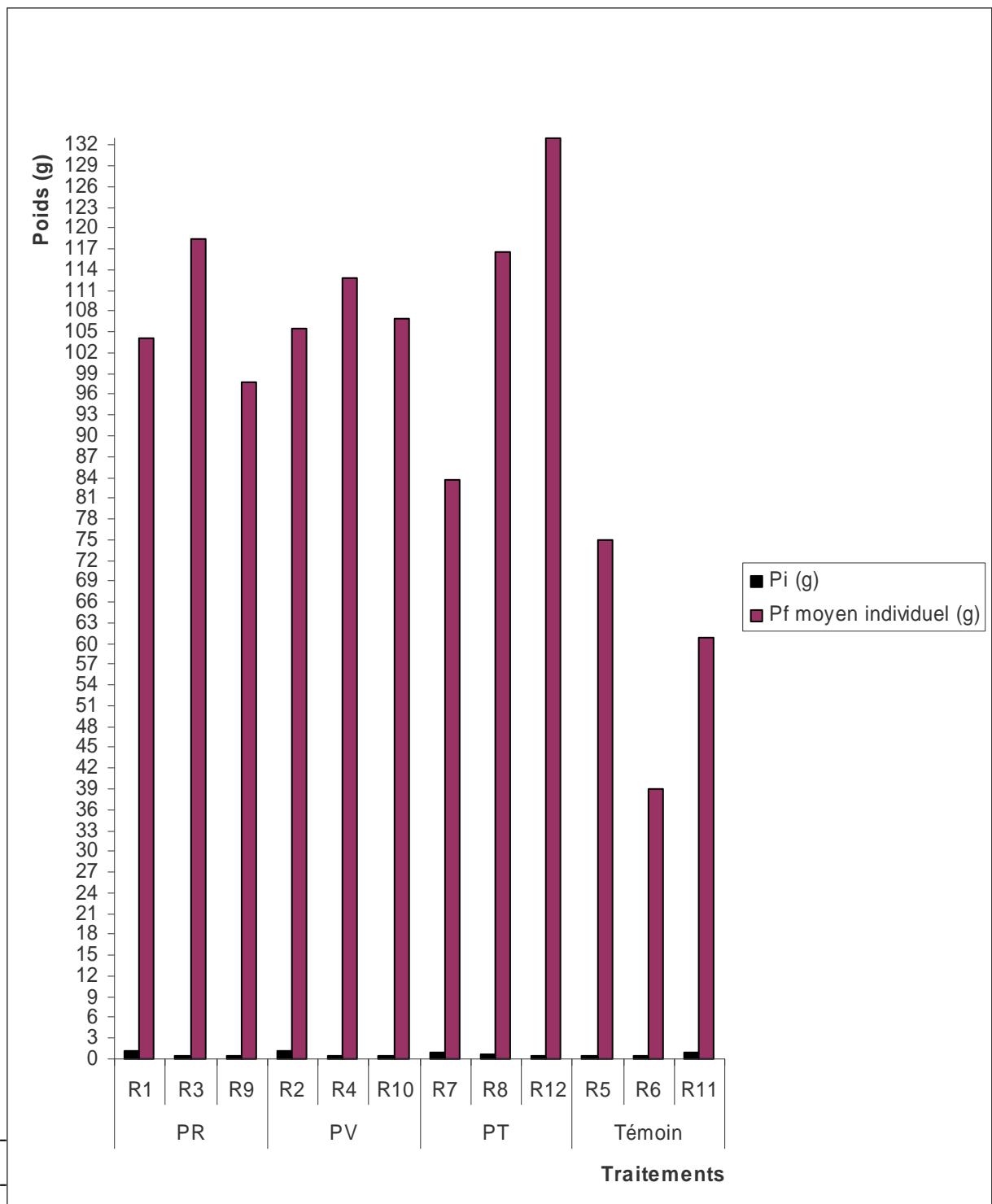
- Lm V : Longueur moyenne à la vidange (cm)
- Lm E : Longueur moyenne à l'Empoissonnement (cm)
- PR : Provende à base de farine de sang; - PV : Aliment à base de termite;
- PT : Provende à base de farine de poisson ; - Témoin (sans nourrissage).

Ces courbes (figure n°18) représentent la variation de la taille des poissons en fonction des traitements. Ces résultats sont assez satisfaisants sauf pour les poissons dans les rizières

témoins où leurs nourritures sont insuffisantes (cf. biovolume). Le traitement avec la farine de poisson (PT) s'est montré très distinct face aux autres traitements (farine de sang et farine de termite). Ce type d'aliment est plus apprécié par les carpes.

IV.3-2-2 Variation du poids

Figure n°19 : Efficacité des traitements en fonction du poids moyen individuel des poissons



- Aliment à base de farine de sang (PR) ;
- Aliment à base de farine de poisson (PT) ;
- Aliment à base de termite (PV) ;
- Témoin : sans apport de nourriture).

La figure n°19 représente le poids moyen individuel des poissons récoltés en fonction des traitements appliqués :

- La croissance des poissons nourris avec de la farine de poisson (PT) est nettement meilleure (poids moyen 115.82g). En fait, la farine de poisson est riche en protéines (700g/Kg d'aliment) (6).
- Ensuite, la croissance de la carpe obtenue avec le traitement à base de farine de termite (PV) est aussi la meilleure (poids moyen 108.08g).
- Puis, les poissons nourris avec de la farine de sang PR (poids moyen 106.08g) occupent la troisième place.

Le poids moyen des poissons obtenus dans les rizières témoins est de 66g. Ainsi, ces résultats montrent l'avantage du nourrissage des poissons, pour augmenter la production piscicole (cf. classement des concentrés tableau n°12).

L'analyse de la variance est ci-après. Le seuil de signification a été fixé à la probabilité inférieure à 5% (intervalle de confiance à 95% pour le poids moyen individuel)

H_0 : Hypothèse, les traitements apportent les mêmes améliorations sur la croissance des poissons.

Les résultats de l'analyse de la variance sont résumés dans le tableau n°11 après le traitement des données par le logiciel StatBox V6.5.

Tableau n°11 : Analyse de la variance du poids

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	7800,525	11	709,139				
VAR.FACTEUR 1	6350,474	3	2116,824	11,679	0,00301		
VAR.RESIDUELLE 1	1450,051	8	181,256			13,463	13,90%

Cette comparaison de moyenne signifie que d'après le TEST de FICHER :

F calculé = 11.67 et F 0.05 = 0.003.

F calculé est supérieur à F 0.05 donc, d'après GOUET en 1974 (13), la différence est hautement significative (HS) si F calculé est supérieur à F 0.05.

Alors, le traitement par l'apport des aliments concentrés aux poissons apporte des améliorations par rapport aux témoins.

Tableau n°12 : Classement des concentrés

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
4.0	PT	115,82	A	
2.0	PV	108,08	A	
1.0	PR	106,087	A	
3.0	Témoin	57,537		B

D'après ce tableau n°12, on peut classer les aliments concentrés comme suit :

- la nourriture à base de farine de poissons (PT) est en tête de liste du point de vue croissance
- elle est suivie de l'aliment PV
- la dernière est celle du concentré PR.

IV.3-3 Nombre de jours d'élevage

Rappelons que la durée de l'élevage a été de 95 jours soit trois mois environ pour un cycle de riz de 114 jours. L'empoissonnement se fait 8 jours après repiquage juste au moment où les plants de riz reprennent. Ce déversement est effectué plus tôt afin que les poissons puissent atteindre la taille commerciale (120 g) en 3 mois environ. Cette durée d'élevage est suffisante pour permettre au développement des poissons.

IV.3-4 Taux de survie de la carpe

Tableau n°13 : Taux de survie des poissons

Rizière	Traitemen	Taux de survie (%)
R ₁		37.5
R ₃	PR	41.6
R ₉		50
R ₂		37.5
R ₄	PV	28
R ₁₀		46.6
R ₅		33.33
R ₆	Témoin	40.7
R ₁₁		64.1
R ₇		75
R ₈	PT	42.85
R ₁₂		28.57

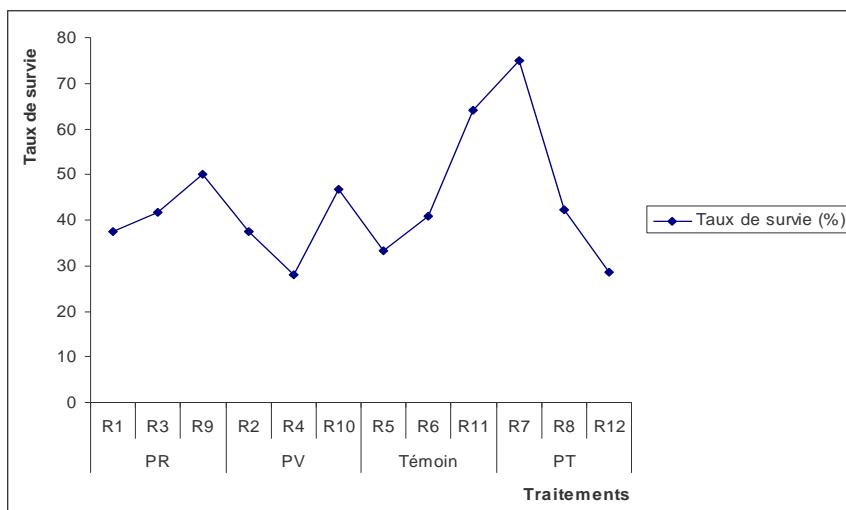
- Aliment à base de farine de sang (PR);

- Aliment à base de termite (PV);

- Témoin : sans apport de nourriture;

- Aliment à base de farine de poisson (PT).

Figure n°20 : Taux de survie des poissons à la vidange



Les résultats du taux de survie des poissons sont donnés par le tableau n°13 et représentés par la figure n°20. Sauf pour le traitement PV (taux de survie: 37.37%), on a des taux de survie un peu élevés dont 43.03% pour le PR, 46.04% pour le Témoin et 48.81% pour le PT.

En 1997, RAKOTOAMBININA (26) a trouvé un taux de survie de 96 % en rizipisciculture, ce qui est largement supérieur à nos résultats.

Les explications de ces taux de survie reposent sur :

- la densité d'empoisonnement qui est de 25/are contre 50/are,
- la durée d'élevage : 51 jours contre 95 jours,
- l'utilisation des alevins prégrossis : 5-6cm contre 2-3cm,
- le remplacement des alevins morts par un nombre équivalent dans cinq jours qui suivent le déversement, ce qui n'était pas le cas dans notre expérimentation.

En outre, l'influence de l'application d'engrais risque de provoquer un déficit en oxygène (pour la minéralisation) surtout à craindre aux heures matinales par temps chaud ; cela pourrait être néfaste à la survie des poissons. De plus, il peut y avoir aussi quelques prédateurs restant et se développant dans les rizières qui causent la mort des carpillons (cas de R₄ où un carpillon a été trouvé mort parmi les 25 déversés soit 0.04% et 3 carpillons morts sur 27 dans R₆ soit 0.11%).

La comparaison des moyennes est la suivante :

H_0 : Hypothèse, les traitements apportent les mêmes améliorations sur la croissance des poissons. Les résultats de l'analyse de la variance sont résumés dans le tableau n°14

Tableau n°14 : Analyse de la variance du taux de survie de la carpe

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	2151,306	11	195,573				
VAR.FACTEUR 1	226,814	3	75,605	0,314	0,81603		
VAR.RESIDUELLE 1	1924,492	8	240,562			15,51	35,68%

D'après ce tableau n°17, F calculé égal à 0.31 et F 0.05 égal à 0.81.

Ainsi, F calculé est inférieur à F0.05, la différence est non significative (NS) comme l'a démontrée le Test de FICHER. Le traitement n'influe pas sur le taux de survie des poissons.

IV.3-5 Gain moyen quotidien (GMQ)

Le gain moyen quotidien est le rapport du poids final (P_f) moins le poids initial (P_i) sur le nombre de jours d'élevage soit la formule : (P_f-P_i)/nombre de jours d'élevage.

Le gain moyen quotidien de la carpe est donné dans le tableau n°15.

Tableau n°15 : Gain moyen quotidien (GMQ) de la carpe.

Rizières	Traitements	P _i (g)	P _f (g)	GMQ (g/j)
R ₁	PR	1.25	104.16	1.08
R ₃		0.42	118.5	1.24
R ₉		0.5	97.78	1.02
R ₂	PV	1.2	105.42	1.09
R ₄		0.44	112.86	1.18
R ₁₀		0.53	107.14	1.12
R ₅	Témoin	1	80.38	0.83
R ₆		0.74	39.09	0.4
R ₁₁		0.54	60.8	0.64
R ₇	PT	0.5	83.67	1.04
R ₈		0.46	116.67	1.22
R ₁₂		0.9	133	1.39

- P_i : poids moyen au déversement (50 carpillons à l'are)

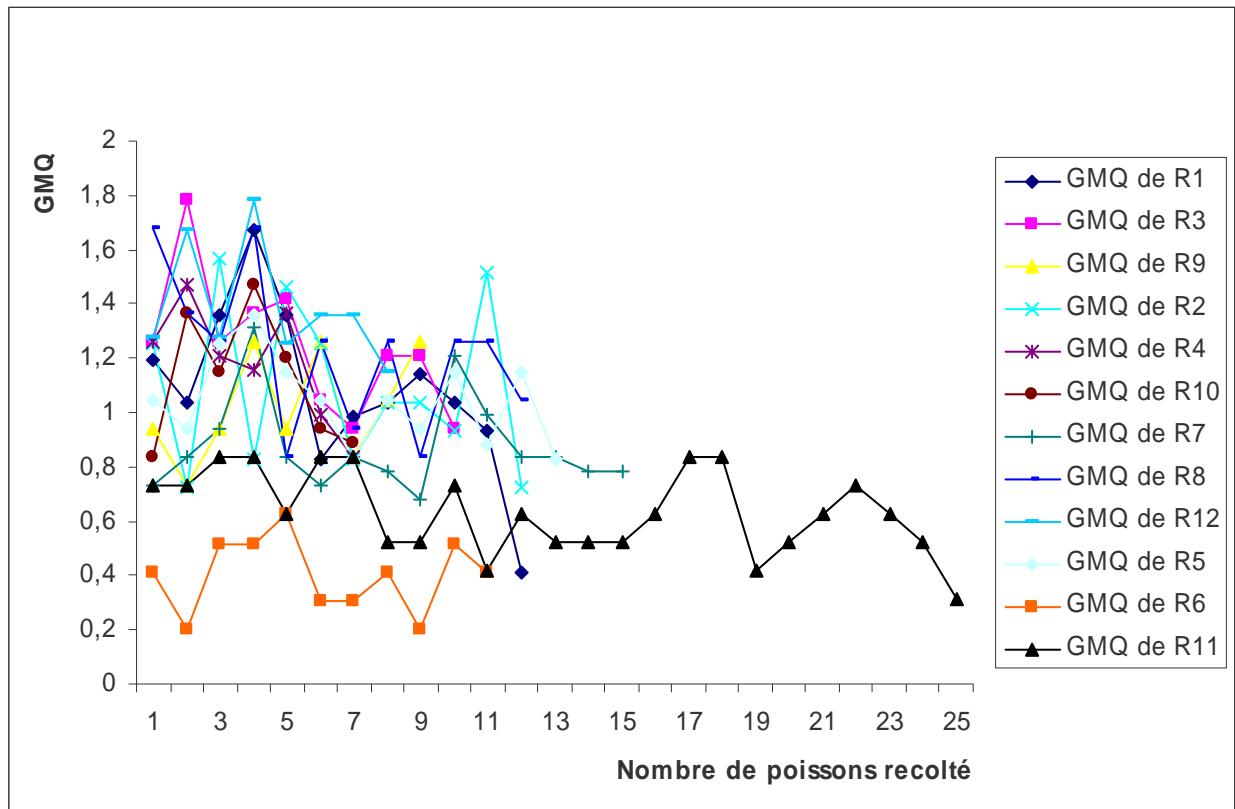
- P_f : poids moyen à la vidange

- PR : Aliment concentré à base de farine de sang; - PV : Aliment à base de termite ;

- Témoin (sans nourrissage) ; - PT : Aliment concentré à base de farine de poisson.

Le tableau n°15 nous montre les variations de gain moyen quotidien (GMQ) en fonction des traitements (Témoin, PT, PR, PV). Si on considère chaque rizière et les traitements, il y a des différences nettes concernant les GMQ. Les meilleurs sont ceux du R₁₂ avec un GMQ : 1.39g/j traité avec le PT ; ensuite R₃ avec 1.24g/j traité avec le PR. La provende à base de farine de poisson (PT) est appréciée par les poissons. D'ailleurs du point de vue qualité, la farine de poisson est riche en protéines, à haute valeur énergétique (cf Annexe n°3). Et l'espace vital des poissons est aussi la cause de cette croissance rapide des poissons. De ce fait, la quantité de la provende PT distribuée était augmentée.

Figure n°21 : Gain moyen quotidien de la carpe lors de l'essai



La figure n°21 montre la variation du GMQ en fonction du nombre de poissons récoltés. Les GMQ des poissons témoin sont faibles par rapport aux poissons nourris.

Donc, il y a une influence très nette sur le nourrissage des poissons en fonction du type d'aliment qu'on leur donne (cf. analyse de la variance du GMQ).

Tableau n°16 : Analyse de la variance (variable GMQ)

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,868	11	0,079				
VAR.FACTEUR 1	0,624	3	0,208	6,832	0,01383		
VAR.RESIDUELLE 1	0,244	8	0,03			0,175	17,37%

F calculé = 6.8 et F_{0.05} = 0.01. D'après le Test de FICHER, la différence est hautement significatif (HS) c'est-à-dire l'apport de la nourriture artificielle améliore la croissance des poissons par rapport aux témoins.

IV.3-6 Production piscicole totale

La production secondaire est donnée par la formule de BOYSEN-JENSEN.

$$\text{Production secondaire} = [(No + Nf) / 2] \times \Delta P$$

Avec : No : Nombre d'alevin déversé

Nf : Nombre de poisson récolté

ΔP : Variation du poids

Tableau n°17 : Production piscicole totale lors de l'essai

Rizières	Surface (m ²)	Traitements	N _o	N _f	△P (g)	Production totale (g)
R ₁	64	PR	32	12	102.91	2264.17
R ₃	47.5		24	10	118.08	2007.42
R ₉	36		18	9	97.27	1313.25
R ₂	64	PV	32	12	105.23	2293.04
R ₄	49		25	7	112.41	1798.67
R ₁₀	30		15	7	106.6	1172.70
R ₅	77	Témoin	39	13	74	1924
R ₆	54		27	11	38.35	728.65
R ₁₁	77		39	25	60.26	1928.36
R ₇	40	PT	20	15	99.16	1735.41
R ₈	55		28	12	116.2	2324.04
R ₁₂	57.5		28	8	132.1	2377.92

- N_o : Nombre de poissons au déversement

- N_f : Nombre de poissons récoltés à la vidange

- △P : Variation du poids

- PR : Provende à base de farine de sang;

- PV : Aliment à base de termite;

- Témoin : sans nourrissage;

- PT : Provende à base de farine de poisson.

Le tableau n°17 nous montre la production secondaire des poissons récoltés pendant cette campagne d'élevage. En général, cette production est le résultat de plusieurs facteurs comme le taux de survie, le nombre de jours d'élevage, les facteurs climatiques, etc...

La comparaison entre les poissons témoins et les poissons nourris est évidente. Les résultats du second sont satisfaisants. Donc, le nourrissage des carpes augmente toujours la production piscicole.

IV.3-7 Production piscicole par are

Le tableau n°18 donne la production de poissons obtenue à l'are lors de cette expérience.

Tableau n°18 : Production du poisson par are

Rizières	Traitements	Surface (m ²)	Poids total récoltés (g)	Production à l'are (g)
R ₁	PR	64	1250	1953.12
R ₃		47.5	1185	2494.74
R ₉		36	880	2444.44
R ₂	PV	64	1265	1976.56
R ₄		49	790	1612.24
R ₁₀		30	750	2500
R ₅	Témoin	77	975	1266.23
R ₆		54	430	796.29
R ₁₁		77	1520	1974
R ₇	PT	40	1255	3137.5
R ₈		55	1400	2545.45
R ₁₂		57.5	1064	1850.43

- PR : Aliment concentré à base de farine de sang; - PV : Aliment à base de termite;

- Témoin : sans nourrissage; - PT : Aliment concentré à base de farine de poisson.

Le tableau n°18 nous montre le rendement piscicole obtenu à l'are pendant l'expérimentation.

Pour le traitement PT avec un taux de survie de 48.81%, en 95 jours d'élevage, une production moyenne de 2511.13g de poissons à l'are, nourris avec de la nourriture à base de farine de poisson (PT). Et la moyenne des rizières témoin, sans distribution de concentré, pour 46.04% de survie, la moyenne est de 1375.81g/are. Donc, le résultat de PT est presque le double de celui de la rizière témoin. La croissance des poissons dans les rizières témoins dépend seulement des nourritures naturelles.

Quant au prix de revient du kilogramme, le classement est donné dans le tableau n°20

IV.3-8 Quotient nutritif (Qn)

Le quotient nutritif est le nombre de kilos d'aliment nécessaire pour produire un kilogramme de poissons (38). Il s'agit de quotient nutritif relatif donné par la formule

$$Qn = \text{poids de la nourriture distribuée} / \text{poids du poisson récolté} \quad (30).$$

Poids du poisson récolté = poids dû à la nourriture naturelle + poids dû à la fumure + poids dû à l'alimentation artificielle.

Si Qn est inférieur à 4, alors l'efficacité de la production est bonne (21).

Le tableau n°19 ci-après donne les résultats obtenus :

Tableau n°19 : Qn des poissons dans chaque rizière lors de l'expérience

Rizières	Traitements	Poids du poisson récolté (g)	Poids de la nourriture distribué (g)	Qn
R ₁ R ₃ R ₉	PR	1250	2723	2.17
		1185	2002	1.68
		880	1722	1.95
R ₂ R ₄ R ₁₀	PV	1265	2163	1.71
		790	1659	2.1
		750	1477	1.96
R ₇ R ₈ R ₁₂	PT	1255	1547	1.23
		1400	1799	1.28
		1064	1841	1.73

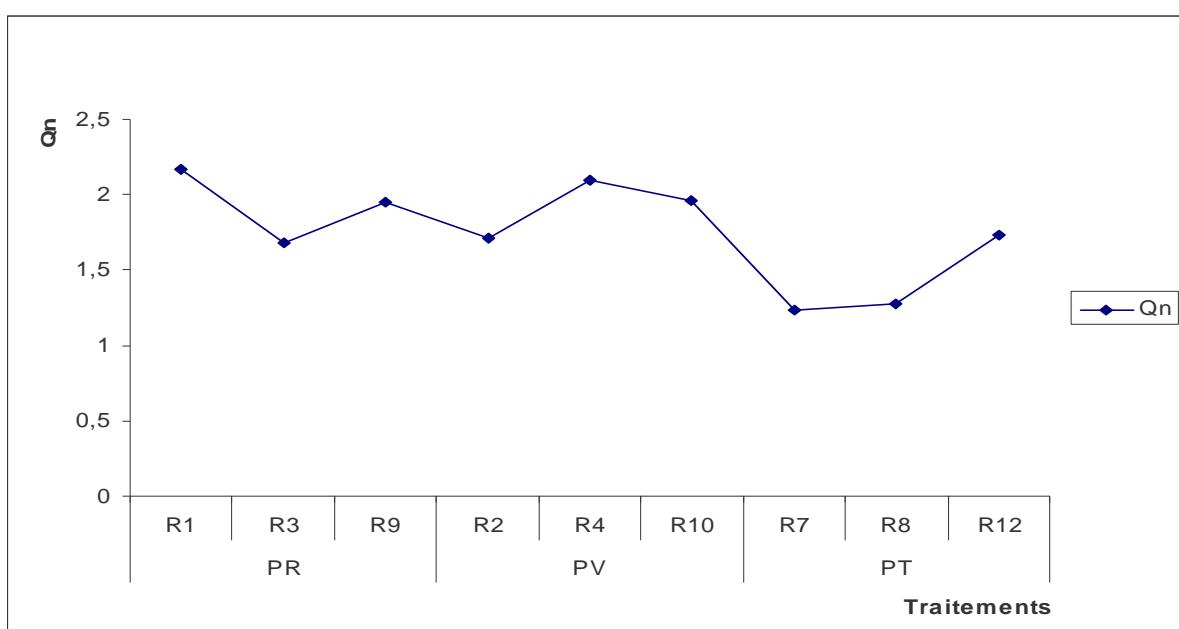
- PR : Aliment concentré à base de farine de sang; - PV : Aliment à base de termite;

- Témoin : sans nourrissage; - PT : Aliment concentré à base de farine de poisson.

Le tableau n°19 nous montre que le quotient nutritif lors de cette expérimentation varie autour de 2 pour les traitements PR et PV. Donc, l'efficacité de la production est bonne dans l'ensemble. La courbe est représentée dans la figure n°22.

Le traitement par l'aliment à base de farine de poisson (PT) avec Qn variant autour de 1.5 est le meilleur coefficient. Mais, le coût de fabrication de cette provende reste à savoir si il sera moins cher par rapport aux autres concentrés PR et PV.

Figure n°22 : Courbes des Qn des poissons dans chaque rizière en fonction des traitements



La figure n°22 décrit le quotient nutritif des poissons obtenu dans chaque rizière en fonction des traitements appliqués. En fait, le Qn permet de déterminer l'importance d'un aliment : plus le Qn est élevé, moins la nourriture est intéressante. Les Qn des poissons alimentés avec le concentré PT sont les moins élevés donc les meilleurs.

IV.3-9 Evaluation du prix de revient des nourritures concentrées

Afin de comparer nos aliments concentrés avec ceux des aliments commerciales pour poisson, le prix du kilogramme des matières premières est ramené au prix de l'unité de MAT (cf. annexes n°3, 4, 5, 6). Ces concentrés apportent pour 1kg d'aliment 36% de MAT. Le coût des matières incorporées est dans le tableau n°20.

Tableau n°20 : Coût des matières incorporées pour 1kg d'aliment (Ar/kg)

MI	Pro	PR	PV	PT
Son de riz fin		5.7	1.5	3
Mais broyé		25	24	88
Manioc broyé		21	4.5	15
Tourteau d'arachide broyé		117	179	162
Farine de sang		304	0	0
Termite		0	0	0
Farine de poisson		0	0	280
TOTAL (Ar)		473	209	548

MI : Matière première utilisée ; Pro : aliment concentré

IV.3-10 Comparaison de notre nourriture concentrée avec l'aliment concentré commercial

Il s'agit d'un calcul théorique dont le but est de montrer l'intérêt de la formulation d'aliment à moindre coût parmi les trois formules.

Si le coût de la nourriture concentrée commerciale est de 800 Ariary/kg, le prix des concentrés fabriqués est donné dans le tableau n°20.

Dans ce tableau n°20, les prix des aliments concentrés fabriqués lors de cette expérimentation sont moins chers par rapport à la nourriture concentrée standard, et la concentrée PV est moins coûteuse (209 Ariary/kg) suivie de PR et enfin l'aliment à base de farine de poisson (PT) avec 548 Ariary le kilogramme.

La comparaison est effectuée sur la base du coût des matières premières.

Malgré l'efficacité de l'aliment à base de farine de poisson (PT) après le test, il est plus coûteux soit le triple du prix de concentré PV.

Les avantages de la nourriture à base de termite (PV) sont :

- elle est moins coûteuse,
- à la portée des paysans,
- deux fois moins chère que PR et PT mais la production est étroitement voisine (110 g à 130 g par individu),
- d'une plus grande valeur énergétique que le témoin,
- elle lutte contre les termites, animaux dévastateurs.

D'où le tableau n°21 donne le classement des rizières en fonction des productions de poissons obtenus.

Tableau n°21 : Classement des rizières en fonction des productions piscicoles

Traitements	Rizières	Productions piscicoles (g)
PT	R ₈	1400
PV	R ₂	1265
PT	R ₇	1255
PR	R ₁	1250
PR	R ₃	1185
PT	R ₁₂	1064
PR	R ₉	880
PV	R ₄	790
PV	R ₁₀	750

D'après le tableau n°21, le traitement PT dans la rizière R₈ est supérieur par rapport aux autres aliments concentrés.

IV.4 Résultat rizicole

Lors de la récolte, le pesage des paddy était effectué après vannage ; les résultats sont donnés dans le tableau n°22.

Tableau n°22 : Rendement rizicole obtenu lors de la campagne 2006

Rizière	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀	R ₁₁	R ₁₂
Poids (kg)	13	8	14	18	15	5	24	21	6	6	22	18

Le rendement obtenu est de 170 kg de paddy sur une surface de 651 m² soit 2.6 tonnes à l'hectare environ.

L'année dernière, le rendement était 120 kg de paddy environ dans la même surface soit 1.8 tonnes à l'hectare. Donc, un gain de 25% est obtenu par rapport au rendement rizicole de l'année dernière.

Comparé à la production rizicole précédente, notre rendement était augmenté car :

- les excréments des poissons et les restes de nourritures artificielles constituent une fumure supplémentaire pour la rizière,
- les poissons, en fouissant dans la vase permettent une aération des racines, tuent les mauvaises herbes et créent ainsi des conditions favorables au développement du riz (26),
- les poissons permettent de réduire le nombre des insectes dans une rizière. Parmi les insectes qui endommagent le riz tels que les sauteurs de plantes, les perceurs de tiges, les sauteurs de feuilles et les plieurs de feuilles (15),
- le sarclage se faisait en deux reprises (mécaniquement et manuellement).

Malgré le phénomène de la verse observée dans les rizières R_3 et R_7 , le résultat 2.6 T/Ha est satisfaisant.

IV.5 Perspectives

Cette étude nous a permis de tester les formules de la nourriture élaborées en fonction des matières premières disponibles localement. Le but en est d'indiquer celle qui est la plus rentable : l'aliment concentré qui a le plus faible Q_n c'est-à-dire celle qui fournit plus de grammes de poissons par rapport aux autres aliments, et à moindre coût ; c'en est pour l'avantage des paysans : ils peuvent fabriquer eux-mêmes leurs aliments concentrés.

Pour compléter notre étude, il est nécessaire d'étudier le rapport bénéfique entre la riziculture et l'élevage du poisson (production de fumure, l'action de remuer le sol par le poisson, etc.). Ensuite, l'étude complète de la biocénose (biovolume, analyse stomacale, etc.) dans le domaine de la rizipisciculture s'avère nécessaire pour connaître les impacts directs des nourritures naturelles dans la croissance des poissons. Tout cela vise à produire plus de poissons.

L'effectif des paysans rizipisculteurs dans la région de Bongolava est encore faible par rapport à la région d'Itasy malgré la richesse en rizières. Donc, le développement de cette activité repose sur le renforcement de la vulgarisation et la mise en place d'une structure d'encadrement. Cette dernière a pour rôle l'assistance technique, la formation des producteurs et des agents de vulgarisation. Dans la vulgarisation, l'utilisation des sous produits existant localement pour le nourrissage des poissons incite les paysans à pratiquer la pisciculture.

Au niveau national, la production de viande blanche notamment la chair de poisson est primordiale. En fait, tant qu'il y a source d'eau, on peut et on doit exploiter tous les terrains qui ne sont plus appropriés à l'agriculture et même toutes les rizières. En conséquence, la teneur en protéines animales dans les nourritures des Malagasy augmenterait.

V] CONCLUSION

Elever des poissons c'est les nourrir. Or, la nourriture commerciale coûte trop chère, n'est pas à la portée des paysans. Alors, nous avons décidé de fabriquer notre aliment concentré en respectant les normes de la zootechnie piscicole : 36% de protéine. Ces aliments sont fabriqués à partir des matières premières locales. Parmi lesquelles, les termites, insectes nuisibles, mais par l'intervention humaine, deviennent des matières importantes pour la fabrication de concentré pour les animaux domestiques.

Les trois types d'aliment concentré (PR, PT, PV) fabriqués sont donnés à des lots de carpes royales pour étudier leur croissance. Le nourrissage des poissons avec les concentrés est très rentable. La preuve en est le poids individuel allant jusqu'à 110g contre 50g pour les poissons dans les rizières témoins. Dans notre essai, l'aliment à base de terme (PV) est le meilleur, du point de vue coût de fabrication ; mais du point de vue croissance c'est l'aliment PT qui est meilleur.

Cette expérimentation a des avantages :

- l'étude de la qualité physico-chimique des eaux (pH, Température). La connaissance du pH et de la température de l'eau permet de gérer l'élevage du poisson pendant l'expérimentation même si beaucoup de paramètres touchant directement la vie piscicole : N, P, K, Ca, O₂ dissous, etc. n'ont pas été analysés, faute de matériel.

- la production de nourriture naturelle était en général insuffisante malgré la fertilisation des rizières, faute de matériel pour faire l'analyse de la qualité physico-chimique des eaux, et combler les manques, corriger les anomalies ;

- la formulation de nourritures artificielles est facilitée par l'utilisation de l'outil informatique « solveur ».

En général, l'utilisation des produits et sous produits existant localement constitue un pas décisif pour la promotion de la pisciculture. Bref, les concentrés fabriqués sont moins chers par rapport à l'aliment concentré commercial.

- l'élevage de la carpe dans les rizières se déroulait bien. La rizière constitue un milieu favorable à l'élevage des poissons. Mais l'augmentation de la production piscicole est d'éliminer tous les éventuels prédateurs et de remplacer les alevins morts.

Malgré les insuffisances et les difficultés techniques, matérielles, etc., l'expérimentation est concluante : les formules de la nourriture concentrée sont là, prêtes à être utilisées, pour aider les éleveurs. Les différents résultats points de cette étude sont moyennement satisfaisants. En fait, le poids moyen des poissons devrait atteindre 200g, si la production de nourriture naturelle était élevée.

Bref, il y a beaucoup de travaux à faire pour améliorer la production piscicole.

Cette expérimentation permet de montrer aux éleveurs que la rizipisciculture semi-intensive est très rentable. Elle constitue un outil de production de protéine animale de haute valeur nutritionnelle qu'est le poisson sans affecter la production de riz. Cette dernière reste en tout cas l'objectif principal de cette activité. De plus, elle présente ces principaux intérêts en milieu rural et dans les zones loin des marchés où l'accessibilité en protéine animale est difficile.

Au niveau national, si toutes les rizières produisent des poissons dont le poids individuel est aux environs de 110g, le problème de déficit en protéines dans l'aliment de la population Malagasy pourrait être résolu.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1- ARRIGNON, 1970. Aménagements piscicoles des eaux douces. *Editeurs: SEDETEC Paris.* 644p.
- 2- ARRIGNON, 1976. Aménagements écologiques et piscicoles des eaux douces écologie fondamentale et appliquée. *Gauthier Villard Paris.* 322p.
- 3- BALVAY (G.), 1980. Fonctionnement et contrôle du réseau trophique en étang. *In BILLARD.*
- 4- BARD (J.), 1971. Manuel de pisciculture pour l'Afrique tropical. 143p.
- 5- BAUCHOT (M.), R. (L.) ,1964. Les poissons (Que sais-je ?). *Presse Universitaire de France.* 126 p.
- 6- CARRE (A.), 1975. Alimentation des animaux domestiques à Madagascar. Tananarive : Science de l'Enseignement et de la Formation Agricole. *Tome II : Les Aliments.- Les Rationnements.* 120p.
- 7-COLLINS (N. M.), 2004. Encyclopédie Encarta. *Oxford Scientific Films.*
- 8- DOBELMANN (J.P.) ,1961. Manuel de riziculture améliorée à l'usage des conseillers ruraux. 239p.
- 9- DROUART (E.) ; VOUILLAMZ (J.M.) ,1999. Alimentation en eau des populations menacées. Tome 1. *Hermann : Éditeurs des Sciences et des Arts.* 565p.
- 10- EHRHARTT (J.P.), SEGUING, 1978. Le plancton : composition, écologie, pollution. Ecologie fondamentale et appliquée. *Gauthier Villard Paris.*
- 11- FAO-PNUD-DRH, 1993. Amélioration de la technique rizipiscicole. *Fiche technique- FI : DP/MAG/88/005. Document Technique N°7.* 19p.

12- FTM. Carte n° K47

- 13- GOUET (J.P.), 1974. Les comparaisons de moyennes et de variances application à l'agronomie. *Bureau d'Etudes Statistiques de l'I.T.C.F (Institut Technique des Céréales et des Fourrages)*. 55p.
- 14- GRASSE (P.P.) ; POISSON (R.A.) ; TUZET (O.), 1970. Zoologie I : Invertébrés. *Editeurs Masson et Cie*. 935p.
- 15- HILBRAN (A.), YZERMANN (C.), 1998. La pisciculture à la ferme. *Agrodok N°21*. 71p.
- 16- HUET (M.), 1952. Traité de pisciculture. *Bruxelles*.
- 17- KIENER (A.) ,1962. Rizipisciculture à Madagascar. *Tananarive*. 22 p.
- 18- KIENER (A.), 1963. Poissons pêche et pisciculture à Madagascar. *Nogeant sur Marne, C.T.F.T*. 244 p.
- 19- LEMASSON (J.L.), 1975. Aperçu général sur la pêche et la pisciculture dans les eaux continentales de l'Indochine et sur le programme des travaux projetés.
- 20- LENORE (S.), CLESCERI, ARNOLD (E.), GREENBERG (R.), RHODES TRUSSELL, 1989. Standard methods for the examination of water and wastewater. *17th Edition*.
- 21- Ministère de la production animale et des eaux et forets : Direction de la pêche et de l'aquaculture, 1997. Guide de l'exploitation de carpe, tilapia et cyprins dorés.
- 22- Ministère de l'Agriculture : Service appui à la production, 2001. Fiche technique : Système de Riziculture Intensif (SRI).
- 23- Ministère de l'intérieur et de la reforme administrative, Province autonome Antananarivo, 2004. Plan Régional de Développement (PRD) : Région de Bongolava.
- 24- MORAVA (F.), 1959. *Tilapia mossambica*. *Bulletin Français de Pisciculture n°195*.

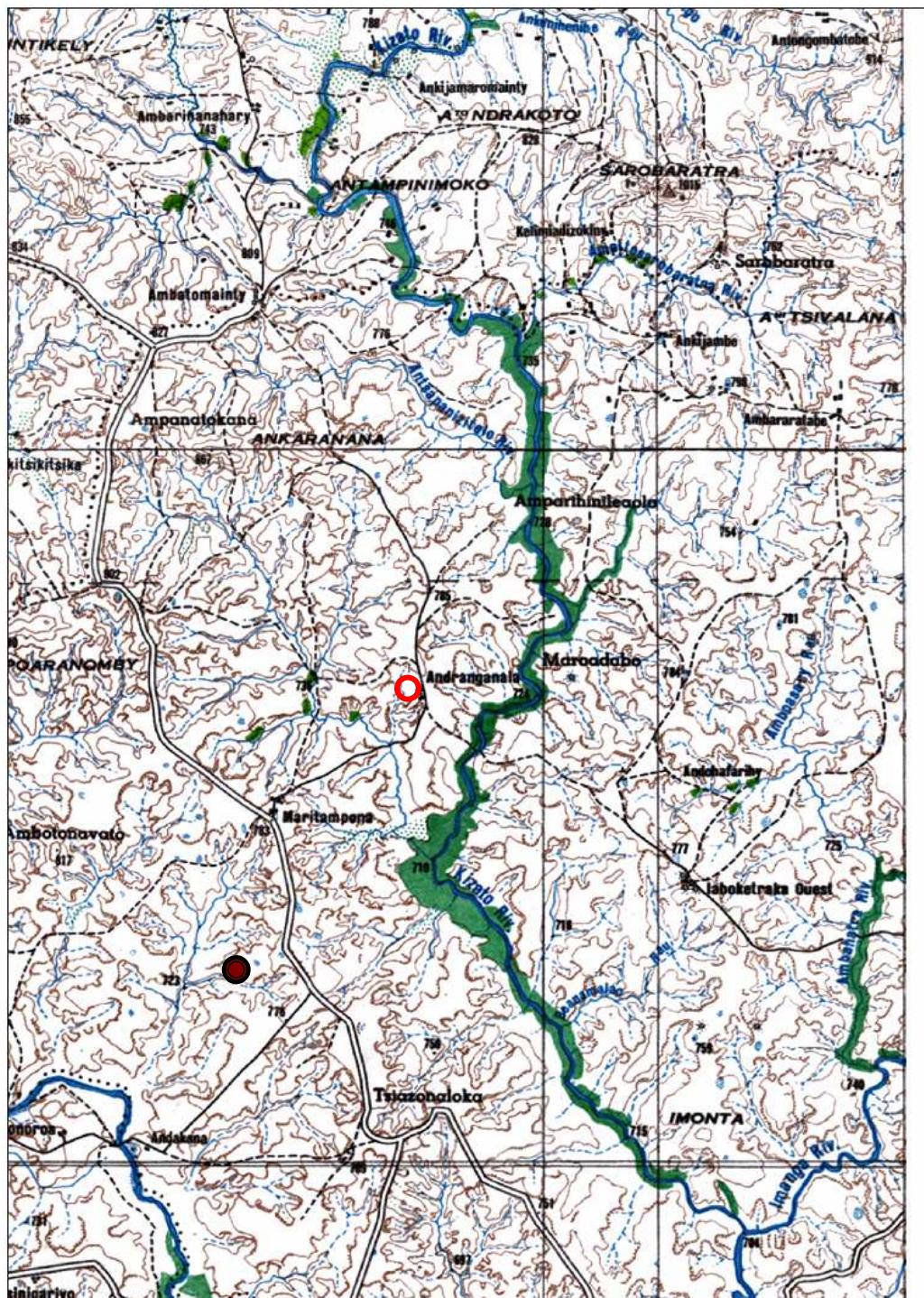
- 25- RABEMAZAVA (J.E.), 1986. Étude des variations des biocoénoses des trois étangs piscicoles et leur exploitation par les poissons « *Cyprinus carpio* ». *Mémoire de fin d'études à l'ESSA. Département Eaux et Forêts.* 181 p.
- 26- RAKOTOAMBININA (S.) ,1997. Rizipisciculture dans le Moyen Ouest : Aspect technique et économique (Bilans- Systèmes- Résultats de recherches). *Document interne FOFIFA/DRFP n°745.* 12 p.
- 27- RAKOTOMALALA (J.A.), 1999. Injection de H.C.G.chez la carpe perspective d'avenir pour l'amélioration de la production d'alevins en milieu rural. Expérience menée à Andranomanelatra-Antsirabe. *Mémoire de fin d'études à l'ESSA. Département Elevage.* 79p.
- 28- RALAMBOMANANA (M. O.), 1994. Contribution à l'étude des effets des fertilisants sur l'évolution de la biocoénose des étangs piscicoles et la croissance des alevins de carpe *Cyprinus carpio* à la station de Kianjasoa-Sakay. *Thèse de Docteur de 3^e Cycle en Sciences Biologique Appliquées. Université d'Antananarivo, Etablissement d'Enseignement Supérieur des Sciences.* 196p.
- 29- RALAMBOMANANA (M.O.), 2005. Pisciculture : Principes et infrastructure de l'élevage en étang ou en rizière. *Fiche technique –Document interne FOFIFA/DRFP n°816.* 3p.
- 30- RALAMBOMANANA (M .O.), 2005. Incorporation d'*Azolla* dans la formule de provende en vue de diminuer le prix de revient du kilogramme et d'augmenter la production piscicole. *Fiche technique – Document interne FOFIFA/DRFP n°817.* 3p.
- 31- RAMANANKASINA (E.), 1978. Recencement et analyses du peuplement planctonique de la rivière Andriandrano-Mandraka. *Stuttgart.* 7p.
- 32- RANDRIAMIARANA (R.H.), 1982. Contribution à l'étude du comportement de la Carpe argentée (*Hypophtalmichthys molitrix*) en étang piscicole. *Mémoire de fin d'études à l'ESSA. Département Eaux et Forêts.* 101p.
- 33- ROULE, 1942. Biologie des poissons. *Editeur Flammarion. Collection Bibliothèque de philosophie scientifique.* 206p.

- 34- SCHAPERCLAUS (W), 1962. Traité de pisciculture. *Editeur Vigot Frères. 23, rue de l'Ecole de Médecine. Paris 6è.*
- 35- SCHLUMBERGER (O.), 1982. La pisciculture d'étang en Camargue, élevage de carpe SICA des aquaculteurs de Camargue. *Cemargref Montpellier. Roneotype ill. fig.*
- 36- TREGOUBOFF (G.), MAURICE (R.), 1978. Manuel de planctonologie Méditerranéenne. 587 p. + planche.
- 37- VELDERRAIN (C.), 1991. Danger ! Termites : Préserver les constructions des dégâts des termites. *Collection « Le point sur les technologies ». France. 154 p.*
- 38- VIVIER (P.), 1954. Que sais-je ? La pisciculture. *Presse Universitaire de France. 126p.*

ANNEXES

ANNEXE N°1: Carte de localisation du site expérimental

↑ N



(Source : FTM BD 500 : carte n° K47)

LEGENDES

○ : Site expérimental	— : Rivière	— : Route
■ : Zone habitée	— : Cours d'eau permanent	— : Piste
● : Zone forestière	— : Cours d'eau non permanent	— : Piste secondaire
○ : Courbe de niveau		
		Echelle : 1/83400

ANNEXE N°2 : Mesures moyennes effectuées lors de la vidange

Traitements	Nombre de poissons récoltés	Rizières	Poids moyens (g)	Longueur L moyenne (cm)	Hauteur H moyenne (cm)	L/H
PR	12	R ₁	104.16	13.41	5.25	2.55
	10	R ₃	118.5	14.25	5.6	2.54
	9	R ₉	97.77	14.27	5.83	2.44
	12	R ₂	105.41	13.25	5.04	2.63
PV	7	R ₄	112.85	13.85	5.42	2.55
	7	R ₁₀	107.14	14.42	5.35	2.69
	13	R ₅	80.38	12.11	5.19	2.33
Témoin	11	R ₆	39.09	10.09	4.18	2.42
	25	R ₁₁	60.8	11.58	4.74	2.44
PT	15	R ₇	83.66	13	4.86	2.67
	12	R ₈	116.66	14.66	5.87	2.5
	8	R ₁₂	133	15.75	6.25	2.52

ANNEXE N°3 : Analyses bromatologiques de la farine de poisson (toutes les valeurs sont indiquées en grammes par Kg d'aliment) (6)

Aliments	MS	MAT	MG	CB
Farine de poissons	891	700	86	0

MS : Matière sèche; MAT : Matière azotée totale ; MG : Matière grasse ; CB : Cellulose brute

ANNEXE N°4 : Analyse bromatologique de la farine de sang (toutes les valeurs sont indiquées en grammes par Kg d'aliment) (6)

Aliments	MS	MAT	MG	CB
Farine de sang	896	700	5	0

MS : Matière sèche ; MAT : Matière azotée totale ; MG : Matière grasse ; CB : Cellulose brute

ANNEXE N°5 : Analyse bromatologique du termite

Aliments	MS	MAT	MG	CB
Termite	68	420	43	0

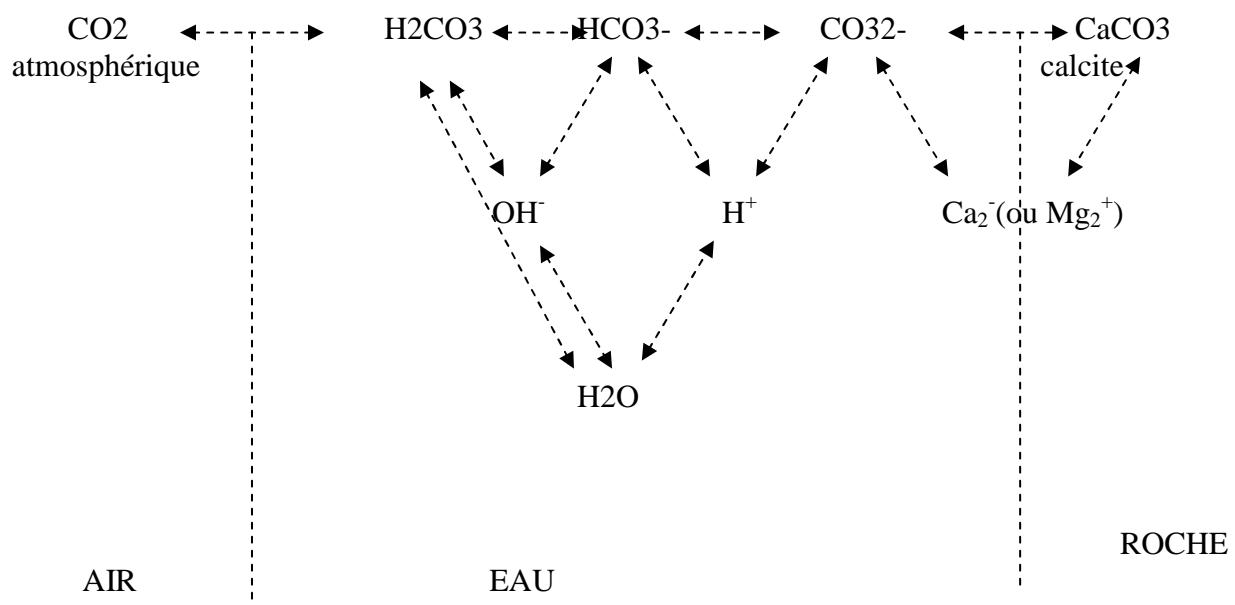
MS : Matière sèche ; MAT : Matière azotée totale ; MG : Matière grasse ; CB : Cellulose brute

ANNEXE N°6 : Valeurs alimentaires des autres aliments utilisées (6)

Aliments	MS	MAT	MG	CB
Son de riz fin	890	100	135	45
Maïs grain	890	85	44	14
Manioc sec	883	21	11	20
Tourteau d'arachide	900	440	90	50

MS : Matière sèche ; MAT : Matière azotée totale ; MG : Matière grasse ; CB : Cellulose brute

ANNEXE N°7 : Pouvoir tampon de l'eau (9)



Toutes ces réactions sont liées entre elles et leur cinétique est rapide, sauf pour les relations eau/roche. Un ajout d'acide ou de base faible dans une eau bicarbonatée déplace

l'équilibre dans le sens opposé, et n'entraîne donc pas de grand changement de pH. C'est le pouvoir tampon de l'eau (maximal pour $7.5 < \text{pH} < 8.5$) (9).

ANNEXE N°8 : Protocole expérimental des analyses chimiques

DOSAGE DE LA MATIERE SECHE (MS)

1- Principe

La Matière Sèche est définie comme le résidu d'un échantillon après un séchage à l'étuve à $103^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ pendant 4 heures.

2- Manipulation

- Brûler au four à 650°C pendant une 30 minute des capsules vides ;
- Les refroidir dans un dessiccateur ;
- Peser (soit a : ce poids de la capsule) ;
- Introduire dans la capsule 2 grammes environ d'échantillon à doser (soit b : le poids de la capsule munie de son échantillon) ;
- Placer la capsule munie de l'échantillon dans une étuve réglée à 103°C ;
- Du moment que cette dernière température est atteinte, compter 4 heures exactement ;
- Sortir la capsule ainsi traitée dans un dessiccateur ;
- La refroidir ;
- La peser (soit C : le poids de la capsule munie de son échantillon).

3- Mode de calcul

$$\% \text{ MS} = \frac{C-a}{b-a} \times 100$$

Tolérance=0.2 %

4- Remarques

- La manipulation des capsules du four et de l'étuve jusqu'à la fin des pesées se fait avec une pince.
- Les pesées doivent être précises (jusqu'à 0.0001 gramme près).
- On ne doit pas introduire quelques choses dans un four à moufle en action.
- Avant d'ouvrir un four à moufle, l'arrêter d'abord.
- Le réglage de la température de l'étuve se fait uniquement quand l'étuve ne fonctionne pas.
- Dans les calculs, il faut tenir compte de la réduction du poids de l'échantillon lors de sa préparation.

- Pour des raisons d'ordre pratique, la durée de l'incinération dans le four à moufle peut être de 12 heures (c'est-à-dire : une nuit).

Matériels :

- Balance de précision
- Etuve à circulation d'air
- Four à moufle
- Capsule en porcelaine

DOSAGE DE LA MATIERE GRASSE (MG) selon la méthode de SOXHELETT

1- Définition

La matière grasse brute correspond aux substances dissoutes par l'éther.

2- Mode opératoire

- Tarer le ballon destiné à recevoir la Matière Grasse après un chauffage à l'étuve à 103°C pendant 1 heure et un refroidissement dans un dessiccateur (soit a : son poids) ;
- Peser la substance à doser dans une cartouche (soit b : le poids net de la substance) ;
- Couvrir la cartouche avec de l'ouate (coton hydrophile) ;
- Installer la cartouche ainsi préparée dans la partie intermédiaire de l'appareil du SOXHELETT.
- Introduire 200 ml d'éther diéthylique dans le ballon préparé. Installer ce dernier dans l'appareil.
- Déclencher le réfrigérant.
- Chauffer à 45°C.
- L'extraction se fait pendant 12 heures.
- Prendre et monter le ballon sur l'évaporateur rotatif.
- Enclencher ce dernier appareil jusqu'à ce que tout l'éther soit récupéré.
- Enlever le ballon et le sécher à l'étuve à 103 °C pendant 30 minutes.
- Le refroidir dans un dessiccateur et peser. Soit C : le poids de ce ballon muni de la Matière Grasse.

3- Mode de calcul

$$\% \text{MG} = 100 * \frac{C-a}{b}$$

$$\text{Tolérance} = 0.2 \%$$

DOSAGE DE LA MATIERE AZOTEE TOTALE (MAT) selon la méthode de KJEDLDAHL

1- Définition et principe

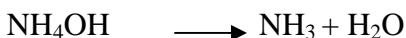
La matière azotée totale est égale à la quantité de n en gramme dosée par la méthode de KJEDLDAHL multipliée par 6.25.

Cette méthode comporte 4 étapes :

a) la minéralisation sulfurique :



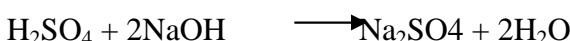
b) La distillation



c) Collecte de NH₃ avec du H₂SO₄ titré et en excès de volume



d) Titrage de H₂SO₄ n'ayant pas fixé du NH₃



Notons que:

A 1 ml de H₂SO₄ N combiné avec du NH₃ correspond à 0.014 g de N

A 1 ml de H₂SO₄ N/5 combiné avec du NH₃ correspond à 0.0028g de N

A 1 ml de H₂SO₄ N/10 combiné avec du NH₃ correspond à 0.014gde N

A 1 ml de H₂SO₄ N/14 combiné avec du Nh₃ correspond à 0.001g de N

2- Mode opératoire

- Peser 1g d'échantillon à analyser et introduire cette matière dans une fiole de KJELDHAL.

Soit a : la quantité exacte de cet échantillon

- Ajouter une cuillerée de catalyseur à base de Sélénium (poids environ : 0.2 g de Sélénium + 2g de Sulfate de Potassium)

- Verser dans la fiole : 30ml de H₂SO₄ concentré (*)

- Chauffer le minéralisateur après avoir enclenché le ventilateur et la pompe à vide.

- Retourner la fiole de temps en temps.

- Quand le contenu de la fiole vire au blanc, compté 1 heure (30minutes) d'attente.

- Dégager la fiole du minéralisateur et la laisser refroidir à la température ambiante.

- Ajouter quelques (3) granulés de Zinc et 200ml de H₂O distillée.

- Poser de fiole sur l'appareil à distiller.

- Préparer l'rlenmeyer servant à recevoir le distillat :

*Verser dans l'rlenmeyer 50ml de H₂S N/14 (une plus grande quantité si l'échantillon est présumé sèche en matière azotée). Soit x la quantité de cet acide verser.

- * Ajouter 3 gouttes de réactif de KOLTHOFF puis un peu d'eau distillée (50ml).
 - *Positionner l'rlenmeyer ainsi préparé sous l'appareil à distiller. Le bout de l'appareil doit être plongé dans le contenu de l'rlenmeyer.
 - Enclencher le robinet du réfrigérant de l'appareil à distiller.
 - Verser dans un tube gradué : 100ml de NaOH 32% et 20ml de K₂S 10%.
 - Introduire cette dernière solution dans la fiole (**).
- La réaction débute dès que la NaOH 32% est versée alors, on a intérêt à fermer immédiatement le bouchon de la fiole dès que le contenu du tube gradué est versé. Autrement, une perte de NH₄ OH risque de fausser le résultat.
- Quand le contenu de la fiole bouillit, compter 1heure.
 - Pour arrêter la distillation : enlever le bouchon de la fiole et rincer avec de l'eau distillée le tuyau se trouvant à l'intérieur du réfrigérant. L'arrêt du chauffage doit se faire en dernier lieu.
 - Prendre l'rlenmeyer et titrer l'H₂SO₄ N/14 restant avec du NaOH N/14. Noter la quantité de NaOH N/14 utilisée (soit Y ce volume).

3- Mode de calcul :

$$(F_{\text{acide}} * x - F_{\text{base}} * Y) 0.001 = \text{g de N}$$

$$\% \text{MAT} = \text{g de N} * 6.25 / a * 100$$

Avec

F_{acide} : Facteur de correction pour l'acide

F_{base} : Facteur de correction pour la base

Tolérance= 0.2%

(*) : Faire attention, on manipule de l'acide concentré.

(**) : C'est une manipulation dangereuse, se munir d'un gant plastic et d'une paire de lunettes.

Quelques formules :

$$\text{MS provisoire} = (\text{échantillon sec} * 100) / \text{échantillon frais}$$

$$M \text{ fraîche} = (\text{Matières sèche provisoire} * \text{échantillon fraîche}) / 100$$

$$\text{MS définitif} = (\text{M sèche provisoire} * \text{MS analyse}) / 100$$

$$\text{MG par rapport MF} = (\text{moyenne MG analyse par calcul} * \text{MS provisoire}) / 100$$

$$\text{MG par rapport MS} = (\text{moyenne MG analyse par calcul} * 100) / \text{MS provisoire}$$

ANNEXE N°9 : Résultats des analyses bromatologiques du terme

Echantillon: VOTRY										
N°ballon B' X	Tare (g) 0,5037 0,5049	Pds Brut (g) 1,5045 1,5067	PE (g) 1,0008 1,0018	Pds Ballon (g) 114,151 115,8775	MG Pds après étuvage (g) 114,1647 115,9858	MG analyse/calcul 1.37 10.83	Moyenne MG (%) 6.1	MG/MF (%) 4.363846	MG/MS (%) 8.526882	
N°capsule	Tare 10 79 71 62	Pds brut 40,2522 41,7473 36,2668 38,7076	PE 2,0001 2,0016 2,0001 2,0011	Pds après incinération 38,7629 40,1045 34,5245 36,1225	Pds après étuvage 40,1593 41,6544 36,1572 36,6037	MS analyse	Moyenne MS analyse 95.05	MS définitive (%) 67.98		
N°étuve	Tare 1 2 3 4 6	Pds brut 1,3669 1,3672 1,368 0,8681 0,8724	a = Prise d'Essai 1,0025 1,0005 1,0022 0,5 0,5061	g N 0,0316546 0,0282688 0,0342196 0,0344248 0,0340144	Cendres MAT MAT (%)	Cendres 25.54 17.84 12.88	Moyenne Cendres 18.75	C/MF (%) 40.32	C/MS (%) 27.57	
MAT	$(Fac * X - Fb * Y) 0,001 = gN$		$\%MAT = (gN * 6,25) / a * 100$							
MS provisoire	$(ech sec * 100) / ech frais = 71.53 \%$		$\%MS = (Pds après étuvage - Pds caps) / PEx100$							
M Fraîche	$(MS provisoire * ech frais) / 100 = 46.5\%$		$\% Cendres = (Pds après inc - Pds caps) / PEx100$							
MS définitive	$(MS prov * MS analyse) / 100 = 67.98\%$		$\%MG = (Pds après étuvage - Pds ballon) / PEx100$							
MG/MF	$(moyenne MG analyse par calcul * MS prov) / 100$		$Ech frais = 65g$							
MG/MS	$(moyenne MG analyse par calcul * 100) / MS prov$		$Ech sec = 46.5g$							

ANNEXE N°10 : Relevé des températures de l'eau des rizières

Date (j)	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12
FEVRIER												
10	31	32,5	31,5	32	33	31,5	31	34	32	33,5	31,5	34
12	30	32	31,5	31,5	32,5	30,5	32	31	33,5	32	30,5	33,5
13	33	33,5	32	34,5	33,5	34	32,5	33	32,5	33,5	32	34
14	32	33	32,5	32,5	34	33	33	32,5	33,5	34	33	34,5
15	30	29	30,5	30	32	31,5	31	30	31,5	30,5	32	31
16	32	31	31,5	30	33	32,5	33	33,5	32,5	32	31	32,5
17	31	33	32	32,5	33	31,5	34	33	33	34,5	33,5	32
19	32,5	34	32,5	33,5	34,5	33,5	33,5	32	31,5	33	31	31,5
20	32,5	35	34	33,5	34	35	34	33	33,5	34,5	33	34
21	35	36	34,5	35	36	36	35	34	33,5	35	33	35
22	34	33	33,5	34	32	34,5	33	33,5	32	34	34,5	33,4
23	32	32	31,5	32,5	31,5	32,5	31,5	32	31,5	32	31,5	31
24	33,5	34	32,5	34	35	34,5	33,5	33	33	34	33,5	33
26	30	34	30	33	32,5	35	32	31	32	33,5	30	33
27	29,5	35,5	30,5	35	36	34,5	32,5	31	32,5	36	31	35
28	32,5	32	31	32,5	32,5	33,5	33	31	32	33,5	31,5	32

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12
1	31	36	32	36	36	32	33	35	33	35	32	34,5
2	28	33	28,5	32,5	33	32	29	29	29,5	32	30	32
3	30	36	30	35	35,5	35	30	34,5	33,5	35,5	32	34
5	31,5	35,5	33	35	36	35,5	32	35	33,5	35	30	35
6	32	34	32	33,5	35	34	32	34	31,5	33,5	30,5	33,5
7	32	34	32	32,5	32,5	34	32	32,5	32,5	32,5	31,5	34
8	32	34	33	32,5	33	34	33	33,5	33	32,5	31,5	34
9	32	33	32	32,5	33	34	33	32	33	32	31,5	34
10	26	28	26	28	29	29	28	27	27	29	26	28
12	27	28	27	28	28	28	28	28,1	28,1	28,2	28	28,1
13	30	31	30	35	30	30	31	35	34	30	33	30
14	30,5	34	30	30	34	34	30	32	30	32	30	33

15	32	34	30	34	35,5	35	30	32	32	33	30	34
16	32	34	30	33	35	34	30	32	32	33	32	34
17	31	33	31	33	35	35	30	32	32	33	32	34
19	29	34	28	32	35	35	29	32	32	32,5	28	33
20	29	34	29,5	32	36	34	29,5	33	32	32	28	32
21	28	31	28	31	32	33	28	30	30	31	29	30
22	28	29	27	29	31	31	28	29	28	29	28	29
23	28	32	28	30	34	34	30	32	30	31	31	31
24	27	32	27,5	31,5	35,5	36	30,5	33	31	32	28	31,5
26	29,5	29	29	30	33	35,5	29,5	30	28	31	28,5	30
27	27,5	29,5	28,5	29	30,5	31	28,5	29	29	29	27	28,5
28	29	33	30	31	34	35	30	32	32	32	28	31
29	28	29	27	28	30	34	27	29	29	29	28	30
30	28	29	27	30	31	33	27	30	30	29	30	30
31	27	26	28	28	30	32	27	29,5	29	29	29	29

AVRIL

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	
2	28	31	29	28	30	31	28	30	29	20	29,5	31	
3	29	30	28	27	29	29	28	31	28	29	28	29	
4	28	28	29	29	32	33	28	29	29	29	28	30	
5	28	29	28	27	31	32	27	28,5	30	29	27	28	
6	29	29	25	28,5	32	34	27	29	28	30	27	28	
7	28	29	27,5	28	32	33	26	28	29	28	28,5	29	
9	27	29	27	27	31	33	27	28	28	27,5	27	27	
10	27	28	26	26	30	33	26	27	27,5	27	28	28	
11	26	28	28	29	28,5	30	27	27	28	29	29,5	28	
12	27	28	29	27	31	30,5	28	27	29	30	29,5	28	
13	25,5	26	24,5	25	25	26	24,5	25	25	26,5	25	26	
14	26,5	25	24,5	24	25,5	26,5	24	24,5	24	25	25	25	
16	27	28	26	26,5	28	29,5	24,5	26	27	26	28	27	
17	28	28	25	25	27	32	24	25	27	24	26	27	
18	24,5	20,4	24	23	28	28	23,5	25	28	26	24	26	
19	25	23	25	26	27	27,5	22	26	27	25	25,5	27	
20	24	25	24,5	23	25,5	25	24	23,5	24	25,5	26	24,5	
21	25	26	25	25,5	26	28	24	25	26	25,5	26	26	

23	24	24,5	24,5	25	23	23,5	24	25	25,5	24	24,5	23
24	23	23,5	24	25	24	24,5	23	23,5	24	23,5	24,5	25
25	25	25,5	25,5	25,5	24	24,5	24	25	26	25,5	24,5	25
26	23	24	23,5	24	25	26	25,5	24	24,5	25	25,5	25,5
28	25	24	25	24,5	23	24,5	25	24	23	24,5	25	24
30	22	22,5	23	23	24	23,5	24	23	25	24	24,5	23

MAI

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12
1	24	24,5	24,5	23,5	24	25	24,5	23	24	23,5	24	23
2	23,5	24	24	24	23,5	24,5	24	23,5	23	24	24,5	23,5
3	23	23	23,5	23	24	24,5	23	23	23,5	23	24,5	23
4	24	24	23,5	23	23	23,5	23	25	23,5	25	24	24
5	23	23	22,5	22,5	23	23,5	23	23,5	23,5	23	23,5	24
7	25,5	26	24,5	24,5	26	27,5	22,5	24,5	24,5	24	25	25
8	24	23	24,5	23,5	25	24	24,5	24	23	23,5	24	24
9	23	23,5	24	23,5	23	23	24	24	23,5	24	23,5	23,5
11	23	23,5	24	23,5	24	24,5	23	23,5	24,5	24	23,5	24,5
12	24	24,5	24	25	25	24,5	24,5	24	24,5	23,5	24	24,5

RESUME

Ce travail étudie la pisciculture en rizières dans la région de Bongolava, commune rurale de Maritampona à Andranganala à 206 km environ vers l’Ouest d’Antananarivo.

La période d’expérimentation est de 3 mois environ, du 10 février 2006 à 14 mai 2006
L’espèce de poisson utilisée est la carpe variété « royale ».

L’étude porte sur cinq (5) types de variables :

- l’étude des paramètres physico-chimiques des eaux qui a permis de suivre les variations du pH et de la température de l’eau tout au long de l’expérimentation afin de comprendre leur influence sur la riziculture et l’élevage du poisson ;
- la production d’aliments naturels par le biais de la fertilisation des rizières. C’est pour voir la dynamique de la biocénose dont se nourrissent les poissons ;
- la formulation des concentrés (à base de farine de poisson ou PT, à base de termite ou PV, à base de farine de sang ou PR) avec des matières premières existant localement. Elle a pour objectif d’avoir des formules d’aliments à la portée des paysans ; ils pourront ainsi les fabriquer eux-mêmes à coût réduit ;
- l’élevage de la carpe royale dans des rizières permet de montrer aux éleveurs que la rizipisciculture semi-intensive est très rentable ;
- l’étude de la croissance de ce poisson traité avec ces granulés a pour but de trouver le meilleur aliment, étant celui qui permet une croissance rapide des carpes et à coût réduit.

Les résultats obtenus relèvent, que les poissons nourris à l’aide de ces concentrés, atteignent un poids moyen individuel de 110g en trois mois environ. C’est un bon résultat par rapport aux poissons dans les rizières témoin (50g).

L’aliment à base de termite est le meilleur du point de vue coût de fabrication.

Le rendement rizicole est augmenté de 25% environ par rapport à la récolte précédente à cause des excréments des poissons, des apports soutenus en fumure organique (reste d’aliment).

Mots clés : Elevage, rizières, nourriture naturelle, concentré, termite, carpe, croissance, Bongolava, Madagascar.