

Colloque Scientifique 50^e Anniversaire FOFIFA

Regards croisés sur la recherche agricole d'hier, aujourd'hui et demain pour le développement durable de Madagascar



Effets des pratiques culturelles et des paysages agricoles sur la dynamique des communautés d'insectes bioagresseurs et leurs régulateurs naturels dans les agrosystèmes paysans environnant la Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly, Sud-Ouest de Madagascar: Perspectives pour le contrôle biologique par conservation.



Auteur(s): ANDRIANOMENJANAHARY Mamy Nandrianina;
RATSIRARSON Joelisoa; RAVELOSON RAVAOMANARIVO Lala Harivelo

11, 12 et 13 juin 2025, FOFIFA Ampandrianomby, Antananarivo, Madagascar



Colloque Scientifique 50^e Anniversaire FOFIFA

Regards croisés sur la recherche agricole d'hier, aujourd'hui et demain pour le développement durable de Madagascar

PLAN DE LA PRESENTATION

Introduction

Méthodologie

Résultats & Interprétations

Recommandations

Conclusion



Colloque Scientifique 50^e Anniversaire FOFIFA

Regards croisés sur la recherche agricole d'hier, aujourd'hui et demain pour le développement durable de Madagascar

INTRODUCTION



Contexte global: Ravageurs agricoles & changements environnementaux : une menace croissante

- Changements environnementaux...changement climatique favorise :
 - L'invasion des insectes ravageurs
 - L'émergence de maladies phytopathogènes
(*Marçais et al., 2000 ; Babin, 2021*)
- Pertes économiques majeures à l'échelle mondiale
- Impacts sur les rendements agricoles
(FAO, www.fao.org/foodclimate)



Problématique de la lutte chimique: Limites de la phytoprotection basé sur les pesticides de synthèse

- Moyen de lutte toujours la plus répandue
- **POURTANT:**
 - Néfaste pour la biodiversité, l'agrobiodiversité surtout les insectes auxiliaires
 - Pollution environnementale: Eau, Sol, etc.
 - Risques pour la santé animale et surtout humaine
(*Theiling & Croft, 1988 ; Rothé, 2017*)



Colloque Scientifique 50^e Anniversaire FOFIFA

Regards croisés sur la recherche agricole d'hier, aujourd'hui et demain pour le développement durable de Madagascar

Une alternative prometteuse: la lutte agroécologique - Contrôle biologique par conservation

- Favorise les **ennemis naturels** des ravageurs
- Réduction de l'usage des pesticides chimiques
- S'intègre dans une **démarche agroécologique**
(*Begg et al., 2017 ; Altieri & Nicholls, 2018 ; Pétremand et al., 2022*)



Colloque Scientifique 50^è Anniversaire FOFIFA

Regards croisés sur la recherche agricole d'hier, aujourd'hui et demain pour le développement durable de Madagascar

Nécessité de connaître la dynamique des insectes: Pour mieux protéger les cultures

- Nécessité de comprendre :
 - La **dynamique** des Ravageurs-Auxiliaires
 - Les **facteurs agro-environnementaux** influençant leur répartition
 - Pratiques culturales
 - Caractéristiques du paysage naturel et semi-naturel
 - Conditions climatiques
 - Etc.
- But: Favoriser une **auto-régulation naturelle** des agrosystèmes vis-à-vis des bioagresseurs.
(Rothé, 2017)



Colloque Scientifique 50^e Anniversaire FOFIFA

Regards croisés sur la recherche agricole d'hier, aujourd'hui et demain pour le développement durable de Madagascar

Objectif de la recherche

➡ Analyser les effets des pratiques culturales et des paysages agricoles associés sur la dynamique des communautés d'insectes ravageurs et de leurs ennemis naturels.

→ **Finalité** : Appuyer la mise en œuvre d'une phytoprotection durable fondée sur le **contrôle biologique par conservation**.



Hypothèse & cadre agroécologique

- **Hypothèse** :
Les facteurs agro-environnementaux caractérisant les agrosystèmes avoisinant les écosystèmes forestiers de la Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly influencent la dynamique des insectes ravageurs/auxiliaires.
 - Cadre :
 - Diversification culturale et autres paramètres agricoles
 - Couverture en permanence: Adventices présentes
 - Hétérogénéité du Paysage naturel et semi-naturel (bocages)
(*Pfiffner & Balmer, 2011 ; Bianchi et al., 2006 ; Puech et al., 2013*)
- Favorisent l'autonomie des agrosystèmes face aux ravageurs



Colloque Scientifique 50^e Anniversaire FOFIFA

Regards croisés sur la recherche agricole d'hier, aujourd'hui et demain pour le développement durable de Madagascar

METHODOLOGIE

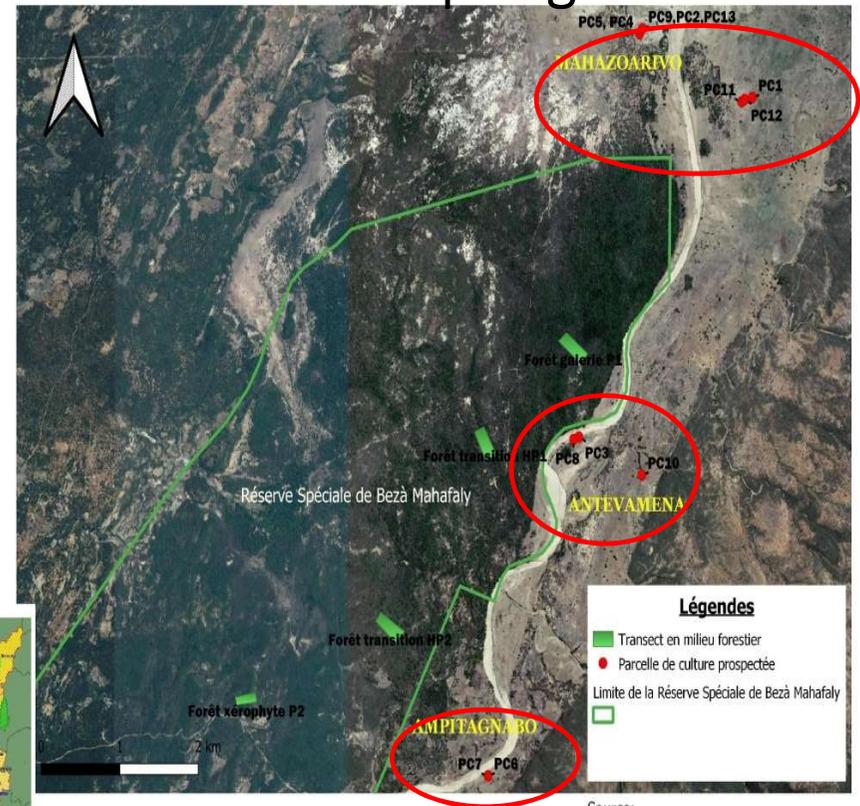
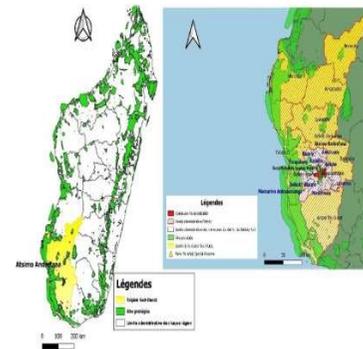


Colloque Scientifique 50^e Anniversaire FOFIFA

Regards croisés sur la recherche agricole d'hier, aujourd'hui et demain pour le développement durable de Madagascar

Milieu d'étude: Agrosystèmes paysans avoisinant une aire protégée

- Prospections (mars 2019, novembre 2019, mars 2020)
- 12 parcelles agricoles avoisinant la Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly, Sud-Ouest de Madagascar
- District de Betioky Sud, Commune de Beavoha (Ex-Ankazombalala) : Mahazoarivo, Antevamena, Ampitagnabo
- Climat : semi-aride / Altitude : 130–170 m
- Sols : alluvionnaires, peu évolués, ferrugineux tropicaux



Source:
NewLimite BMSR, MNP

Projection: WGS 84

Auteur:
Andrianomenjanahary Mamy Nandrianina
ESSA, EDGRND, 2023



Echantillonnage entomologique

- **Méthode active et passive :**

- Chasse à vue en zigzag sur 30 plantes / parcelle
- Observation de feuilles, tiges, fleurs/fruits (5 min/plant)

- Monolithe :**

- 3 trous de 50×50×30 cm / parcelle
- Extraction, fouille et tamisage des mottes

- Insectes aspirés (aspirateur buccal), conservés dans alcool 70° ou vinaigre

- **Tri morphologique et identification en laboratoire**

- Loupe binoculaire + clés d'identification (Jeannel, Paulian, Delvare, Picker, etc.)
- Collections de référence : PBZT, Musée Robert Dewar (RS Bezà Mahafaly)





Données agro-environnementales

- **Collecte des données paysagères et agronomiques**

- Méthodes : observation directe + enquêtes

- Paramètres relevés :

- Historique parcellaire, type de sol, travail du sol
- Système et diversité culturale
 - (Niveau espèce & famille)
- Couverture adventice : 4 classes
 - (très faible à très élevée)
- Présence d'arbres fruitiers et de haies vives
- Échantillons de sol : 125 g, analyse simplifiée
 - (texture, couleur, humidité)





Colloque Scientifique 50^e Anniversaire FOFIFA

Regards croisés sur la recherche agricole d'hier, aujourd'hui et demain pour le développement durable de Madagascar

Analyse des données

Indices écologiques calculés

- **Abondance relative:** $AR = P_i \times 100 = \frac{n_i}{N} \times 100$
- **Indice de dominance :** $D = \sum_{i=1}^S \left(\frac{n_i}{N}\right)^2 = \sum_{i=1}^S \frac{n_i^2}{N^2}$
- **Richesse spécifique:** S = nombre total d'espèces recensées

- **Diversité de Shannon:** $H' = \sum_i^S P_i \times \log_2 P_i = \sum_i^S \frac{n_i}{N} \times \log_2 \frac{n_i}{N}$

- **Équitabilité de Pielou:** $E = \frac{H'}{H_{max}} = \frac{\sum_i^S \frac{n_i}{N} \times \log_2 \frac{n_i}{N}}{\log_2(S)}$

- **Indice de similarité de Jaccard:** $I_J = \frac{C}{S_1 + S_2 - C}$

Logiciels utilisés :

- XLSTAT v2014.5.03 (Pearson Edition)
- Past v4.13
- QGIS v3.10.5 + GRASS 7.8.2

Analyses statistiques (Seuil de signification : $\alpha = 0,05$)

- Test de normalité
- Test de Student : abondance ravageurs vs régulateurs
- Kruskal-Wallis : abondance par parcelle
- Mann-Whitney : diversité spécifique
- CAH : similarité de Jaccard
- Modèle linéaire général (Poisson log-linéaire) : Effet des pratiques culturales



Colloque Scientifique 50^e Anniversaire FOFIFA

Regards croisés sur la recherche agricole d'hier, aujourd'hui et demain pour le développement durable de Madagascar

RESULTATS & INTERPRETATIONS



Colloque Scientifique 50^e Anniversaire FOFIFA

Regards croisés sur la recherche agricole d'hier, aujourd'hui et demain pour le développement durable de Madagascar

Plantes cultivées

- **Grande diversification culturelle des parcelles agricoles (13 espèces végétales, 5 Familles botaniques)**
- **Répartitions variées des cultures dans les parcelles agricoles**
 - Certaines espèces largement présentes sur plusieurs parcelles
 - Présence limitée pour d'autres

Espèce	Famille	Parcelles (PC)	Nombre de parcelles
<i>Vigna unguiculata</i> var. 1	Fabaceae	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11	9
<i>Ipomoea batatas</i>	Convolvulaceae	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	9
<i>Zea mays</i>	Graminaceae	1, 2, 6, 7, 8, 10, 12	7
<i>Cucumis</i> sp.	Cucurbitaceae	2, 6, 7, 8, 9, 10	6
<i>Cucurbita maxima</i> var. 1	Cucurbitaceae	6, 8, 9, 10, 11	5
<i>Vigna</i> sp.	Fabaceae	3, 6, 7, 8	4
<i>Cucumis melo</i> var. 1	Cucurbitaceae	8, 9, 10, 12	4
<i>Citrullus lanatus</i>	Cucurbitaceae	7, 8, 9, 11	4
<i>Manihot esculenta</i>	Euphorbiaceae	8, 9, 11	3
<i>Vigna unguiculata</i> var. 2	Fabaceae	10, 11	2
<i>Cucumis melo</i> var. 2	Cucurbitaceae	8, 9	2





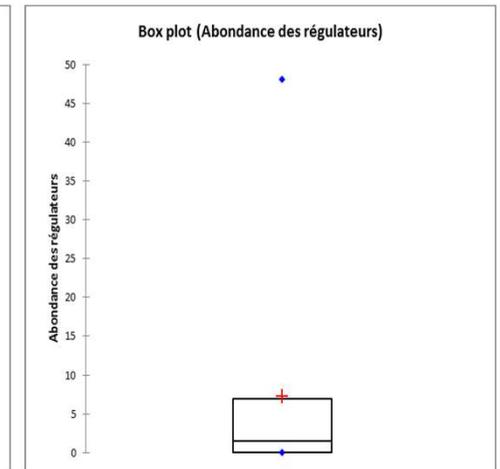
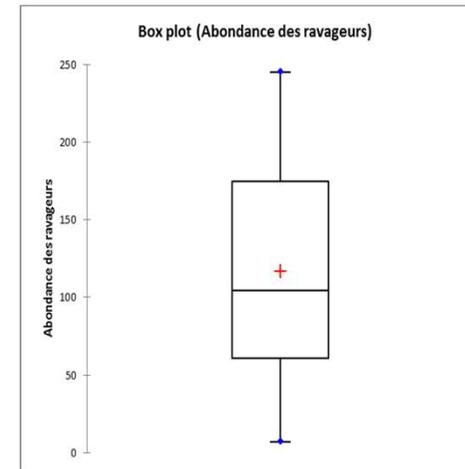
Pratiques culturelles & Attributs paysagers

- **Systemes culturaux :**
 - Majorité en **polyculture** (10/12 parcelles)
 - Monoculture observée dans 2 parcelles (PC11, PC12)
- **Richesse végétale :**
 - Nombre d'espèces cultivées par parcelle : 1 à 11
 - Diversité élevée dans PC6 et PC7 (10 et 11 espèces)
- **Âge des parcelles/Cultures :**
 - De 57 à 255 jours
 - Âge moyen: 39 à 105 jours
 - Floraison (+++) à fin de cycle
- **Textures de sol :**
 - Sol sableux dominant (9 parcelles) ●●●●
 - Sol argileux peu observé (3 parcelles) ●
- **Couverture en adventices :**
 - Très variable : très faible à très élevée
 - Couverture très élevée dans les parcelles à sol argileux
- **Présence d'arbres fruitiers :**
 - 6 parcelles avec arbres fruitiers (50 %)
- **Présence de haies vives :**
 - Peu fréquente : seulement dans 4 parcelles



Abondance totale des insectes

- **1484 individus** collectés sur **12 parcelles**
 - Ravageurs **plus abondants** que leurs ennemis naturels ($p = 0.0002$)
 - **94,14 % (n = 1397)** sont des **ravageurs**
 - **5,86 % (n = 87)** sont des **régulateurs naturels**
- Les changements d'usage des sols pour l'agriculture, combinés au réchauffement climatique, favorisent les ravageurs au détriment des auxiliaires (Marçais et al., 2000 ; Babin, 2021).





Abondance et composition spécifique des insectes

BIOAGRESSEURS

- **Variation de l'abondance par parcelles** ($p = 0.040$)
 - Pic d'abondance dans PC6 (AR = 17,54 %)
 - Moindre dans PC7(0,50 %)
 - **30 espèces identifiées dans l'ensemble des parcelles, dominées par:**
 - *Blosyrus AMNBMCOLSP147* (32.57 %)
 - *Bemisia tabaci* (19.61 %)
 - *Spodoptera frugiperda* (18.25 %)
 - *Aphis craccivora* (8.66 %)
- Espèces invasives et polyphages, prospèrent dans des conditions environnementales perturbées (Babin, 2021).

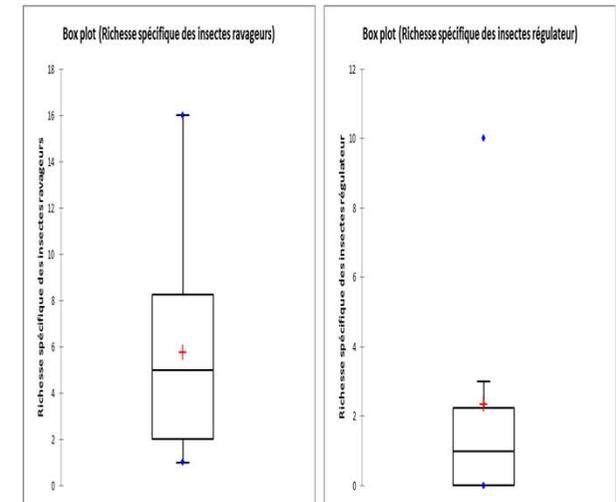
REGULATEURS

- **Variation de l'abondance par parcelle** ($p = 0,014$)
 - Très élevée dans PC5 (AR = 55,17 %)
 - Nulle dans PC1, PC2, PC7, PC8
 - **19 espèces recensées dans l'ensemble des parcelles agricoles, dominées par :**
 - *Exochomus (P.) nigromaculatus* (36,78 %)
 - *Exochomus flavipes* (10,34 %)
 - Carabidae sp. non identifiée (10,34 %)
 - Staphylinidae sp. non identifiée (8,05 %)
- Présence favorisée par l'absence d'intrants chimiques et la complexité végétale (Puech et al., 2013).



Diversité spécifique des insectes ravageurs vs régulateurs

- **Variation inter parcelle agricole ($p = 0.021$)** liée à la diversification culturale et aux ressources (Babin, 2021)
- Richesse spécifique (S) et diversité **nettement supérieures** chez les ravageurs.
- **Faible diversité** (H') et parfois **absence d'espèces** chez les régulateurs.
- **Dominance modérée (D)** chez les ravageurs contrairement chez les régulateurs
- **Répartition plus équitable** des espèces chez les ravageurs, favorisant leur prolifération (Mariel, 2020 ; Babin, 2021)
- Régulateurs **peu représentés** pour assurer un contrôle biologique efficace favorisant la **prolifération** des bioagresseurs (Pfiffner & Balmer, 2011 ; Marçais, Bouhot & Le Tacon, 2000 ; Babin, 2021)





Similarité en diversité des insectes ravageurs et régulateurs par parcelle agricole

Ravageurs :

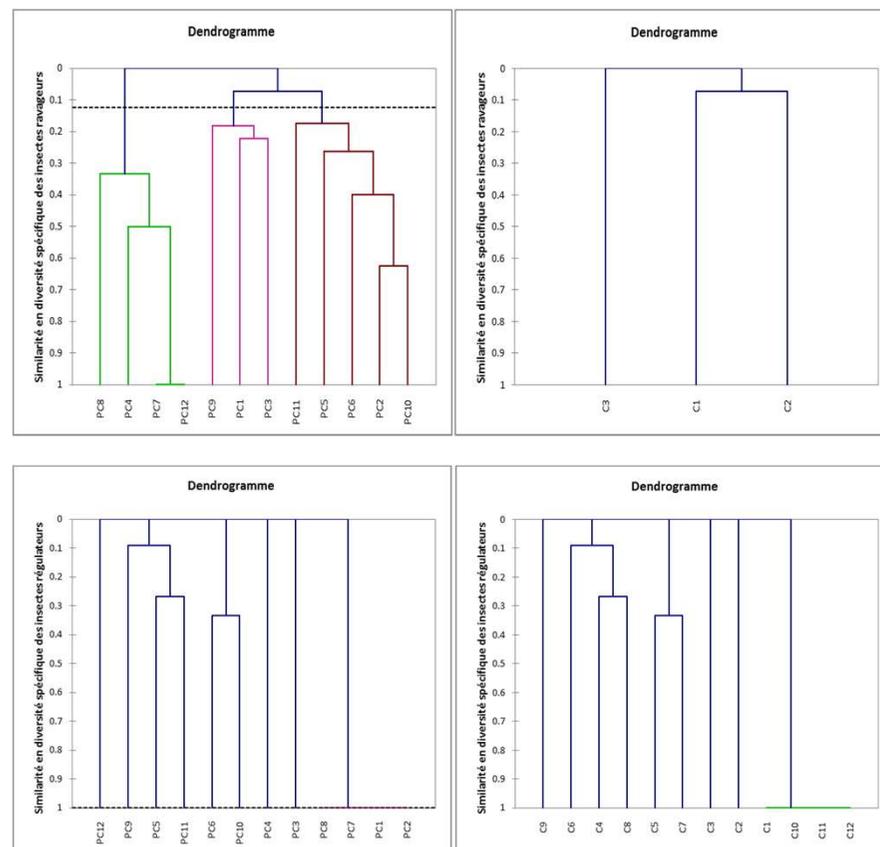
- Certaines parcelles partagent des espèces communes

→ La diversité reste globalement structurée

Régulateurs :

- Forte hétérogénéité en terme de diversité

→ Niches écologiques très spécifiques



Critères d'analyse	Insectes ravageurs	Insectes régulateurs
Indice de Jaccard (0 à 1)	Variabilité modérée à forte	Variabilité très forte
Similitude maximale (J = 1)	PC7 ↔ PC12	PC1, PC2, PC7, PC8 entre eux
Similitude minimale (J = 0)	Plusieurs couples (ex. PC1-PC4, PC3-PC7)	Très fréquent entre la majorité des couples
Homogénéité entre parcelles	Moyenne : quelques groupes semblables	Très faible : forte fragmentation



Effets des pratiques culturelles et des paysages agricoles

- **Diversité culturelle/Systèmes culturaux :**
 - Augmente la diversité des insectes, mais impact limité sans paysage diversifié (Isbell et al., 2017 ; $p > 0,05$).
- **Age des parcelles/phénologie:** influencent la composition des communautés (Babin, 2021).
- **Structure du paysage** (forêts, haies, écotones) :
 - Favorisent auxiliaires, limitent ravageurs en créent microclimats défavorables (Pfiffner & Balmer, 2011 ; Bianchi et al., 2006 ; Babin, 2021 ; Pumariño et al., 2015).
- **Couverture végétale :**
 - favorise prédateurs et microclimats propices (Langellotto & Denno, 2004 ; Puech et al., 2013).
- **Texture du sol :** influence la pédofaune utile, (Thibord et al., 2017 ; Babin, 2021).
- **Interactions clés entre effets des facteurs agro-environnementaux :**
 - Pratiques + paysage → effets forts sur abondance ($p < 0,0001$) et diversité des régulateurs ($p < 0,0001$) MAIS PAS sur diversité des ravageurs ($p > 0,05$).
 - Synergie agroécologie + éléments semi-naturels indispensable (Bengtsson et al., 2005).



Colloque Scientifique 50^e Anniversaire FOFIFA

Regards croisés sur la recherche agricole d'hier, aujourd'hui et demain pour le développement durable de Madagascar

RECOMMANDATIONS



Recommandations pour l'amélioration du biocontrôle

- **Adopter une approche agroécologique intégrée**
 - Favoriser la polyculture et préserver les paysages semi naturels et naturels (haies, arbres et écotones) pour renforcer la diversité des auxiliaires et créer des conditions défavorables aux ravageurs
- **Limiter l'usage d'intrants chimiques ou promouvoir les alternatives plus respectueuses**
 - Afin de protéger les régulateurs, indispensables au contrôle biologique des ravageurs.
(District de Betioky Sud soumis à des épandages d'acridicide)
- **Promouvoir des rotations culturales et gestion des âges de parcelle**
 - La diversité des âges et la gestion phénologique peuvent moduler la composition des communautés d'insectes et limiter la prolifération des bioagresseurs.
- **Implication des communautés locales à travers une approche de recherche participative**
 - Intégration des savoirs locaux et pratiques paysannes dans les stratégies de gestion agroécologique.
 - Construire ensemble des solutions adaptées au contexte écologique et socio-économique du Sud-Ouest malgache.



Colloque Scientifique 50^e Anniversaire FOFIFA

Regards croisés sur la recherche agricole d'hier, aujourd'hui et demain pour le développement durable de Madagascar

CONCLUSION



Colloque Scientifique 50^e Anniversaire FOFIFA

Regards croisés sur la recherche agricole d'hier, aujourd'hui et demain pour le développement durable de Madagascar

- **Pour conclure...**

- ✓ Hypothèse confirmée : facteurs agro-environnementaux influencent la dynamique des ravageurs et de leurs ennemis naturels.
- ✓ Objectif atteint: comprendre les interactions entre facteurs agro-environnementaux et ses effets sur les communautés d'insectes utiles et nuisibles dans les agrosystèmes paysans proches d'une AP.
 - Diversité culturelle favorise l'agrobiodiversité, mais insuffisante sans structure paysagère complexe.
 - Communauté des régulateurs peu représentée: contrôle biologique limité.

- **Comme limites/perspectives:**

- ✓ Période d'observation limitée
- ✓ Suivre l'évolution des communautés d'insectes agricoles sur le long terme.
- ✓ Co-construire des stratégies agroécologiques adaptées aux réalités locales.

Colloque Scientifique 50^e Anniversaire FOFIFA

Regards croisés sur la recherche agricole d'hier, aujourd'hui et demain pour le développement durable de Madagascar



*Merci pour votre aimable
attention...
Mankasitraka!*



11, 12 et 13 juin 2025, FOFIFA Ampandrianomby, Antananarivo, Madagascar