



HAL
open science

La rizipisciculture : un modèle agroécologique durable, innovant et efficient sur les Hautes-Terres de Madagascar

Tiana Herimanana Randriamihanta, Harilala Andriamaniraka, Jean-François Bélières, Narilala Randrianarison, Jean-Michel Mortillaro

► To cite this version:

Tiana Herimanana Randriamihanta, Harilala Andriamaniraka, Jean-François Bélières, Narilala Randrianarison, Jean-Michel Mortillaro. 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, 2022, 16, pp.99-108. hal-04741884

HAL Id: hal-04741884

<https://hal.science/hal-04741884v1>

Submitted on 18 Oct 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons CC0 - Public Domain Dedication 4.0 International License

**RECHERCHES
POUR
LE DEVELOPPEMENT**

**Série Sciences de l'Homme
et de la Société**

N°16-2022

Antananarivo - Madagascar

**Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique**



ISSN 1022 – 8691

**RECHERCHES
POUR
LE DEVELOPPEMENT**

Série Sciences de l'Homme et de la Société

N°16

2022

**RECHERCHES
POUR
LE DEVELOPPEMENT**
Série
Sciences de l'Homme et de la Société
N° 16
1^{er} semestre 2022

Membres du Comité de lecture :

- Pr RAMIARISON Claudine
- Pr RAKOTOARIVELO Marie Laure
- Pr ANDRIAMPARANY Marius
- Dr RAHAINGO-RAZAFIMBELO Marcelline
- Dr RAHARIJAONA Nivoniaina Fahendrena

Ce numéro a été édité avec le concours de
Université d'Antananarivo
et
**Centre d'Information et de Documentation
Scientifique et Technique**

Toute correspondance concernant les publications
RECHERCHES POUR LE DEVELOPPEMENT
doit être adressée au :

**Centre d'Information et de Documentation
Scientifique et Technique**
BP 6224 – Email : edition.cidst@gmail.com
Antananarivo - Madagascar

ISSN 1022-8691

SOMMAIRE

Contamination fécale de l'eau de puits en périphérie d'Antananarivo : Cas de trois Fokontany de la commune rurale d'Ampanefy	
RAZANADRASOA Vololonome Bodomalala, RASOARAHONA Jean	5
La promotion de l'environnement à travers de l'actualisation de soi sous l'influence de l'arrêté n°90/CUF/CAB-20	
TSIZAHANY Blaise Elysé, RAZARANIAINA Jean Claude	21
Les femmes vannières et le développement : cas du district de Vohibato	
LALAONDRAINNY Fanjanirina Samuëline, RASOAMALALAVAO Claire, RASAMOELINA Henri	29
Artisanal mining and sustainable development : case of Ambondromifehy	
TONGALAZA Julina Harisoa, RANDIMBIHARISON Guy A, RASAMOELINA Henri	41
Particularité de la diaconie au sein de la société Malagasy	
RAKOTOVELOMANANTSOA Fenonirina Alain, ANDRIAMBININTSOA RANAIVOSON Tojonirina, RAHARIMALALA Laurence Eliane	51
Prise en compte des normes dans les comportements	
RAMAROZAKA Tokimahery, MÜLLER Jean-Pierre, RAKOTONIRAINY Hasina Lalaina	71
Formation et sensibilisation à l'entrepreneuriat	
RATOVOSOA Jeannet Olivier, RAKOTONDRAVAO Zoelisoa Hanitra, SAHOLIARIMANANA Andrianaly	83
La rizipisciculture : un modèle agroécologique durable, innovant et efficient sur les Hautes-Terres de Madagascar	
RANDRIAMIHANTA Tiana Herimanana, ANDRIAMANIRAKA Harilala, BELIERES Jean-François, RANDRIANARISON Narilala, MORTILLARO Jean-Michel	99
Les enjeux socio-économiques de la création d'entreprise, l'entrepreneuriat au troisième arrondissement – Commune Urbaine d'Antananarivo	
ANDRIAMIHAJA Salohy Alicia	109
Les principales causes de la diminution du cheptel bovin à Madagascar	
RASOANOMENJANAHARY Auldine, RAZAFINARIVO Tsirinirina Donnah, MICHELLE Reine Lucie, RAZANANORO Erline, MINIMINY Noélin, RATOVONJANAHARY Faniry Solofo, RAPATSALAHY Sabine, RAKOTOMANANA Olga Rachel, MAMINIAINA Olivier Fridolin	123

Vérité des prix des carburants : quels enjeux pour l'économie Malagasy ? RATSIMBAZAFY Vololoniaina Bakoliarisoa	135
L'évolution de la politique monétaire à Madagascar sous l'impulsion de Joé Rabeantoandro HORACE Gatién, MAHADIMBY Julie, RAZAFINDRAIBE Solo Nirina J.	145
Influence de la culture nationale sur l'engagement entrepreneurial des opérateurs Malagasy RAKOTOMALALA Claudia Fanja, ANDRIANARIZAKA Marc Tiana, ANDRIANARIZAKA Hantatiana H., ANDRIANALY Saholiarimanana	169
Ethique sociale biblique et protestante face à la pauvreté à Madagascar RASAMOELINA Tantely Nirina, RAKOTOZAFY Micaël	197
Employabilité, éducation et langues à Madagascar : enjeux, défis et perspectives HANTAVOLOLONA Cynthia, BARISON Richard, KANOSO Morady	211
Devenir d'un centre national de documentation : cas du CIDST à Madagascar ANDRIAMPARANY Louis Marius, RAKOTOARIVELO Marie-Laure	231
La cohérence du cadre réglementaire et la gestion de l'espace littoral de la ville de Morondava-Madagascar RANDRIANARIVELO Guybertho, ANDRIAMITANTSOA Tolojanahary, ANDRIAMPENITRA Serge, RAVALISON James	271

LA RIZIPISCICULTURE : UN MODELE AGROECOLOGIQUE DURABLE, INNOVANT ET EFFICIENT SUR LES HAUTES-TERRES DE MADAGASCAR

par

RANDRIAMIHANTA Tiana Herimanana⁽¹⁾, ANDRIAMANIRAKA Harilala⁽¹⁾,
BELIERES Jean-François⁽²⁾, RANDRIANARISON Narihala⁽¹⁾,
MORTILLARO Jean-Michel⁽²⁾

(1) Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo, Madagascar

(2) Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD)-FOFIFA, Antananarivo, Madagascar

RESUME

La rizipisciculture est, d'une part, un modèle agro-écologique durable et, d'autre part, une forme d'intégration agriculture – élevage efficiente. Sur une même superficie de rizière, la production de poissons s'ajoute à celle du riz, avec une augmentation du rendement rizicole de l'ordre de 10 à 20%. La culture riz – poisson contribue à la sécurité alimentaire et nutritionnelle et à la lutte contre la pauvreté car elle constitue une activité génératrice de revenus. Comme le riz est la base de l'alimentation à Madagascar, les rizipisciculteurs Malagasy sont avant tout des riziculteurs. Ils donnent plus d'importance à la riziculture qu'à la pisciculture. Le présent travail de recherche a comme objectif de déterminer la surface la plus efficiente des canaux-refuges nécessaires à la survie des carpes communes. Une expérimentation a été menée dans 6 parcelles élémentaires appartenant à un paysan à Tsiafahy-Antananarivo avec un dispositif en bloc avec 3 répétitions. L'expérience compare l'efficacité du canal refuge - "modèle FAO" correspondant à 10% de la surface de la parcelle avec des trous refuges de 2 m de diamètre et 50 cm de profondeur occupant 2% de la surface cultivable. Les résultats ont montré que l'amélioration du rendement en riz a largement compensé les 10% de surface utilisée pour le canal refuge à poissons. Les rendements correspondant aux échantillons ont donné un rendement moyen de $1,47 \pm 0,28$ t/ha qui était cohérent avec la récolte globale de 1,44 t/ha (525 kg sur 3638 m²). Les deux traitements avec 10% de canaux refuges ou 2% de trous ont donné exactement les mêmes rendements, respectivement de $1,47 \pm 0,32$ t/ha et de $1,47 \pm 0,27$ t/ha. Cependant, la différence de surface cultivable, compte tenu de la surface perdue par le refuge dans les deux traitements (10 ou 2 %), a fourni un delta de 11 kg dans la production (c'est-à-dire 2 % de la production totale ; 256 kg sur 1752 m² pour la parcelle avec canal de refuge et 267

kg sur 1886 m² pour la parcelle avec trous de refuge). Comme il n'y a pas de différence significative entre les deux traitements, le modèle de canal refuge de la FAO de 10% peut être réduit à 2% de surface totale. Ces résultats obtenus constituent un grand pas pour le développement de la rizipisciculture auprès des rizipisciculteurs Malagasy.

Mots-clés: Aménagements, Refuge, Riz, rizière, Poisson, Carpe

ABSTRACT

Rice-fish farming is on the one hand a sustainable agro-ecological model and on the other hand an efficient form of agriculture-livestock integration. On the same area of rice field, fish production is added to that of rice production with an increase in rice yield of around 10 to 20%. Rice-fish farming contributes to food and nutritional security and to the fight against poverty, as it is an income-generating activity. As rice is the staple food in Madagascar, Malagasy rice-fish farmers are primarily rice farmers. They give more importance to rice farming than to fish farming. The objective of this research is to determine the most efficient surface area of refuge canals required for the survival of common carp. An experiment was conducted in 6 elementary plots belonging to a farmer in Tsiafahy Antananarivo with a block design with 3 replications. The experiment compares the efficiency of the FAO model refuge channel corresponding to 10% of the plot area with refuge holes of 2 m in diameter and 50 cm deep occupying 2% of the cultivable area. The results showed that rice plants grew without significant difference at the 5% level for both treatments. The improvement in rice yield more than compensated for the 10% of area used for the fish refuge channel. Yields from the samples averaged 1.47 ± 0.28 t/ha, which was consistent with the overall harvest of 1.44 t/ha (525 kg on 3638 m²). The two treatments with 10% refuge channels or 2% holes gave exactly the same yields of 1.47 ± 0.32 t/ha and 1.47 ± 0.27 t/ha, respectively. However, the difference in cultivable area, i.e., taking into account the area lost to refuge in the two treatments (10 or 2%), provided a delta of 11 kg in production (i.e., 2% of total production; 256 kg on 1752 m² for the plot with refuge channel and 267 kg on 1886 m² for the plot with refuge holes). Since there was no significant difference between the two treatments, the FAO refuge channel model of 10% can be reduced to 2% of total area. These results represent a major step forward for the development of rice-fish system in Madagascar.

Key-words: Refuge, Rice, Paddy field, Fish, Carp

INTRODUCTION

La rizipisciculture, système apparu en Asie, se définit comme l'association de la culture du riz submergé avec l'élevage de poisson dans un même champ et au même moment (Halwart et Gupta, 2010). Ce système a été considéré comme étant une solution envisageable pour lutter contre l'insécurité alimentaire et la pauvreté, notamment pour les exploitations à surfaces limitées (APDRA, 2016). En effet, la rizipisciculture permet une meilleure valorisation d'espace et de ressources. Le riz et le poisson obtenus peuvent être autoconsommés ou également vendus pour en tirer des revenus. L'émergence de l'agriculture conventionnelle a diminué l'intérêt des producteurs pour ce système au niveau international mais avec l'arrivée de l'ère des pratiques agroécologiques et la prise de conscience des rôles importants tenus par la rizipisciculture face à l'insécurité alimentaire et la pauvreté, ce système est devenu l'objet de plusieurs projets de recherche et développement. Dans un pays en voie de développement comme Madagascar où le riz est l'aliment de base de la population et également la plante la plus cultivée, la rizipisciculture a été un sujet vulgarisé auprès des paysans. Pour garantir le fonctionnement de ce système, une bonne maîtrise d'eau et un réaménagement de la rizière sont à effectuer. Cela consiste à creuser des refuges pour les poissons (Halwart et Gupta, 2010). Le modèle de la FAO vulgarisé porte sur des canaux-refuges au sein de la parcelle, qui représentent 10% de la surface totale. Or, la majorité des paysans est réticente par rapport à cette pratique car, selon eux, la diminution de la surface occupée par le riz peut provoquer la baisse de la production, malgré le fait que la rizipisciculture permet une augmentation de 10% à 20% du rendement. En effet, les rizipisciculteurs donnent plus d'importance à la production rizicole qu'à celle piscicole. Pour résoudre cette problématique, la perspective de diminuer le pourcentage de surface totale occupée par les refuges a été étudiée, ceci en remplaçant les canaux-refuges par des trous-refuges (2% de la surface totale). L'objectif de ce travail de recherche est donc de déterminer la surface des refuges la plus efficace pour ce système.

MATERIELS ET METHODES

L'expérimentation a été menée sur les parcelles d'un paysan. Le site est localisé dans le fokontany d'Ambohibolona (19°03'41.8"S, 47°36'36.3"E), dans la commune de Tsiafahy, district d'Antananarivo Antsimondrano, région Analamanga. La zone se trouve sur les Hautes-Terres à une altitude supérieure à 1300 m (Abe, 1984 cité dans Paradis, 2017), bénéficiant d'un climat de type tropical avec deux saisons bien distinctes : la saison chaude et pluvieuse qui s'étend de novembre à avril et la saison fraîche et sèche, de mai à octobre¹⁶. La pluviométrie annuelle moyenne est de 901

¹⁶ Dural, 1994 cité dans Paradis, 2017

mm et la température moyenne de 17,6°C (Météoblue, 2017, Cité dans Paradis, 2017). En général, les sols de la région d'Analamanga sont de type ferrallitique brun rouge ou brun jaune, avec une teneur en matière organique faible. La texture des sols des parcelles analysés est de type sablo-argileux.

Le facteur étudié est le pourcentage de surface occupée par les refuges selon deux modalités : 10% de surface occupée par les refuges (canaux-refuges) ; et 2% de surface occupée par les refuges (trous-refuges). Les canaux-refuges mesurent 1 m de profondeur et 0.5 m de largeur. Quant aux trous-refuges, ils ont 2 m de diamètre et 0,8 m de profondeur. Chaque traitement est répété 3 fois. Un dispositif en bloc a été installé sur une superficie de 3638 m², divisé en 6 parcelles élémentaires. La variété cultivée est le « vary botry », et le poisson élevé, la carpe (*Cyprinus carpio*) et le tilapia (*Oreochromis niloticus*).

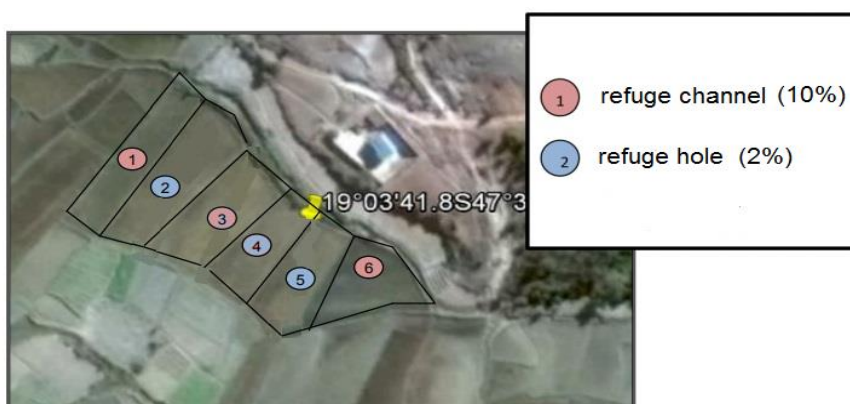


Figure 1 : Plan du dispositif expérimental

L'itinéraire technique est composé des pratiques culturales habituellement effectuées par les paysans, à savoir : le labour, le hersage, le semis, le repiquage, le sarclage, et la récolte en fin de campagne. Le semis sur la pépinière a été fait le 17 octobre, les parcelles aménagées le 24 novembre, repiqué le 28 novembre et empoissonné le 20 décembre 2019 avec une densité de 25 alevins/are.

Les critères mesurés sont la hauteur des plants de riz (cm), le nombre de talles par pied, le poids moyen des grains par pied (g/pied), le rendement en nombre de poissons (nombre/ha), le rendement en poids de carpe (kg/ha), le rendement en poids de tilapia (kg/ha), et le rendement en riz (t/ha). La hauteur du riz et le nombre de talles par pied sont mesurés sur 5 pieds pris au hasard dans chaque parcelle élémentaire, ceci, effectué au cours de trois dates : 26/03/2020 ; 01/04/2020 ; et 04/04/2020. Pour les valeurs des rendements et le poids des grains par pied, ils sont mesurés à la récolte. Une comparaison des valeurs de chaque critère par traitement a été faite par l'intermédiaire de tests de Student.

RESULTATS

Dans la rizipisciculture, il y a deux éléments importants que le rizipisciculteur se doit d'observer : le rendement du riz et la production en poissons.

Caractéristiques de la production rizicole

Par rapport au rendement du riz et ses composantes (hauteur du riz, nombre de talles par pied et poids moyen des grains par m²), aucune différence significative ne fut observée entre le trou-refuge et le canal-refuge. Le rendement moyen est de 1,47 t/ha. Le canal-refuge, consacrant 10% de la surface cultivée, permet d'obtenir une variation de rendement plus large de 320 kg/ha contre seulement 240 kg/ha pour le trou-refuge de 2% de la surface cultivée (cf. Figure 2). Le pourcentage de surface consacré pour le refuge des poissons n'affecte ainsi en rien le rendement du riz. L'effet se présente plutôt du côté de la production en poissons.

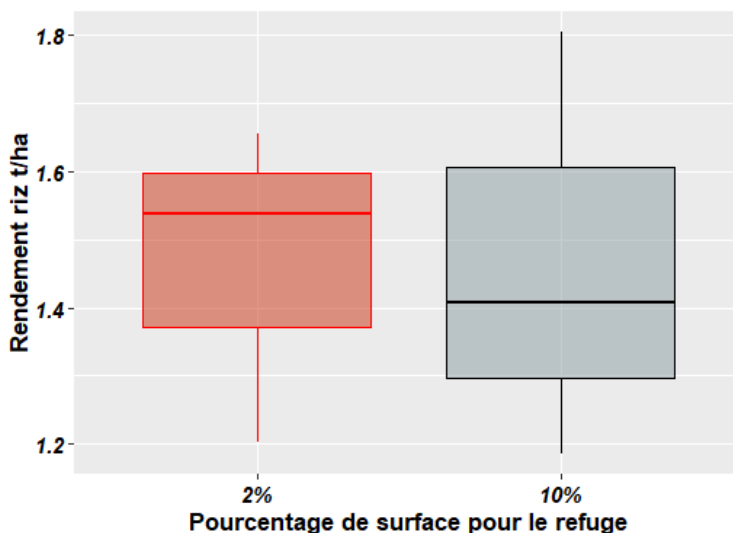


Figure 2 : Box-plot de la variation du rendement de riz selon les traitements

Caractéristiques de la production piscicole

D'abord concernant le rendement en nombre de poissons (tilapia et carpes), les parcelles avec les canaux refuges présentent un effectif supérieur par rapport aux parcelles avec les trous refuges ($p. value=0,04$). Effectivement, les canaux refuges de 10% de la surface ont permis de contenir en moyenne 445 ± 34 poissons contre seulement 264 ± 53 poissons dans les trous refuges (cf. Figure 3). Augmenter la surface destinée au refuge des poissons permet ainsi d'optimiser le rendement en nombre de poissons avec un avantage de 68% en passant de 2% à 10% de la surface consacrée.

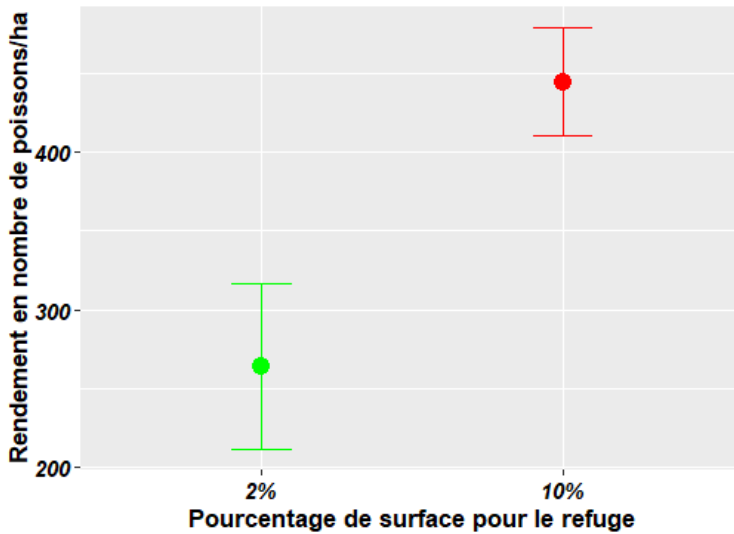


Figure 3 : Variation du rendement en nombre de poissons (carpes et tilapia) selon les traitements

Ensuite, pris séparément, les résultats des rendements en kg des carpes et des tilapias n’ont permis de favoriser ni l’un ni l’autre des deux traitements. Pourtant, le rendement en carpes est particulièrement condensé avec une tendance élevée dans le traitement à canal-refuge par rapport au traitement à trou-refuge où la répartition est plus large (cf. Figure 4). Le canal-refuge permet donc d’obtenir de manière plus sûre un rendement en carpe plus élevé de $48,8 \pm 4,3$ kg par rapport au trou-refuge.

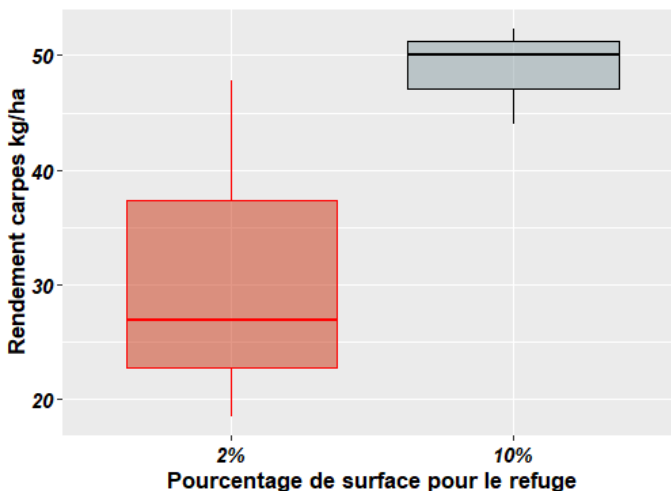


Figure 4 : Box-plot de la variation du rendement en poids de carpes produites

Quant au rendement en tilapia, ce sont les valeurs obtenues avec le trou-refuge qui sont plus condensées avec une tendance relativement faible par rapport au canal-refuge où la variation s'étale largement (cf. Figure **Error! Reference source not found.5**). Le trou-refuge est donc moins performant en rendement en tilapia avec $10,9 \pm 5,44$ kg par rapport au canal-refuge.

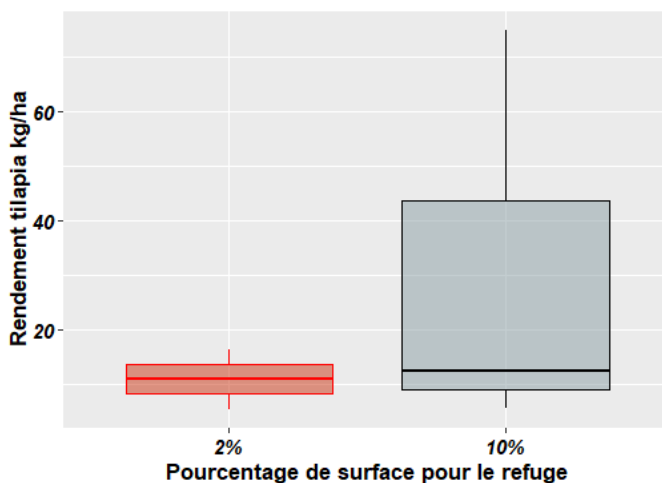


Figure 5 : Box-plot de la variation des rendements en tilapia

Ainsi, le canal-refuge présente une performance plus élevée par rapport au trou-refuge et cette distinction se fait surtout observer au niveau de la production piscicole. Au niveau de la production rizicole, la surface élevée consacrée au refuge avec le canal-refuge ne menace pas du tout cette production.

DISCUSSIONS

Concernant la performance du riz, le système rizipiscicole peut augmenter le rendement en riz jusqu'à 20% (Duanfu, 1995). L'introduction de poisson dans la rizière améliore la fertilité du milieu aquatique (Lightfoot et *al.*, 1992). Les poissons peuvent favoriser la disponibilité d'éléments minéraux, notamment l'azote et le phosphore en consommant des débris organiques ou d'organismes vivants dans l'eau. C'est ensuite leurs déjections qui participent à la fertilisation du sol. D'après les observations de Xieping et *al.* (1995), les parcelles en rizipisciculture nécessitent 23% d'engrais organique et inorganique en moins que les parcelles en monoculture de riz. De plus, des recherches ont montré que l'empoissonnement de la rizière peut aider à combattre les adventices et certains ravageurs du riz (Sinhababu et *al.*, 2013); (Aminur Rahman et *al.*, 2016). L'amélioration de la croissance et du développement du riz peut être associée à la disponibilité d'éléments nutritifs et à la baisse de la compétition avec les ennemis de la culture.

Les résultats montrent que le pourcentage de surface occupée par les refuges n'a pas d'effet significatif sur la hauteur du riz, le nombre de talles par pied, le poids de grains par pied et le rendement. L'itinéraire technique utilisé sur toutes les parcelles est la même ; ainsi, les deux traitements (2% et 10%) ont donc les mêmes effets sur le riz. Le principal critère affecté par le traitement est le rendement en poisson. Cette égalité de rendement en riz pourrait s'expliquer par un nombre de pieds plus élevé sur les parcelles à 2% de surface de refuge. Quant au traitement à 10% de surface de refuge, la diminution du nombre de pieds par unité de surface pourrait avoir été compensée par une meilleure fertilité du sol permis par la densité élevée de poisson. En effet, malgré l'absence de différence significative entre les rendements des deux traitements, la répartition des valeurs du traitement « canaux-refuges (10%) » montre une plus grande dispersion des valeurs à la hausse. Néanmoins, l'existence d'un seuil d'efficacité du système rizipiscicole est à suggérer, celui-ci se définit par la densité de la population de poissons présents dans la parcelle. Les travaux de Rahman, A. M. M., et *al.* (2020) ont montré une meilleure performance du riz avec une densité d'alevins de 1,6 à 2,4 par m² comparé à une densité de 0,8 alevin/m². En outre, les résultats de Billah, Md M, et *al.* (2020) indiquent que l'utilisation d'une densité de 6 poissons/m² donne de meilleurs rendements que des densités de 4 ou 8 poissons/m².

Concernant le rendement en poisson, les résultats obtenus indiquent un meilleur développement des poissons dans les parcelles à 10% de surface de refuge et un rendement en carpe plus élevé mais sans différence significative. Ces résultats peuvent être expliqués par la disponibilité de ressources nutritives pour les poissons, la présence d'environnement vivable et la capacité d'adaptation des espèces au milieu cultivé. Le taux de survie des poissons peut atteindre 60% lorsqu'un aménagement est réalisé correctement (FAO, 1992). Les résultats ont montré une différence significative du nombre de poissons par hectare selon le traitement, avec une valeur moyenne plus élevée sur le traitement « canaux-refuges (10%) ». Ceci prouve que l'aménagement en canaux-refuges favorise mieux la survie des poissons. La présence d'une plus grande surface de refuge ne limite pas les déplacements et la disponibilité des nutriments pour les poissons, notamment en cas de diminution du niveau d'eau (Chapman et Fernando, 1994). Une plus grande surface de refuge peut donc favoriser la diminution de la compétition pour l'espace et pour les ressources nutritives, expliquant ainsi le nombre de poissons plus élevé sur les parcelles à 10% de surface de refuges.

Concernant la différence au niveau de la diversité, les carpes et les tilapias présentent des capacités d'adaptation différentes, ce qui explique le rendement sensiblement plus faible en tilapia. Les carpes peuvent s'adapter à une variation de température importante (amplitude de 4 à 40°C). Elles supportent des eaux pauvres

en oxygène, boueuses et peuvent consommer une grande variété d'aliments (FAO, 1992). Cependant, l'âge de la maturité est tardif (Dural, 1994). Le tilapia est une espèce qui se reproduit facilement, avec un taux de croissance métabolique supérieur et un gain de poids plus rapide que la carpe (Frei et Becker, 2005a). Cela dit, le poids moyen demeure relativement faible, de plus, il est sensible au froid. Une température minimale de 20°C est requise pour son bon développement, ce qui en fait une espèce peu intéressante sur des altitudes supérieures à 1200 m (FAO, 1995).

CONCLUSION

La présente étude a permis d'identifier les effets de la diminution du pourcentage de surface occupée par les refuges sur la performance du riz et le rendement en poisson. Deux options ont été considérées, à savoir : les canaux-refuges classiques occupant 10% de la surface totale et les trous-refuges occupant 2% de la surface totale. L'expérimentation a été menée à Tsiafahy chez un rizipisciculteur. Les résultats ont montré que la proportion des surfaces prises par les refuges influe principalement sur la population de poissons introduits. L'augmentation des refuges de 2% à 10% favorise la survie des poissons et leur permet de se développer acceptablement. Les valeurs des rendements en poids montrent de meilleures performances piscicoles lorsque le traitement est à 10% de surface de refuge, cependant les différences ne sont pas significatives. Les tests de Student effectués sur la hauteur du riz, le nombre de talles, le poids des grains par pied et le rendement en riz ont tous abouti à des p-values > 0,05. Ces résultats indiquent que les traitements n'ont eu aucun effet significatif sur la croissance et le développement du riz. Ainsi donc, la diminution du pourcentage de surface occupée par les refuges à 2% ne crée aucune diminution de la production en riz. Cela dit, face à ces résultats, l'existence d'un seuil d'efficacité du système rizipiscicole est à envisager. En bref, la surface occupée par les refuges proposés par la FAO (10%) peut donc être réduite à 2%. Il s'agit d'une avancée dans les recherches sur la rizipisciculture qui va améliorer les chances d'adoption de ce système par les paysans.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1) Abe, Y. (1984). Le riz et la riziculture à Madagascar. Centre National de Recherches Scientifiques. Paris, p. 232.
- 2) APDRA. (2016). L'innovation piscicole pour satisfaire les besoins alimentaires-rapport des activités. 42 p.
- 3) Billah, Md M., Uddin, Md. K, Samad, Mohd Y.A., Hassan, Mohd Z. B., Anwar, Md. P., Abu H., Kamal, M., Shahjahan, M., Abdulla-Al-Asif. (2020). Effects of

- different stocking density of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and common carp (*Cyprinus carpio*) on the growth performance and rice yield in rice-fish farming system. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation* 13 (2): 789-803. Cluj-Napoca.
- 4) Chapman, G., Fernando, C. H. (1994). The diets and related aspects of feeding of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) and common carp (*Cyprinus carpio* L.) in lowland rice fields in northeast Thailand, *Aquaculture* 123: 281-307.
 - 5) Duanfu, L., Neng, W., Tisansheng, Z. (1995). Effect of fish on the growth and development of rice. *Rice fish culture in China*: pp. 209-211. Ottawa: ON, IDRC.
 - 6) Dural, D. (1994). Le développement de la rizipisciculture en milieu rural sur les hautes plateaux malgaches - Mythe ou réalité. 59 p. Montpellier: CNEARC
 - 7) FAO. (1992). Manuel pour le développement de la pisciculture à Madagascar. Antsirabe: Ministère de l'élevage et des ressources halieutique. Available at : <http://www.fao.org/3/contents/688b9039-0eeb-5d1d-a4f3-8c2e4fdafbd/AB847F00.htm#TOC>.
 - 8) Frei, M., Becker, K. (2005). A greenhouse experiment on growth and yield effects in integrated rice–fish culture, *Aquaculture* 244(1): 119-128.
 - 9) Halwart, M., Gupta M.V. (2010). L'élevage de poisson en rizière. Rome, FAO et WorldFish Center. 87 p.
 - 10) Lightfoot, C., Van Dam, A., Costa-Pierce, B. (1992). What's happening to the rice yields in rice-fish systems? *Rice-fish research and development in Asia* 24 : 177 – 183.
 - 11) 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. 60 p.
 - 12) Rahman, A. M. M., Anwar, M. P., Hasan, A. K., Jyoti, A. N., Shahjahan, M., Uddin, M. K. & Yeasmin, S. (2020). Optimization of stocking density and mixture ratio of tilapia and carp in rice-fish culture for higher bio-economic efficiency. *Bulg. J. Agric. Sci.*, 26 (5) : 944–957
 - 13) Rahman, A. M. M., Parvez, Md. S., Marimuthu, K. (2016). Integrated Rice-Fish Farming: A new Avenue for Sustainable Agriculture. *Focus on Environment*: 16-30.
 - 14) Sinhababu, D.P., Sinhababu, D., Sanjoy Saha, S., Sanjoy Saha, S., Sahu, P.K., Sahu, P. (2013). Performance of different fish species for controlling weeds in rainfed lowland rice field. *Biocontrol science and technology* 23: 1362-1372.
 - 15) 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.