



AGRICULTURE TROPICALE &
DEVELOPPEMENT DURABLE

UNIVERSITE D'ANTANANARIVO

ECOLE SUPERIEURE DES SCIENCES AGRONOMIQUES

MENTION : AGRICULTURE TROPICALE ET DEVELOPPEMENT DURABLE

PARCOURS : BIOFONCTIONNEMENT DES SOLS ET ENVIRONNEMENT

Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention d'un diplôme d'Ingénieur Agronome au
grade de Master II

**CARACTERISATION DES PRATIQUES RIZICOLES
ADOPTÉES EN RIZIPISCICULTURE DANS LES REGIONS
VAKINANKARATRA ET ANALAMANGA**

Présenté par Zo RAMAROLAHY

Promotion ANDRARANGY Mahasedra

(2018 – 2023)

Soutenu le 30 Janvier 2024 devant le jury composé de :

Président du jury : Docteur HDR Hery Manantsoa RAZAFIMAHATRATRA
Examineur : Professeur Norosoa Christine Rakotoniaina RAZAFINDRAMANANA
Maîtres de stage : Docteur Anne PERINELLE
Encadrant pédagogique : Monsieur Tiana Herimanana RANDRIAMIHANTA



cirad

LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
POUR LE DEVELOPEMENT



AGRICULTURE TROPICALE &
DEVELOPPEMENT DURABLE

UNIVERSITE D'ANTANANARIVO

ECOLE SUPERIEURE DES SCIENCES AGRONOMIQUES

MENTION : AGRICULTURE TROPICALE ET DEVELOPPEMENT DURABLE

PARCOURS : BIOFONCTIONNEMENT DES SOLS ET ENVIRONNEMENT

**Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention d'un diplôme d'Ingénieur Agronome au
grade de Master II**

**CARACTERISATION DES PRATIQUES RIZICOLES
ADOPTÉES EN RIZIPISCICULTURE DANS LES REGIONS
VAKINANKARATRA ET ANALAMANGA**

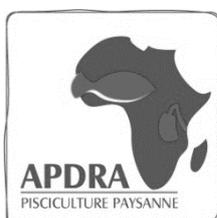
Présenté par RAMAROLAHY Zo

Promotion ANDRARANGY Mahasedra

(2018 – 2023)

Soutenu le 30 Janvier 2024 devant le jury composé de :

Président du jury : Docteur HDR Hery Manantsoa RAZAFIMAHATRATRA
Examineur : Professeur Norosoa Christine Rakotoniaina RAZAFINDRAMANANA
Maîtres de stage : Docteur Anne PERINELLE
Encadrant pédagogique : Monsieur Tiana Herimanana RANDRIAMIHANTA



*« Ne crains rien, car je suis avec toi, Ne promène pas des regards inquiets,
Car je suis ton Dieu, Je te fortifie, Je viens à ton secours... »*

Essaïe 41 : 10

N'abandonne jamais, peu importe la vitesse

Car

Chaque effort est une grande victoire...

Pour mes Parents...

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à exprimer ma gratitude envers Dieu tout puissant et miséricordieux pour m'avoir accordé la force et la santé nécessaire à l'achèvement de ce mémoire.

Ensuite, je tiens à adresser mes remerciements les plus distingués et mes profondes reconnaissances au :

- ❖ Docteur HDR **Hery Manantsoa RAZAFIMAHATRATRA**, Docteur en Sciences Agronomiques, Chef du département de l'AT2D (Agriculture Tropical et Développement Durable), qui a bien voulu témoigner l'intérêt de ce travail en faisant l'honneur de présider le jury de ma soutenance ;
- ❖ Professeur **Norosa Christine Rakotoniaina RAZAFINDRAMANANA**, Docteur en Sciences Agronomiques, pour l'honneur qu'elle me fait en acceptant de participer au jury de ma soutenance ;
- ❖ Docteur **Anne PERINELLE**, Docteur en Sciences Agronomiques, Chercheuse du CIRAD (Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement), Maître de stage, pour l'orientation, la confiance, la patience et qui n'a pas ménagé ses efforts aussi bien dans l'encadrement sur le terrain que dans la correction de la rédaction ;
- ❖ Monsieur **Tiana Herimanana RANDRIAMIHANTA**, Enseignant - Chercheur à la Mention AT2D, à Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques (ESSA) - Université d'Antananarivo, Encadrant pédagogique, pour son accompagnement, et les conseils qui m'ont été précieux afin de mener mon travail à bon port ;
- ❖ Monsieur **Patrick FANOMEZANTSOA**, Assistant technique de l'APDRA (Association Pisciculture et Développement Rural en Afrique Tropicale), qui m'a octroyé des conseils et des appuis prestigieux nécessaires à l'accomplissement du travail ;

Je tiens également à témoigner ma reconnaissance à :

- ❖ L'Equipe du **DP SPAD Antsirabe** et l'Equipe de l'**APDRA**, pour votre accueil chaleureux, et pour les appuis- conseils précieux ;
- ❖ Les paysans qui ont contribué à la réalisation de ce travail ;
- ❖ **Mes parents, Rianala et Tantely**, ma famille, *Andrarangy*, le corps – les personnels techniques et administratifs et les enseignants de l'AT2D ainsi que les personnes qui étaient toujours là, spécialement *Annie, Navalona, Maholy, Kanto, Ny Aina, Tommi, Marco et Amboara* pour leurs soutiens inconditionnels.

*Merci infiniment,
Zo ramarolahy*

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
1 MATRIELS ET METHODES	3
1.1 Zones d'étude	3
1.2 Collecte de données	7
1.3 Traitements de données	11
2 RÉSULTATS	13
2.1 Activités rizipiscicoles dans les zones étudiées.....	13
2.2 Caractérisation des pratiques de la riziculture en rizipisciculture dans les Hautes-Terres de Madagascar	15
2.3 Productivité en rizipisciculture	29
2.4 Problème de riziculture en rizipisciculture	32
2.5 Synthèses des résultats en rizipisciculture.....	34
3 DISCUSSIONS ET RECOMMANDATIONS	35
3.1 Analyse des pratiques rizipiscicoles	35
3.2 Productivité rizipiscicole	38
3.3 Limites de l'étude	39
3.4 Recommandations et perspectives.....	40
CONCLUSION	41

LISTE DES ILLUSTRATIONS

➤ Liste des clichés

Cliché 1:Parcelle rizicole à Betafo et à Manandona.....	5
Cliché 2:Parcelle rizicole à Anjozorobe	6
Cliché 3: GPS mètre.....	7
Cliché 4:Atelier de restitutions dans les Fokontany.....	10
Cliché 5: Diguette en rizipisciculture.....	17
Cliché 6:variété Mena Kely.....	20
Cliché 7: Espèce de poisson utilisé en rizipisciculture (Carpe et Tilapia)	23

➤ Liste des figures

Figure 1:Localisation des zones d'étude	4
Figure 2:Typologie des agriculteurs enquêtés	9
Figure 3: Effectifs des parcelles étudiées par zone et par pratiques.....	9
Figure 4:Effectif des rizipisciculteurs par année d'adoption de la rizipisciculture.....	13
Figure 5: Effectif des paysans par raisons d'adoption de la rizipisciculture.....	13
Figure 6:Typologie des pratiques	15
Figure 7:Types de canal refuge en milieu paysan	17
Figure 8:Effectif de grilles utilisées par pratique de rizipisciculture	18
Figure 9: Effectif des parcelles (%) par type de fertilisation apporté par classe.....	19
Figure 10: Nombre de parcelle par catégorie d'âge de plant utilisé par zone étudiée	21
Figure 11:Effectif des parcelles par nombre d'apport d'alimentation de poisson	24
Figure 12: Effectif des compléments alimentaires utilisé par les rizipisciculteurs	25
Figure 13: Calendrier Cultural de chaque pratique	27
Figure 14:Rendement (t.ha ⁻¹) rizicole par classe.....	29
Figure 15: Rendement de poisson (kg.are ⁻¹) par classe.....	30
Figure 16: Graphe de l'ACM.....	31

➤ Liste des tableaux

Tableau 1: Effectif de personnes enquêtées par zone.....	8
Tableau 2: Unité de conversions	11
Tableau 3: Création des modalités de variables	12
Tableau 4: Effectif des parcelles par classe et par zone	16
Tableau 5: Dose de fertilisation appliquée par classe.....	20
Tableau 6: Synthèses des pratiques de riziculture en rizipisciculture	34

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

ACM	: Analyse des Correspondances multiples
Africarice	: Centre du riz pour l’Afrique
APDRA	: Association Pisciculture et Développement Rural en Afrique Tropicale
Ar	: Ariary
CIRAD	: Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
Emp	: Empoisonnement
FAO	: Food and Agriculture Organization
GPS	: Global positioning system
inf	: Inférieure
kg.are⁻¹	: Kilogramme par are
LE	: Lame d’eau
m	: Mètre
mm	: Millimètre
NPK	: Azote, Phosphore, Potassium
PADM	: Projet d’Aquaculture Durable à Madagascar
PNA	: Plan National d’Action
SPAD	: Système de Production d’Altitude et de Durabilité
sup	: Supérieure
t.ha⁻¹	: Tonne par hectare
Unicef	: United Nations International Children’s Emergency Fund

GLOSSAIRE

- Alevin** : Jeunes poissons vivant encore des réserves de son sac vitellin ou tout au moins n'ayant pas encore acquis les formes de l'adulte.
- Alevinage** : L'intégration des fécondations des poissons, le suivi de l'incubation, le développement des larves sont regroupés sous le terme d'alevinage (Gate, 2021). Dans cette étude, l'alevinage désigne le développement des larves.
- Ango-toro** : Mot malgache qui signifie base de données.
- Baiboho** : Sol minéraux d'apport permanent ou non permanent d'origine alluviale.
- Bas-fonds** : Fonds plats ou concaves des vallons, petites vallées (Raunet, 1985) in (Thiaw, 2021).
- Bioturbation** : Remaniement de sols ou de sédiments aquatiques produit par les activités des organismes vivants présents dans ces milieux (<https://m-actu-environnement.com/>).
- Canal refuge** : Zone plus profonde conçue pour les poissons au sein d'une rizière.
- Fingerlings** : Alevins d'un poids compris entre 20 et 30 g (Gate, 2021).
- Grossissement** : Empoisonnement des étangs ou rizières avec des fingerlings pour atteindre des poissons de stades adultes (Gate, 2021).
- Hautes-Terres Centrales** : Ensemble des anciens Hauts-Plateaux qui s'inscrivent dans les Régions administratives d'Analamanga, Itasy, Vakinankaratra, Amoron'i Mania, et de la haute Matsiatra. Les Hautes – Terres représentent les parties centrales de l'île supérieures à 800 m d'altitude. (Goodman et al, 2005)
- Itinéraire techniques** : Suite logique et ordonnées des pratiques culturelles (Herimanga, 2016)
- Kapoaka** : Appellation malgache d'une boîte de conserve de 400 grammes environ, largement utilisée par la population locale pour mesurer le volume de riz. Le kapoaka contient généralement 285 grammes de riz blanc soit 407 grammes de paddy (FAO, 1995 ; Zeller *et al.*, 1998).
- Médiane** : Valeur divisant la distribution en deux parties égales, avec 50% des données en dessous et 50% au-dessus.
- Premier quartile** : Valeur séparant les 25% des plus bas des données et des 75% restants.

- Repiquage en foule** : Repiquage sans ordre apparent (Sérpantié G., 2013)
- Tanety** : Sol Ferrallitique, situant sur les plateaux, les ensembles des collines, les versants (Razafimbelo *et al.*, 2023)
- Troisième quartile** : Valeur séparant les 25% des plus élevés des données des 75 % restants.
- Variété améliorée** : Variété modifiée par sélection, dont les critères visés dépendent de l'utilisation finale de la spéculation (productivité, goût, qualités nutritionnelles, apparence, résistance aux maladies et aux ravageurs ...) (Africarice, 2016)

RESUME

Alors que la rizipisciculture soit en croissance à Madagascar, une disparité dans les études subsiste, mettant moins l'accent sur la culture de riz que sur le poisson en rizipisciculture. Or, les 2 composantes de ce système agricole sont toutes importantes et en interaction permanente. Ainsi, cette étude vise à caractériser les pratiques rizicoles en rizipisciculture chez les paysans des Hautes – Terres de Madagascar, notamment dans la Région Vakinankaratra et Analamanga, pour proposer des pistes d'amélioration dans la productivité du riz en rizipisciculture. Les investigations sur terrain ont été réalisées sur 3 étapes. La première étape consiste en des visites préliminaires pour reconnaître la zone et identifier les rizipisciculteurs à enquêter. La deuxième étape étant la méthode principale des collectes de données implique des enquêtes semi-directives avec 35 rizipisciculteurs, ainsi que des observations directes sur 68 parcelles. Ces entretiens visent à identifier les pratiques et de comprendre les logiques agronomiques sous-jacentes. La dernière étape porte sur des ateliers de restitution à la fin des enquêtes, permettant de valider les données obtenues lors des entretiens et de mettre en lumière des discussions complémentaires sur la rizipisciculture. Les résultats ont montré que la pratique culturale adoptée par les rizipisciculteurs varie en fonction de la culture prioritaire des paysans, soit le riz ou le poisson. L'aménagement de la rizière et les méthodes de fertilisations sont les principaux éléments qui distinguent les différentes conduites culturales mises en place par les rizipisciculteurs. Les paysans mettant l'accent sur la culture de riz investissent moins dans l'aménagement des rizières et plus dans la fertilisation. D'après les résultats, 65% des parcelles sans canal refuge reçoivent des fumures organiques et des engrais de synthèses, tandis que, seulement 30% des parcelles avec canal refuge reçoivent des fumures organiques et des engrais minéraux. En moyenne, le rendement rizicole en rizipisciculture sans canal refuge a augmenté de 34% par rapport à la culture de riz, alors qu'en rizipisciculture avec canal refuge, la hausse n'a été que de 17% du rendement obtenu en riziculture. Les résultats ont également mis en évidence que l'utilisation de fertilisations combinées contribue à un rendement rizicole élevé en rizipisciculture. Nombreux sont les composants qui pourraient contribuer à l'amélioration du rendement. Les recherches futures devraient approfondir davantage sur l'étude des variétés performantes en rizipisciculture, et sur l'amélioration des techniques culturales et de la gestion de l'eau pour améliorer les performances à la fois du riz et du poisson en rizipisciculture.

Mots clés : Canal refuge, Fertilisation, Intégration agriculture – élevage, Opération culturale, Rizière.

ABSTRACT

While rice-fish farming is on the increase in Madagascar, there is still a disparity in studies, with less emphasis on rice cultivation than on rice-fish farming. Yet the 2 components of this farming system are all important and constantly interacting. The aim of this study is therefore to characterise rice-growing practices in rice-fish farming among farmers in the highlands of Madagascar, particularly in the Vakinankaratra and Analamanga regions, in order to suggest ways of improving rice productivity in rice-fish farming. The field investigations were carried out in 3 stages. The first stage consisted of preliminary visits to reconnoitre the area and identify the rice-farmers to be surveyed. The second stage, which was the main method of data collection, involved semi-directive interviews with 35 rice-farmers, as well as direct observations on 68 plots. The aim of these interviews was to identify practices and understand the underlying agronomic rationale. The final stage involved feedback workshops at the end of the surveys, to validate the data obtained during the interviews and to highlight additional discussions on rice-fish farming. The results showed that the cultivation practices adopted by rice and fish farmers vary depending on whether the farmers' priority crop is rice or fish. The layout of the rice field and fertilisation methods are the main elements that distinguish the different cultivation methods used by rice and fish farmers. Farmers who emphasise rice cultivation invest less in developing rice fields and more in fertilisation. According to the results, 65% of plots without a refuge channel receive organic manure and inorganic fertilisers, while only 30% of plots with a refuge channel receive organic manure and mineral fertilisers. On average, rice yields in rice-fish culture without a refuge channel increased by 34% compared with rice cultivation, whereas in rice-fish culture with a refuge channel, the increase was only 17% of the yield obtained in rice cultivation. The results also showed that the use of combined fertilisers contributes to high rice yields in rice-fish farming. There are many components that could contribute to improved yields. Future research should focus more closely on the study of varieties that perform well in rice-fish farming, and on improving cultivation techniques and water management to improve the performance of both rice and fish in rice-fish farming.

Key words: Refuge channel, Fertilisation, Agriculture – livestock integration, Cultivation operation, rice field.

FINTINA

Hita fa mandroso tokoa ny fiompiana trondro an-tanimbary eto Madagasika, ary maro ireo fikarohana efa nato mahaksika io fomba fambolena iray io, ary tsikaritra fa betsaka kokoa ny fikarohana mahakasika ny trondro noho ny vary. Kanefa dia samy manandaja avokoa na ny trondro na ny vary. Ny tanjon'ity fikarohana ity dia ny hamantatra ireo karazana fomba fambolem-bary miaraka amin'ny trondro izay ataon'ny tantsaha eo amin'ny Ivotanimbary ny Madagasikara, tao amin'ny Faritra Vakinankaratra sy Anjozorobe. Izany no atao mba ahafahana manatsara hatrany ny voka-bary amin'io fomba fambolena iray io. Ny fanangonana ny angotoro dia notanterahana avy amin'ny alalan'ny fanadihadiana ifotony tamin'ny mpiompy trondro an-tanimbary miisa 35 ary ny fitsidihana ny tanimbarin'izy ireo izay miisa 68. Ny fanaovana atrikasa ihany koa dia anisan'ny nanampy tamin'ny fanamafisana ny angotoro izay efa ananana. Ny valin'ny fanadihadiana dia nahafahana nanatsoaka fa miankina amin'ny fambolena manan-danja eo amin'ny tantsaha iray ny fomba fambolena ho ataony. Ny fanatsarana ny tanimbary ary ny fanamasahana no singa mampiavaka ireo fomba entin'ny tantsaha mamboly vary amin'ny trondro an-tanimbary ireo. Ny tantsaha manome lanja ny vary dia tsy manao fandaniana be amin'ny fanatsarana ny tanimbary fa mirona kosa any amin'ny fanatsarana ny zezika entina. Voalaza fa 65% ny tanimbary tsy misy tata – belona dia misy zezika organika sy zezi-bazaha avokoa. Kanefa, 30% ny tanimbary misy tata- belona ihany no misitraka ireo zezika karazany 2 ireo. Ny voka-bary amin'ny tanimbary tsy misy tata – belona dia hita fa niakatra 34% oharina amin'ny vokatra azo avy amin'ny voly vary irery. Raha ho an'ny tanimbary misy tata-belona kosa, dia nahitana fiakaran'ny voka-bary 17% oharina amin'ny vokatra azo avy amin'ny voly vary irery. Ny amin'ity fikarohana ity, dia ny fampiasana ny zezika organika sy zezi-bazaha no singa lehibe nampiakatra ny voka-bary amin'ny trondro an-tanimbary. Maro anefa ireo singa mamaritra ny vokatra. Noho izany, tena ilaina hatrany ny mikaroka be be kokoa amin'ireo singa ireo, toy ny karazam-bary mety amin'ny trondro an-tanimbary, ny fitantanana ny rano ary ireo karazana teknikam-pambolena maro samihafa.

Teny manan-danja : Tata – belona, Fanamasahana, Fiarahan'ny fambolena sy fiompiana, Asa amin'ny fambolena, Tanimbary.

INTRODUCTION

La sécurité alimentaire et la réduction de la pauvreté ont toujours été au cœur des programmes de développement mondiaux (Angermayr *et al.*, 2023). En 2050, la terre comptera probablement 9 milliards d'humains, pour nourrir une telle population, la production végétale devra tripler dans les pays en développement, voire quintuplée en Afrique pour assurer la sécurité alimentaire (Mazoyer, 2008). De ce fait, l'activité agricole devrait s'intensifier sans perturber l'écosystème et assurer une agriculture durable.

Les enjeux de durabilité conduisent à une révision des modèles de production agricole et alimentaire. L'agroécologie est alors considérée comme un cadre d'action et d'innovation qui propose des concepts, des outils et des pratiques facilitant la transition vers des systèmes durables (David *et al.*, 2012). La pratique agroécologique vise à offrir un équilibre entre la viabilité économique et écologique (FAO, 2014). L'intégration agriculture et élevage est une des voies prometteuses en agroécologie comme la rizipisciculture (Randriamihanta *et al.*, 2022).

D'après Ahmed (2011) et Halwart & Gupta (2010), la rizipisciculture fait référence à la combinaison de la culture de riz et du poisson dans le même champ au même moment, tout en utilisant la même eau. A Madagascar, la surface exploitée par cette pratique dans toute l'île est encore minime, qui n'est seulement que 13 000 ha soit 8,6 % de la surface rizipiscicole totale (Aminur *et al.*, 2016, in Paradis, 2017).

La rizipisciculture permet à la fois d'augmenter la production de riz et de produire une bonne source de protéines animales qui est le poisson (FAO, 2017 ; Mortillaro & Dabbadie, 2019). C'est dans ce sens que Tsuruta *et al.* (2011) soulignent que la rizipisciculture contribue à lutter contre la malnutrition et d'offrir une source de revenus aux ménages via une diversification des productions agricoles.

A Madagascar, les premiers essais rizipiscicoles ont été effectués sous le règne d'Andrianampoinimerina (1794 – 1810) à Antananarivo (Jeremy, 2009). L'association de la riziculture avec la pisciculture n'a été réellement connue qu'à partir de 1920 selon Rabelahatra (1972) ; Moreau (1972) ; Kacha (2020). En 1980, la FAO a fait des études sur la rizipisciculture dans le pays. Depuis 2006, cette pratique s'est intensifiée et s'est vulgarisée dans le pays, via des organismes, surtout l'APDRA (Dabbadie & Mikolasek, 2017). Actuellement, l'innovation apportée par l'APDRA sur la rizipisciculture se concentre particulièrement dans la partie des Hautes – Terres de Madagascar (Bentz & Oswald, 2010).

Des études sur la rizipisciculture ont été déjà faites antérieurement, axées surtout sur la pisciculture, mais la recherche sur la riziculture reste minime. Pourtant, il est primordial de promouvoir davantage la riziculture en rizipisciculture, afin d'améliorer la production rizicole dans cette combinaison de pratique. Ainsi pour enrichir les études sur le riz en rizipisciculture, le cadre de cette étude vise à répondre à la question de recherche suivante: « *Quelles particularités caractérisent les approches de rizipisciculture adoptées par les agriculteurs des Hautes – Terres de Madagascar par rapport aux pratiques conventionnelles de riziculture ?* ».

Ainsi, l'objectif global de cette étude consiste à **Analyser les spécificités des pratiques rizicoles dans la rizipisciculture mises en œuvre par les paysans des Hautes – Terres de Madagascar, afin de proposer des pistes d'amélioration de la riziculture dans ce système intégré.**

L'identification et la compréhension de ces pratiques sont susceptibles d'améliorer l'efficacité de l'appui et de l'accompagnement des agriculteurs dans leurs pratiques en rizipisciculture.

Les déclinaisons de cet objectif principal amènent à définir les objectifs spécifiques suivants :

- **Objectif spécifique 1** : Caractériser les différences entre la pratique de riziculture conventionnelle avec la riziculture en rizipisciculture
- **Objectif spécifique 2** : Identifier les déterminants de la productivité de riz en rizipisciculture

Deux hypothèses de départ ont été construites pour effectuer cette étude :

- **Hypothèse 1** : Les méthodes d'aménagements des rizières et le type de fertilisations dans la rizipisciculture présentent des variations significatives par rapport à la riziculture conventionnelle.
- **Hypothèse 2** : La productivité rizicole est liée par des variables spécifiques, notamment le type de fertilisations et le choix de la variété.

Le manuscrit est articulé en 3 parties bien distinctes :

- **Partie 1** : «Matériels et méthodes », présentant les démarches méthodologiques adoptées pour répondre à la question de recherche ;
- **Partie 2** : « Résultats », présentant les résultats de l'étude ;
- **Partie 3** : «Discussions », incluant des recommandations liées à l'étude.

1 MATERIELS ET METHODES

1.1 Zones d'étude

L'étude a été menée sur les Hautes – Terres de Madagascar, une zone favorable à la rizipisciculture. Selon *Philippe Martel APDRA (2017, communication personnelle)* cité par Paradis en 2017, la superficie rizicole adaptée à la rizipisciculture dans les Hautes - Terres est au moins 15 000 ha, soit 10% de la superficie totale. En effet, Mandresilahatra *et al.* (2021) mentionnent que Madagascar dispose d'une surface de 150 000 ha de parcelles propice à la rizipisciculture.

Les zones d'étude sont toutes des zones d'intervention de l'APDRA. Pour avoir une diversité, le choix des régions se repose sur le niveau de la pratique de la rizipisciculture. La première Région choisie est la Région du Vakinankaratra, où la rizipisciculture est développée. La deuxième zone choisie se situe à Analamanga, plus précisément dans le District d'Anjozorobe, où la rizipisciculture commence à être vulgarisée, que depuis l'année culturale précédente (2021- 2022) (*Communication personnelle APDRA, 2023*).

Plus spécifiquement, l'étude se concentre dans 6 Fokontany, qui se répartissent inégalement dans les 2 zones choisies. Les Fokontany étudiés comprennent 4 Fokontany à Vakinankaratra et 2 Fokontany à Analamanga (Anjozorobe) (Figure 1). Le nombre inégal des Fokontany est également en relation avec le niveau du développement de la rizipisciculture dans les 2 zones sélectionnées.

La figure 1 suivante représente la localisation des zones d'études :

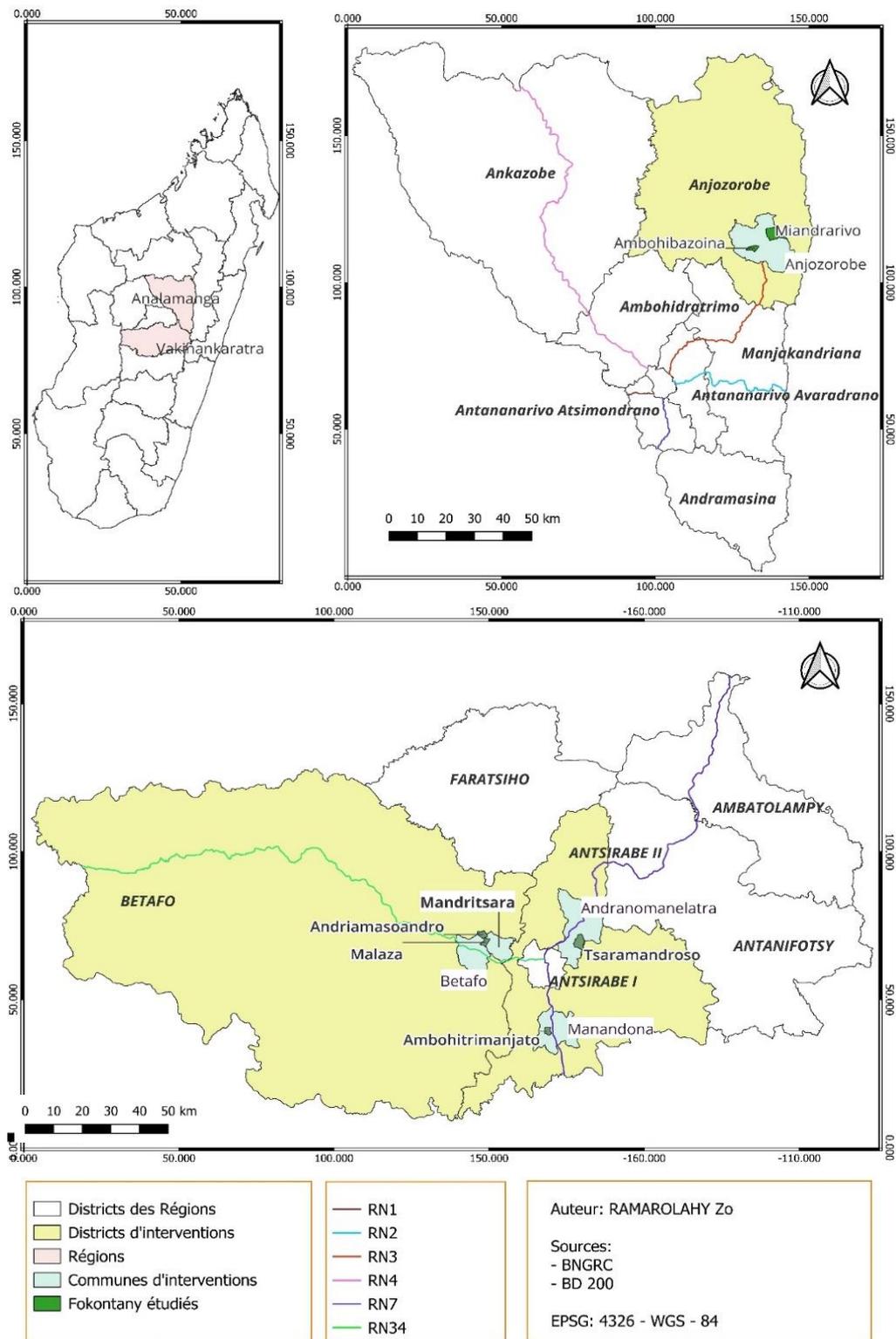


Figure 1: Localisation des zones d'étude

1.1.1 Vakinankaratra

Vakinankaratra fait partie des Hautes – Terres de Madagascar, avec une coordonnée géographique entre 18°59' et 20°03' de latitude Sud ; entre 46°17' et 47°19' de longitude Est. La Région du Vakinankaratra présente une température moyenne annuelle de 17°C (Raharimalala *et al.*, 2022). Sourisseau *et al.* (2016) mentionnent que la pluviosité annuelle dans cette zone est 1 200 à 2 000 mm.

Les 4 Fokontany concernés par cette étude dans la Région du Vakinankaratra sont répartis dans le District de Betafo et le District d'Antsirabe II. Le Fokontany Malaza de la Commune Rurale Mandritsara et le Fokontany Andriamasoandro de la Commune Rurale de Betafo appartiennent au District de Betafo. Tandis que les 2 autres Fokontany « Tsaramandroso et Ambohitrimanjato » se situent respectivement dans la Commune Rurale d'Andranomanelatra et dans la Commune Rurale de Manandona, District d'Antsirabe II (Figure 1).

La zone de Betafo est connue comme zone qui pratique la rizipisciculture depuis le début du 20^e siècle (APDRA, 2023, *Communication personnelle*). En effet, Moreau (1972) affirme que Betafo est parmi les premières zones à avoir initié l'association de la culture de riz et du poisson à Madagascar. En revanche, dans les zones de Manandona et d'Andranomanelatra, l'adoption de la rizipisciculture commence à émerger.

Les rizières à Betafo se trouvent majoritairement sur les bas de pentes, que les agriculteurs aménagent en terrasse. A Andranomanelatra et Manandona, les rizières se situent sur les bas-fonds, sur les plaines, ou les baiboho (Cliché 1). L'altitude moyenne dans le District de Betafo est autour de 1400m ([Carte topographique Betafo, altitude, relief \(topographic-map.com\)](#)). Dans le District d'Antsirabe II, l'altitude moyenne est d'environ 1600m ([Carte topographique Andranomanelatra, altitude, relief \(topographic-map.com\)](#)).



Cliché 1: Parcelle rizicole à Betafo et à Manandona

Source : Auteur, 2023

1.1.2 Analamanga (Anjozorobe)

Le District d'Anjozorobe se situe dans la Région Analamanga, faisant aussi partie des Hautes – Terres de Madagascar. La position géographique d'Anjozorobe est de 18°13' de latitude Sud et de 47°31' de longitude Est. Anjozorobe dispose une température moyenne de 17.4°C et une pluviosité moyenne est de 1355 mm (climate-data.org).

Les 2 Fokontany choisis dans la Commune d' Anjozorobe se situent dans le Fokontany Miandrarivo et Ambohibazoina (Figure 1). A Anjozorobe, l'introduction des poissons en rizière au moment de la culture de riz est une pratique récente.

Avant 2021, la rizipisciculture à Anjozorobe a été encore de la rizipisciculture traditionnelle (Annexe 1). Avant cette période, les paysans n'ont pas encore fait de l'empoisonnement ni d'aménagement de la rizière, voire aucun changement de la pratique de la riziculture. L'amélioration de la capture sauvage dans ce District est menée par l'APDRA, depuis 2021.

Anjozorobe est une zone dominée par des montagnes et des collines. L'altitude dans cette zone arrive jusqu'à 1300 m ([Carte topographique Anjozorobe, altitude, relief \(topographic-map.com\)](https://topographic-map.com)). La riziculture irriguée se trouve sur les plaines et les bas-fonds, comme illustré dans le cliché 2. Dans les 2 Fokontany étudiés (Ambohibazoina et Miandrarivo), les parcelles se situent sur tous les bas-fonds.



Cliché 2:Parcelle rizicole à Anjozorobe

Source : Auteur, 2023

Les zones d'étude ont des altitudes élevées. En effet, l'altitude comprise entre 1 300 et 1 700 m d'altitude est considérée comme haute altitude (Raharimalala *et al.*, 2022).

1.2 Collecte de données

Afin d'atteindre les objectifs, l'entretien semi-directif avec les rizipisciculteurs a été choisi comme méthode principale pour les collectes de données. Des revues bibliographiques, des observations directes sur le terrain, des entretiens avec des personnes-ressources notamment de l'APDRA, ainsi que les informations collectées lors des ateliers de restitution ont permis de compléter et renforcer les informations obtenues lors des enquêtes avec les rizipisciculteurs.

1.2.1 Entretien individuel

Des questionnaires semi-directifs ont été élaborés pour faciliter les collectes des données auprès des paysans (Annexe 2). Les enquêtes se basent sur des entretiens individuels plus descriptives pour avoir plus de détails et pour que les agriculteurs puissent exprimer librement. La personne enquêtée est la personne qui s'occupe vraiment des pratiques en question dans le ménage.

Les questionnaires se focalisent sur la comparaison des pratiques de la riziculture et rizipisciculture de la période culturale précédente (2022-2023). Les séries de questions contiennent :

- La description générale de l'exploitation en lien avec la rizipisciculture
- La description de la parcelle
- La description et les raisons des pratiques adoptées

En parallèle de l'entretien, les observations directes ont été réalisées. Les observations directes des parcelles permettent de caractériser et de mieux comprendre les pratiques mises en place par les paysans. Les surfaces des parcelles et la localisation de ces parcelles ont été mesurées et enregistrées à partir d'un GPS (Cliché 3).



Cliché 3: GPS mètre

Source : Auteur, 2023

A noter que toutes les valeurs des hauteurs et des largeurs dans ce présent mémoire sont obtenues à partir des dires d'acteurs, mais qui sont vérifiées visuellement sur le terrain.

1.2.2 Échantillonnage

La méthode d'échantillonnage s'établit à partir de la méthode de proche en proche. Cette méthode s'appelle également « méthode de repérage boule de neige ». La méthode boule de neige consiste à réaliser des entretiens avec une petite taille d'individu connu, puis, d'élargir l'échantillon, en demandant à ces premiers participants d'identifier d'autres paysans (Dupré, 2015).

De même définition, Marpsat & Razafindratsima (2010) en découlent que la méthode boule de neige consiste d'abord à enquêter un petit nombre de personnes faisant partie de la population recherchée, puis ces personnes enquêtées désignent d'autres personnes répondant aux critères recherchés, et ainsi de suite.

Dans cette étude les personnes étudiés devraient disposer soient une parcelle rizicole et une parcelle rizipiscicole, soient deux parcelles rizipiscicoles mais de conduites culturelles différentes. La riziculture est prise en compte afin de bien distinguer les pratiques entre la riziculture conventionnelle et celle intégrée à la rizipisciculture.

Pour identifier les personnes éligibles aux enquêtes, une collaboration avec les agents communautaires, les techniciens de l'APDRA et des personnes – ressources comme le Chef du Fokontany a été réalisé.

L'étude consiste à faire une étude de cas, avec un effectif d'échantillonnage relativement faible. Cette étude ne considère pas à rechercher la représentativité, mais plutôt la diversité. Au total, le nombre des rizipisciculteurs enquêtés est de 35 personnes, dont 5 femmes et 25 Hommes. Les rizipisciculteurs interrogés se répartissent inégalement en raison du nombre de Fokontany par zone (tableau 1).

Tableau 1: Effectif de personnes enquêtées par zone

Zone	Nombre de personnes enquêtés	Bénéficiaire de l'APDRA	
		Non	Oui
Vakinankaratra	24	14	10
Anjozorobe	11	0	11
Total	35	14	21

La figure suivante présente les effectifs des enquêtés qui pratiquent à la fois la riziculture et la rizipisciculture, ainsi que les effectifs des enquêtés qui pratiquent seulement de la rizipisciculture.

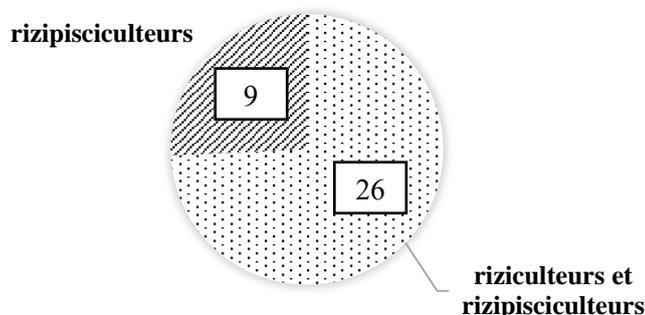


Figure 2: Typologie des agriculteurs enquêtés

Dans Vakinankaratra, les paysans interrogés disposent en moyenne 4 parcelles rizipiscicoles. Alors que dans Anjozorobe, les paysans interrogés possèdent au maximum 2 parcelles rizipiscicoles. Mais, dans cette étude, les agriculteurs ont été interrogés sur 2 parcelles seulement, soient 01 parcelle rizipiscicole et 01 parcelle rizicole, soient 2 parcelles rizipiscicoles, mais de conduites culturales différentes.

Dans l'ensemble, avec 35 personnes et 2 parcelles étudiées par personne, le nombre de parcelles obtenues devrait être 70 parcelles. Cependant 2 enquêtés parmi les 35 possèdent seulement une parcelle rizipiscicole chacune, sans disposer une autre parcelle rizicole. D'où le nombre de parcelles étudié est de 68 parcelles dont 26 parcelles appartiennent à la riziculture et les 42 parcelles à la rizipisciculture.

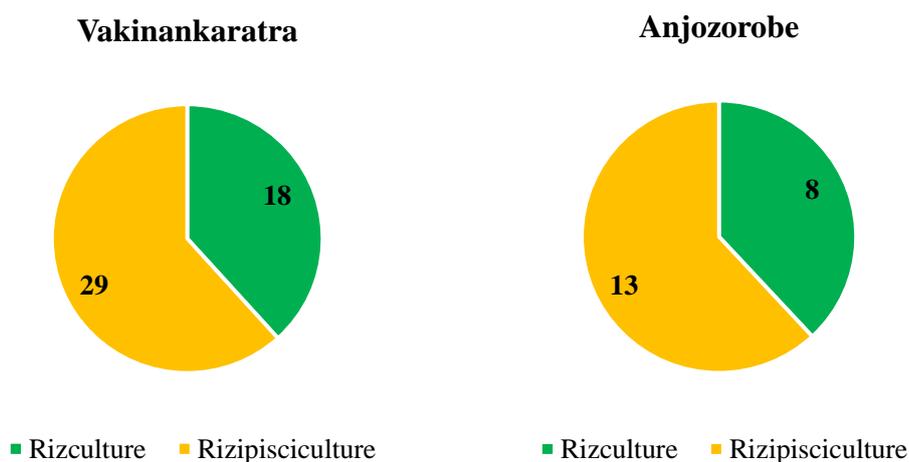


Figure 3: Effectifs des parcelles étudiées par zone et par pratiques

1.2.3 Ateliers de restitution

Les ateliers de restitution ont été organisés dans chaque Fokontany étudié pour le cas du Vakinankaratra. Dans le cas d'Anjozorobe, les rizipisciculteurs ont été regroupés dans un Fokontany lors de l'atelier de restitution.

Les participants pendant les ateliers concernent les rizipisciculteurs enquêtés, les autres rizipisciculteurs intéressés par l'objet de cette étude, ainsi que les animateurs qui sont l'équipe du CIRAD et de l'APDRA.

L'objectif principal de l'atelier était de partager aux paysans les résultats de l'étude. Afin de passer facilement le message aux paysans, des affiches ont été utilisées pour illustrer les résultats d'enquêtes (Annexe 3). Les ateliers visaient également à valider les données collectées lors des entretiens individuels ou à susciter d'autres discussions supplémentaires sur la riziculture en rizipiscultures.



Cliché 4: Atelier de restitutions dans les Fokontany

Source : Auteur, 2023

Le déroulement de l'atelier de restitution se décompose en 2 étapes. Tout d'abord, les paysans sont invités à mettre en évidence les problèmes de riziculture en rizipisciculture. Ensuite, les animateurs présentent les résultats des enquêtes menées.

Les ateliers de restitution à Vakinankaratra comprennent une 3^e étape supplémentaire, au cours de laquelle les participants discutent des idées de tests de pratiques de riziculture en rizipisciculture à mettre en place.

1.3 Traitements de données

1.3.1 Apurement des données

Après la saisie des données collectées, le traitement des données a commencé par la phase de préparation et de nettoyage. Ainsi, des conversions ont été effectuées pour obtenir des données unifiées. Le tableau 2 présente les unités de conversions utilisées pendant l'apurement des données.

Tableau 2: Unité de conversions

	Type	Quantité (kg)
<i>Paddy</i>	1 Kapoaka	0,40
	1 kantine	4,5
	1 vata	23
<i>Fumier</i>	1 charrette de fumier semi - humides	300
	1 charrette de fumier sec	200

Source : Auteur, 2023

Les unités de conversions ci-dessus sont obtenues à partir des recoupements des données et des informations fournis par les paysans. Ces unités sont des unités locales, c'est-à-dire, unité utilisée par les paysans dans les 2 zones d'étude (Vakinankaratra et Anjozorobe).

Pendant l'enquête, ce sont la production totale en sac que les riziculteurs ont donnée. Entre autres, la valeur de 1 sac de paddy a été demandée. A noter que le poids d'un sac de paddy varie d'un paysan à l'autre, mais étant dans l'intervalle de 50 à 80 kg. Donc l'estimation de la quantité de production de riz en kg est obtenue à partir de la formule suivante:

$$\text{Quantité de la production totale de riz (kg)} = \text{Quantité totale en sac} * \text{quantité d'1 sac en kg}$$

1.3.2 Analyse des données

Les analyses contribuent à identifier les pratiques adoptées, à explorer et à comprendre les comportements et les logiques des rizipisciculteurs liés à ces pratiques. Les bases de données comprennent 68 parcelles et 161 variables dont 72 sont des variables quantitatives et 89 sont des variables qualitatives.

Pour les analyses simples, le tableau croisé dynamique étant un outil simple et efficace, a été utilisé pour traiter les variables qualitatives. Pour obtenir les valeurs moyennes, la médiane et l'écart type, les variables quantitatives ont été soumises à des analyses statistiques descriptives.

Le logiciel R a été choisi pour faire les traitements statistiques. Le package *tydiverse* a été utilisé pour effectuer des statistiques descriptives par groupes, le package *ggplot2* pour faire les illustrations graphiques ; le package *FactoMineR* pour l'analyse multivariée.

Pour répondre à l'objectif 1, une typologie a été adoptée pour pouvoir approfondir les différentes pratiques menées par les paysans en rizipisciculture. La typologie a été établie à partir des dires d'experts. Cette approche de typologie ne repose pas sur l'utilisation des traitements statistiques pour créer des catégories, mais qui se fonde plutôt sur l'observation des faits réels afin de mieux refléter la réalité (Berre *et al.*, 2019).

Pour atteindre l'objectif spécifique 2, l'ACM est l'analyse multivariée appropriée à cette étude. Selon Vincent (2015), l'ACM est applicable sur des jeux de données où les variables comportent de nombreuses modalités de variables et de nombre d'individus peu nombreux.

Des nouvelles modalités de variables ont été créées pour faciliter l'analyse des données, en transformant les variables quantitatives en variables qualitatives (Tableau 3).

Tableau 3: Création des modalités de variables

Nouvelle variable	Classification	Nouvelle modalité de variable	Source
Cycle de la variété	environ 4 mois	Cycle moyen	Catalogue variétal
	Supérieur à 4, 5 mois	Cycle long	FOFIFA
Rendement rizicole en rizipisciculture	Inférieur à 3,5 t.ha ⁻¹	Rendement rizicole faible	FAO, 1992
	Entre 3,5 à 5 t.ha ⁻¹	Rendement rizicole moyen	
	Supérieur à 5 t.ha ⁻¹	Rendement rizicole élevé	

2 RÉSULTATS

2.1 Activités rizipiscicoles dans les zones étudiées

2.1.1 Origine de la rizipisciculture dans les exploitations agricoles

D'après les résultats d'analyses, les rizipisciculteurs à Vakinankaratra ont commencé la rizipisciculture plutôt que les rizipisciculteurs à Anjozorobe. La figure 4 suivante illustre les effectifs des rizipisciculteurs par année d'adoption de la rizipisciculture.

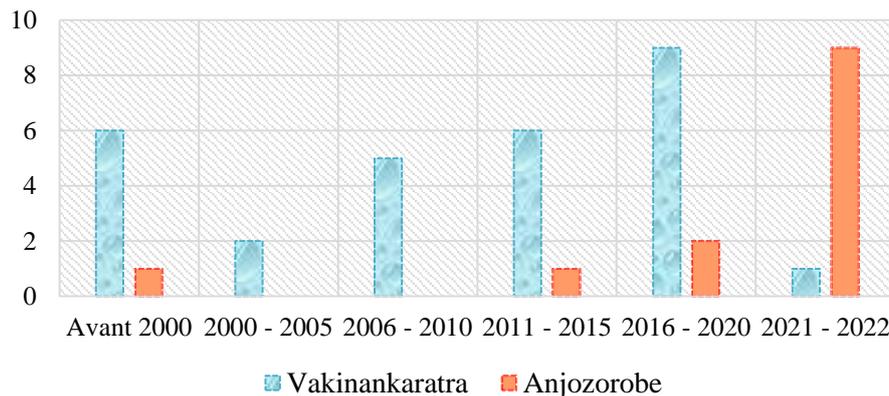


Figure 4: Effectif des rizipisciculteurs par année d'adoption de la rizipisciculture

La figure 4 indique que 8 rizipisciculteurs étudiés sur 13 à Anjozorobe ont commencé l'introduction de poisson en rizière à partir de l'année culturale 2021, 1 rizipisciculteur avant l'introduction de poisson en rizière à partir de l'année culturale 2021, 1 rizipisciculteur avant 2000, et 3 rizipisciculteur entre 2011 à 2020. A Vakinankaratra, 6 agriculteurs interrogés ont commencé la rizipisciculture avant l'année 2000, 7 rizipisciculteurs entre 2000 à 2010, 15 rizipisciculteurs entre 2011 à 2020 et seulement 1 rizipisciculteur interrogé qui a commencé cette pratique en 2021.

Les raisons d'ancienneté d'adoption de la rizipisciculture varient d'une zone à une autre (Figure 5).

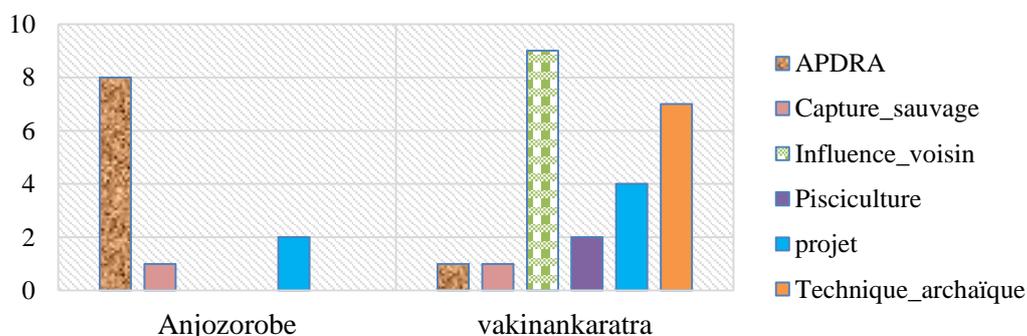


Figure 5: Effectif des paysans par raisons d'adoption de la rizipisciculture

A Anjozorobe, la sensibilisation et l'appui de l'APDRA influent significativement les agriculteurs à adopter l'association de la riziculture et la pisciculture. En ce qui concerne le Vakinankaratra, l'influence des communautés locales est la première raison des rizipisciculteurs enquêtés à adopter la pratique de rizipisciculture. En effet, ces agriculteurs sont témoins des résultats positifs de la rizipisciculture dans leur entourage, ce qui les encourage à s'engager dans cette pratique agricole.

Le système riz – poisson est une technique archaïque dans cette zone, qui s'est transmise de génération en génération, surtout dans la partie du Betafo. Au cours des collectes de données, d'autres raisons ont été évoquées, notamment la présence de projets ou d'organismes de développement ainsi que l'amélioration de la capture sauvage. En outre, selon la figure 5, 2 paysans étudiés ont choisi d'élargir leurs activités piscicoles en optant pour la rizipisciculture.

2.1.2 Choix des parcelles rizipiscicoles

D'après les résultats d'enquêtes, 31 personnes sur 35 ont affirmé que le choix de la parcelle dépend de la disponibilité et à la bonne maîtrise d'eau dans la rizière. En effet, il y a de type de sol qui n'arrive pas à retenir l'eau dans la rizière. La disponibilité de l'eau est conditionnée par les sources d'eau et la capacité de rétention d'eau de la rizière. D'après les paysans, le sol sableux a de difficulté à retenir l'eau, étant contraire du sol argileux.

Quatre rizipisciculteurs sur 35 ont déclaré que leur choix était lié à l'emplacement de la parcelle. Selon ces paysans, les parcelles en présence des poissons devraient être près du village pour faciliter la surveillance de la parcelle, notamment contre les vols.

2.2 Caractérisation des pratiques de la riziculture en rizipisciculture dans les Hautes-Terres de Madagascar

Au cours des traitements de données, il a été observé qu'il n'y a pas de différence significative entre la zone du Vakinankaratra et la zone d'Anjozorobe. Ainsi, les résultats présentés ci-dessous sont des résultats issus de la combinaison des données de ces 2 zones étudiées, mais les résultats par Fokontany sont détaillés dans l'annexe 4.

2.2.1 Typologie de la pratique

Les critères de la typologie des pratiques se basent premièrement sur la présence ou l'absence de poisson dans la rizière, deuxièmement, sur la présence ou l'absence d'un canal refuge pour la rizipisciculture (Figure 6). Cette typologie permet une caractérisation précise de chaque pratique adoptée par les rizipisciculteurs.

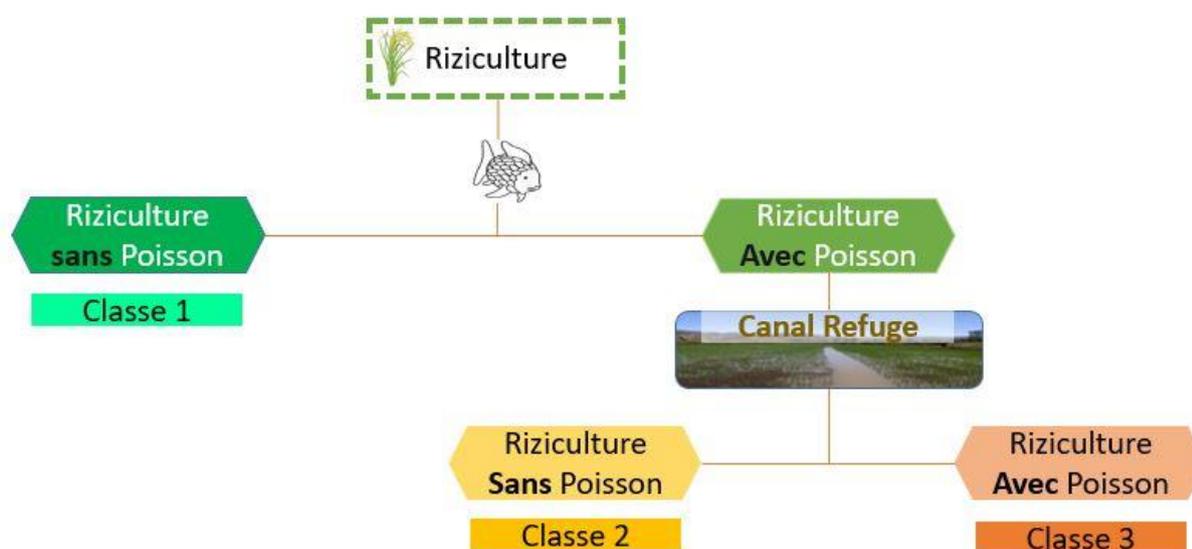


Figure 6: Typologie des pratiques

- **Classe 1 (C1)** : représente la pratique de la **riziculture sans pisciculture**. Cette pratique concerne 26 parcelles.
- **Classe 2 (C2)** : représente la pratique de **rizipisciculture sans canal refuge** et regroupe 19 parcelles. La classe 2 est spécifique dans le Fokontany Andriamasoandro, Commune rurale Betafo (Vakinankaratra). Les rizipisciculteurs dans cette localité ne mettent pas encore du trou ou canal refuge dans les rizières.
- **Classes 3 (C3)** : désigne la pratique de **rizipisciculture avec canal refuge** et présente 23 parcelles. Les rizipisciculteurs enquêtés dans le Fokontany Miandrarivo, Commune rurale d'Anjozorobe (Anjozorobe) et Ambohitrimanjato, Commune rurale Manandona (Vakinankaratra) font tous partie de la classe 3.

A partir de la typologie, le nombre des parcelles par zone et par classe a été obtenu.

Tableau 4: Effectif des parcelles par classe et par zone

Zone	C1	C2	C3
Vakinankaratra	18	18	11
Anjozorobe	8	1	12
Total	26	19	23

Ce tableau permet de déduire que les rizipisciculteurs à Vakinankaratra optent plutôt sur une parcelle sans canal refuge en rizipisciculture, tandis que la majorité des parcelles rizipiscales à Anjozorobe dispose du canal refuge.

Surface des parcelles par typologie de pratique

La surface moyenne exploitée par les agriculteurs est de moins de 10 ares dans toutes les 3 classes, en riziculture (C1), en rizipisciculture sans canal refuge (C2) ou en rizipisciculture avec canal refuge (C3). En C1 et C3, la surface est respectivement $6,21 \pm 4,51$ ares et $6,06 \pm 5,24$ ares. Tandis qu'en C2, la surface est de $8,32 \pm 4,52$ ares.

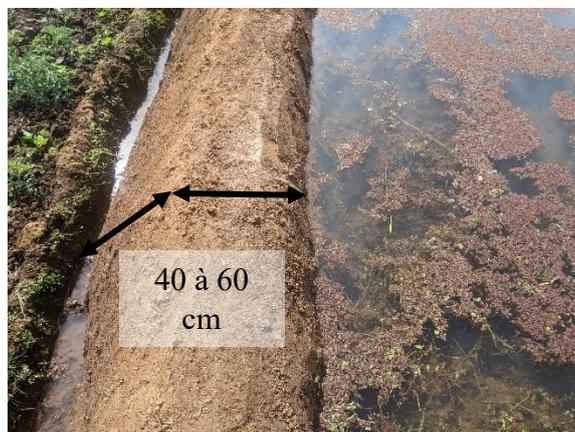
2.2.2 Aménagement de la parcelle rizipiscicole

Les observations directes sur terrain ont permis d'identifier que 2 parcelles sont aménagées différemment des autres, dont la première parcelle appartient à la classe 1 et la deuxième parcelle appartient à la classe 3. Ces 2 parcelles ne sont pas traitées avec les autres parcelles, mais vont être caractérisées particulièrement (Annexe 5).

2.2.2.1 Diguette

La diguette joue un rôle très important en rizipisciculture. Le rehaussement des diguettes constitue un des facteurs qui permet de gérer la lame d'eau dans la rizière. En riziculture (classe 1), les diguettes sont moins élevées qu'en riziculture avec poisson. La hauteur des diguettes choisie par les paysans pour cette pratique (C1) permet juste de laisser une fine la lame d'eau dans la rizière. Ainsi, 80% des parcelles rizicoles ont une hauteur et largeur de diguette autour de 25 cm, sauf dans le Fokontany Andriamasoandro (Betafo – Vakinankaratra), où les diguettes des parcelles de la classe 1 sont plus hautes (40 cm) et larges (40 cm) que dans les autres localités.

Concernant de la rizipisciculture, les paysans ont renforcé davantage les diguettes dans la classe 3 que dans la classe 2. La hauteur et largeur des diguettes en C3 varie de 40 à 60 cm. Cependant la hauteur et largeur des diguettes en C2 ne dépassent pas 40 cm de hauteur.



Cliché 5: Diguette en rizipisciculture

Source : Auteur, 2023

2.2.2.2 Canal refuge

Le canal refuge est mis en place uniquement que dans la classe 3. Dans tous les cas la largeur et la profondeur du canal refuge est de 40 ± 20 cm. La figure 7 suivante met en lumière les différentes mises en place du canal refuge adopté par les rizipisculteurs.

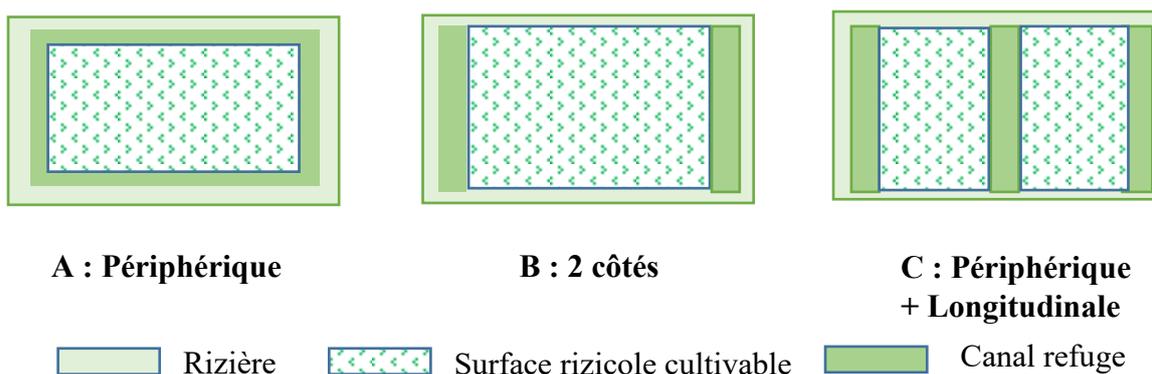


Figure 7:Types de canal refuge en milieu paysan

Dans les 12 parcelles sur 23, le canal refuge se situe sur les 2 côtés de la rizièrè (type B, Figure 7). Dans le reste des parcelles, 6 parcelles disposent un canal refuge de type A et 5 parcelles présente le canal refuge de type C (Figure 7).

Les rizipisciculteurs dans la classe 2 préfèrent de ne pas mettre de canal refuge, pour différentes raisons, soit ces rizipisciculteurs ne sont pas propriétaire de la rizière, soient ils ont de contraintes sur la réduction de la surface rizicole cultivable.

2.2.2.3 Grille

Les parcelles en présence de poisson dans la rizière installent des dispositifs grillagés au niveau des points de sortie d'eau. Le choix du type de grille est lié à la capacité financière de chaque agriculteur, déterminant ainsi la faisabilité d'acquérir des moustiquaires ou même des grilles métalliques.

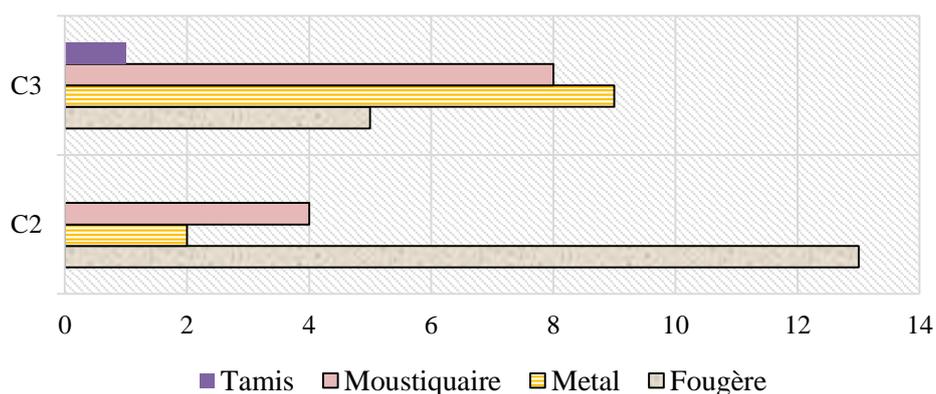


Figure 8: Effectif de grilles utilisées par pratique de rizipisciculture

Les rizipisciculteurs ayant des parcelles en C2 optent plutôt sur l'utilisation des fougères « *apanga* ». Treize parcelles sur 19 en C2 présentent des fougères au niveau de la sortie d'eau. Les grilles en métal et les moustiquaires sont les plus présents dans les parcelles en C3.

2.2.3 Pratique de riziculture en rizipisciculture

Les itinéraires techniques en riziculture et en rizipisciculture se différencient sur la fertilisation, l'empoissonnement et l'apport d'aliments aux poissons. Pour le reste des opérations culturales, les pratiques sont similaires.

2.2.3.1 Préparation du sol

La préparation du sol désigne le labour, le hersage et le planage. Le labour se fait généralement un mois avant le hersage (cf. Calendrier cultural). L'outil utilisé pour la préparation du sol dépend des ressources des paysans.

Les riziculteurs enquêtés ainsi que les 45% des rizipisciculteurs enquêtés font le hersage 1 seul fois, alors que les 55% des rizipisciculteurs interrogés font le hersage 2 fois. Selon ces rizipisciculteurs, le 2^e hersage permet de limiter le développement des adventices. Après le 1^{er} hersage, les paysans laissent la parcelle engorgée d'eau et pratiquent le 2^e hersage environ 2 à 3 semaines après le premier.

2.2.3.2 Fertilisation

La fertilisation est un paramètre important pendant la culture. A part les éléments disponibles dans le sol, la fertilité du sol dépend également sur les apports des matières fertilisantes. Les types de fertilisant utilisé sont les engrais organiques et les engrais de synthèses.

Les engrais organiques désignent les fumiers, le compost, les engrais verts ainsi que les résidus de culture. Les engrais organiques appliqués sont en général ceux qui sont disponibles aux exploitants. Ces derniers permettent ainsi de valoriser les ressources locales.

Les engrais de synthèses sont des engrais utilisés pour compléter les éléments nutritifs apportés par les engrais organiques. Les types d'engrais de synthèses utilisés par les rizipisciculteurs enquêtés sont le NPK (11, 22,16) et l'urée (46%). L'utilisation des engrais de synthèses dépend des moyens financiers de l'exploitation. Le prix d'un kg de NPK (11, 22,16) est de 5600 Ariary, ce qui est cher pour les exploitations agricoles familiales.

Effectifs

Le graphe ci-dessous représente les effectifs des parcelles (%) par classe qui reçoivent un tel type de fertilisation.

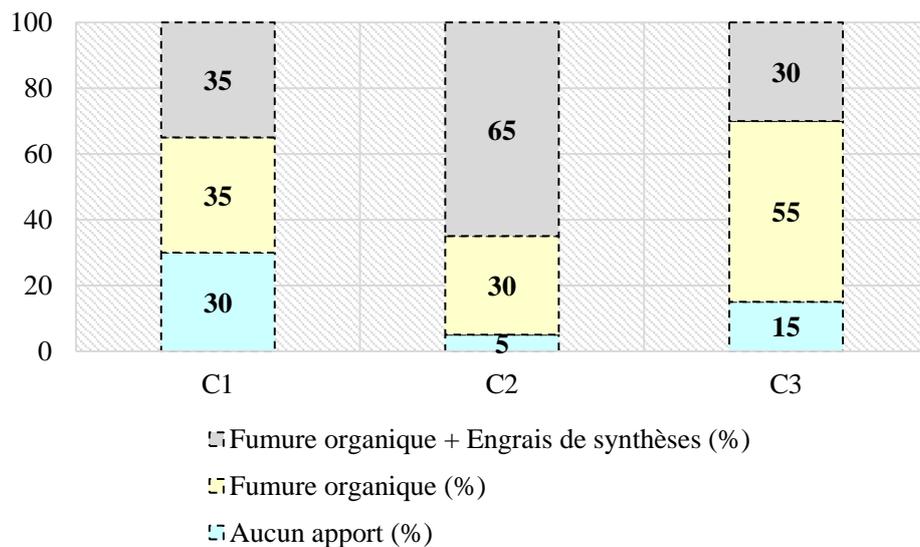


Figure 9: Effectif des parcelles (%) par type de fertilisation apporté par classe

L'effectif des rizipisciculteurs qui n'apporte pas de fertilisant est faible dans la pratique riz-poisson. Les rizipisciculteurs qui mettent de l'engrais utilisent à la base de la fumure organique, soit exclusivement, soit en combinaison avec des engrais de synthèses. La classe C2 se caractérise par un effectif significatif de rizipisciculteurs usant à la fois la fumure organique et l'engrais de synthèses.

Dose de fertilisations

Les résultats d'enquêtes autorisent à constater que la quantité de fumures organique apportée par les agriculteurs s'accroît en fonction de la présence du poisson dans la rizière. Cette constatation est indiquée dans le tableau suivant :

Tableau 5: Dose de fertilisation appliquée par classe

<i>Classe</i>	<i>Dose de la Fumure organique (kg. are⁻¹)</i>	<i>Engrais de synthèses NPK (11, 22,16) (kg. are⁻¹)</i>
<i>Classe 1</i>	130 ± 72	1 ± 0.5
<i>Classe 2</i>	155 ± 134	1.65 ± 1
<i>Classe 3</i>	165 ± 120	0.5 ± 0.2

La dose de la fumure organique apportée en Classe 2 et Classe 3 ne présente pas une différence significative. En ce qui concerne l'engrais de synthèses, la classe 2 utilise une quantité légèrement supérieure par rapport aux autres classes, suivies de la classe 1 et de la classe 3 en troisième position.

La dose d'engrais de synthèses mentionnée ci-dessous s'agit de la dose de NPK (11, 22,16). En effet, ce type d'engrais est l'engrais de synthèses le plus utilisé par les agriculteurs. Seulement la classe 2 dans la zone du Vakinankaratra, les paysans rajoutent un 2^e engrais de synthèses qui est l'urée (46%). Les parcelles reçoivent environ 1kg d'urée (46%) par are.

2.2.3.3 Variétés

Les variétés de riz en rizipisciculture sont les mêmes que les variétés de riz cultivées en riziculture. Les variétés citées pendant l'enquête regroupent 8 variétés au total (Annexe 6). Les 3 variétés le plus utilisées par classe sont :

- **Classe 1** : X265, Rojomena, Mena kely
- **Classe 2** : Madrigal, Mena Kely, Ordinaire
- **Classe 3** : FOFIFA 160, Rojomena, X265



Cliché 6:variété Mena Kely

Source : Auteur, 2023

Les variétés dominantes ci-dessus regroupent 5 variétés améliorées (X265, Rojomena, Madrigal, FOFIFA 160, Mena Kely) et 1 variété traditionnelle (variété ordinaire).

Les variétés Ordinaire, Madrigal et Mena kely sont des variétés dominantes à Vakinankaratra. Tandis que la variété FOFIFA 160 et la variété Rojomena sont des variétés dominantes à Anjozorobe. La variété X265 est une variété qui s'adapte dans les Hautes – Terres de Madagascar. Selon les affirmations des paysans, ces variétés sont favorables à la rizipisciculture.

2.2.3.4 Pépinière et repiquage

Selon les témoignages des agriculteurs, réaliser la pépinière sur Tanety favoriserait une croissance plus rapide des plants de riz par rapport à la pépinière en rizière. Les paysans estiment que les plants provenant de Tanety sont plus robustes et plastiques que les plants issus de la rizière. Cette approche est particulièrement choisie aux rizipisculteurs qui utilisent des plants jeunes.

Les rizipisculteurs choisissent la hauteur de la lame d'eau en fonction de l'âge du plant. Si le plant est encore très jeune, le plant ne supporte pas une lame d'eau importante. Les paysans qui ont utilisé des plants inférieurs à 30 jours mettent une lame d'eau environ à 2 cm au moment du repiquage. Tandis que si l'âge de plant utilisé dépasse de 30 jours, le niveau d'eau dans la rizière peut être autour de 5 cm.

Les graphes suivants indiquent le nombre des rizipisculteurs qui utilisent des plants inférieurs ou supérieurs à 30 jours, par zone et par classe.

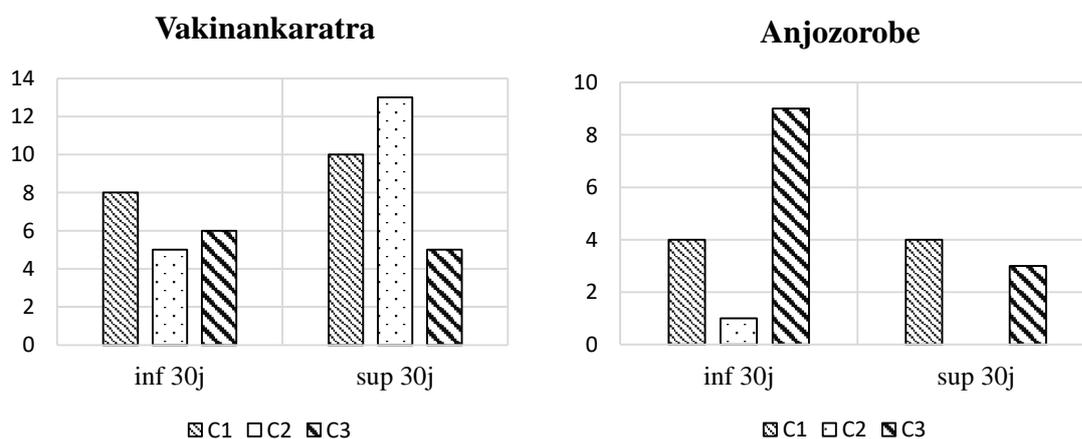


Figure 10: Nombre de parcelle par catégorie d'âge de plant utilisé par zone étudiée

La figure 10 met en évidence que les rizipisculteurs à Anjozorobe choisissent plutôt des jeunes plants inférieurs à 30 jours. Dans la zone du Vakinankaratra, les agriculteurs enquêtés optent plutôt sur des plants supérieurs à 30 jours.

Le mode de repiquage dépend du choix des producteurs. Pour toutes les classes, le repiquage en ligne est le plus utilisé (48 parcelles / 68), suivi du repiquage en carrée (17 parcelles / 68), et du repiquage en foule ou traditionnel en 3^e lieu (3 parcelles /68). Actuellement, les nouvelles techniques culturales sont très rependues, expliquant le faible effectif des personnes qui font le repiquage en foule qui est une technique traditionnelle.

Dans toutes les classes, les paysans choisissent de repiquer en ligne plutôt qu'en carré. Le repiquage en carré nécessite plus de temps et de main-d'œuvre que le repiquage en ligne. Néanmoins la main-d'œuvre requise lors du repiquage dépend quantité du nombre de brins à transplanter, vient ensuite la structure du sol et la technique de repiquage en 3^e condition.

Suivant les dires des paysans lors des ateliers de restitution, le repiquage en carrée est le plus adaptée pour la rizipisciculture. L'écartement entre plants et lignes favorise au jeune plant de taller un peu plus. L'eau est bien exposée à la lumière, ce qui est favorable à la croissance du riz et à la croissance des aliments naturels pour les poissons. Aussi, cet écartement permet au poisson de profiter l'espace dans la rizière, car les poissons sont moins gênés par les plants de riz.

2.2.3.5 Sarclage

Le sarclage est une opération culturale indispensable pendant la saison de culture. Cette activité permet de gérer les adventices dans la parcelle. Les adventices sont nombreux en riziculture qu'en rizipisciculture. Les types d'avertices rencontrés sont le « *Tsiriry* » (*Leersia hexandra*), « *Tsimparifary* » (*Polygonum glabrum*), « *Harefo* » (*Eleocharnis baroni*), et « *Valatendro* » (*Potamogeton fluitans*).

La présence des poissons dans la rizière contribue à réduire la densité des adventices. Les rizipisciculteurs observent que d'une part, les adventices font partie des régimes alimentaires des poissons. D'autres parts, la rizipisciculture nécessite une lame d'eau plus épaisse, empêchant le développement des adventices.

Dans le Fokontany Ambohibazoina (Anjozorobe), les rizipisciculteurs optent sur le repiquage en foule. Ils ont expliqué que l'utilisation de la sarcleuse peut parfois endommager les racines des plants de riz, risquant ainsi de les détruire. De plus, le type de sol dans ce Fokontany est moins fertile, et les paysans craignent que les jeunes plants ne puissent plus se développer après avoir été abimés.

La lame d'eau pendant le sarclage varie de 7 à 10cm. Dans le cas où il y a un excès d'eau dans la rizière, les paysans sont obligés de diminuer le niveau de l'eau dans la parcelle. La sarcleuse ne peut pas arriver au fond de la rizière s'il y a beaucoup d'eau dans la parcelle, ce qui l'empêche de déraciner les mauvaises herbes.

Effet du sarclage sur le poisson

Selon les rizipisciculteurs, le sarclage ne perturbe pas le poisson dans la rizière. Les poissons se déplacent vers le canal refuge (40% des réponses des rizipisciculteurs), soit vers l'autre côté de la rizière. Des paysans affirment aussi qu'ils font le sarclage sur la moitié de la parcelle, puis reviennent le lendemain pour sarcler le reste de la parcelle (40% des réponses des rizipisciculteurs). Entre autres, des rizipisciculteurs font l'empoissonnement après le sarclage (20% des réponses des rizipisciculteurs). Ces derniers effectuent le sarclage en une seule fois, ce qui les distingue des autres rizipisciculteurs.

Dans cette étude 26 paysans disposent une parcelle avec poisson et une parcelle sans poisson. Les 17 paysans sur 26 font le sarclage des 2 parcelles simultanément. Les 9 paysans sur 26 restants font le sarclage des 2 parcelles dans une période différente. Dans ce cas, les agriculteurs sarclent en premier la parcelle avec poisson, car ces agriculteurs font l'empoissonnement après le sarclage. Dans 5 à 10 jours après, ces agriculteurs font le sarclage de la parcelle sans poisson.

2.2.3.6 Empoisonnement

Le type d'élevage rencontré en rizipisciculture est le grossissement et l'alevinage-grossissement. Les 80% des rizipisciculteurs étudiés pratiquent seulement du grossissement, les autres 20% pratiquent à la fois l'alevinage et grossissement.

Les espèces élevées sont la carpe miroir (*Cyprinus carpio*), le tilapia (*Oreochromis niloticus*), le « *Trondro gasy* » ou carassin (*Carassius auratus*). Tous les rizipisciculteurs de la classe 3 utilisent seulement de la carpe avec le riz. Dans la classe 2, 15% des rizipisciculteurs fait de la polyculture c'est-à-dire, ces rizipisciculteurs associent la carpe et le tilapia dans la même rizière. La carpe est l'espèce du poisson favorisé par les rizipisciculteurs, grâce à son développement rapide.



Cliché 7: Espèce de poisson utilisé en rizipisciculture (Carpe et Tilapia)

Source : Auteur, 2023

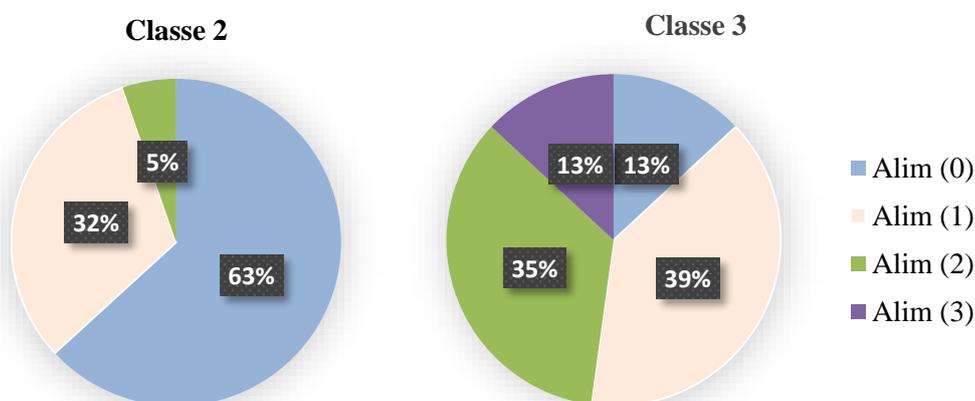
La densité d'empoissonnement change en fonction de la taille des alevins à empoissonner. L'analyse des résultats a permis de déduire les densités suivantes :

Alevinage	= 0,5 à 1 cm		Densité carpe	: 1500 larve. are ⁻¹
Grossissement	= 3 à 4 cm		Densité carpe	: 50 alevins. are ⁻¹ (C2) 30 alevins. are ⁻¹ (C3)
			Densité Tilapia	: 15 alevins. are ⁻¹ (C2 et C3)

La classe C3 présente moins de poisson dans la rizière que la classe 2. Les rizipisciculteurs affirment que plus la densité d'empoissonnement faible favorise un meilleur développement des poissons dans la rizière.

2.2.3.7 Alimentation poisson

L'apport des aliments se fait à partir de l'empoissonnement jusqu'à la récolte. La fréquence d'apport varie des moyens de paysans étant au minimum une fois toutes les 2 semaines. La figure suivante montre le pourcentage des parcelles par nombre d'apport d'aliments dans les 2 classes de rizipisciculture.



*Alim 0 : Aucun apport d'aliment

*Alim 1 : un aliment apporté

*Alim 2 : 2 types d'aliments apportés

*Alim 3 : 3 types d'aliments apportés

Figure 11: Effectif des parcelles par nombre d'apport d'alimentation de poisson

Les rizipisciculteurs apportent davantage des aliments aux poissons dans la classe 3 que dans la classe 2. Plus de la moitié des parcelles dans la classe 2 ne bénéficient pas d'apport d'alimentation de poisson (Alim (0)). Dans la classe 3, seulement 13% des parcelles qui ne reçoivent pas d'apport d'alimentation de poisson.

En général, les rizipisciculteurs apportent d'abord de la fumure organique pour nourrir les poissons, et introduisent après suppléments alimentaires si leurs ressources le permettent. La figure 12 expose les compléments alimentaires apportés par les rizipisciculteurs.

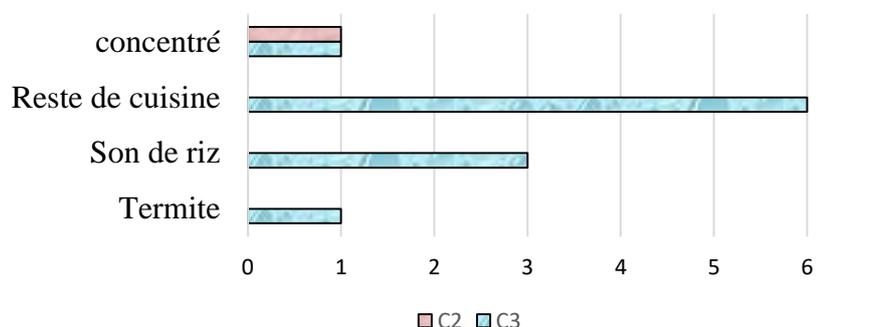


Figure 12: Effectif des compléments alimentaires utilisé par les rizipisciculteurs

En complément alimentaires, les rizipisciculteurs ajoutent des concentrés pour poisson (comprenant de son de blé, graine de soja, maïs, son de riz, farine de poisson), du son de riz, ainsi que des restes de cuisines. La classe 3 favorise une alimentation diversifiée pour les poissons, contrairement à la classe 2.

2.2.3.8 Récolte de riz et récolte de poisson

En riziculture (C1), les paysans drainent la rizière 4 à 7 jours avant la récolte. En rizipisciculture sans canal refuge (C2), les paysans peuvent choisir entre 2 techniques différentes lors de la récolte, soient ils collectent le poisson environ une semaine avant la moisson, soient ils laissent encore une lame d'eau de 10 à 15 cm dans la rizière pour récolter les poissons simultanément avec le riz. Quant à la rizipisciculture avec cana refuge (C3), le drainage de la parcelle ne pose pas de problème, car les poissons peuvent se réfugier dans le canal refuge.

Pour l'alevinage, les rizipisciculteurs récoltent les alevins 3 semaines après l'empoissonnement. Le cycle de grossissement oscille de 3 à 6 mois. Il existe des rizipisciculteurs qui poursuivent encore l'élevage du poisson 1 à 2 mois après la moisson (Cf. Calendrier cultural).

2.2.3.9 Main-d'œuvre

Malgré qu'il y ait du travail supplémentaire en rizipisciculture tels que l'aménagement (diguette, canal refuge, filtre) et les entretiens (empoissonnement, apport des aliments de poisson, récolte des poissons, et surveillance du niveau d'eau pendant la culture), la quantité de main-d'œuvre par are pour la totalité des activités en riziculture avec pisciculture n'est pas si différente de la riziculture sans pisciculture qui est respectivement $5 \text{ HJ} \cdot \text{are}^{-1}$ et $4,5 \text{ HJ} \cdot \text{are}^{-1}$.

Les agriculteurs ont tendance à visiter plus souvent les parcelles avec poisson, que la parcelle sans poisson. Les paysans vérifient la parcelle avec poisson de 4 à 7 fois par semaine. Ils vérifient les canaux d'irrigation, l'eau dans la rizière, ainsi que la croissance des poissons.

La présence du poisson les pousse davantage à s'occuper de la parcelle. Concernant la riziculture (C1), les paysans vérifient au maximum la parcelle 2 fois par semaine. Si et seulement si, il y a de l'inondation, ils sont obligés de vérifier la parcelle.

2.2.3.10 Calendrier cultural

La figure 13 suivante présente le calendrier cultural adopté par les agriculteurs en riziculture et en rizipisciculture. Ce calendrier cultural a permis d'identifier les périodes de chaque opération culturale par types de pratiques.

Classe	Juin	Juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai
Classe 1 Riziculture				Labour								
					Irrigation							
				Apport FO								
				Pépinère								
					Hersage							
					Repiquage		Apport NPK (11, 22,16)					
						Sarclage				Récolte riz		
Classe 2 Rizipisciculture sans canal refuge				Irrigation								
				Diguette								
		Labour		Hersage								
				Apport FO								
				Pépinère								
				Repiquage								
				Emp Larve			Emp. Alevins					
					Sarclage		Apport NPK (11, 22,16)		Récolte riz			
							Récolte poisson					
Classe 3 Rizipisciculture avec Canal refuge				Labour								
				Irrigation								
				Hersage								
				Apport FO								
				Diguette								
				Canal Refuge								
				Pépinère								
				Repiquage								
				Emp. Larv								
					Emp. Alevins							
					Sarclage		Apport NPK (11, 22,16)		Récolte riz			
	Récolte poisson									Récolte poisson		

Figure 13: Calendrier Cultural de chaque pratique

L'arrivée de l'eau est un élément clé pendant la période culturale. Toutes les opérations à part le labour dépendent de présence d'eau. En rizipisciculture, l'eau est arrivée en avance, qui commence à partir du mois de septembre. En revanche, en riziculture, les parcelles ayant étant placée de manière moins favorable par rapport à l'eau, la rizière peut être souvent irriguée qu'à partir du mois de novembre.

A part les raisons citées en (2.2.2.2), les rizipisciculteurs en C2 se permettent de ne pas mettre en place du canal refuge, car ils ont suffisamment de l'eau qui peut répondre au besoin des 2 cultures. Le risque de manque d'eau dans cette classe est très faible.

L'aménagement de la parcelle se fait lorsque la rizière est boueuse. Le rehaussement des diguettes se fait au moment du hersage, avant et/ou après le hersage, de même pour le canal refuge.

Le repiquage se réalise entre 1 à 3 semaines après ces activités précédentes. L'empoissonnement des larves (0.5 – 1 cm) se déroule au moment de repiquage ou 2 à 3 jours après repiquage. Tandis que l'empoissonnement des alevins se fait à peu près 5 jours avant ou après le 1^{er} sarclage. L'écart entre le repiquage et le sarclage est de 35 ± 10 jours, ce qui signifie que l'empoissonnement des alevins se fait donc approximativement 30 jours après le repiquage.

Les fumures organiques sont apportées avant la culture de riz, par contre les engrais de synthèses sont apportés au moment de la culture. Dans les zones étudiées, les paysans ont apporté du NPK (11, 22,16) au moment du sarclage. Les agriculteurs observent que l'apport de NPK (11, 22,16) au moment du sarclage favorise le tallage de la plante.

La récolte de riz dépend du cycle de la variété de riz. En C2, la récolte de riz débute le mois de Janvier. Dans la classe 1 et la classe 3, la récolte de riz se passe entre le mois de Mars, Avril et Mai.

2.3 Productivité en rizipisciculture

2.3.1 Rendement rizicole en rizipisciculture

La figure 14 illustre la dispersion des rendements de riz dans les 3 classes dont la riziculture (classe 1), rizipisciculture sans canal refuge (classe 2) et la rizipisciculture avec canal refuge (classe 3).

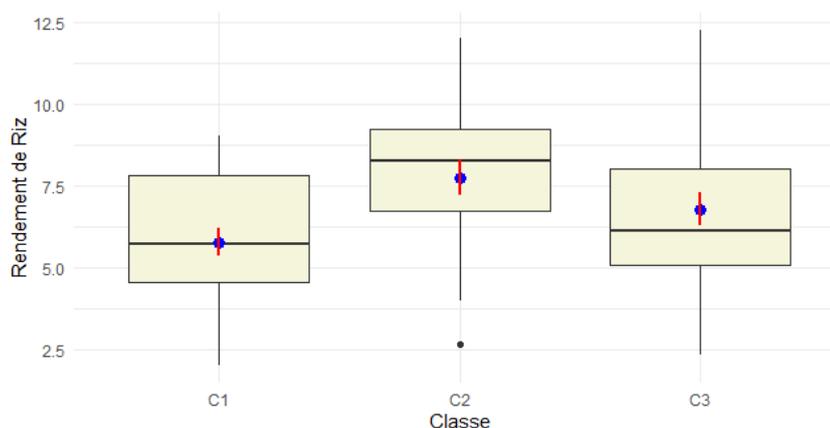


Figure 14:Rendement (t.ha⁻¹) rizicole par classe

Le rendement de riz en rizipisciculture (C2, C3) a tendance à être plus élevé par rapport à la riziculture (C1). La classe 2 possède le rendement moyen le plus élevé par rapport aux 2 autres classes étant $7,75 \pm 2,31$ t.ha⁻¹, suivi de la classe 3 avec $6,78 \pm 2,41$ t.ha⁻¹ et la classe 1 ayant un rendement moyen de $5,77 \pm 2,15$ t.ha⁻¹.

D'après la figure 14, la classe 3 présente une dispersion importante que la classe 1 et la classe 2. La classe 2 montre une dispersion plutôt faible et se concentre autour d'un rendement élevé. Les barres d'erreurs entre C2 (Rizipisciculture sans canal refuge) – C3 (Rizipisciculture avec canal refuge) ainsi que C1 (Riziculture conventionnelle) – C3 (Rizipisciculture avec canal refuge) se chevauchent, donc il n'y a pas de différence significative entre les rendements rizicoles dans C2 – C3 et C1- C3. Contrairement au cas de C1 (Riziculture conventionnelle) – C2 (Rizipisciculture sans canal refuge), les barres d'erreurs ne se chevauchent pas ; ainsi il existe une différence significative entre le rendement rizicole dans ces 2 pratiques.

Les moyens et les médianes sont proches, ce qui implique que la distribution dans les 3 classes est relativement symétrique. La médiane dans les 3 classes sont 5,72 t.ha⁻¹ en C1, 8,24 t.ha⁻¹ en C2 et 6,11 t.ha⁻¹ en C3. La figure 14 montre également que le 1^{er} quartile en C1 est de 4,57 t.ha⁻¹, de 6,73 t.ha⁻¹ en C2 et de 5,07 t.ha⁻¹ en C3 et que le 3^{ème} quartile dans C1, C2 et C3 est respectivement 7,82 t.ha⁻¹, 9,22 t.ha⁻¹ et en 8 t.ha⁻¹.

2.3.2 Rendement piscicole en rizipisciculture

La dispersion des rendements piscicoles dans les 2 classes de rizipisciculture sont illustrés dans la figure 15 suivante :

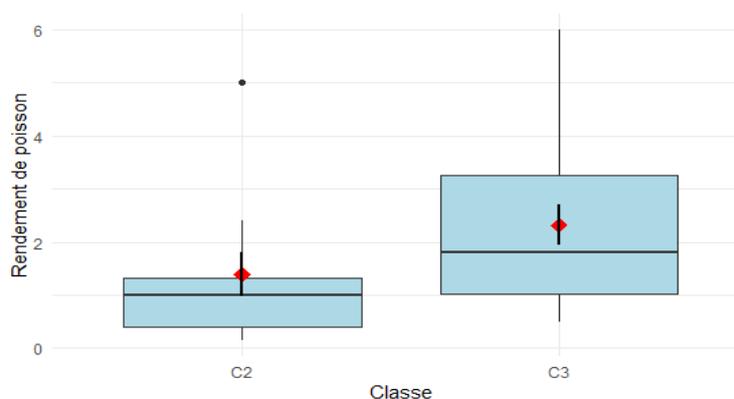


Figure 15: Rendement de poisson (kg. are⁻¹) par classe

Le rendement piscicole dans la classe 3 ($2,32 \pm 1,57 \text{ kg. are}^{-1}$) est supérieur au rendement piscicole dans la classe 2 ($1,4 \pm 1,60 \text{ kg. are}^{-1}$). Selon la figure 15, le rendement piscicole entre les 2 classes présente une différence significative car les barres d'erreurs ne se chevauchent pas. En termes de poisson, C3 (Rizipisciculture avec canal refuge) est donc plus productive que C2 (Rizipisciculture sans canal refuge).

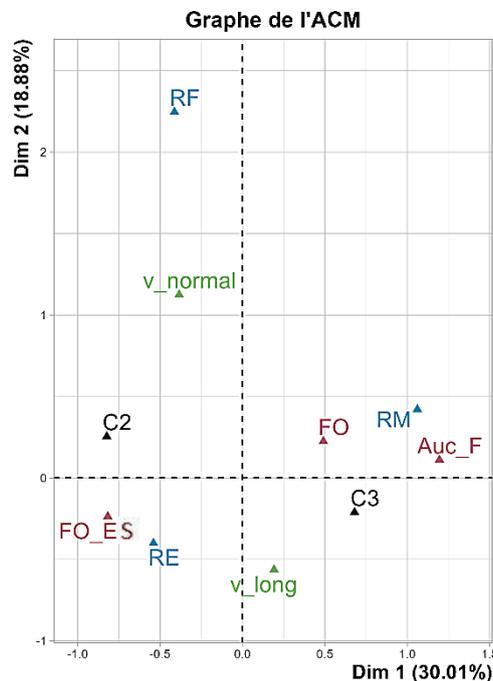
Le boxplot ci- dessus révèle que dans la classe 2, les valeurs du 1^{er} quartile, de la médiane et du 3^{ème} quartile sont respectivement de $0,4 \text{ kg. are}^{-1}$, 1 kg. are^{-1} , et $1,32 \text{ kg. are}^{-1}$. Tandis que dans la classe 3, ces valeurs sont de $1,03 \text{ kg. are}^{-1}$, $1,81 \text{ kg. are}^{-1}$ et $3,25 \text{ kg. are}^{-1}$, dans le même ordre.

2.3.3 Contribution des variables sur le rendement rizicole

Pour visualiser les catégories de variables qui sont liées à la productivité rizicole en rizipisciculture, une analyse des correspondances multiples (ACM) a été effectuée. Les variables supposées explicatives du rendement (en bleu) sont le cycle de variété de riz utilisé (en vert) et la méthode de fertilisation (en rouge).

L'ACM a été réalisé sur les 2 classes de rizipiscultures (C2 – C3) (en noir), sans considérer la riziculture (C1). Les 5 premières dimensions représentent 81, 80 % de la totalité des informations. L'axe 1 explique 30, 01% de la variance totale. L'axe 2 porte 18,88 % des informations de l'ACM. Les axes 3, 4 et 5 représentent respectivement 17, 82%, 15,08 % et 9,63 % de la variance totale (Annexe 7).

Le graphe de l'ACM ci-dessous illustre les 2 premiers axes de l'analyse, soit **48,89%** de l'inertie totale du jeu de données.



(**C2** : Classe 2 ; **C3** : Classe 3 ; **RF** : Rendement faible ; **RM** : Rendement moyen ; **RE** : Rendement élevé ; **V_normal** : Cycle de variété normal ; **V_long** : Cycle de variété long ; **Auc_F** : Aucune fertilisation ; **FO** : apport unique de la fumure organique ; **FO_ES** : apport de la fumure organique et engrais de synthèses)

Figure 16: Graphe de l'ACM

La dimension 1 regroupe les modalités de variables suivantes : l'aucun apport de fertilisation (Auc_F) (1.19), le rendement moyen (RM) (1,06), la classe 3 (0.68), l'apport unique de la fumure organique (FO) (0,49), l'apport de l'alimentation (0, 7). Entre autres, dans l'axe négatif se groupent la classe 2 (C2) (-0,82), l'apport de fumure organique et d'engrais de synthèses (FO_ES) (-0.82) et le rendement élevé (RE) (- 0,54), Fokontany 2 (F2) (- 1, 28).

La dimension 2 regroupe les modalités telles que le rendement faible (RF) (2.25) et la variable cycle de variété dont la variété à cycle normal est liée positivement à l'axe (1.13). Tandis que la variété à cycle long est liée négativement à l'axe (-0.56).

La dimension 3 rassemble les modalités étant l'aucun apport de fertilisation (-1, 64) et le rendement faible (2,41). Tandis que la dimension 4 regroupe l'aucun apport de fertilisation (0.96) et le rendement faible (2,97).

La figure 16 indique que la variété du riz à cycle normal a du rendement faible et la variété à cycle long est proche du rendement élevé. Cette observation suggère que l'accroissement du rendement de riz en rizipisciculture est associé à la variété à cycle long.

En outre, le rendement élevé et l'apport des fertilisants combinés (fumure organique et engrais de synthèses) sont dans le même groupe, suggérant ainsi d'émettre l'hypothèse d'une corrélation entre ces 2 variables. Par ailleurs, un rendement rizicole moyen est lié à l'utilisation unique de fumure organique ou à un apport nul de fertilisation.

2.4 Problème de riziculture en rizipisciculture

2.4.1 Gestion et disponibilité de l'eau

La disponibilité hydrique revêt une importance primordiale pour les activités agricoles. Au cours de ces dernières années, le changement climatique a intensifié la problématique de manque d'eau. Cette situation découle principalement du retard des pluies. Pendant l'année culturale précédente (2022 -2023), la pluie est arrivée un peu tôt. Le risque de sécheresse n'a pas été rencontré, mais au contraire des inondations ont été observées.

L'incertitude d'avoir des pluies tôt ou tard exerce une influence significative sur le moment du repiquage. En cas d'arrivée précoce des précipitations, les agriculteurs peuvent opter pour l'utilisation de jeunes plants, tandis que dans le cas contraire, ils sont contraints d'utiliser des plants plus âgés. En effet, au cours des discussions lors des ateliers, les paysans ont confirmé qu'ils fixent toujours leurs dates de pépinière sans prendre en compte ni connaître le moment précis où les pluies surviendront.

La gestion de l'eau est une des contraintes majeures en rizipisciculture. La gestion du niveau de la lame d'eau est une difficulté rencontrée par les paysans. Le riz a besoin d'une lame d'eau moins importante que poisson. Or l'eau dans la rizière doit être optimum pour répondre à l'exigence à la fois du riz et du poisson.

Il existe des paysans qui peuvent toujours avoir de l'eau en avance, mais préfèrent cultiver dans la même période que les autres rizipisciculteurs, en raison de la sécurité des productions : si ces paysans cultivent en avance, les oiseaux vont se concentrer sur ses productions. Les prédateurs vont chercher les poissons dans la rizière et manger le riz dans ces parcelles dès maturité.

2.4.2 Variétés

La variété de riz en rizipisciculture doit posséder une tige longue pour résister le niveau de la lame d'eau. Pourtant, les agriculteurs affirment qu'avoir une tige longue engendre également des complications. D'une part, à mesure que la tige s'allonge, le risque qu'elle ne puisse soutenir le poids des grains augmente. D'autre part, quand la longueur de la tige submergée dans la parcelle est longue, la tige devient plus fragile à cause de l'excès d'eau. De ce fait, le riz risque de se verser. Ce cas est parfois observé pendant la maturité de riz.

Le riz est sujet à des maladies telles que la pyriculariose et à des attaques d'insectes nuisibles. Cependant, les agriculteurs hésitent à les traiter en raison de la présence de poissons dans la parcelle. Les rizipisciculteurs exposent que les traitements chimiques peuvent être nocifs pour le poisson, entraînant même la mortalité des poissons.

Dans le cas où, les rizipisciculteurs vont traiter les maladies, ces derniers sont obligés de vider l'eau dans la parcelle. Cette pratique peut être adoptée dans les rizipisciculteurs de la classe 3, grâce à la présence du canal refuge, mais qui est difficile pour la classe 2, car les poissons ne peuvent se réfugier nulle part.

2.4.3 Prédateurs

Les oiseaux prédateurs ont des effets néfastes aussi bien sur les poissons que sur le riz. Quand ces derniers vont chercher les poissons, le riz risque d'être piétiné. Si le riz se trouve encore en phase de tallage, les tiges peuvent être endommagées et risquent de ne plus se repousser après. En outre, si le riz est en phase de maturité, les grains sur les épis peuvent se détacher.

Les poissons dans la rizière ne présentent pas seulement des bénéfices pour le riz, mais peuvent être néfastes selon l'espèce cultivée. Par exemple, l'espèce de poisson « *Mena rambo* », que d'autre appelle aussi tilapia (*Oreochromis niloticus*), déracine les adventices, mais arrivent même à déraciner le plant de riz. De même pour le cas des écrevisses, ces animaux creusent la rizière et peuvent provoquer les mêmes dégâts que le tilapia envers la culture de riz.

2.5 Synthèses des résultats en rizipisciculture

Les résultats obtenus permettent de réaliser un tableau qui résume et met en lumière les différences entre les 2 pratiques de riziculture en rizipisciculture.

Tableau 6: Synthèses des pratiques de riziculture en rizipisciculture

Variable	Classe 2	Classe 3
Surface moyenne (ares)	8,32 ± 4,52	6,06 ± 5,24
Aménagement de la rizière	Sans canal refuge	Avec Canal refuge
Fertilisation	Utilise des fertilisations combinées	Utilise seulement de la fumure organique
Densité d’empoissonnement (alevins.ares⁻¹)	50 ± 10	30 ± 10
Alimentation de poisson	Apporte moins d’aliments aux poissons	Apporte des aliments diversifiés pour favoriser la production piscicole
Récolte	Récolte le poisson avant ou avec le riz	Récolte le poisson avec ou après le riz
Rendement moyen de riz (t.ha⁻¹)	7,75 ± 2.31	6.78 ± 2.41
Rendement moyen de poisson (kg.ares⁻¹)	1,4 ± 1,60	2,32 ± 1,57

Le tableau 6 montre d’une part que la classe 2 favorise davantage le riz que le poisson. Les paysans ne mettent pas de canal refuge pour éviter la réduction de surface cultivable. Ils apportent des fumures organiques et des engrais minéraux pour obtenir une bonne productivité rizicole. Entre autres, cette classe néglige un peu le poisson, car la densité d’empoissonnement est élevée, pourtant l’apport d’aliments pour poisson est faible. En général, les paysans vident l’eau de la parcelle avant la moisson, donc les rizipisciculteurs doivent récolter le poisson avant le riz, voire, en même temps que le riz.

D’autre part les paysans de la classe 3 installent un canal refuge, induisant une diminution de surface rizicole cultivable. Le tableau 6 indique aussi qu’en classe 3, les paysans mettent moins de poisson dans la rizière que dans la classe 2. Entre autres, les rizipisciculteurs aménageant un canal refuge en rizipisciculture donnent plus d’aliments diversifiés aux poissons. Par conséquent, ces contextes permettent de dire que la classe 3 favorise davantage le poisson que le riz.

3 DISCUSSIONS ET RECOMMANDATIONS

3.1 Analyse des pratiques rizipiscolles

3.1.1 Gestion de l'eau liée à l'aménagement des parcelles

La maîtrise de la gestion de l'eau est primordiale en rizipisciculture. D'après les résultats, les paysans choisissent de rehausser la diguette en rizipisciculture pour pouvoir accéder à une lame d'eau plus importante qu'en riziculture. La diguette dans les parcelles rizipiscolles (40 – 60 cm) est 2 fois même de la grandeur des diguettes de la parcelle rizicole (25 – 30 cm). A part la gestion de l'eau, le rehaussement des diguettes évite la perte des poissons en cas de l'excès d'eau (APDRA, 2023).

La mise en place du canal refuge est intéressante pour le riz puisqu'elle facilite la gestion de l'eau dans la parcelle. Dans le cas où le riz a besoin de moins d'eau, les paysans peuvent baisser l'eau. Dans ce cas, les poissons peuvent s'abriter dans le canal refuge (APDRA, 2023). Cette opération est utile non seulement au moment des traitements phytosanitaires, mais aussi au moment des sarclages et de la récolte. En effet, les traitements phytosanitaires peuvent être nocifs pour le poisson (Halwart & Gupta, 2010 ; APDRA 2023). Pour les rizipisciculteurs, la raison principale d'adoption du canal refuge est d'offrir un espace viable pour favoriser la croissance et le développement des poissons.

Parmi, les agriculteurs interrogés, 25 personnes sur 35 ont bénéficié de conseils et de soutiens techniques via des projets, ce qui explique la conformité de leurs pratiques aux normes affirmées dans les littératures. Ces normes prévoient notamment que la largeur et la hauteur des diguettes ainsi que du canal refuge doivent être autour de 50 cm (FAO, 1992 ; Halwart & Gupta, 2010). L'aménagement de la rizière est très important en rizipisciculture. Ainsi, la première hypothèse qui stipule que « les méthodes d'aménagements des rizières dans la rizipisciculture présentent des variations significatives par rapport à la riziculture conventionnelle », est acceptée.

3.1.2 Fertilisation en rizipisciculture

La rizière offre aux poissons des aliments naturels tels que les insectes, les phytoplanctons et les zooplanctons. Entre autres, l'apport externe d'aliments au poisson est aussi réalisé pour obtenir une production optimum de poisson. Les poissons favorisent le recyclage d'une partie de la biomasse non valorisable de la rizière (phytoplancton, zooplanctons) pour être disponibles à la plante notamment l'azote et le phosphore (Lazard, 2014 ; Randriamihanta *et al.*, 2022). Les poissons excrètent également des éléments riches en azotes ammoniacaux, qui sont assimilables par le riz.

Kacha (2020) affirme que l'élevage de poisson dans les rizières engendre une augmentation des nutriments et de la fertilité du sol. Lightfoot *et al.* (1992) cité par Randriamihanta *et al.* (2022) confirment que l'introduction de poissons dans la rizière améliore la fertilité du milieu. Dans cette perspective Miller (2010) souligne que le système riz-poisson permet de réduire l'usage des fertilisants par rapport à la riziculture, car le système favorise une fertilisation naturelle de la rizière.

Cependant, la présente étude a révélé que la quantité de matière fertilisante introduite en rizipisciculture est plus importante que celle apportée en riziculture. A part son rôle pour la fertilité du sol, les fumiers favorisent l'augmentation des aliments naturels pour les poissons. La dose moyenne utilisée en rizipisciculture dans ce cadre de recherche est de 16 000 kg.ha⁻¹. Cette quantité est étroitement entre la quantité de fumure organique mentionnée dans l'étude de Brugère (2010) à Madagascar, soit 17 060 kg.ha⁻¹ et de la dose recommandée par la FAO (1992) qui varie de 5 000 à 15 000 kg.ha⁻¹. Dans ce cadre de recherche, la quantité appliquée en riziculture atteinte 13 000 kg.ha⁻¹, marquant une différence significative par rapport à la dose mentionnée dans l'étude de Brugère (2010), qui était de 5 906 kg.ha⁻¹.

Cette étude a trouvé que la dose de fumure organique apportée en rizipisciculture a augmenté de 23% par rapport à celle apportée en riziculture. Pourtant l'étude de Xieping *et al.* (1995) cité par Randriamihanta *et al.* (2022), rapportent des hypothèses opposées, suggérant que les parcelles en rizipisciculture nécessitent moins de 23% des quantités de fertilisants apportés en riziculture. Les rizipisciculteurs mettent en avant que l'utilisation significative des fumures organiques dans cette combinaison de pratiques ne se limite pas à uniquement à la production de riz, mais contribue également à la production de poisson. Par conséquent, l'hypothèse 1 soulignant que « le type de fertilisations dans la rizipisciculture présentent des variations significatives par rapport à la riziculture conventionnelle », est vérifiée.

Quant à l'engrais de synthèse, Brugère (2010) a observé que la dose moyenne est de 87 kg.ha⁻¹ en riziculture, et 277 kg.ha⁻¹ en rizipisciculture. Par contre, dans cette étude, la dose moyenne des engrais de synthèses appliquée par les agriculteurs en riziculture conventionnelle et en rizipisciculture ne présente pas de différence significative, mais qui est à l'ordre de 100 kg.ha⁻¹ dans les 2 pratiques. La faible quantité d'engrais de synthèses utilisée par les paysans s'explique par le prix onéreux de cet engrais qui n'est pas à la portée des paysans.

L'association d'application de la fumure organique et de synthèses permet de maintenir la fertilité du sol tout au long de la période culturale. Les fumures organiques sont utilisées comme fumure de fond à apporter au moment de labour et les engrais minéraux sont à apporter au moment de repiquage et/ou sarclage en tant que fumure d'entretien.

3.1.3 Variété de riz et espèce de poisson en rizipisciculture

Ce travail de recherche a identifié que les variétés de riz en riziculture et les variétés de riz en rizipisciculture sont les mêmes. Pourtant, d'après la FAO (1992) la rizipisciculture requiert une variété ayant une hauteur de tige plus longue. Selon Avit *et al.*, (2014) cité par Zie *et al.*, (2022), en rizipisciculture, le niveau d'eau doit être au maximum 1/5^{ème} de la longueur du riz, et qu'à la fin du cycle la lame d'eau doit être environ 10 à 20 cm.

Cependant, les variétés de riz les plus utilisés en culture riz- poisson dans cette recherche ont des hauteurs moins élevées. Selon le catalogue variétal du FOFIFA, ces variétés sont considérées comme variété demi- naine (Annexe 6). Malgré ce fait, les résultats de la présente étude soulignent que les variétés utilisées par les paysans ont de meilleurs rendements en rizipisciculture qu'en riziculture. D'après les témoignages des paysans, le nombre de talles en rizipisciculture augmente de l'ordre de 5 à 10 talles par rapport au nombre de talles en riziculture. De même, les grains de riz en rizipisciculture sont plus lourds que les grains en riziculture.

Concernant les espèces de poissons, les rizipisciculteurs privilégient l'empoissonnement des carpes, puis en cas de polyculture de poisson, ils optent ensuite pour le tilapia. Cette pratique concorde avec l'étude de Lightfoot *et al.* (1992) qui indiquent qu'en monoculture les paysans préfèrent généralement la carpe en raison de sa capacité de croissance rapide et sa caractéristique de faciliter à la plante de puiser les éléments dans le sol par la bioturbation.

3.1.4 Gestion des adventices

Les rizipisciculteurs affirment que dans les parcelles avec poisson, la densité d'adventice est plus faible que dans les parcelles sans poisson. L'introduction du poisson peut réduire la quantité des adventices en rizière de plusieurs façons. D'une part, la densité d'adventice peut être gérée par la gestion de l'eau dans la rizière. Pendant les observations sur terrain, des agriculteurs préfèrent mettre seulement de l'eau dans la parcelle pendant la période de contre saison. Ce cas a été observé chez les rizipisciculteurs de Betafo Vakinankaratra. Selon ces rizipisciculteurs, l'eau dans la rizière permet de réduire la densité de l'adventice. En effet, la submersion est parmi les méthodes culturales appropriées pour lutter contre les adventices en rizière (Diallo & Johnson, 1997). Une lame d'eau d'au moins 5 à 10 cm empêche le développement de nombreuses mauvaises herbes (Grard *et al.*, 2012).

D'autre part, les carpes recherchent leur nourriture sur le fond boueux de la rizière, les plantes adventices se trouvent sur leur trajectoire et peuvent être déracinées à leur passage. Quant aux espèces de poissons herbivores comme le Tilapia, les adventices font directement partie de leur régime alimentaire (Haroon & Pittman, 1997). Ainsi, sans la concurrence avec les plantes adventices, les plants de riz peuvent bénéficier des éléments nutritifs dans la rizière et bénéficier d'une quantité suffisante d'une lumière solaire (Kacha, 2020).

3.2 Productivité rizipiscicole

Cette étude montre que les rendements de riz ont tendance à être plus élevés dans les parcelles où des poissons sont présents. Selon plusieurs études de la FAO (2017) ; Paradis (2017) ; Mortillaro et Dabbadie (2019)), l'association de la culture de riz et du poisson favorise l'accroissement du rendement rizicole de 10 à 30%. Dans la présente étude, le rendement a augmenté de 34% en C2 et de 17% en C3. Cette augmentation du rendement démontre la potentialité de la pratique de rizipisciculture.

L'étude effectuée par Brugère (2010) à Madagascar mentionne que le rendement obtenu par le système riz-poisson est de 4,6 t.ha⁻¹, en concordance avec le rendement avancé par la FAO (1992), étant de 4 à 5 t.ha⁻¹. Or, le rendement obtenu dans le cadre de cette recherche avoisine les 6 t.ha⁻¹, indiquant que le rendement de cette étude est supérieur que les rendements mentionnés dans la littérature.

D'après le résultat de l'ACM, l'augmentation du rendement peut être expliquée d'une part par l'utilisation des fertilisants combinés (organiques et engrais de synthèses). Weight & Kelly (1999) cité par Randrianarisoa & Minten (2003) stipulent que l'association des fertilisants organiques et synthèses constituent une stratégie pour obtenir une productivité élevée et de maintenir la fertilité du sol. En effet, les fertilisants organiques assurent l'amélioration de la structure du sol, et les engrais minéraux favorisent l'accessibilité des nutriments nécessaire pour le développement et la croissance des plantes (Usman *et al.*, 2003 ; Brahmachari *et al.*, 2011). Dans cette perspective que Niang (2022) précise que l'utilisation des fertilisations de synthèses s'est avérée plus efficace en matière d'augmentation du rendement. D'autre part, la variété à cycle long contribue à une augmentation du rendement en système riz- poisson. En effet, la variété à cycle long présente une durée de tallage prolongée, ce qui augmente vraisemblablement le nombre de grain. De manière simultanée, le cycle de reproduction des poissons est également long, maintenant ainsi le phénomène de fertilisation naturelle dans la rizière. Ainsi, la deuxième hypothèse selon laquelle « la productivité rizicole est liée par des variables spécifiques, notamment le choix de la variété et les pratiques de fertilisations » est donc vérifiée.

Entre autres, la pratique en question favorise la productivité rizicole. A part, la fertilisation naturelle de la rizière, la réduction d'adventice contribue à l'efficacité de la productivité. D'après une étude en Afrique subsaharienne, les mauvaises herbes sont un facteur biotique bloquant la production de riz (Nhamo *et al.* 2014 ; Seck *et al.*, 2012). La présence d'adventices peut réduire de 50% la production rizicole (FAO, 1987 ; Hong, 2007). De plus dans le cadre de la rizipisciculture, une bonne gestion de l'eau est mise en place, ce qui favorise l'augmentation de la productivité (Maite *et al.*, 2016).

La rizipisciculture est une pratique qui n'est pas nouvelle dans la partie dans les Hautes – Terres de Madagascar, en particulier Betafo Vakinankaratra. Les paysans dans cette zone ont déjà pratiqué la rizipisciculture depuis une vingtaine d'années, permettant de déduire qu'ils sont déjà expérimentés dans la pratique, expliquant ainsi le rendement élevé de riz en rizipisciculture.

S'agissant du rendement de poisson, des auteurs ont signalé que le rendement moyen en poisson en rizière à Madagascar est de 200 à 300 kg.ha⁻¹ (APDRA, 2023). Dans l'ensemble, ce rendement est en accord avec le rendement issu de cette étude (200 à 400 kg.ha⁻¹). Brugère (2001) a trouvé également un rendement piscicole qui n'est pas loin de ces rendements indiqués précédemment (393 kg.ha⁻¹).

En regardant par classe, le rendement piscicole dans la classe 3 (rizipisciculture avec canal refuge) est inférieur à celle du rendement mentionné dans l'étude de l'élevage de poissons en rizière par Halwart & Gupta (2010). Ces auteurs indiquent que le rendement de poisson en rizipisciculture fertilisée avec tranchée refuge est autour de 620 kg.ha⁻¹.

3.3 Limites de l'étude

La méthodologie de cette étude repose sur des enquêtes individuelles, ce qui signifie que les résultats sont fondés sur les affirmations des agriculteurs. Des mesures essentielles dont le pesage des productions, le comptage des talles et la mesure de la hauteur des talles au moment de la culture, n'ont pas été effectuées. Les explorations initiales des zones ont débuté en mois de juin, et le début d'enquête était en mi – juillet. Ainsi, il était impossible d'observer les pratiques adoptées pendant la saison de culture pour vérifier les informations fournies par les agriculteurs.

La méthodologie adoptée peut présenter des limites. Fraval *et al.* (2019) stipule que les données d'enquêtes peuvent être sujettes à des biais, car les répondants peuvent inconsciemment ou volontairement fournir des données inexactes. D'un côté, le nombre d'enquêtes réalisées ne reflète pas de manière représentative les zones étudiées. La démarche de cette étude visait davantage à explorer la diversité qu'à rechercher une représentativité, dans le but de mieux comprendre la situation des pratiques de riziculture en rizipisciculture. Par conséquent, les pratiques identifiées dans les résultats permettent d'avoir une compréhension limitée des pratiques de riziculture en rizipisciculture dans les Hautes – Terres de Madagascar.

3.4 Recommandations et perspectives

Les résultats de l'étude ont conduit à l'établissement des recommandations suivantes. Les problèmes rencontrés sur la riziculture en rizipisciculture principalement liés à deux aspects : la gestion de l'eau dans la parcelle et le choix de la variété de riz utilisée.

La mise en place du canal refuge constitue une alternative pour la gestion de l'eau. L'avantage de cette approche réside dans le fait que les poissons peuvent migrer vers le canal refuge, permettant ainsi de maintenir une lame d'eau peu profonde dans la zone principale de la rizière. Cette configuration peut répondre au besoin de la culture de riz et de poisson.

Sans apporter des modifications de la rizière, la proposition des variétés adaptées en rizipisciculture est une option convenable pour résoudre les problèmes de riziculture liée à l'eau. Cette proposition a été aussi évoquée lors des ateliers de restitutions avec les paysans.

Afin d'améliorer la pratique de riziculture en rizipisciculture, après ce travail de recherche, des essais de pratiques avec les paysans vont être mis en place. En accord avec la proposition des rizipisciculteurs, pour l'année culturale 2023- 2024, l'essai porte principalement sur des essais variétaux. Les variétés à essayer sont des variétés qui résistent à la variabilité de la disponibilité de l'eau dans la rizière (de la sécheresse à l'inondation). Mais généralement, une variété qui s'adapte à une lame d'eau élevée, pour éviter la verse. Dans le cadre de l'essai avec les paysans enquêtés, les variétés qui ont été choisies sont la variété X265, FOFIFA 181, FOFIFA 195, FOFIFA 198 et la variété FOFIFA 172.

CONCLUSION

La pratique de rizipisciculture est un ensemble pratique agricole qui est bien connu dans les Hautes – Terres de Madagascar depuis le début du XX^{ème} siècle. Des études ont été déjà réalisées sur le système riz-poisson, mais ces recherches s'orientent davantage sur la culture du poisson que sur celle le riz. Ainsi, l'objectif général de cette étude vise à analyser les spécificités des pratiques rizicoles dans la rizipisciculture mises en œuvre par les paysans des Hautes – Terres de Madagascar, afin de proposer des pistes d'amélioration de la riziculture dans ce système intégré.

Cette étude a permis de mettre en lumière que les pratiques de riziculture en rizipisciculture dépendent de la priorisation des agriculteurs, soit en faveur du riz, soit du poisson. Si les paysans priorisent le riz, la pratique concerne la classe 2. Si les rizipisciculteurs priorisent le poisson, la pratique concerne la classe 3. La classe 2 est spécifiée par la non-adoption du canal refuge et l'utilisation de la fertilisation combinée. Tandis que la classe 3 se différencie par la mise en place du canal refuge et l'utilisation exclusive de la fumure organique.

La productivité de la riziculture en rizipisciculture est en lien avec le type de pratique. En effet, la pratique qui accorde une priorité à la culture du riz (C2) a donné un meilleur rendement de riz ($7,75 \pm 2,31 \text{ t.ha}^{-1}$) que l'autre pratique (C3) ($6,78 \pm 2,41 \text{ t.ha}^{-1}$). En comparant avec la riziculture (C1), le rendement rizicole obtenu en classe 2 a augmenté de 34%, alors que le rendement rizicole obtenu en classe 3 n'a augmenté que de 17%.

D'après le résultat de l'ACM, l'accroissement du rendement rizicole en C2 est expliqué par l'efficacité de l'association des fertilisants organiques et des fertilisants de synthèses. Le résultat de l'ACM souligne également que la variété de riz à cycle long est corrélée avec l'augmentation de la productivité de riz en rizipisciculture.

Les défis associés à la gestion de l'eau sont plus accentués en rizipisciculture qu'en riziculture conventionnelle. L'amélioration des variétés de riz utilisés en système riz-poisson constitue une alternative favorable et convenable pour les rizipisciculteurs, contribuant ainsi à résoudre les problèmes de la riziculture intégrée avec l'élevage de poisson. Les variétés de riz devraient s'adapter aux conditions spécifiques du riz et du poisson afin de favoriser une synergie optimale entre ces deux composants.

La productivité du riz est maximisée en présence de poissons. Cependant, les facteurs techniques et les pratiques qui influent les performances du riz en rizipiscultures sont nombreuses et encore mal connus. Ainsi, il est crucial de continuer à approfondir la recherche sur la riziculture en rizipisciculture, afin de maximiser les avantages de l'association de la culture riz- poisson, en particulier en ce qui concerne la productivité.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ✓ Africarice, 2016. Curriculum d'apprentissage, production et post production du riz. Module 1: Choix et utilisation des bonnes variétés de riz et des semences de qualité. 12 p.
- ✓ Ahmed N. et S. Garnett, 2011. Integrated rice fish farming in Bangladesh: meeting the challenges of food security. Food Security, pages 81 - 92.
- ✓ Aminur Rahman, Shamim Parvez and Kasi Marimuthu, 2016. 'Integrated RiceFish Farming: A new Avenue for Sustainable Agriculture', Focus on Environment, pp. 16-30.
- ✓ Angermayr G., Palacio A., Chaminade C., 2023. Small-Scale Freshwater Aquaculture, Income Generation and Food Security in Rural Madagascar. October 2023. 19p.
- ✓ APDRA, 2020. La rizipisciculture sur les Hautes-Terres de Madagascar. Composant A du projet d'Aquaculture Durable à Madagascar. 4p.
- ✓ APDRA, 2023. Rizipisciculture sur les Hautes- Terres Malgaches. Manuel de bonne pratique. PADM, Madagascar. 72p.
- ✓ Avit J-B. L. F., Bony K. Y., Konan F. K., Kouassi C. N., Traoré S. and Yté W. A., 2014. Paramètres environnementaux du grossissement d'Oreochromis niloticus (Linné, 1758) (cichlidae, perciformes) en association avec le riz Djoukèmin (Oryza sativa) en étang. Livestock Research For Rural Development, 26 (7) : 1-12
- ✓ Bentz B. & Oswald M. 2010. Rôles respectifs des institutions nationales et des groupes d'exploitants dans la mise au point d'une innovation permettant aux petits producteurs de pratiquer la reproduction de carpes dans leur rizière à Betafo (Madagascar). ISDA, Montpellier, France: 13 p.
- ✓ Berre D., Baudron F., Kassie M., Craufurd P., Lopez-Ridaura S., 2019. Different ways to cut a cake : comparing expert-based and statistical typologies to target sustainable intensification technologies, a case – study in southern Ethiopia. 17p.
- ✓ Brahmachari, K., S. R. Choudhury, S. Karmakar, S. Dutta and P. Ghosh., 2011, « Sustainable nutrient management in rice (Oryza sativa) - Paira Chickling Pea (Lathyrus sativus) – Green gram (Vigna radiata) sequence to improve total productivity of land under coastal zone of West Bengal », Rajshahi University J. Environl. Sci, 1 : 51-61p.
- ✓ Brugère C., 2010. Économie de l'intégration de l'irrigation et de l'aquaculture. Analyse économique comparative de la riziculture, de la pisciculture et de la rizipisciculture à

Madagascar Intégration de l'irrigation et de l'aquaculture en Afrique de l'Ouest : concepts, pratiques et perspectives d'avenir. Rome, FAO. pp. 145–160.

- ✓ David C., Wezel A., Bellon S., Doré T., Malézieux E., 2012. Agroécologie. 9p.
- ✓ Diallo S.& Johnson D.E., 1997. Les adventices du riz irrigué au Sahel et leur contrôle, in: Miézan, K.M., Wopereis, M.C.S., Dingkuhn, M., Deckers, J., Randolph, T.F. (Eds.), Irrigated rice in the Sahel: prospects for sustainable development. WARDA, Dakar, pp. 311-323.
- ✓ Dupré, M. 2015. Traque aux associations d'espèces en maraîchage sous abri : un levier pour gérer la santé des plantes ? Mémoire de fin d'étude d'ingénieur .Agro Paris Tech.72p.
- ✓ FAO, 1987. Fish culture in rice fields, Harcourt, Nigeria: African regional aquaculture centre.2004. 87p.
- ✓ FAO, 1992. *Manuel pour le développement de la pisciculture à Madagascar*. Antsirabe : Ministère de l'élevage et des ressources halieutiques.
- ✓ FAO, 1995. Les étapes de l'après – récolte du riz et le suivi de la qualité.
- ✓ FAO, 2014. L'agroécologie pour la sécurité alimentaire et la nutrition. Compte-rendu du symposium international de la FAO. Rome, Italie, septembre 2014. 114p.
- ✓ FAO, 2017. La rizipisciculture: levier de développement pour l'agriculture familiale à Madagascar. 3 p.
- ✓ Fraval, S., Hammond, J., Wichern, J., Oosting, S. J., De Boer, I. J., Teufel, N., Lannerstad, M., Waha, K., Pagella, T., Rosenstock, T. S., Giller, K. E., Herrero, M., Harris, D., & van Wijk, M. T.,2019. Making the most of imperfect data: a critical evaluation of standard information collected in farm household surveys. *Experimental Agriculture*, 55(2), 230-250.
- ✓ Gate, 2021. Traque aux pratiques innovantes en rizipisciculture dans les Hautes-Terres à Madagascar : Des pistes pour enrichir l'appui –conseil dans une structure de développement. Mémoire de fin d'étude. Ecole Supérieure d'Agro-Développement International.145p.
- ✓ Gauthier J., 2018. Les principes de l'agroécologie, vers des systèmes alimentaires socialement équitables, résilients et durables.12p.
- ✓ Grard. P., Le Bourgeois T., Rodenburg J., Marnotte P., Carrara A.,Irakiza R., Makokha D., kyalo G., Aloys K., Iswaria K., Nguyen N. and Tzelepoglou G.,2012. Gestion des adventices dans les systèmes rizicoles des bas-fonds en Afrique. AFROweeds V.1.0:

African weeds of rice Montpellier, France & Cotonou, Bénin, Cirad-AfricaRice eds.15p.

- ✓ Halwart M. et M. Gupta, 2010. L'élevage des poissons en rizières. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture et world fish center, Rome, 87p.
- ✓ Haroon & Pittman, 1997. 'Rice-fish culture: feeding, growth and yield of two size classes of *Puntius gonionotus* Bleeker and *Oreochromis* spp. in Bangladesh', *Aquaculture*, 154(3-4), pp. 261-281.
- ✓ Herimanga N., 2016. Stratégies de production des producteurs de vanille de la Région SAVA. Mémoire de Fin d'étude en vue de l'obtention d'un diplôme d'ingénieur. Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques. Université d'Antananarivo. 78p.
- ✓ Hong S., 2007. Le stockage, la production et la collecte de poisson dans les casiers à riz irrigués dans le bas bassin de Mékong, ENGREF Montpellier, 16p.
- ✓ Jérémy L., Janvier 2009. « Pratiques piscicoles et conditions d'adoption pour des innovations dans la rizipisciculture de la région de Fianarantsoa-Madagascar ». Mémoire de fin d'étude, Formation ESAT, Institut des Régions Chaudes de Montpellier Supagro. 130p.
- ✓ Kacha D., 2020. A Critical Review in Rizi-Pisciculture. *IJISSET - International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology*, Vol. 7 Issue 10, October 2020. 14p.
- ✓ Lazard J., 2014. La diversité des piscicultures mondiales illustrée par les cas de la Chine et du Nigeria. France.10p.
- ✓ Li Y., Phonexay M., Zhang Z., Li C., Li J., Zhang W., 2023. Status of rice-fish farming and rice field fisheries in Northern Laos.25p.
- ✓ Lightfoot, Van Dam and Costa-Pierce., 1992. 'What's happening to the rice yields in rice-fish systems?', *Rice-fish research and development in Asia*, 24, pp. 177.
- ✓ Mandresilahatra J., Maureaud C., Randriampeno T., Zafimandimby E., Bentz B., Audouin S., Mortillaro J.M., 2021. L'aide à la réflexion des paysans pour une meilleure adoption des innovations piscicole. *Journal de l'Agro-Ecologie*. 12p.
- ✓ Marspat M. & Razafindratsima N., 2010. Les méthodes d'enquêtes auprès des populations difficiles à joindre : introduction au numéro spécial. Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques. Institut National d'Etudes Démographiques. 11p.
- ✓ Mazoyer M., 2008. La situation agricole et alimentaire mondiale : causes, conséquences, perspectives. *Ol. Corps Gras Lipides* 15: 385–390.

- ✓ Maite A., Elisa T., Salman H., Joy K., Peter S., Ramon L., Josefina M., 2016. Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau 2016 : l'eau et l'emploi, p.99-106.
- ✓ Miller J., 2010, le potentiel de développement de l'aquaculture et son intégration avec l'irrigation dans le contexte du programme spécial de le FAO pour la sécurité alimentaire dans le sahel.
- ✓ Moreau, 1972. 'Perspectives offertes par la rizipisciculture à Madagascar', Terre malgache, Tany Malagasy, 14, pp. 227-242.
- ✓ Mortillaro, J. M., Dabbadie, L., 2019. Malagasy rice-fish farming. FAO Fisheries and Aquaculture Report No. 1286, Report of, pp 113-120
- ✓ Nhamo, Rodenburg. J, Zenne. N, Makombe. G, Ashura, Luzi-kihupi, 2014. Narrowing the rice yield gap in East and Southem Africa: Using and adapting existing technologies. 131, 45- 55.
- ✓ Niang M., 2022. Système rizi-piscole associant *Oryza sativa* L. et *Oreochromis niloticus* L. dans la ferme de l'UGB (Saint Louis, Sénégal). 37p.
- ✓ Paradis A., 2017. Evaluation de l'impact de l'empoisonnement et des aménagements en rizipisciculture sur la productivité du système : Etude comparative de l'efficience des pratiques rizipiscicoles dans la région des Hautes-Terres centrales de Madagascar. Mémoire de fin d'étude d'ingénieur, Ecole Supérieure d'Agricultures, Angers-Loire, France. 62p.
- ✓ Rabelahatra A., 1972. La rizipisciculture dans les provinces de Tananarive et de Fianarantsoa. Mémoire de fin d'étude, Institut Universitaire de Technologie Agricole, Section des Sciences Forestières.92p.
- ✓ Raharimalala S., Bélières J-F., Razafimahatratra H.M., Raharison T.S., 2022. Moyen d'existence, diffusion des innovations, approche genre et adaptation au changement climatique dans les exploitations agricoles familiales des Hautes Terres du Vakinankaratra. 101 p.
- ✓ Randriamihanta T.H., Andriamaniraka H., Belieres J.F., Randrianarison N., Mortillaro J.M., 2022. La rizipisciculture : un modèle agroécologique durable, innovant et efficient sur les Hautes – Terres de Madagascar. Recherches pour le développement, Série Sciences de l'Homme et de la Société. 99- 108.
- ✓ Randrianarisoa J.C. & Minten B., 2003. Accessibilité et utilisation des engrais chimiques à Madagascar. Conférence « Agriculture et pauvreté ». Antananarivo. Mars 2003. 6p.

- ✓ Raunet, M., 1985. Bas-fonds et riziculture en Afrique ; approche structurale et comparative L'Agronomie Tropicale, 40 (3) : 181-201
- ✓ Razafimbelo T., Penot E., Albrecht., Ravonjjarison N., 2023. A conceptual framework for assessing farmer's soil knowledge : lessons from the Lake Alaotra Region in Madagascar. February 2023. 19p.
- ✓ Seck, P.A., Diagne, A., Mohanty, S., Wopereis, M.C.S. 2012. Crops that feed the world. Rice. food security 4,7-22.
- ✓ Serpantié G, 2013. Genèse malgache d'un modèle agroécologique : le système de riziculture intensive (SRI). Cah Agric 22 : 393-400.
- ✓ Sourisseau J.M, Rasolofo P., Belieres J.F,Guengant J.P, Ramanitriniony H.K., Bourgeois R.,Razafimiarantsoa T.T.,Andrianantoandro V.T, Ramarijaono M., Burnod P., Rabeandriamaro H., Bougnoux N.,2016. Prospective territoriale sur les dynamiques démographiques et le développement rural en Afrique subsaharienne et à Madagascar. Diagnostic Territorial de la Région du Vakinankaratra à Madagascar. 157p.
- ✓ Thiaw I., 2021. Caractérisation et valorisation des ressources en eau des bas-fonds du bassin versant du Diarha. Hydrologie. Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 2020. 383p.
- ✓ Tsurata T., Yamaguchi M., Abé S., Iguchi K. I., 2011. Effet du poisson dans la culture du riz sur le rendement du riz. Fisheries Science 77 (1) : 95-106.
- ✓ Usman, M., E. Ullah, E. A. Warriach, M. Farooq and A. Liaqat., 2003, « Effect of organic and inorganic manures on growth and yield of rice variety “Basmati–2000” », Int. J. Agri. Biol., 5 : 481-483p.
- ✓ Vincent A., 2015. Imputation multiple par analyse factorielle. Une nouvelle méthodologie pour traiter les données manquantes. Thèse/ Agrocampus Ouest. Université Européenne de Bretagne. 40p.
- ✓ Weight D. et V. Kelly (1999). "Fertilizer impact on soils and crops of Sub Saharan Africa". Michigan State University International Development Paper number 21.
- ✓ Xieping, L., Huaixun, W., Yongtai, Z. (1995). Economic and ecological benefits of rice fish culture, Rice fish culture in China: pp. 129-138. Ottawa: ON, IDRC.
- ✓ Zeller M., Minten B., Lapenu C., Ralison E., Randrianarisoa C., 1998. Les liens entre croissance économique, réduction de la pauvreté, et durabilité de l'environnement en milieu rural à Madagascar. 15p.
- ✓ Zie B., Bamba Y., Grogan N., Salla M., Ouattara A., 2022. Effets des régimes alimentaires sur les productions associées d'*Oreochromis niloticus* et du riz wita 9

(*Oryza sativa*) en étang. Production de tilapia *Oreochromis niloticus* en rizipisciculture.
9p.

WEBOGRAPHIES

- ✓ ([Carte topographique Betafo, altitude, relief \(topographic-map.com\)](#))
- ✓ ([Carte topographique Andranomanelatra, altitude, relief \(topographic-map.com\)](#))
- ✓ ([Carte topographique Anjozorobe, altitude, relief \(topographic-map.com\)](#))
- ✓ ([climate-data.org](#))
- ✓ ([m-actu-environnement.com/](#))

ANNEXES

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Rizipisciculture.....	i
Annexe 2 : Questionnaires	iv
Annexe 3 : Illustration des fiches pendant l'atelier	xii
Annexe 4 : Résultats d'enquêtes par Fokontany.....	xiv
Annexe 5 : Cas particuliers	xxxvi
Annexe 6 : Liste des variétés en rizipiscultures par les paysans	xxxviii
Annexe 7 : inertie en ACM	xl

LISTE DES FIGURES EN ANNEXES

Figure 1 annexe: Organisation d'un système de rizipisciculture.....	i
Figure 2 annexe : Présentation atelier de restitution.....	xii
Figure 3 annexe : cas particulier 1, Andranomanelatra, Vakinankaratra.....	xxxvi
Figure 4 annexe : cas particulier 2 Malaza, Betafo.....	xxxvi
Figure 5 annexe : Inertie de l'ACM.....	xl

Annexe 1 : Rizipisciculture

- **Type de rizipisciculture**

L'élevage extensif (traditionnelle) ou capture consiste à un élevage de poisson sans traitement. C'est le type de rizipisciculture pratiqué traditionnellement (Kiener, 1962). Les pratiques culturales telles que l'alimentation artificielle et la fertilisation sont quasi inexistantes (Halwart et Gupta, 2004).

L'élevage intensif ou rizipisciculture de culture consiste aux apports des compléments alimentaires et de fertilisants. Les poissons sont introduits volontairement par les rizipisciculteurs.

Dans cette pratique, l'apport de fertilisation ou d'alimentation doit être raisonné. En cas d'excès, un manque d'oxygène ou bien un excès d'azote peut être provoqué (APDRA, 2016). Avec une concentration importante d'ammoniac dans l'eau, le pH de l'eau peut atteindre des niveaux élevés entraînant la mort des poissons (Halwart et Gupta, 2010).

- **Systèmes de production rizipiscicole**

La culture simultanée où l'élevage du poisson se fait en même temps que la culture rizicole avec une même superficie. Le moment de l'empeisonnement est important, puisque s'il est introduit trop tôt après le repiquage du riz, il est fort probable que certaines espèces de poissons endommageront les jeunes plants de riz et s'il est réalisé trop tard, il peut y avoir une multitude d'espèces de prédateurs dans les champs (Singh *et al.* 1980, Halwart et Gupta, 2010). Le système de culture simultanée comporte la contrainte suivante : la période de culture du poisson est limitée à celle du riz, soit d'ordinaire de 100 à 150 jours. Par conséquent, les poissons récoltés sont de petite taille, en particulier si des variétés de riz précoces sont utilisées.

La culture simultanée compartimentée est une culture dont le riz et le poisson sont cultivés côte à côte tout en partageant cette eau. Dans ce système, l'effet synergique du riz et du poisson l'un sur l'autre est très peu, l'influence s'effectue juste à l'enrichissement de l'eau en nutriments (Halwart et Gupta, 2010).

La culture à rotation où le riz et le poisson sont cultivés à des moments différents. Dans ce système, la culture du poisson est pendant la période de jachère. Après la récolte de riz, la rizière dans son ensemble peut être exploitée et gérée comme un étang à poisson. Elle peut être utilisée pour cultiver des poissons jusqu'à une taille portion ou pour produire des fingerlings (Halwart et Gupta, 2010)

- **Aménagement en rizipisciculture**

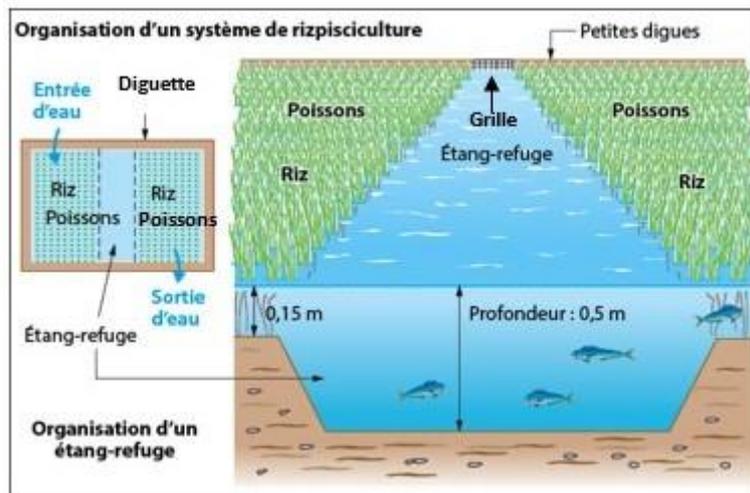


Figure 1 annexe: Organisation d'un système de rizipisciculture

Source : Jerome, 2018

- **Variétés de riz en rizipisciculture**

D'après la FAO (1992), le choix devrait se reposer sur des variétés tolérantes en eau profonde et une hauteur de talle de plus de 100 cm, permettant le maintien d'une lame d'eau de 10-15 cm à la fin du cycle. Les variétés de riz à tige courte ne permettent pas une lame d'eau assez importante pour les poissons.

Les variétés de riz à cycle court ne laissent pas assez de temps aux poissons pour grossir, contrairement aux variétés à cycle long (Jérémy, 2009). Toutefois, il est possible d'élever le poisson même après la récolte de riz avec une quantité d'eau suffisante pour la croissance du poisson (FAO, 1992).

- **Importances de la symbiose riz- poisson**

- ✓ **Plan environnemental**

La présence des poissons dans la rizière améliore la fertilité du sol, en apportant davantage de nutriments au champ de riz à travers l'excrétion de matières fécales ainsi que par la décomposition des poissons morts (FAO, 2018 ; Halwart et Gupta, 2010). Lorsque le poisson perturbe l'interface sol-eau, le sol devient plus poreux, d'où le poisson augmente l'assimilation des éléments nutritifs par le riz. En plus, le poisson contribue au recyclage des nutriments en broutant la biomasse résultant de la photosynthèse et autre composante de l'écosystème (Halwart et Gupta, 2010).

En outre, pour les espèces de poissons herbivores comme le Tilapia, les adventices font directement partie de leur régime alimentaire. Pour les espèces de carpes qui recherchent leur nourriture sur le fond boueux de la rizière, les plantes adventices qui se trouvent sur leur trajectoire sont déracinées à leur passage (Haroon and Pittman, 1997, Gupta, 1997). D'où le poisson est un élément permettant la maîtrise des plantes adventices qui sont en compétition avec le riz pour la lumière et les nutriments (FAO, 1987). Ainsi, l'empoissonnement peut réduire fortement, voire éliminer complètement le besoin d'utilisation des pesticides chimiques (Saturno, 1994)

✓ **Sur le plan socio-économique**

La pratique de la rizipisciculture permet de contribuer d'une manière significative la lutte contre la malnutrition et la pauvreté (FAO,1957). Cette dernière peut jouer un rôle important dans l'augmentation de la production alimentaire dans les pays moins développés (Li *et al.*, 2023).

D'ailleurs à Madagascar, des études ont montré que la rizipisciculture peut jouer un rôle dans le renforcement de la diversité des régimes alimentaires des populations rurales des Hautes-Terres (Wallemacq & San, 2016). La rizipisciculture est une activité qui permet en 4 mois seulement et au moindre investissement de pallier partiellement à cette malnutrition protéique. (Rabelahatra, 1972).

Cette pratique améliore également les revenus des agriculteurs et globalement les moyens de subsistance dans les zones rurales grâce à la diversification des productions agricoles (Tsurata *et al.*, 2011 ; Randrianandrasana & Randrianetsy, 2019). D'autre part, grâce à la vente des poissons grossis, des alevins ou des géniteurs, la pisciculture permet de financer les dépenses quotidiennes, d'effectuer des investissements agricoles, d'assurer la scolarisation des enfants et même, parfois, de réaliser un investissement dans l'immobilier.

Selon l'APDRA (2020), la pratique de la pisciculture en rizière contribue à l'augmentation du pouvoir d'achat des paysans. Pour un alevineur les paysans peuvent obtenir jusqu'à 1 930 000 Ar à 3 680 000 Ar par cycle cultural.

Annexe 2 : Questionnaire

Date de l'enquête :

Heure de début :

N°

Rizipisciculteur :

1- Description de l'enquête

District :	Commune :	Fokontany :
------------	-----------	-------------

Nom et prénom (s) :

Sexe : F H

N° Tel : _____

Inventaire détaillé du ménage

Membre du ménage (A)	Genre (H/F)	Age (ans)	Diplôme le + élevé (B)	Actif agricole (C)	Autres activité qu'agricole (A préciser)	Observations

A : 1= Chef d'exploitation ; 2= Conjoint (e) du CE ; 3= Fils/fille ; 4 = Père/mère ; 6=Frère/sœur
7=Petit fils/fille ; 8=Enfant confié 10=Bonne qui vit avec la famille ; 11 =Ouvrier agricole qui vit avec la famille ; 9=Autres (A préciser)

B : 1= n'a pas de diplôme ; 2= CEPE ; 3= BEPC ; 4= BAC ; 5= BAC+ ; 9 = Autres

C : 0= ne participe pas ; 1= participe toute l'année ; 0,25 = seulement environ un quart temps (soit l'équivalent de 3 mois par an ou 1 semaine par mois pendant toute l'année, ou au retour de l'école et pendant les vacances) ; 0,5 = à mi-temps (par exemple 6 mois par an, ou partagé entre 2 activités agriculture et commerce toute l'année) ; 0,75 = soit trois quarts du temps (par exemple part en migration pour travailler en ville 3 mois par an, ou à une autre activités qui lui prend un peu de temps).

Type de l'exploitant : _____ ; 1= Rizipisciculteur et riziculteur / 2= Rizipisciculteur (met des poissons dans toute la rizière) / 3= Riziculteur ;

2- Pratique de riziculture en rizipisciculture et pratique de riziculture

Depuis quand vous avez commencé la rizipisciculture ?	
Est-ce que vous empoissonnez ou est-ce que les poissons vont venir naturellement dans la rizière ?	
Pourquoi vous avez commencé la rizipisciculture ?	
Est-ce que vous avez reçu un accompagnement sur la rizipisciculture par un projet ?	

Vous possédez combien de rizière avec poisson ?	
Vous possédez combien de rizière sans poisson ?	
Pourquoi vous n'avez pas mis de poisson dans cette rizière ?	
Pourquoi vous avez mis de poisson dans cette rizière ?	

Gestion de l'eau

Rizipisciculture	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Disponibilité de l'eau sur la rizière												
Baisser le niveau de la lame l'eau												
Augmenter le niveau de la lame d'eau												
Quand est-ce qu'il n'y a plus de l'eau dans la rizière ?												
Est-ce que l'eau s'infiltré naturellement ou vous drainez la rizière ?												
Pourquoi ?												
Observations												

Riziculture	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Disponibilité de l'eau sur la rizière												
Baisser le niveau de la lame l'eau												
Augmenter le niveau de la lame d'eau												
Quand est-ce qu'il n'y a plus de l'eau dans la rizière ?												
Est-ce que l'eau s'infiltré naturellement ou vous drainez la rizière ?												
Pourquoi ?												
Observations												

Description de la parcelle rizipiscicole

Près des parcelles sans poisson

Près des parcelles avec poisson

Localisation GPS	
Surface	
Occupation de la parcelle	
Occupation sur 3 ans	
Type de rizière (A)	
Source d'eau (B)	

A : 1 = Bonne maîtrise d'eau (drainage et irrigation/ 2= Mauvaise maîtrise d'eau

B : 1= eau de source ; 2= eau de pluie ; 3= ruisseau ; 9= Autres

Description de la parcelle rizicole

Près des parcelles sans poisson

Près des parcelles avec poisson

Localisation GPS	
Surface	
Occupation de la parcelle	
Occupation sur 3 ans	
Type de rizière (A)	
Source d'eau (B)	

A : 1 = Bonne maîtrise d'eau (drainage et irrigation/ 2= Mauvaise maîtrise d'eau

B : 1= eau de source ; 2= eau de pluie ; 3= ruisseau ; 9 = Autres

Acquisition des terres

	Rizipisciculture	Riziculture
Acquisitions des terres		
Observations		

1= Propriétaire ; 2= Métayage ; 9 = Autres

Aménagement de la parcelle rizipiscicole

	Date	Description
Aménagement des diguettes		
Canal refuge		
Grille sur la sortie et entrée d'eau		
Autres		
Observations		

Opérations culturales

Labour (Préparation du sol)

Rizipisciculture			Riziculture			Observations
Date	Type (A)	MO en HJ	Date	Type (A)	MO en HJ	

A : 1= à l'Angady ; 2= Avec charrue

Hersage et Mise en boue (Irrigation + planage)

Rizipisciculture			Riziculture			Observations
Date	Type (A)	MO en HJ	Date	Type (A)	MO en HJ	

A : 1= utilisation de la herse ; 9= Autres à préciser

Fertilisation

Type	Rizipisciculture			Riziculture		
	Moment d'apport	Quantité	MO	Moment d'apport	Quantité	MO
Observations						

***Variété de riz**

Nom de la variété	Cycle de la variété	Caractéristique (couleur/grain)	Approvisionnement semence (A)	Quantité	PU (Ar)

A : 1 = Autoproduction ; 2= Acheté sur le marché ; 3= Acheté à un voisin ; 4 = Echange ; 5= venant des projets ; 9= Autres

Pourquoi vous avez choisi cette variété ?	
Depuis quand vous avez utilisé cette variété ? Pourquoi ?	
Quels sont les problèmes rencontrés sur cette variété de riz ?	
Observations	

Pépinière

Est – ce que vous pratiquez de la pépinière ?

Rizipisciculture			Riziculture			Observations
Date de semis	Surface	Pour combien de rizières ?	Date de semis	Surface	Pour combien de rizières ?	

Repiquage

	Rizipisciculture	Riziculture
Date de repiquage		
Type de repiquage (A)		
Age de plant (jours)		
Densité et espacement entre poquet (cm)		
Plant/ poquet		
Lame d'eau		
Mains-d'œuvre		
Observations		

A : 1= En foule ; 2= En ligne ; 3= carré

Empoisonnement

**Espèce de poisson*

Nom de l'espèce	Type d'élevage (A)	Approvisionnement d'alevin (B)	Quantité	PU (Ar)

A : 1= alevinage/ 2= Grossissement / B : 1 = Autoproduction ; 2= Acheté sur le marché ; 3= Acheté à un voisin ; 5= venant des projets

	Espèce de poisson (1)	Espèce de poisson (2)
Date d'empoisonnement		
Taille de l'alevin		
Densité d'empoisonnement (/are)		
Lame d'eau		
Mains-d'œuvre		
Observations		

Pourquoi vous avez choisi cette espèce de poisson ?	
Quels sont les problèmes que vous rencontrez sur l'élevage du poisson ?	
Observations	

Sarclages

- Sarclage 1

	Rizipisciculture	Riziculture
Date de sarclage		
Type de sarclage (A)		
Type d'adventices		
Densité d'adventice (B)		
Mains-d'œuvre		
Observations		

A : 1= Mécanique ; 2= Manuel / B : 1= Nombreux ; 2= Peu nombreux

- Sarclage 2

	Rizipisciculture	Riziculture
Date de sarclage		
Type de sarclage (A)		
Type d'adventices		
Densité d'adventice (B)		
Mains-d'œuvre		
Observations		

A : 1= Mécanique ; 2= Manuel / B : 1= Nombreux ; 2= Peu nombreux

- Sarclage 3

	Rizipisciculture	Riziculture
Date de sarclage		
Type de sarclage (A)		
Type d'adventices		
Densité d'adventice (B)		
Mains-d'œuvre		
Observations		

A : 1= Mécanique ; 2= Manuel / B : 1= Nombreux ; 2= Peu nombreux

Quand vous faites du sarclage, est ce que cette opération ne pose pas de problème au poisson ?

Pourquoi ?

Alimentation des poissons

Types	Moment d'apport	Quantité	Approvisionnement	Observations
Observations				

Récolte du riz

	Rizipisciculture	Riziculture
Date de récolte		
Lame d'eau		
Mains-d'œuvre		
Observations		

Récolte du poisson

Date de récolte	Lame d'eau	Mains-d'œuvre	Quantité du poisson à chaque récolte (kg)	Observations

Productivités

	Rizipisciculture	Observations	Riziculture	Observations
Nombre de talle(A)				
Grain (B)				
Paddy (sac)				

A : 1= Nombreux / 2= Peu nombreux ; B : 1= Lourd / 2= Léger

	Rizipisciculture	Riziculture
Fréquence de la visite de la parcelle au cours de la période culturale		

Calendrier cultural (Riziculture) + Contre Saison

Opération culturale	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc

Calendrier cultural (Rizipisciculture) + Contre saison

Opérations culturales	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc

Azolla (Si présente dans la parcelle ?)

Densité de l'azolla (A)	Utilisations	A : 1= Nombreux / 2= Peu nombreux

<i>Problèmes rencontrés aux poissons ?</i>	
---	--

<i>D'après vous quels sont les effets de poisson sur la culture de riz ? Sur le temps de travail ? Productivité ?</i>
--

Avez-vous des questions ou des remarques ?

Annexe 3 : illustration des présentations pendant les ateliers de restitutions

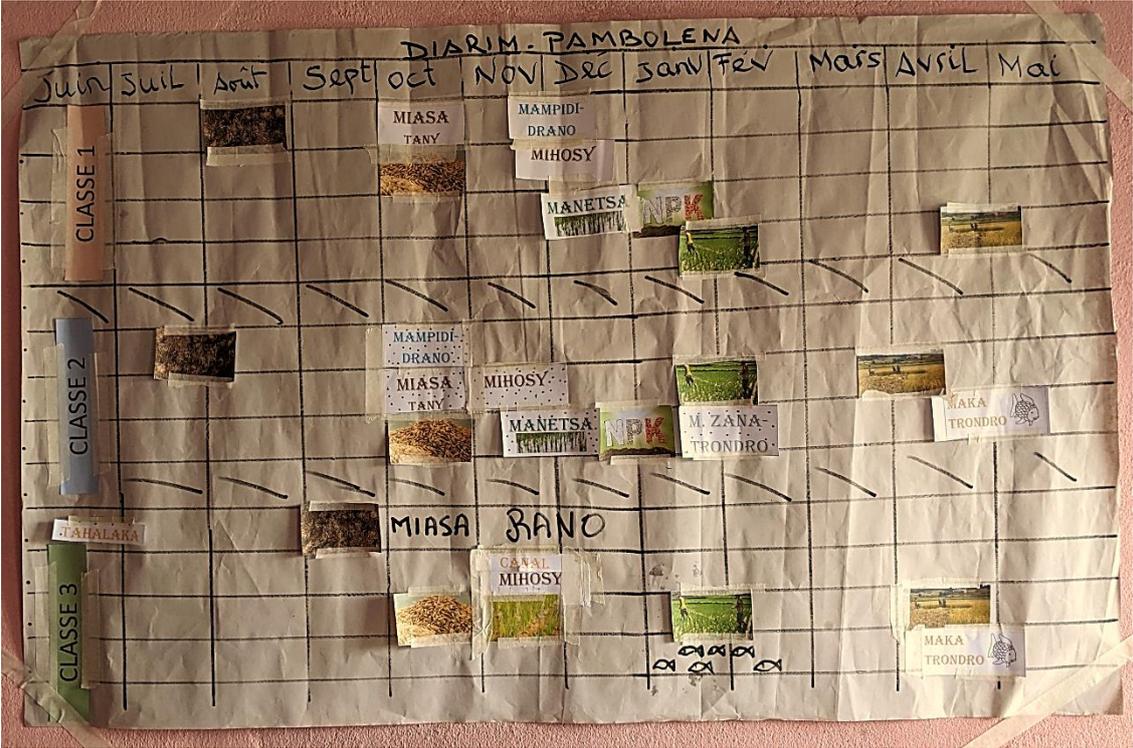


Figure 2 annexe : Présentation atelier de restitution

Source : Auteur, 2023

Annexe 4 : Résultats par Fokontany

PRATIQUE DE RIZICULTURE EN RIZIPISCICULTURE

District	Commune	Fokontany
Betafo	Betafo	Andriamasoandro

C1	C2	C3
5	10	0

Disponibilité de l'eau

	C1	C2
Début	Octobre - Decembre	Octobre
Absence d'eau	Avril-Mail	Juin- Juillet
Contre saison	Avec CS	Avec CS

Surface (are)

C1			C2		
Min	Max	Moy	Min	Max	Moy
4	10	6	2	17	10

Aménagement de la parcelle

	Diguette (cm)		Canal refuge (cm)		Grille utilisée	Observations
	Hauteur	Largeur	Profondeur	Largeur		
C1	40	33	0	0	-	Fait de l'aménagement en riziculture et en rizipisciculture
C2	50	40	0	0	Fougère	

Itinéraire technique

- Préparation du sol

	Labour (%)		Hersage (%)	
	Angady	Charrue	Manuel	Mécanique
C1	80	20	0	100
C2	90	10	1	90

- **Fertilisation**

	Effectifs (%)			Dose moyenne (kg/are)		Observations
	Aucun apport	Fumure organique	Engrais minéral	Fumure organique	Engrais minéral	
C1	0	100	80	102	2	Disponibilité des fertilisants organiques dans le Fokontany
C2	0	100	70	173	2	

- **Variétés**

	Nom de la variété	Caractéristique	Cycle	Effectifs (%)
C1	Luxe	Variété amélioré	Moyen	20
	Madrigal		Long	40
	Mena kely		Moyen	40
C2	Madrigal	Variété amélioré	Long	80
	Mena kely		Moyen	20

- **Repiquage**

	Age de plant (j)	Plant / Poquet	Lame d'eau (LE) (cm)	Mode de repiquage	
				Type	Effectifs (%)
C1	36	3	3	En foule	20
				En ligne	80
C2	29	1	2	En foule	10
				En ligne	90

- **Sarclage**

	Outil	LE1 (cm)	LE2 (cm)	Nombre de sarclage	Densité d'adventice	Observations
C1	Manuel (40%) Sarcluse (60%)	7	14	2	Nombreux	Fait le sarclage 2 fois pour que le plant talle un peu plus
C2	Manuel (20%) Sarcluse (80%)	6	7	2	Peu nombreux	

- **Empoisonnement**

	Type d'élevage	Espèce 1				Espèce 2			
		Nom	Taille (cm)	Densité /are	LE1 (cm)	Nom	Taille (cm)	Densité /are	LE2 (cm)
C2	Alevinage et grossissement (50%)	Carpe	1	3000	4	Carassin	0.5	500	7
	Grossissement (50%)	Carpe	7	60	15				

- **Alimentation des poissons**

	Effectifs (%)			Dose moyenne (kg/are)		Observations
	Aucun apport	Fumure organique	Autres	Fumure organique	Autres	
Alevinage et grossissement	40	20	40 (son de blé)	-	0.025	Les fumures organiques sont combinés avec les fumiers, c'est pourquoi il n'y a pas de dose en FO
Grossissement	80	20	0	-	0	

- **Productivité rizipiscicole**

	Riziculture	Pisciculture
C1	6 t.ha ⁻¹	-
C2	8 t.ha ⁻¹	2 kg. are ⁻¹

- **Spécificité de la zone**

- Fokontany riche en source hydrique
- Sol volcanique
- Les rizières ont des difficultés à retenir l'eau
- Pratique la rizipisciculture depuis le début du XX^{ème} siècle

Calendrier cultural Andriamasoandro

Classe	Juin	Juill	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avri	Mai
C1 Riziculture					<i>Irrigation</i>							
				<i>Labour</i>								
				<i>Pépinière</i>	<i>Hersage</i>							
					<i>Apport FO</i>		<i>Apport NPK</i>	<i>Apport NPK</i>				
						<i>Repiquage</i>		<i>Sarclage</i>		<i>Récolte riz</i>		
C2 Rizipisciculture Sans Canal refuge		<i>Diguette</i>	<i>Irrigation</i>									
		<i>Labour</i>	<i>Hersage</i>									
			<i>Apport FO</i>			<i>Apport NPK</i>						
			<i>Pépinière</i>		<i>Repiquage</i>	<i>Sarclage</i>						
					<i>Empoissonnement</i>			<i>Récolte de riz</i>			<i>Récolte poisson</i>	

PRATIQUE DE RIZICULTURE EN RIZIPISCICULTURE

District	Commune	Fokontany
Betafo	Mandritsara	Malaza

C1	C2	C3
<u>4</u>	<u>6</u>	<u>4</u>

Disponibilité de l'eau

	C1	C2	C3
Début	Novembre	Sept-Octobre	Novembre
Absence d'eau	Avril	Juin	Avril
Contre saison	Avec CS	Sans CS	Avec CS

Surface (are)

C1			C2			C3		
Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy
2	5	4	5	15	8	2	18	10

Aménagement de la parcelle

	Diguette (cm)		Canal refuge (cm)		Grille utilisée
	Hauteur	Largeur	Profondeur	Largeur	
C1	28	28	0	0	-
C2	52	45	0	0	Fougère
C3	60	50	50	50	Fougère

Itinéraire technique

- Préparation du sol

	Labour (%)		Hersage (%)	
	Angady	Charrue	Manuel	Mécanique
C1	25	75	0	100
C2	30	70	0	100
C3	75	25	50	50

- **Fertilisation**

	Effectifs (%)			Dose moyenne (kg/are)		Observations
	Aucun apport	Fumure organique	Engrais minéral	Fumure organique	Engrais minéral	
C1	25	75	25	218	1.3	ils utilisent une quantité élevée d'engrais en monoculture de riz puisque la rizière sans poisson est moins fertile que la rizière avec poisson.
C2	17	83	0	109	0	
C3	25	75	0	160	0	

- **Variétés**

	Nom de la variété	Caractéristique	Cycle	Effectifs (%)
C1	Luxe X265 Mena kely	Variété amélioré	Moyen	25
			Long	25
			Moyen	50
C2	Madrigal Ordinaire	Variété amélioré Variété traditionnelle	Long	50
			Long	50
C3	Madrigal Mena kely Ordonaire	Variété amélioré Variété amélioré Variété traditionnelle	Long	25
			Moyen	25
			Long	50

- **Repiquage**

	Age de plant (j)	Plant / Poquet	Lame d'eau (cm)	Mode de repiquage	
				Type	Effectifs (%)
C1	44	2	4	En ligne	100
C2	51	3	4	En ligne	100
C3	50	2	3	En ligne	100

- **Sarclage**

	Outil	LE1 (cm)	LE2 (cm)	Nombre de sarclage	Densité d'adventice
C1	Sarcleuse	4	6	2	Nombreux
C2	Sarcleuse	5	6	2	Peu nombreux
C3	Sarcleuse	4	5	2	Peu nombreux

- **Empoisonnement**

	Type d'élevage	Espèce 1			LE1 (cm)	Espèce 2			LE2 (cm)
		Nom	Taille (cm)	Densité /are		Nom	Taille (cm)	Densité /are	
C2	Grossissement	Carpe	1 3 7	3000 16 6	17	Tilapia	7 10	4 11	20
C3	Grossissement	Carpe	3 7	50 6	25	-	0	0	

- **Alimentation des poissons**

	Effectifs (%)			Dose moyenne (kg/are)		Observations
	Aucun apport	Fumure organique	Autres	Fumure organique	Autres	
C2	84	16	0	-	-	Les fumures organiques sont combinés avec les fumiers, c'est pourquoi il n'y a pas de dose en FO
C3	25	25	50 (résidus culture)	-	-	

- **Productivité**

	Riziculture	Pisciculture
C1	6, 02 t.ha-1	-
C2	6, 73 t.ha-1	1 kg.are ⁻¹
C3	7, 41 t.ha-1	3 kg.are ⁻¹

- **Spécificité de la zone**

- Fokontany riche en source hydrique
- Sol volcanique

Calendrier cultural Malaza

Classe	Juin	Juill	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avri	Mai
C1 Riziculture						<i>Irrigation</i>						
						<i>Labour</i>						
				<i>Pépinière</i>		<i>Hersage</i>						
					<i>Apport FO</i>		<i>Apport NPK</i>					
						<i>Repiquage</i>	<i>Sarclage</i>		<i>Récolte riz</i>			
C2 Rizipisciculture Sans Canal refuge		<i>Diguette</i>		<i>Irrigation</i>								
		<i>Labour</i>		<i>Hersage</i>								
		<i>Apport FO</i>										
			<i>Pépinière</i>	<i>Repiquage</i>	<i>Sarclage</i>	<i>Récolte de riz</i>						
				<i>Apport NPK</i>	<i>Empoisonnement</i>	<i>Récolte poisson</i>						
C3 Rizipisciculture Avec Canal Refuge				<i>Diguette</i>	<i>Irrigation</i>							
				<i>Canal Refuge</i>								
			<i>Pépinière</i>		<i>Labour</i>							
				<i>Apport FO</i>	<i>Hersage</i>							
				<i>Repiquage</i>								
				<i>Apport NPK</i>	<i>Sarclage</i>							
						<i>Empoisonnement</i>		<i>Récolte riz</i>				
	<i>Récolte poisson</i>									<i>Récolte Poisson</i>		

PRATIQUE DE RIZICULTURE EN RIZIPISCICULTURE

District	Commune	Fokontany
Antsirabe II	Andranomanelatra	Tsaramandroso Gara

C1	C2	C3
5	2	3

Disponibilité de l'eau

	C1	C2	C3
Début	Novembre - Decembre	Octobre – Novembre	Novembre - Decembre
Absence d'eau	Mai - Juin	Mai - Juin	Juin - Juillet
Contre saison	Avec CS	Avec CS	Avec CS

Surface (are)

C1			C2			C3		
Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy
0.7	6	3	0.3	4	2	4	6	5

Aménagement de la parcelle

	Diguette (cm)		Canal refuge (cm)		Grille utilisée
	Hauteur	Largeur	Profondeur	Largeur	
C1	25	23	0	0	-
C2	28	25	50	40	Métal troué
C3	40	45	0	0	Métal troué

Itinéraire technique

- Préparation du sol

	Labour (%)		Hersage (%)	
	Angady	Charrue	Manuel	Mécanique
C1	100	0	40	60
C2	100	0	100	
C3	100	0	75	25

- **Fertilisation**

	Effectifs (%)			Dose moyenne (kg/are)		Observations
	Aucun apport	Fumure organique	Engrais minéral	Fumure organique	Engrais minéral	
C1	40	60	20	113	0.8	Augmente la quantité d'engrais en fonction de la présence du poisson
C2	0	100	50	193	3.3	
C3	67	33	0	145	0	

- **Variétés**

	Nom de la variété	Caractéristique	Cycle	Effectifs (%)
C1	Boda kely Speed	Variété amélioré	Long Moyen	80 20
C2	Boda kely	Variété amélioré	Long	100
C3	Boda kely Speed	Variété amélioré	Long Moyen	80 20

- **Repiquage**

	Age de plant (j)	Plant / Poquet	Lame d'eau (cm)	Mode de repiquage	
				Type	Effectifs (%)
C1	43	3	7	En ligne En carré	60 40
C2	48	3	3	En ligne En carré	50 50
C3	32	2	7	En ligne En carré	80 20

- **Sarclage**

	Outil	LE1 (cm)	LE2 (cm)	Nombre de sarclage	Densité d'adventice	Observations
C1	Manuel (40%) Sarcluse (60%)	9	12	2	nombreux	Pas de différence sur la densité
C2	Manuel (100%)	4	6	2	Peu nombreux	
C3	Sarcluse (100%)	12	13	2	Peu nombreux	

- **Empoisonnement**

	Type d'élevage	Espèce 1			LE1 (cm)	Espèce 2			LE2 (cm)
		Nom	Taille (cm)	Densité /are		Nom	Taille (cm)	Densité /are	
C2	Grossissement	Carpe	4	50	10	Tilapia	3	-	10

- **Alimentation des poissons**

	Effectifs (%)			Dose moyenne (kg/are)	
	Aucun apport	Fumure organique	Autres	Fumure organique	Autres
C2	0	100		-	0
C3	0	75	25	-	-

- **Productivité rizipiscicole**

	Riziculture	Pisciculture
C1	4,38 t.ha-1	-
C2	7,85 t.ha-1	1 kg.are ⁻¹
C3	5,82 t.ha-1	3 kg.are ⁻¹

Calendrier Tsaramandroso Gara

Classe	Juin	Juill	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avri	Mai
Classe 1 Riziculture			<i>Apport FO</i>		<i>Labour</i>	<i>Irrigation</i>						
					<i>Semis</i>	<i>Hersage</i>		<i>A.NPK</i>				
							<i>Repiquage</i>	<i>Sarclage</i>			<i>Récolte riz</i>	
Classe 2 Rizipisciculture Sans Canal refuge					<i>Labour</i>							
		<i>Apport FO</i>		<i>Semis</i>	<i>Irrigation</i>	<i>Hersage</i>						
					<i>Diguette</i>	<i>Repiquage</i>						
							<i>Empoisonnement</i>					
						<i>Apport NPK</i>	<i>Sarclage</i>		<i>Récolte riz</i>			
								<i>Récolte poisson</i>				
Classe 3 Rizipisciculture Avec Canal refuge	<i>Diguette</i>					<i>Irrigation</i>						
					<i>Labour</i>	<i>Canal refuge</i>						
					<i>Semis</i>	<i>Hersage</i>						
						<i>Repiquage</i>	<i>Apport NPK</i>	<i>Sarclage</i>			<i>Récolte riz</i>	
	<i>Récolte poisson</i>							<i>Emp</i>			<i>Récolte poisson</i>	

PRATIQUE DE RIZICULTURE EN RIZIPISCICULTURE

District	Commune	Fokontany
Antsirabe II	Manandona	Ambohitrimanjato

C1	C3
4	4

Disponibilité de l'eau

	C1	C3
Début	Novembre - Decembre	Octobre – Novembre
Absence d'eau	Juillet	Juillet
Contre saison	Sans CS	Avec CS

Surface (are)

C1			C3		
Min	Max	Moy	Min	Max	Moy
8	22	13	1	9	5

Aménagement de la parcelle

	Diguette (cm)		Canal refuge (cm)		Grille utilisée
	Hauteur	Largeur	Profondeur	Largeur	
C1	29	25	0	0	-
C3	60	57	54	54	Métal troué

Itinéraire technique

- **Préparation du sol**

	Labour (%)		Hersage (%)	
	Angady	Charrue	Manuel	Mécanique
C1	0	100	25	75
C3	0	100	0	100

- **Fertilisation**

	Effectifs (%)			Dose moyenne (kg/are)		Observations
	Aucun apport	Fumure organique	Engrais minéral	Fumure organique	Engrais minéral	
C1	50	50	0	219	0	Augmente la quantité d'engrais dans la parcelle rizicole, sol moins fertile
C3	25	75	0	68	0	

- Variétés

	Nom de la variété	Caractéristique	Cycle	Effectifs (%)
C1	Mavo kely	Variété amélioré	Long	25
	Vary 3 volana		Long	25
	X260		Moyen	25
	X265		Moyen	25
C3	Botra kely	Variété amélioré	Long	25
	Mavo kely		Long	25
	X260		Moyen	25
	X265		Moyen	25

- Repiquage

	Age de plant (j)	Plant / Poquet	Lame d'eau (cm)	Mode de repiquage	
				Type	Effectifs (%)
C1	37	3	3	En ligne	100
C3	24	2	3	En ligne	80
				En carré	20

- Sarclage

	Outil	LE1 (cm)	LE2 (cm)	Nombre de sarclage	Densité d'adventice	Observations
C1	Sarclouse (100%)	9	8	2	Peu nombreux	Pas de différence sur la densité
C3	Sarclouse (100%)	6	5	2	Peu nombreux	

- Empoissonnement

	Type d'élevage	Espèce 1			LE1 (cm)	Espèce 2			LE2 (cm)
		Nom	Taille (cm)	Densité /are		Nom	Taille (cm)	Densité /are	
C3	Grossissement	Carpe	4	50	15	Tilapia	7	10	15

- Alimentation des poissons

	Effectifs (%)			Dose moyenne (kg/are)	
	Aucun apport	Fumure organique	Autres	Fumure organique	Autres
C3	0	50	Son de riz (50%)	-	20

- Productivité Rizipiscicole

	Riziculture	Pisciculture
C1	4,59 t.ha-1	-
C3	5,41 t.ha-1	kg. are ⁻¹

Calendrier Ambohitrimanjato

Classe	Juin	Juill	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avri	Mai
Classe 1 Riziculture			<i>Apport FO</i>		<i>Semis</i>	<i>Irrigation</i>						
			<i>Labour</i>			<i>Hersage</i>		<i>Apport NPK</i>				
							<i>Repiquage</i>	<i>Sarclage</i>			<i>Récolte riz</i>	
Classe 3 Rizipisciculture Avec Canal refuge		<i>Labour</i>			<i>Irrigation</i>							
		<i>Apport FO</i>			<i>Hersage</i>							
					<i>Canal refuge</i>							
					<i>Diguette</i>							
				<i>Semis</i>								
					<i>Repiquage</i>							
						<i>Empoissonnement</i>						
	<i>Récolte poisson</i>				<i>Apport NPK</i>	<i>Sarclage</i>			<i>Récolte riz</i>			

PRATIQUE DE RIZICULTURE EN RIZIPISCICULTURE

District	Commune	Fokontany
Anjozorobe	Anjozorobe	Ambohibazoina

C1	C2	C3
3	1	4

Disponibilité de l'eau

	C1	C2	C3
Debut	Octobre	Octobre	Octobre
Fin	Mars- Avril	Juillet	Juillet

Surface (are)

C1	C2	C3
6	100	7

Aménagement de la parcelle

	Diguette (cm)		Canal refuge (cm)		Grille utilisée
	Hauteur	Largeur	Profondeur	Largeur	
C1	26	28			-
C2	20	28			
C3	47	40	45	45	Fougère

Itinéraire technique

- **Préparation du sol**

	Labour (%)		Hersage (%)	
	Angady	Charrue	Manuel	Mécanique
C1	0	100	0	100
C2	0	100	0	100
C3	0	100	0	100

- **Fertilisation**

	Effectifs (%)			Dose moyenne (kg/are)	
	Aucun apport	Fumure organique	Engrais minéral	Fumure organique	Engrais minéral
C1	33	67	0	156	0
C2	0	100	0	125	0
C3	0	100	0	205	0

- Variétés

	Nom de la variété	Caractéristique	Cycle	Effectifs (%)
C1	Rojomena	Var Trad	Long	100
C2	Mena kely	Améliorée	Long	100
C3	Rojomena Fotsy Kely	Traditionnelle Améliorée	Long	75 25

- Repiquage

	Age de plant (j)	Plant / Poquet	Lame d'eau (cm)	Mode de repiquage	
				Type	Effectifs (%)
C1	80	5	2	Ligne Foule	25 75
C2	30	3	5	Foule	100
C3	45	3	2	Foule Ligne Carrée	25 50 25

- Sarclage

	LE1 (cm)	Nombre de sarclage	Densité d'adventice
C1	7	2	Nombreux
C2	4	1	Peu nombreux
C3	5	2	Peu nombreux

- Empoissonnement

	Type d'élevage	Espèce 1			Espèce 2				
		Nom	Taille (cm)	Densité /are	LE1 (cm)	Nom	Taille (cm)	Densité /are	LE2 (cm)
C2	Grossissement	Carpe	7	60	10	-	-	-	-
C3	Grossissement	Carpe	7	40	10	-	-	-	-

- Alimentation des poissons

	Effectifs (%)			Dose moyenne (kg/are)		Observations
	Aucun apport	Fumure organique	Autres	Fumure organique	Autres	
C2	30	70	-			Les fumures organiques sont combinés avec les fumiers, c'est pourquoi il n'y a pas de dose en FO
C3	20	60	20 (son de riz)		0,025	

- **Productivité rizipiscicole**

	Riziculture	Pisciculture
C1	7,1 t.ha-1	-
C2	9 t.ha-1	1 kg.are ⁻¹
C3	7, 6 t.ha-1	1,625 kg.are ⁻¹

Calendrier Ambohibazoina

Classe	Juin	Juill	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avri	Mai
Classe 1 Riziculture			<i>Semis</i>	<i>Labour</i>								
					<i>Irrigation</i>							
					<i>Hersage</i>							
				<i>Apport FO</i>								
					<i>Repiquage</i>		<i>Sarclage</i>			<i>Récolte riz</i>		
Classe 2 Rizipisciculture Sans Canal refuge				<i>Labour</i>	<i>Irrigation</i>							
				<i>Semis</i>	<i>Hersage</i>							
					<i>Apport FO</i>							
					<i>Diguette</i>							
					<i>Repiquage</i>		<i>Empoisonnement</i>					
							<i>Sarclage</i>		<i>Récolte riz</i>			
									<i>Récolte poisson</i>			
Classe 3 Rizipisciculture Avec Canal refuge				<i>Labour</i>	<i>Irrigation</i>							
				<i>Apport FO</i>	<i>Hersage</i>							
					<i>Canal refuge</i>							
					<i>Diguette</i>							
			<i>Semis</i>									
					<i>Repiquage</i>							
					<i>Apport NPK</i>	<i>Empoisonnement</i>						
	<i>Récolte poisson</i>						<i>Sarclage</i>			<i>Récolte riz</i>		

PRATIQUE DE RIZICULTURE EN RIZIPISCICULTURE

District	Commune	Fokontany
Anjozorobe	Anjozorobe	Miandrarivo

C1	C3
5	8

Disponibilité de l'eau

	C1	C3
Debut	Octobre - nov	Octobre - nov
Fin	Mars- Avril	Juillet

Surface (are)

C1	C3
6	5

Aménagement de la parcelle

	Diguette (cm)		Canal refuge (cm)		Grille utilisée
	Hauteur	Largeur	Profondeur	Largeur	
C1	21	17	0	0	-
C3	58	51	36	33	Moustiquaire

Itinéraire technique

- **Préparation du sol**

	Labour (%)		Hersage (%)	
	Angady	Charrue	Manuel	Mécanique
C1	40	60	40	60
C3	50	50	20	80

- **Fertilisation**

	Effectifs (%)			Dose moyenne (kg/are)	
	Aucun apport	Fumure organique	Engrais minéral	Fumure organique	Engrais minéral
C1	40	60	40	58	0.25
C3	0	100	63	180	1.5

- Variétés

	Nom de la variété	Caractéristique	Cycle	Effectifs (%)
C1	FOFIFA 160 Rojomena	Amélioré	Moyen	60
		Trad	Long	40
C3	FOFIFA 160 Rojomena X265	Amélioré	Moyen	80
		Trad	Long	10
		Amélioré	Long	10

- Repiquage

	Age de plant (j)	Plant / Poquet	Lame d'eau (cm)	Mode de repiquage	
				Type	Effectifs (%)
C1	23	4	4	Carré	60
				Ligne	40
C3	20	3	3	Carré	60
				Ligne	40

- Sarclage

	LE1 (cm)	Outil	Nombre de sarclage	Densité d'adventice
C1	7	Manuel (20) Sarcluse (80)	2	nombreux
C3	5	Manuel (40) Sarcluse (60)	2	Peu nombreux

- Empoissonnement

	Type d'élevage	Espèce 1				Espèce 2			
		Nom	Taille (cm)	Densité /are	LE1 (cm)	Nom	Taille (cm)	Densité /are	LE2 (cm)
C3	Grossissement	Carpe	7	45	10	-	-	-	-

- Alimentation des poissons

	Effectifs (%)			Dose moyenne (kg/are)		Observations
	Aucun apport	Fumure organique	Autres	Fumure organique	Autres	
C3	10	70	20 (son de riz)	-	0,025	Les fumures organiques sont combinés avec les fumiers, c'est pourquoi il n'y a pas de dose en FO

- Productivité rizipiscicole

	Riziculture	Pisciculture
C1	6,04 t.ha ⁻¹	-
C3	7,08 t.ha ⁻¹	2,26 kg. are ⁻¹

Calendrier cultural Miandrarivo

Classe	Juin	Juill	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avri	Mai
Classe 1 Riziculture			<i>Semis</i>	<i>Labour</i>								
					<i>Irrigation</i>							
					<i>Hersage</i>							
				<i>Apport FO</i>								
					<i>Repiquage</i>		<i>Sarclage</i>			<i>Récolte riz</i>		
Classe 2 Rizipisciculture Sans Canal refuge				<i>Labour</i>	<i>Irrigation</i>							
				<i>Semis</i>	<i>Hersage</i>							
					<i>Apport FO</i>							
					<i>Diguette</i>							
					<i>Repiquage</i>		<i>Empoisonnement</i>					
					<i>Apport NPK</i>			<i>Sarclage</i>	<i>Récolte riz</i>			
								<i>Récolte poisson</i>				
Classe 3 Rizipisciculture Avec Canal refuge				<i>Labour</i>	<i>Irrigation</i>							
				<i>Apport FO</i>	<i>Hersage</i>							
					<i>Canal refuge</i>							
					<i>Diguette</i>							
			<i>Semis</i>									
					<i>Repiquage</i>							
					<i>Apport NPK</i>	<i>Empoisonnement</i>						
	<i>Récolte poisson</i>						<i>Sarclage</i>			<i>Récolte riz</i>		

Annexe 5 : cas particuliers

Cas 1 (Fokontany Tsaramandroso Gara, Commune Rurale Andranomanelatra, Région Vakinankaratra)

Ce cas appartient à la classe 1, car le paysan ne fait pas de l'association de la riziculture et la pisciculture en même temps. Cependant, le paysan cultive le riz et le poisson côte à côte tout en partageant de la même eau. De ce fait, il fait de la culture simultanée – compartimenté par une diguette. Dans ce système, l'effet synergique du riz et du poisson l'un sur l'autre semble très faible (Halwart et Gupta, 2010).

L'eau de l'étang alimente l'eau de la parcelle de riz. Mais l'eau dans la parcelle de riz n'arrive pas à entrer dans l'étang, car l'étang est en amont. La hauteur de la diguette arrive jusqu'à 1m et plus. Après la culture de riz, la Parcelle de riz est transformée en étang pour la pisciculture.

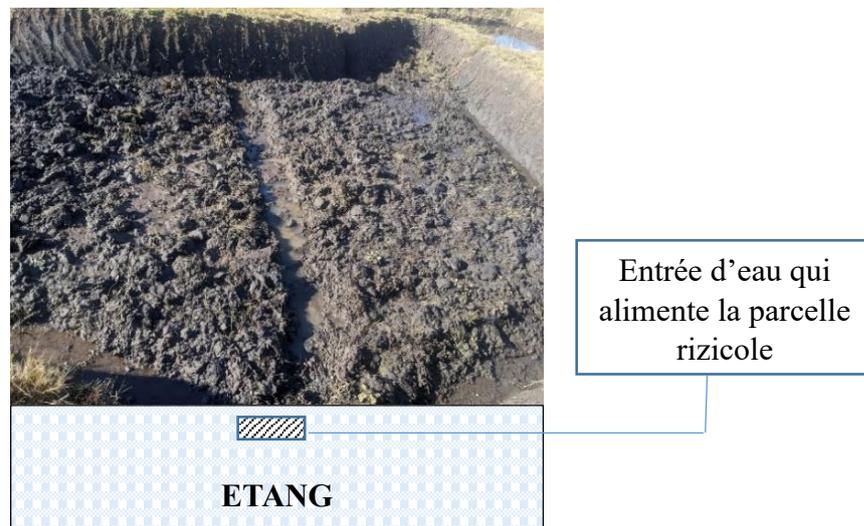


Figure 3 annexe : cas particulier 1, Andranomanelatra, Vakinankaratra

Source : Auteur, 2023

Cas 2 (Malaza, Mandritsara, Vakinankaratra)

Cette parcelle fait partie de la classe 3 où les rizipisciculteurs mettent du canal refuge. La gestion de la parcelle se différencie sur la gestion de l'eau ainsi que l'aménagement de la parcelle.

La parcelle dispose d'eau voire pendant toute l'année. Après la récolte de riz, le paysan propriétaire de la parcelle fait le grossissement de poisson pour la contre saison. Ce rizipisciculteur n'assèche pas la rizière avant la période culturale suivante, mais baisse tous simplement le niveau de la lame d'eau dans la rizière. Le paysan ne fait pas de labour, mais commence la préparation du sol par le hersage. Seulement 7 jours après le repiquage qu'il draine

totallement la rizière, et l'irrigue après. D'après ce paysan, l'assèchement de la rizière après le repiquage permet au jeune plant de bénéficier un peu plus de la lumière étant favorable à sa croissance.

Quant à l'aménagement de la parcelle, les diguettes sont plus larges (environ 120 cm) que celles trouvées dans la partie résultats (environ 50 cm). Ce paysan utilise ses diguettes pour cultiver des cultures vivrières comme la patate douce, la pomme de terre, la tomate, et même pour faire de la pépinière. Le canal refuge se situe au milieu et aux 2 côtés de la rizière ou en périphérique et longitudinale. Entre autres, il possède encore un autre étang dans la rizière, mais séparé par une diguette de la rizière principale. Il existe tout de même une entrée et une sortie d'eau qui relie l'eau dans l'étang et dans toute la rizière. La profondeur de l'étang varie de 50 à 100cm.



Figure 4 annexe : cas particulier 2 Malaza, Betafo

Source : Auteur, 2023

Annexe 6 : caractéristique des variétés sur le terrain

Zone	Nom de la variété	Couleur	Caractéristique	Cycle
Vakinankaratra	Boda kely	Blanche	Améliorée	Long
	Madrigal	Blanche	Améliorée	Long
	Ordinaire	Blanche	Traditionnelle	Long
	Speed	Blanche	Améliorée	Moyen
Anjozorobe	FOFIFA 160	Blanche	Améliorée	Moyen
	Rojomena	Rouge	Traditionnelle	Long
Anjozorobe -	Mena kely	Blanche	Améliorée	Moyen
Vakinankaratra	X265	Blanche	Améliorée	Long

Mailaka (X265)

Nom commun	Nom botanique	Dénomination	Nature génétique	Origine (code)	Obtenteur	Référence (collection FOFIFA)	Année d'introduction (collection)	Mainteneur
Riz	<i>Oryza sativa</i>	Mailaka (X265)	Lignée introduite	Philippines (IR155579-24-2)	IRRI FOFIFA	3914	1986	FOFIFA

Grains de paddy



Grains décortiqués (riz cargo)



Grains usinés



CARACTERES MORPHOLOGIQUES

PANICULE		
• Longueur	:	moyenne
• Type	:	intermédiaire
FEUILLE		
• Angle de la feuille paniculaire	:	intermédiaire
GRAIN		
• Couleur du paddy	:	jaune paille
• Couleur de l'apex	:	jaune paille
• Longueur du paddy	:	8,4 mm
• Couleur du caryopse	:	blanc
• Longueur du caryopse	:	6,1 mm
• Longueur du grain usiné	:	5,9 mm
• Translucidité	:	moyennement translucide

CARACTERES AGRONOMIQUES

• Région de culture	:	dans toute l'île
• Saison de culture	:	pluviale
• Aptitude culturale	:	irriguée
• Hauteur du plant	:	demi-naine
• Rendement à l'usinage	:	70 %
• Cycle (à maturité)	:	155 – 160 jours
• Poids de 1000 grains (paddy)	:	27,8 g
• Tallage	:	moyen
• Rendement moyen	:	4 – 5 t/ha
• Verse	:	résistant
• Egrenage	:	moyen

Comportement vis-à-vis des bioagresseurs

• Résistance à la pyriculariose	:	résistant
• Résistance aux insectes	:	faible attractivité au borer

FOFIFA 160

Nom commun	Nom botanique	Dénomination	Nature génétique	Origine (code)	Obtenteur	Référence (collection FOFIFA)	Année d'introduction (collection)	Mainteneur
Riz	<i>Oryza sativa</i>	FOFIFA 160	Lignée issue de croisement	Madagascar (MR10721-B-17)	FOFIFA	4354	1998	FOFIFA

Grains de paddy



Grains décortiqués (riz cargo)



Grains usinés



CARACTERES MORPHOLOGIQUES

PANICULE		
• Longueur	:	moyenne
• Type	:	intermédiaire
FEUILLE		
• Angle de la feuille paniculaire	:	intermédiaire
GRAIN		
• Couleur du paddy	:	jaune paille
• Couleur de l'apex	:	jaune
• Longueur du paddy	:	8,4 mm
• Couleur du caryopse	:	blanc
• Longueur du caryopse	:	6,4 mm
• Longueur du grain usiné	:	6,0 mm
• Translucidité	:	moyennement translucide

CARACTERES AGRONOMIQUES

• Région de culture	:	Itasy, Menabe, Vakinankaratra, Vatovavy Fitovinany
• Saison de culture	:	pluviale
• Aptitude culturale	:	irriguée
• Hauteur du plant	:	demi-naine
• Rendement à l'usinage	:	70 %
• Cycle (à maturité)	:	155 – 160 jours
• Poids de 1000 grains (paddy)	:	27,0 g
• Tallage	:	moyen
• Rendement moyen	:	4 – 5 t/ha
• Verse	:	résistant
• Egrenage	:	moyen

Comportement vis-à-vis des bioagresseurs

• Résistance à la pyriculariose	:	résistant
• Résistance aux insectes	:	-

Annexe 7: inertie sur l'ACM

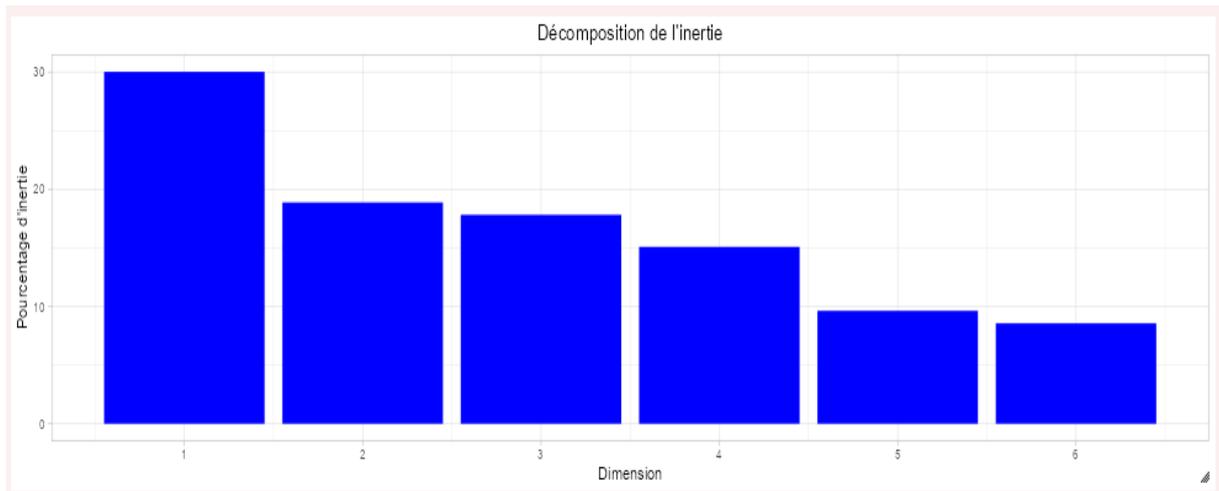


Figure 5 annexe : Inertie sur l'ACM