

# **Les Activités de Recherches au CRR du Vakinankaratra**

CSO Nov.2020

# Contextes

- Partie centrale des Hautes Terres Malgaches densément peuplée.
- Espaces rizicoles de bas-fond saturées
- Mise en cultures des tanety
- Création de nouvelles variétés adaptées.
- Variétés confrontées à un ensemble de contraintes biotiques et abiotiques.

# Les projets qui ont soutenu la Recherche au CRR du VKN

- **-STRADIV** : System approach for the TRAnsition to bio-DIVersified agroecosystems. (Terminé en Juin 2019).
- **-SECuRE** : Soil Ecological function Restoration to enhance agrosystem services in rainfed rice cropping systems in agroecological transition .(Terminé en Nov. 2019)
- **-EcoAfrica** : ECOlogical intensification pathways for the future of crop-livestock integration in AFRICAn agriculture. (En cours)
- **-GENERice** : Generation & Deployment of Genome Edited Nitrogen-use Efficient Rice Varieties (sera clôturé en Juin 2021).
- **Darwin Initiative** : R25 Darwin Initiative and R5 IWT Challenge Fund
- **PABRA** : Pan African Bean Research Alliance
- L'épidémie du COVID 19 en 2020 a entraîné des grandes difficultés et des retards dans la réalisation des activités pour les projets en cours.

# La Sélection-Création de Riz pluvial

- Intervient sur deux sites écologiques :
  - celui des Hautes Terres (centré sur Andranomanelatra) à 1450m d'altitude
- et celui du Moyen Ouest (centré sur Ivory-Mandoto) à 950m altitude.

# Les activités

- le programme de Recherche est composé de plusieurs activités dont :
- -Les croisements en serre
- -Le test de descendance F2.5
- -L'évaluation et la sélection des Lignées avancées F6, F7, F8, F9 , F10
- -L'évaluation de la résistance à la pyriculariose des lignées avancées
- -L'évaluation des lignées fixées en Collection Testée
- -L'évaluation Participative (CT-FU)
- -L'essai CTMP (en station et réseau paysan)
- -L'essai EV (station –réseau paysan)

# Les croisements

- 16 croisements ont été effectués dans la serre de FOFIFA à Antsirabe avec l'objectif
- d'améliorer la qualité nutritive de grain, notamment les teneurs en zinc.
- Les croisements ont été effectués entre deux lignées adaptées aux conditions de Moyen Altitude (Nerica 4 et Fofifa 182) et 15 lignées bio-fortifiées en zinc de CIAT.

# La sélection

| Haute terres (Andrano 1650 m) |           |     |     | Moyen Ouest (900 m) |           |     |    |
|-------------------------------|-----------|-----|-----|---------------------|-----------|-----|----|
| génér                         | conduites | Sel | %   | génér               | conduites | Sel | %  |
| F2.5                          | 200 (T)   | 50  | 25  | F5                  | 445       | 52  | 12 |
| F6                            | 395       | 51  | 13  | F6                  | 160       | 26  | 16 |
| F7                            | 115       | 15  | 13  | F7                  | 149       | 21  | 14 |
| F8                            | 114       | 18  | 16  | F8                  | 55        | 6   | 11 |
| F9                            | 30        | 4   | 13  | F9                  | 30        | 5   | 17 |
| F10                           | 6         | 6   | 100 |                     |           |     |    |

(T) conduite comme teste de descendance en 2 répétitions

Pour les Hautes Terres :

- 20 lignées sur 49 sont retenues en Collection Testée,
- 05 Lignées sur 16 sont retenues en CT en milieu paysan et,
- 02 Lignées sur 05 sont retenues en Essai variétal.

Hautes Terres

| Test | Station | MP | Lignées | Lignées retenue  |
|------|---------|----|---------|--|
| CT   | 1       | 1  | 49      | 20 lignées SCRID   |
| CTMP | 2       | 12 | 16      | SCRID 375-47-1-1, SCRID 324-34-1-1-1, SCRID 324-64-2-1-3, SCRID 375-24-3-1, SCRID 352-29-1-4-5 |
| EV*  | 1       | 8  | 5       | SCRID 240-100-2-2-5-2-1-, SCRID 263-33-3-4-4-  |

pour le Moyen Ouest

- 13 lignées sur 30 ont été retenues en Collection testée G x E,
- 04 Lignées sur 8 sont retenues en CT en milieu paysan et,
- 03 Lignées sur 8 sont retenues en Essai Variétal comparatif

Moyen Ouest :

| Test   | Station | MP | Lignées | Lignées retenue  |
|--------|---------|----|---------|--|
| CT-GxE | 1       | 3  | 30      | 13 lignées SCRID   |
| CTMP   | 1       | 7  | 8       | SCRID 388-38-1-3, SCRID 381-116-1-4, SCRID 381-139-1-2, SCRID 381-71-1-4 |
| EV     | 2       | 8  | 8       | SCRID 336-66-2-1, SCRID 336-8-1-2, SCRID 297-14-1-3                      |

# Les Critères de sélection

- Plusieurs caractères font l'objet des observations dans les collections testées et les Evaluations variétales, dont
  - EPAIG : épaisseur des graines
  - LOGR : Longueur des graines
  - LAGR : Largeur des graines
  - FER : Fertilité (pourcentage de grains pleins)
  - VL : Vigueur à la levée (1 : bonne vigueur à 9 très mauvaise)
  - HT : hauteur de la plante (cm)
  - EP : épiaison (nb de jours pour 50% épiaison)
  - FL : floraison (nb de jours pour 50% floraison)
  - MAT : maturation (nombre de jours pour 50% maturation)
  - PMG : Poids de mille grains (g)
  - RDM: Poids grain paddy sec (kg/ha)
  - NPA : Nombre de panicules (sur 5 poquets)
  - EGR : Egrenage (1 : résistante à l'égrenage à 9 : très sensible)

# Les Critères de sélection (suite)

- Tal : Tallage ( Nombre de talles fertiles sur 5 poquets)
- LOPA : Longueur de la panicule (cm)
- VR : Verse (1 : résistante à la verse à 9 : très sensible)
- MQ : Poquets manquants (nombre)
- STG : Stay Green (1 : très bon stay green à 9 : très mauvais)
- Ex : Exertion paniculaire (1 : très bon exertion à 9 : très mauvais)
- Pc : Pyri cou (1 : résistante à la pyriculariose du cou ; à 9 : très sensible)
- POC : « Non témoin » ( Rendement en pourcentage du témoin)
- BR : Brunissure des gaines (1 : résistante à 9 :très sensible)
- TACH : Tache sur les graines (1 : pas de taches à 9 : beaucoup de taches)

# Les Critères de sélection en Evaluation participative

- Durant l'évaluation participative les producteurs ont donné une liste des critères de choix à considérer dont :
  - 1. Productivité
  - 2. Résistance aux maladies
  - 3. Richesse en vitamine
  - 4. Longueur élevée des panicules
  - 5. Capacité de tallage
  - 6. Adaptation à tout type de sol même au sol pauvre
  - 7. Absence de grains vides
  - 8. Bon rendement en paille
  - 9. Hauteur élevée de la plante
  - 10. Forme des grains : ronds et gros
  - 11. Grains plus lourds que celui de Chhomrong Dhan
  - 12. Facilité au battage
  - 13. Précocité du cycle

# Les Critères de sélection en Evaluation participative (suite)

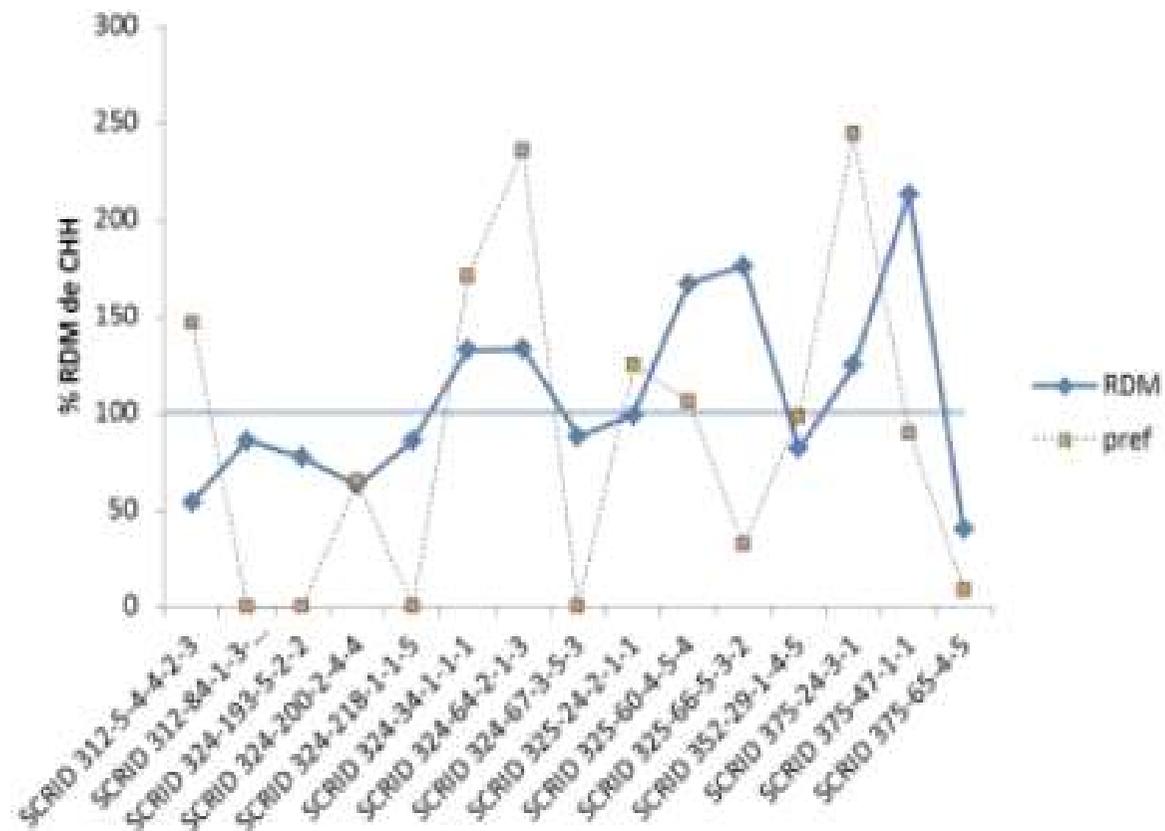
- 04 critères jugés prioritaires après la vote à mains levées des producteurs sont retenus pour l'évaluation des variétés sur les parcelles. Ce sont :
  - - *La productivité*
  - - *Le tallage*
  - - *Les grains et,*
  - - *Le cycle*

La méthode de sélection participative et décentralisée est un processus par lequel les agriculteurs créent, en collaboration avec des chercheurs et associations, les variétés adaptées à leurs besoins et à leur pratique.

Contrairement à une sélection conventionnelle, cette sélection participative et décentralisée ouvre la possibilité d'observer la performance des variétés directement dans les environnements cibles sur les parcelles paysannes, tout en tenant compte de l'opinion des producteurs, utilisateurs finaux des variétés, dans le processus de sélection.

# Les Critères de sélection (suite)

- le graphique suivant présente le rendement en pourcentage du témoin Chhomrong Dhan (trait bleu) et la préférence des producteurs (points verts). La préférence représente un index, qui prend en compte le nombre des votes et rejets effectués par les producteurs pendant les évaluations à la maturité.
- Les lignées SCRiD 324-34-1-1-1 et SCRiD 324-64-2-1-3 et SCRiD 375-24-3-1 présentent une combinaison rendement et préférence plus élevée que le témoin CHHOMRONG DHAN .
- La Lignée SCRiD 375-47-1-1 est la plus productive par rapport au témoin CHH mais seulement la préférence par les producteurs est relativement moyenne.



# Les nouveaux Produits de la sélection

- Trois lignées ont été proposées pour l'inscription dans le catalogue variétal. Ces trois lignées seront encore testées et contrôlées par des autorités de la SOC à la station de recherche selon le nouveau règlement pour l'homologation des variétés.
- **SCRID 220 2-3-3-5-3-4** pour le programme de Hautes Terres
- **Arica 4** et **Scrid 91 38-4-3-4-1-1-5-4** pour le programme de Moyen Ouest.
- Les lignées **SCRID 240-100-2-2-5-2-1-**, **SCRID 263-33-3-4-4-** pour les Hautes Terres et **SCRID 336-66-2-1-**, **SCRID 336-8-1-2-**, **SCRID 297-14-1-3-** ont été testées au Moyen Ouest durant la campagne 2019-20 en vue d'une prochaine homologation aussi.

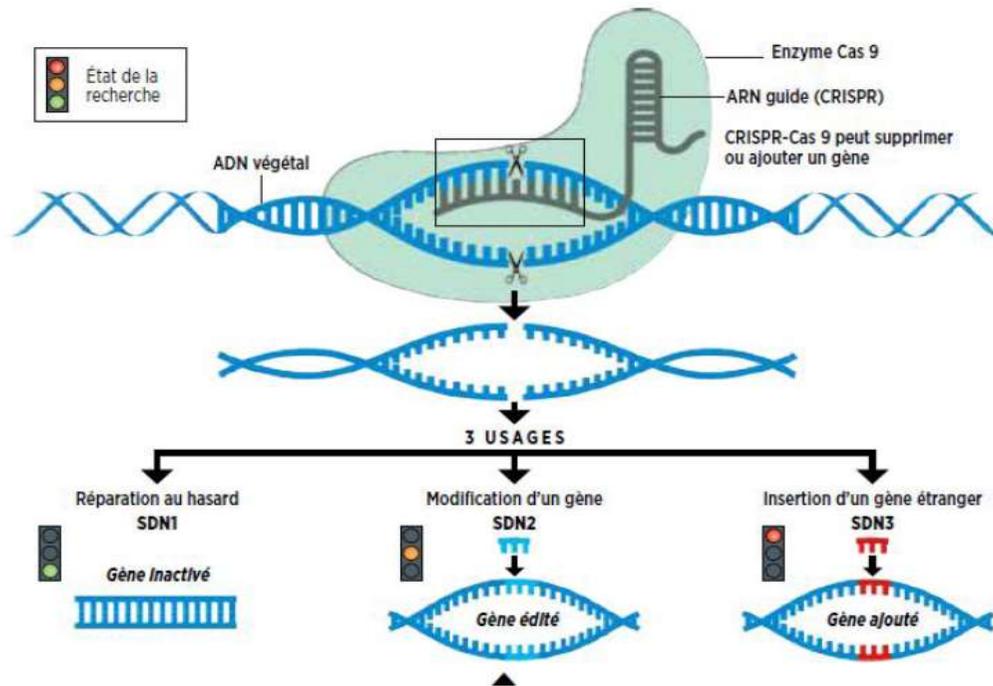
# GeneRice



**Faisabilité de création et dissémination  
de variétés de riz pluvial  
dotées d'efficacité d'utilisation de l'azote,  
utilisant la technologie d'édition de génome  
(GeneRice)**



# Science de L'art

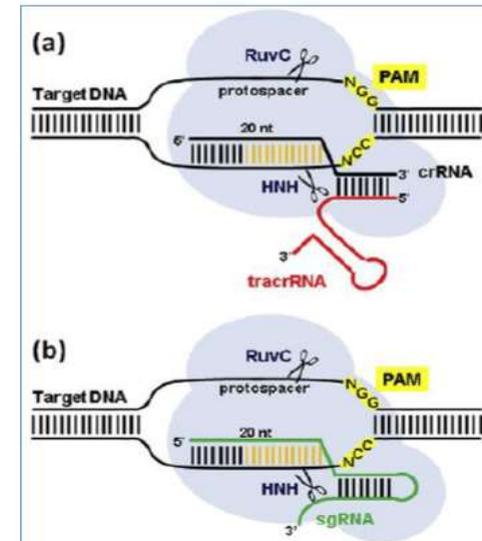


Les « nouveaux OGM » Débarquent H. Ratel Science et Avenir 2017

De nombreuses applications sont en cours pour la création et l'amélioration de [variétés végétales](#).

L'utilisation du système CRISPR/Cas9 pour la [sélection variétale](#) permet d'accélérer et d'améliorer considérablement les méthodes utilisées actuellement par les créateurs de nouvelles variétés.

Des tolérances à des maladies sur le [blé](#), le [riz](#) et le [concombre](#) sont déjà au point. La [maturation](#) chez la [tomate](#) peut être améliorée. Dans le futur, de nombreuses autres applications pourront se développer, tels des tolérances aux stress [abiotiques](#) (sécheresse, salinité, température, ...), des facteurs de qualité améliorés (composés nutritionnels), ...



**Cas9** ([CRISPR associated protein 9](#)) est une [protéine](#) d'origine [bactérienne](#) aux propriétés [anti-virales](#). Sa capacité à couper l'[ADN](#) au niveau de séquences spécifiques en a fait un outil de [biologie moléculaire](#) aux vastes perspectives d'utilisation.

Depuis sa découverte, la protéine Cas9 a été largement utilisée comme outil d'[ingénierie du génome](#) pour produire des ruptures du double brin d'[ADN](#) ciblé. Ces cassures peuvent conduire à l'[inactivation de gènes](#) ou à l'introduction de gènes hétérologues par [jonction d'extrémités non homologues](#) ou par [recombinaison homologue](#) chez de nombreux organismes.

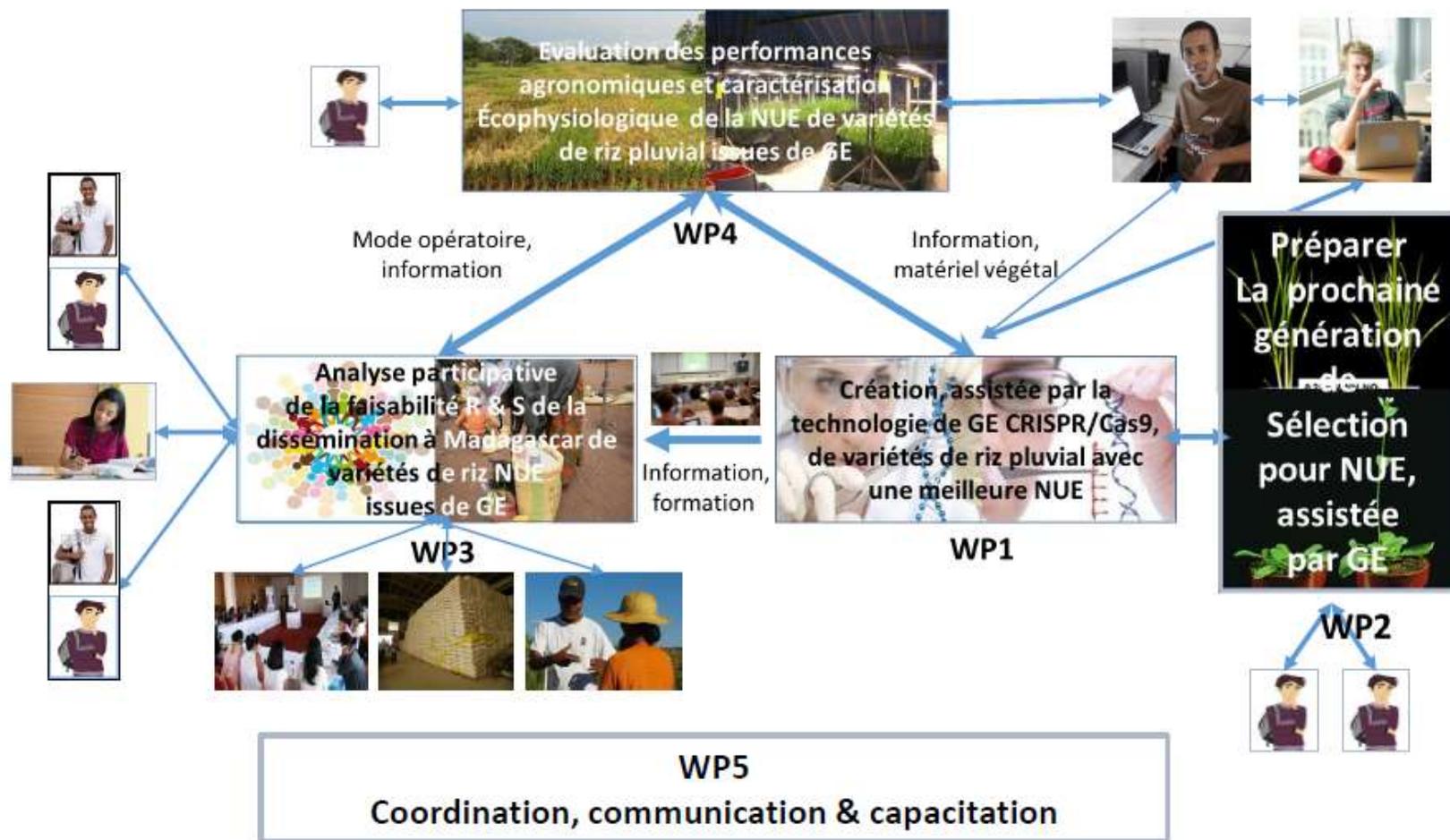
Depuis 2015 en Chine, des patients atteints notamment de [cancers](#), sont traités à l'aide de CRISPR-Cas9.

En **octobre 2020**, le [prix Nobel de chimie](#) a été attribué à [Emmanuelle Charpentier](#) et [Jennifer Doudna](#) pour le développement de la méthode d'édition du génome par CRISPR-Cas9<sup>1</sup>

<sup>1</sup>[université de Californie à Berkeley.](#)

# GeneRice

## Création assistée par GE et diffusion de variétés de riz dotées de NUE



## WP3: Analyse participative de la faisabilité réglementaire et sociale de la diffusion de variétés de riz NUE, issues GE

- Ateliers participatifs de recherche
  - Enquête exploratoire pour identification des institutions publiques et privées et personnes ressources à mobiliser
  - Atelier participatif de recherche (AP1) sur l'opérationnalité de la structure nationale de biosécurité et identification d'actions de capacitation.
  - Atelier participatif (AP2), mobilisant les acteurs entrepreneuriaux et la société civile, pour construire le chemin d'impact décrivant les causalités en terme de d'opportunités et risques environnementaux et sociaux
- Enquête auprès des acteurs du secteur riz
  - Acteurs impliqués dans l'autorisation de diffusion et la production de semences
  - Unités de production, de transformation, de stockage, transport, et commercialisation
  - Acteurs impliqués dans les activités liées à la consommation du riz: collectives, restaurants, ...

# GeneRice

- **AP1 : FORUM SUR L'INNOVATION VARIETALE RIZICOLE LIEE AUX BIOTECHNOLOGIES A MADAGASCAR**
- 22 et 23 octobre 2018 à Antananarivo
- Lieu : Fofifa Direction générale - Salle Centre Ressource Cersae - Fofifa à Ampandrianomby

Le régime de « biosecurité » à Madagascar a été discuté durant cet atelier.

**AP2 :** l'épidémie du COVID 19 a entraîné des grandes difficultés et des retards dans la réalisation des activités prévues:

(faisabilité des voyages à Montpellier des deux thésards; voyage à Madagascar de Ludovic et Gilles pour l'atelier de clôture du projet et l'atelier de validation participative du policy brief coordonné par Ludovic ).

Agropolis Foundation a accepté de prolonger le projet jusqu'en Juin 2021

# GeneRice

## QUALITES APPRECIEES POUR UNE SEMENCE DE RIZ

| HOMMES   | Pourcentage | FEMMES   | Pourcentage |
|--|-------------|--|-------------|
| Adaptée aux CC et aléas naturels   | 42%         | Adaptée aux CC et aléas naturels   | 34%         |
| Réduction cout et temps de production (M.O, équipements, technique, engrais) | 11%         | Réduction cout et temps de production (M.O, équipements, technique, engrais) | 11%         |
| Gout, gonfle lors de la cuisson  | 13%         | Gout   | 14%         |
| Rendement  | 34%         | Rendement  | 41%         |

## VARIETES ABANDONNEES ET RAISON D'ABANDON

| Variétés/raisons d'abandons | Faible rendement | Dégenérescence de la Semence | requière beaucoup d'engrais | ne s'adapte pas à la rotation culturale | ne s'adapte pas à la zone et aux CC | Nbre de producteur ayant abandonnés |
|-----------------------------|------------------|------------------------------|-----------------------------|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
| FOFIFA 473 (KALILA)         |                  |                              |                             |   |                                     | 5                                   |
| BOTRY                       |                  |                              |                             |   |                                     | 1                                   |
| SEBOTA                      |                  |                              |                             |   |                                     | 2                                   |
| VARY CHINE                  |                  |                              |                             |   |                                     | 3                                   |
| MAITSOROMPITRA              |                  |                              |                             |   |                                     | 1                                   |
| ROJOFOTSY                   |                  |                              |                             |   |                                     | 1                                   |
| ROJOMENA                    |                  |                              |                             |   |                                     | 25                                  |
| SARINDRA                    |                  |                              |                             |   |                                     | 1                                   |
| SOAMEVA                     |                  |                              |                             |   |                                     | 2                                   |
| TSIPALA                     |                  |                              |                             |   |                                     | 3                                   |
| TSITAKATRAKOHO              |                  |                              |                             |   |                                     | 1                                   |

# GeneRice

## ✓ Choix entre Riz irrigué et Riz Pluvial

| Chocs       | Nbre réponses | %   | RAISONS   |
|-------------|---------------|-----|---|
| Riz irrigué | 45            | 79% | Pluviométrie instable,<br>problème foncier(tanety)<br>Rizières de plus en plus<br>infertiles et saturées, |
| Riz Pluvial | 10            | 18% | nécessite moins de travail  |
| LES DEUX    | 2             | 4%  |   |
|             | 57            |     |   |

## ✓ Les grandes difficultés rencontrées

| Difficultés                           | Nbre réponses | %    |
|---------------------------------------|---------------|------|
| Accès semences qualité et non couteux | 30            | 20%  |
| Aléas climatiques                     | 31            | 20%  |
| Engrais                               | 41            | 27%  |
| Manque de matériels et équipements    | 25            | 16%  |
| Infrastructures (routes et barrages)  | 8             | 5%   |
| Problèmes fonciers                    | 11            | 7%   |
| Maladies                              | 6             | 4%   |
|                                       | 152           | 100% |

# GeneRice

- Le projet contribue aux financements de deux thèses :
- **Thèse de Joël Rakotomalala :**
  - « Faisabilité de la **sélection génomique** pour l'efficacité d'utilisation de l'azote dans une population multi-parentale du riz (*O.sativa*) ssp *japonica*. Conjugaison des approches expérimentales et simulation *in silico*. Cas du programme de sélection de riz pluvial malgache avec un contexte d'agriculture familiale caractérisée par un faible accès aux facteurs d'intensification».
- **Thèse de RAMANITRINIZAKA Fanilo Ny Aina :**
  - « **Sélection participative et décentralisée** de lignées de riz pluvial des Hautes Terres de Madagascar et pilotage de l'innovation variétale ».

# En bref

- **Conclusion** : De nouvelles variétés adaptées et plus performantes seront disponibles après homologation de la commission variétale du SOC et seront inscrites dans le catalogue variétal.
- **Problèmes rencontrés** : L'épidémie du COVID 19 a entraîné des grandes difficultés dans la réalisation des activités surtout pour les observations sur terrain. En plus, le programme a rencontré aussi un grand problème phytosanitaire sur l'apparition du BLB dans notre site de sélection du Moyen Ouest.
- **Perspectives** :
- La sélection étant une activité de longue haleine face aux différentes contraintes de l'environnement, nos efforts seront déployés dans le futur sur le développement de nouvelles variétés résistantes au BLB, riches en micronutriments dont le Zinc et le manganèse, et utilisant efficacement l'azote du sol.
- Les nouvelles approches en **sélection génomique** et **participatives** seront intégrées dans le programme.

# Valorisation scientifique des Résultats

- Nourollah Ahmadi, **Alain Ramanantsoanirina**, João D. Santos, Julien Frouin, Tendro Radanielina. Evolutionary processes involved in the emergence and expansion of an atypical *O. sativa* group in Madagascar. (en cours de soumission)
- - Onja Ratsiatosika, Eric Blanchart, Tantely Razafimbelo, Malalâtiana Razafindrakoto, Kirsten vom Brocke, Tuong-Vi Cao-Hamadou, Joel Rakotomalala, **Alain Ramanantsoanirina**, Jean Trap. Does rice breeding affect the ability of plants to interact with earthworms in nutrient depleted Ferralsols. (en cours de soumission)
- Tatiana RAKOTOSON<sup>1,3</sup>, Julie DUSSE<sup>4</sup>, Philippe LETOURMY<sup>4</sup>, Julien FROUIN<sup>5</sup>, Isabelle RAMONTA RATSIMIALA<sup>2</sup>, Noronirina Victorine RAKOTOARISOA<sup>2</sup>, Tuong-Vi CAO<sup>5</sup>, Kirsten VOM BROCKE<sup>1,6</sup>, **Alain RAMANANTSOANIRINA**<sup>1</sup>, Nourollah AHMADI<sup>5</sup>, Louis-Marie RABOIN<sup>4</sup>, 2020. Genome Wide Association Study Of Nitrogen Use Efficiency And Related Agronomic Traits In Upland Rice. (en cours de soumission RiceSci-2020-0144.R1)
- -Efficiency of genomic models to predict the performance of grain yield and nitrogen use efficiency in breeding population of upland rice (*O. sativa ssp*). (en cours de soumission pour la thèse de Joël Rakotomalala)
- 
- - Sortie d'un podcast intitulé ; « Riz pluvial : un exemple de sélection participative » dans le cadre du projet CultiVar. Mai 2019 :
- En anglais sur <https://youtu.be/oumWJIGLzMO>
- En français sur <https://youtu.be/azs52UPnO94>
- -Naudin K., Autfray P., Dusserre J., Penot E., Raboin L.M., Raharison T., Rakotoarisoa J., **Ramanantsoanirina A.**, Randrianjafizanaka M.T, Rasolofo L.I., Raveloson N., Razafimahatratra M., Salgado P., Mathilde Sester., Vom Brocke K., Scopel E., 2018. L'agro-écologie à Madagascar : de la plante au paysage. Dans: Côte F.-X., Poirier-Magona E., Perret S., Rapidel B., Roudier P., Thirion M.-C. (eds), La Transition agro-écologique des agricultures du Sud. Agricultures et défis du monde, AFD, Cirad, Éditions Quæ, Versailles.
- - Vom Brocke K., Rakotomalala J., Rabekijana R., Cao T.V., Muller B., **et Ramanantsoanirina A.** 2018. Rapport de campagne 2017-2018. Equipe SCRID Amélioration génétique du riz pluvial. Hautes Terres et Moyen Ouest. 71pages

# En Phytopathologie

- 3 activités
- **Activité N° 1** : dans le cadre du projet EcoAfrica
  - **Connaissance sur la capacité de survie de l'agent pathogène de la pyriculariose dans des résidus de riz contenus dans les fumiers car des résidus de pailles infestés par la pyriculariose peuvent suivre la fumure organique et atteindre les parcelles.**
  - 240 lots de résidus infectés (20 panicules par lot) ont été préparés. Deux cent vingt lots sont mis en place dans 2 étables des 5 zones dans le Moyen Ouest du Vakinankaratra (Ivory, Mazoto, Ankazomiriotra, Antanetikely et Antohobe) et 20 lots servant de témoin sont laissés au niveau de la serre.
  - Une première récupération des résidus de riz dans les étables a été effectuée 1 mois et demi après leur mise en place et une deuxième récupération a été effectuée juste avant la sortie du fumier de ces étables.
  - Les lots récupérés sont observés au niveau de laboratoire pour vérifier la présence de sporulation de *Pyricularia oryzae*

# Résultat des observations

| Lieu           | numéro étable | lots mise en place | lots observés | nombre de tige restant | sporulation sur tige |
|----------------|---------------|--------------------|---------------|------------------------|----------------------|
| Ivory          | 1             | 30                 | 1             | 17                     | 0                    |
|                | 2             | 20                 | 0             | 0                      | 0                    |
| Mazoto         | 3             | 20                 | 0             | 0                      | 0                    |
|                | 4             | 20                 | 0             | 0                      | 0                    |
| Antanetikely   | 5             | 20                 | 1             | 10                     | <b>3</b>             |
|                | 6             | 20                 | 1             | 11                     | 0                    |
| Ankazomiriotra | 7             | 20                 | 2             | 28                     | 0                    |
|                | 8             | 20                 | 1             | 6                      | 0                    |
| Antohobe       | 9             | 30                 | 0             | 0                      | 0                    |
|                | 10            | 20                 | 0             | 0                      | 0                    |

**Ces observations sont insuffisantes pour tirer des conclusions sur la survie de l'agent pathogène de pyriculariose sur des résidus infectés laissés dans le fumier.**

# En Phytopathologie

## Activité n°2

- Suivi de la présence et de l'évolution des maladies du riz dans des dispositifs avec des pratiques de restauration des fonctions du sol dans le cadre du projet *Soil ECological function REstoration to enhance agrosystem services in rainfed rice cropping systems in agroecological transition (SECuRE)*.
  - 25 traitements de restauration de sol installés à Bekitapo Itasy avec la variété Chhomrong Dhan
  - et 22 traitements de restauration de sol testés à Ivory avec la variété Nerica 4
- ont été suivis pour savoir si ces restaurations de sol ont des effets sur la présence et l'évolution de la maladie du riz pluvial.

# Soil function restoration(SFR)

- **SFR 1** : fertilisation organique poudrette de parc (3 t MS/ha) **SANS inoculation**
- **SFR 2** : fertilisation organique fumier traditionnel à (3 t MS/ha) **SANS inoculation**
- **SFR 3** : fertilisation organique fumier traditionnel (3 t MS/ha) + fertilisation minérale complète (40 kg NPK/ha 11-22-16) **SANS inoculation**
- **SFR 4** : fumier traditionnel (6 t MS/ha) **AVEC inoculation**
- **SFR 5** : fumier amélioré (6 t MS/ha) **AVEC inoculation**
- **SFR 6** : compost (6 t MS/ha) **AVEC inoculation**
- **SFR 7** : lombricompost (6 t MS/ha) **AVEC inoculation**
- **SFR 8** : positif – fertilisation minérale « adéquate » (100 kg NPK 11-22-16/ha + 100 kg urée/ha) **SANS inoculation**
- **SFR 9** : fumier traditionnel (6 t MS/ha) + dolomie (500 kg/ha) **AVEC inoculation**
- **SFR 10** : fumier traditionnel (6 t MS/ha) + cendres (500 kg/ha) **AVEC inoculation**
- **SFR 11** : fumier traditionnel (6 t MS/ha) + prochimad (500 kg/ha) **AVEC inoculation**
- **SFR 12** : fumier traditionnel (2 t MS/ha) + compost (2 t MS/ha) + lombricompost (2 t MS/ha) **AVEC inoculation**
- **SFR 13** : SFR 12 + cendres (500 kg/ha) **AVEC inoculation**
- **SFR 14** : SFR 12 + prochimad (500 kg/ha) **AVEC inoculation**
- **SFR 15** : SFR 12 + guanomad (500 kg/ha) **AVEC inoculation**
- **SFR 16** : négatif – sol « naturel » (aucune fertilisation) **SANS inoculation**
- **SFR 18** (fertilisant organique à haut apport) :fumier traditionnel(**18 t MS/ha**)
- **SFR 19** (assemblage organique à haut apport) : fumier traditionnel (**6 t MS/ha**) + compost (**6 t MS/ha**) + lombricompost (**6 t MS/ha**)
- **SFR 20** (apports fractionnés) :fumier traditionnel (6 t MS/ha) **fractionnés en 3 à 6 fois**
- **SFR 21** (traitement « traceur ») :fertilisation minérale « adéquate » (100 kg NPK 11-22-16/ha + 100 kg urée/ha) témoin positif (=SFR8)
- 

## Itasy

**SFR 17** : nouvelle **pratique paysanne** : lisier de porc (3 t MS/ha) + cendres (500 kg MS/ha)

**SFR 22** (fertilisant organique à haut apport et appliqué en mulch) :fumier traditionnel(**18 t MS/ha**) appliqué en mulch

**SFR 23** :fumier traditionnel (6 t MS/ha) + **farine de crabe** (500 kg/ha)

**SFR 24** : SFR 12 + fiente volaille (500 kg/ha)

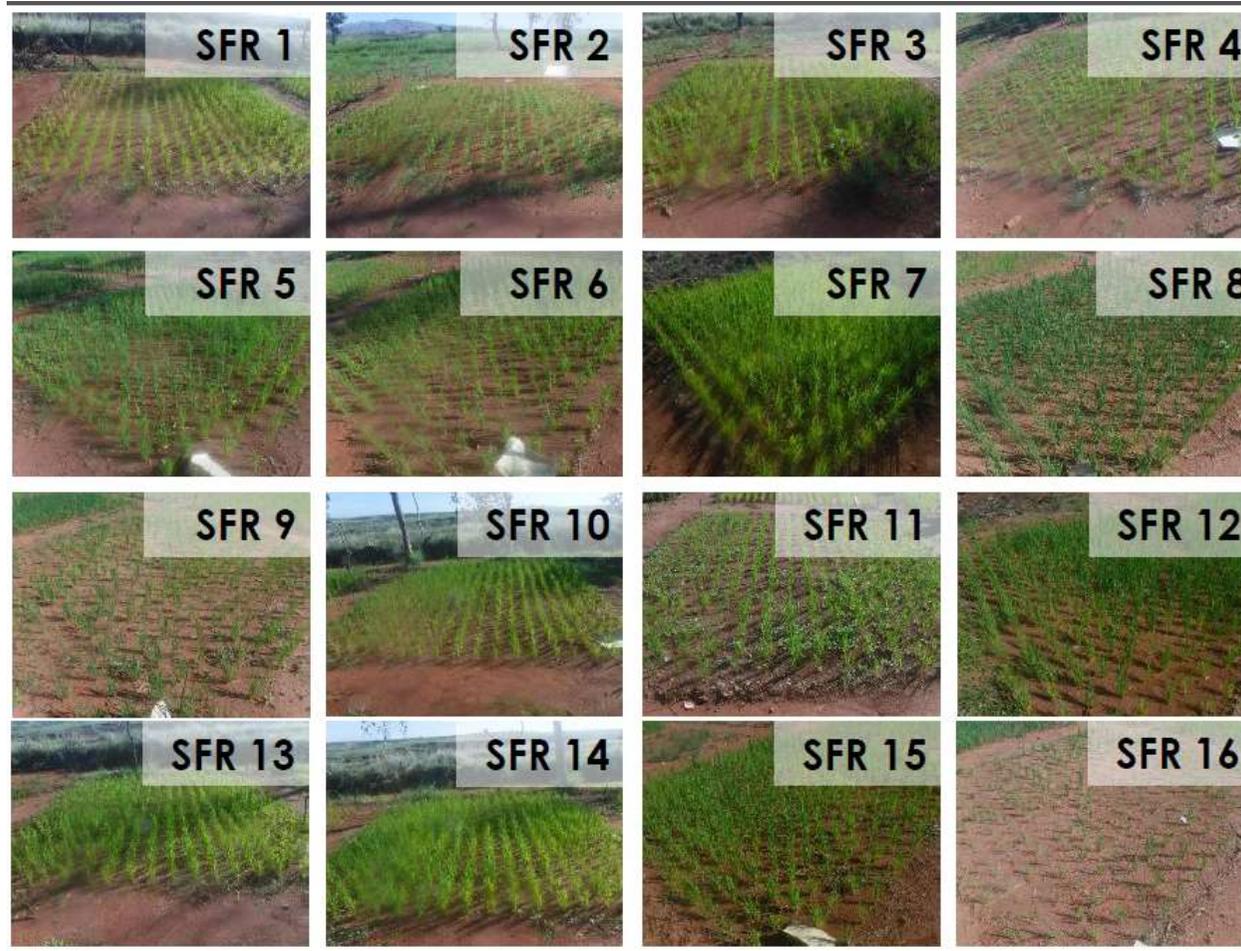
**SFR 25** (apports par couche) :fumier traditionnel (2 t MS/ha **en haut**) + lombricompost (2 t MS/ha **au milieu**) + compost (2 t MS/ha **en bas**) ; ajouter une couche de terre entre chaque fertilisant organique

## Ivory

**SFR 17** : nouvelle **pratique paysanne** : fumier traditionnel (1,5 t MS/ha) + fumier amélioré (1,5 t MS/ha)

**SFR26** : nouvelle **pratique paysanne** : fumier traditionnel (3 t MS/ha) + cendres de paille de riz (500 kg MS/ha)

# SFR



# Observations

- Durant la phase végétative aucun symptôme typique de la pyriculariose foliaire n'a été recensé sur les variétés Chhomrong Dhan et Nerica 4 dans les deux sites.
- Durant la phase reproductive, des lésions noires au niveau de quelques rachis des panicules ont été observées et les graines de ces rachis sont vides. L'observation au laboratoire a montré que ces lésions ne sont pas dûes à l'agent pathogène de pyriculariose (*Pyricularia oryzae*) pour la variété Nerica 4 à Ivory. Par contre pour la variété Chhomrong Dhan à Itasy, elles sont dûes à l'attaque de *P. oryzae* mais le niveau d'attaque reste faible (<1%).
- **On peut donc conclure que la résistance des deux variétés utilisées dans le projet SECURE est encore efficace donc vis-à-vis des populations de *Magnaporthe oryzae***

# En Phytopathologie

- **Activité n°3**

Suivi de l'évolution de la résistance de la variété Chhomrong Dhan sur les Hautes Terres de Vakinankaratra

- La variété Chhomrong Dhan étant très fortement utilisée sur les Hautes Terres du Vakinankaratra, il s'avérait nécessaire de suivre l'évolution de la résistance à la pyriculariose de cette variété.
- On a trouvé que la **résistance de Chhomrong est encore efficace vis-à-vis des populations de *P. oryzae* dans la région.**

# Recommandations pour les agriculteurs

- **Les agriculteurs peuvent encore utiliser la variété ChhD vu l'efficacité de sa résistance vis-à-vis des populations de *P. oryzae* sur les Hautes Terres.**
- **Cependant, il faut continuer à suivre l'évolution de l'épidémie de la pyriculariose sur cette variété et sur les autres variétés en riziculture pluviale.**
- Les semences, les grains vides, les bases de tige et les résidus de riz infectés par la pyriculariose constituent une source potentielle d'inoculum primaire et contribuent à l'initiation de la pyriculariose sur le terrain.
- **Il faut par conséquent enlever tous les résidus de riz sur la parcelle infectée.**
- **Enfouir dans le sol les grains vides et les bases de tige restant sur les parcelles infectées par la pratique de labour juste après la récolte (labour de fin de cycle)**

## Emergence de l'attaque de strie bactérienne et d'attaque de flétrissement bactérien du riz

- Durant la prospection effectuée en décembre 2019 et février 2020, des symptômes de flétrissement bactérien du riz causé ***Xanthomonas oryzae pv. oryzae*** ont été observés à Antsirabe, Ivory et Morafeno (Anjoma Ramartinina).
- Le suivi sur terrain montre aussi l'émergence d'attaque de strie bactérienne causée par ***Xanthomonas oryzae pv. oryzicola***.
- Ces deux maladies bactériennes du riz constituent des menaces pour toutes les formes de riziculture (irriguée, bas fonds et pluviale).

## Comme perspective Il faut donc

- Créer un système d'alerte en sensibilisant des riziculteurs, des techniciens et agents vulgarisateurs agricoles afin de cartographier les zones touchées par ces maladies.
- Continuer les suivis de l'épidémie de ces maladies bactériennes pour approfondir l'évolution des ces maladies (initiation, développement et dispersion de ces maladies).
- Voir les réponses de différentes variétés existantes face à ces maladies bactériennes.
- Collecter des échantillons des plants malades pour conduire des études des souches de population de ces bactéries.

# Valorisation scientifique des Résultats

- Thèse : Raveloson H. 2018. « Adaptation des populations de *Magnaporthe oryzae* à une variété de riz pluvial (*Oryza sativa*) partiellement résistante et facteurs contribuant à l'initiation de la pyriculariose dans les Hautes Terres de Madagascar » Septembre 2018, Université d'Antananarivo. 148 pages.
- **Trois publications à commission de lecture**
- Blanchart, E., Ratsiatosika, O., Raveloson, H., Razafimbelo, T., Razafindrakoto, M., Sester, M., Becquer, T., Bernard, L., and Trap, J. 2020. Nitrogen supply reduces the earthworm-silicon control on rice blast disease in a ferralsol. *Applied Soil Ecology*. 145: 103341
- Sester, M., Raveloson, H., Tharreau, D., and Becquer, T. 2019. Difference in blast development in upland rice grown on an Andosol vs a Ferralsol. *Crop Protection*, 115: 40-46.
- Raveloson, H., Ratsimiala Ramonta, I., Tharreau, D., and Sester, M. 2018. Long-term survival of blast pathogen in infected rice residues as major source of primary inoculum in high altitude upland ecology. *Plant Pathology*, **67** : 610-618

# Valorisation scientifique des Résultats

- **Trois communications orales**
- **Raveloson, H.**, Rakotonanahary, M. N., Milazzo, J., Adreit, H., Sester, M., and Tharreau, D 2019. Evolution of *Magnaporthe oryzae* Populations on a Widespread Cultivar with Quantitative Resistance. Proceeding of the 8<sup>th</sup> International Rice Blast Conference (IRBC). Chengdu, China, May 27-June 01, 2019.
- **Raveloson H.**, Ratsimiala Ramonta I., Tharreau D. and Sester M. 2016. Potential inoculum sources of rice blast on upland rice in the central highlands of Madagascar. Proceeding of the 7<sup>th</sup> International Rice Blast Conference (IRBC). Manila, Philippines, September 9-13, 2016.
- Sester, M., **Raveloson H.** and Degenne P. Modelling the impacts of varietal diversity and cropping system on the dispersion of rice blast at the landscape level. Building of the model. Proceeding of the 7<sup>th</sup> International Rice Blast Conference (IRBC). Manila, Philippines, September 9-13, 2016.
- **Fiche et Poster**
- **Les maladies bactériennes du riz nouveau danger pour la riziculture**
- **Formation**
- Le phytopathologiste et le technicien de CRR du FOFIFA Antsirabe ont bénéficié d'une formation sur le phénotypage des maladies du riz du 24 au 27 Septembre 2019 en Bobo-Dioulasso au Burkina-Faso dans le cadre de *Global Rice Array du CRP Rice*.

# En Entomologie

- Trois activités ont été conduites par cette discipline:
- **Activité 1**
- Etude du comportement et du statut des vers blancs, cas de l'espèce SpS1b, Sericidae sur riz pluvial
- Les travaux ont été conduits en mésocosme dans le laboratoire du centre de Recherche de Vakinankaratra.
- 4 traitements avec 4 répétitions sont testés: T1= Témoin (Sans fertilisation), T2= Fumier de parc 5t/ha, T3= fumier minérale NPK 300kg/ha, T4= Fumier de parc 5t/ha + fumier minérale NPK 300kg/ha.

# Méthode

- La variété FOFIFA 180 a été semé à 3 grains par poquet (soit 9 poquets /carré de 1 m<sup>2</sup> avec un écartement de semi de 20x20cm).
- L'infestation a été faite artificiellement avec 100 individus/m<sup>2</sup> de l'espèce SpS1b de stade L2. Les plants attaqués sont comptés à la levée et au tallage de la plante. En fin tallage de la culture la manipulation a été arrêtée

# Résultats

- Grâce à l'aide des taxonomistes du Cirad et du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris l'espèce codifiée *SpS1b* a été identifiée en Avril 2020 comme *Hyposerica* sp.
- **On a pu confirmer :**
- Le statut de **ravageur facultatif** de cette espèce – ie- les larves s'attaquent plus aux systèmes racinaires du riz en absence de matière organique qu'à sa présence dans le sol. Le sol seul (sans apport de fertilisation) défavorise son développement.
- Le type et la dose de fertilisation jouent un rôle dans la réduction des attaques sur le riz. La combinaison d'une fumure organique avec une fumure minérale réduit les attaques de cette espèce sur la culture.
- Les attaques causées par les larves aux stades L2 et L3 se produisent aux stades jeunes de la plante –ie- stade fin levée à mi-tallage.

# En Entomologie

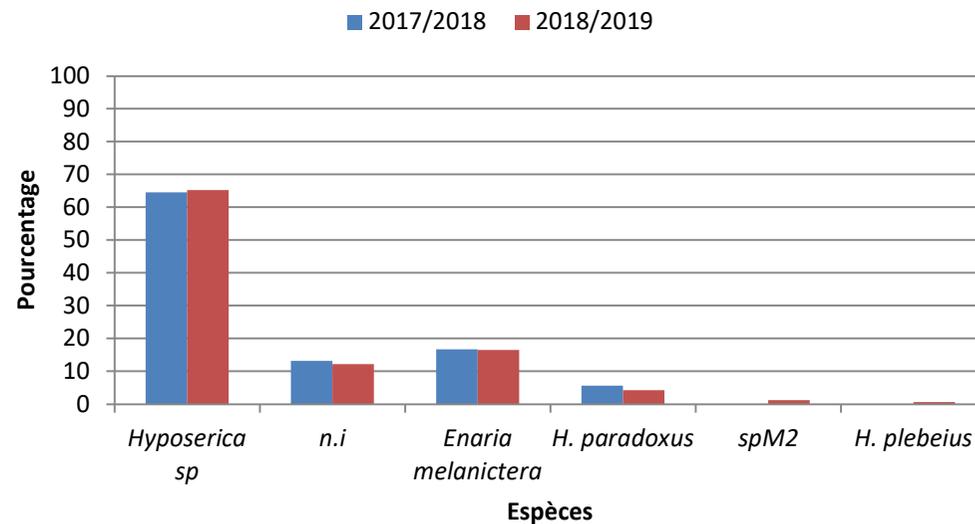
- **Activité 2**
- Effet de la diversité des plantes cultivées dans des rotations à base de riz pluvial et effet des systèmes de restauration de la fertilité du sol sur la régulation de la population des vers blanc
- Objectif : Connaître l'effet de la diversité des plantes cultivées et les systèmes de restauration du sol (SFR) sur la population des vers blanc et effet des systèmes de restauration de la fertilité du sol.
- Pour la diversité des plantes, 4 systèmes en rotation à base de riz pluvial et de plantes de service sont testés : a) Riz / Riz (RR)= témoin ; 2) Riz / Arachide (RA), 3) Riz / Mucuna + Crotalaire (RMC) et 4) Riz / Sorgho + Niébé (RSN). Des comptages d'attaque et prélèvements sont effectués dès la levée jusqu'à la montaison de la culture.
- les systèmes de restauration du sol, 25 traitements ont été testés à Itasy et 22 à Ivory. Les traitements utilisés sont déjà mentionnés dans la partie phytopathologie
- La méthode TSBF(Tropical Soil Biology and Fertility) a été utilisée pour le prélèvement. Toutes les larves trouvées ont été ramassées, comptées et identifiées au laboratoire

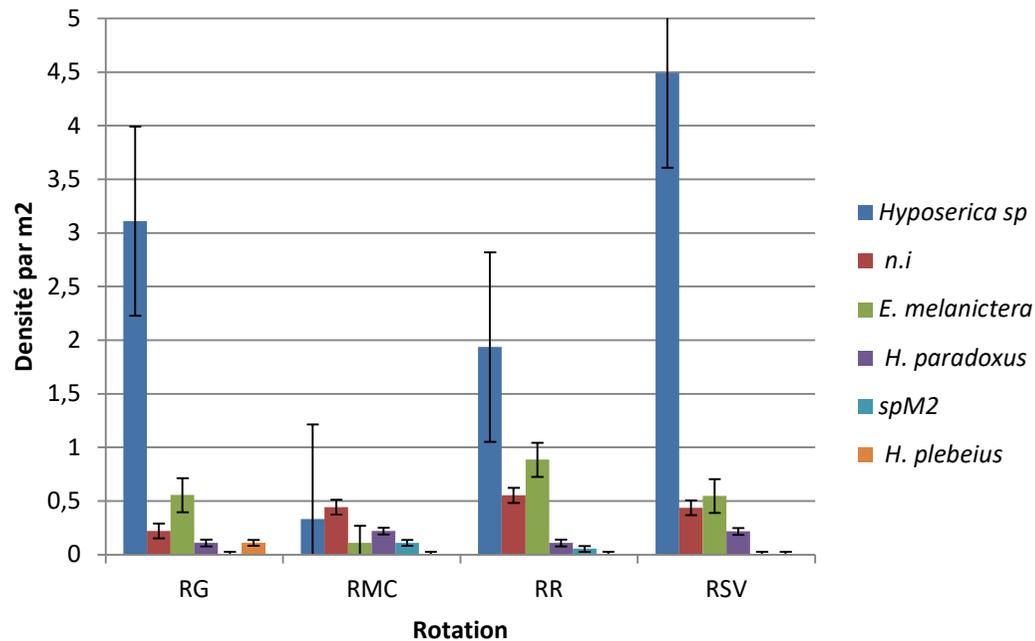
## Résultats obtenus

- Espèces trouvées à Ivory :
- *Enaria melanictera* (famille Melolonthidae)
- *Heteroconus paradoxus* (famille Dynastidae)
- non identifiable
- SpM2 (famille Melolonthidae) (reste encore à déterminer)
- Sps1b (famille Sericidae)= *Hyposerica* sp

Ces 5 espèces sont considérées comme des ravageurs de la culture du riz mais leurs comportements sont différents

- l'espèce *Hyposerica* sp a été toujours la plus représentée quelque soit le système





La diversité des plantes constituées par du mucuna et crotalaire a un impact sur la densité des vers blancs. Parmi ces systèmes, la rotation Riz / Mucuna + Crotalaire (RMC) est la plus intéressante quant à la réduction des attaques sur la culture.

Densité par m<sup>2</sup> des vers blancs selon les systems (RG= Riz/Arachide ; RMC= Riz/Mucuna-Crotalaire ; RR= Riz/Riz ; RSV= Riz/Sorghp-Niebé)

- A Itasy
- les espèces sont plus diverses qu'à Ivory avec 2 autres espèces : *Euryomia argentea* et *Triodontus nitudulus*. Si *E. argentea* est un saprophage, le statut de *T. nitudulus* n'est pas connu.
- Les espèces sont :
  - *Euryomia argentea* (famille Cetoniidae)
  - *Heteroconus paradoxus* (famille Dynastidae)
  - SpM2 (famille Melolonthidae)
  - Sps1b (famille Sericidae)= *Hyposerica* sp
  - *Triodontus nitudulus* (famille Orphnidae)

- L'utilisation du mucuna reste une meilleure protection pour la culture du riz mais il doit être semé en dérobée pour avoir une biomasse permettant de couvrir le sol. Par ailleurs, l'utilisation du radis fourrager (*Raphanus sativus*) est également intéressant pour la réduction des attaques mais cependant il a un impact sur la culture

# En Entomologie

- **Activité 3**

  - Etude de l'effet des variétés de riz pluvial sur la population des vers blancs.

- Objectif de l'activité : Connaître l'effet des variétés du riz pluvial sur la population des vers blancs. L'étude conduite à Ivory a été réalisée avec le programme Sélection
- L'étude a été menée dans les parcelles de la collection testée sur 51 variétés et 7 en évaluation variétale.
- Les observations ont porté sur des comptages d'attaque et prélèvement des larves sur les plantes qui sont attaquées.

## Résultats obtenus

- 4 espèces de vers blancs ont été trouvées sur terrain : *Enaria melanictera* (Melolonthidae) ; *Euryomia argentea* (Cetoniidae) ; *Heteroconus paradoxus* (Dynastidae) et *Hyposerica* sp (Séricidae) . Toutefois, l'espèce *Enaria mélanictera*, rhizophage, reste la plus fréquemment observée et la plus nuisible. Parmi les 51 variétés suivies en collection testée et 7 en évaluation variétale, aucune n'a été épargnée des attaques.
- Les attaques se sont produites du stade tallage à la montaison.

## Comme Perspective

- Les activités conduites dans le cadre du Projet STRADIV sont terminés tandis que pour le Projet EcoAfrica il s'avère important d'étudier la bioécologie d'*Hyposerica* sp car si les espèces de vers blancs, tel que *Heteronychus* spp sont les plus connus et nuisibles, d'autres espèces, pas très connues surtout pour leur nuisibilité, apparaissent et peuvent constituer un danger pour la culture.
- Une activité sur la lutte biologique par approche « push-pull » pour tester des stratégies de lutte contre les bioagresseurs sera conduite dans la région d'Androy en collaboration avec le GRET/CTAS/CIRAD et FOFIFA. Cette activité entre dans la cadre du Projet AFAFI-SUD
- La collaboration avec le réseau haricot PABRA (Pan African Bean Research Alliance), continue toujours sur l'aspect ICM (Integrated Crop Management) incluant les stratégies de contrôle des ravageurs du haricot.

## Valorisation scientifique des Résultats

- **Randriamanantsoa. R**, Vercambre B. Ratnadass A., 2020. Development of immature stages of *Heteronychus arator rugifrons* (Fairmaire, 1871) (Coleoptera: Dynastidae), a major crop pest in Madagascar, Soumis à International Journal of Tropical Insect Science
- 
- Ratsiatosika O, Bernard L., Rabary B., Rainihanjarimanana I., **Randriamanantsoa R.**, Razafimbelo T., Razafindrakoto M., Trap, J., Blanchart E. 2019. Earthworm Functional Groups, Residue Quality and Management Impact on Upland Rice Growth and Yield-An Experimental Study in the Madagascar Highlands. Journal of Experimental Agriculture International. 30. 1-14. 10.9734/JEAI/2019/46965
- Ripoché, A., Blanchart, E., Trap, J., Sauvadet, M., Autfray, P., **Randriamanantsoa, R.**, Rabary, B. 2019. Does an increase in plant diversity enhance agroecosystem services? Case study in rainfed rice based cropping systems in Madagascar. 6<sup>th</sup> International Symposium for Farming System Design: Agricultural systems designs sustained by nature. Montevideo, Uruguay, 18-21/08/2019
- 
- **Randriamanantsoa R** ; Nivotiana R.M.A ; Goebel R ; Letourmy P ; Rakotosolofo H & Rafamatanantsoa E. 2017. Les plantes de service peuvent-elles réduire les dégâts des vers blancs sur culture de riz pluvial ? Forum de la Recherche 5<sup>ème</sup> Edition 28-30 Novembre 2017 Fianarantsoa
- 
- **Formation**
- De 2018 jusqu'à présent nous avons encadré 2 stagiaires en M2 et 2 Thésardes de la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo et depuis 2014 jusqu'à présent, nous avons toujours participé tous les ans à l'Ecole thématique sur « les Services écosystémiques rendus par les sols »

PTA 2020-2023

Structure : Centre Régional de Recherche FOFIFA Antsirabe

Discipline SELECTION

| Numéro | Titre Activité/Projet   | Durée d'exécution  | Partenaires scientifiques/financiers | Financement         |                   |
|--------|---|--------------------|--------------------------------------|---------------------|-------------------|
|        |   |                    |                                      | Source              | Montant en Ariary |
| 1      | Projet: GeneRice<br>-Atelier final sur la biosécurité<br>-Finalisation de la thèse de Joël Rakotomalala<br>-Finalisation de la thèse de Fanilo Razafndrazaka<br>-Atelier de clôture | Jusqu'en Juin 2021 | CIRAD                                | Agropolis Fondation | -BUDGET CIRAD-    |
| 2      | Projet EcoAfrica<br>- Sélection participative de nouvelles variétés de riz pluvial (continuation)   | Jusqu'en Nov 2021  | Union Africaine                      | UE                  | 42 716 Euros      |

Discipline Phytopathologie

|   |   |                   |                            |            |             |
|---|---|-------------------|----------------------------|------------|-------------|
| 1 | Connaissance de la présence et de la capacité d'agent pathogène de la pyriculariose à survivre dans des résidus de riz dans le fumier dans le cadre du projet EcoAfrica | 4 ans (2018-2021) | DP/SPAD / Union Africaine  | Convention | 54 371 800  |
| 2 | Suivi d'épidémie des maladies bactériennes du riz dans le cadre de projet DeSIRA DINAMICC (projet soumis)   | 2021-2023         | DP/SPAD / Union Européenne | Convention | 108 200 000 |
| 3 | Suivi d'épidémie de pyriculariose sur le riz pluvial dans les Hautes Terres   | 2021-2022         | CIRAD                      |            | A trouver   |
| 4 |   |                   |                            |            |             |

Discipline ENTOMOLOGIE

| Numéro | Titre Activité/Projet  | Durée d'exécution                | Partenaires scientifiques/financiers | Financement |                   |
|--------|--|----------------------------------|--------------------------------------|-------------|-------------------|
|        |  |                                  |                                      | Source      | Montant en Ariary |
| 1      | PABRA  |                                  | ECABREN                              |             |                   |
| 2      | Programme d'Appui au Financement et aux Filières Inclusives dans le Sud et le Sud-Est de Madagascar (AFAFI-SUD). Volet lutte biologique par approche push-pull | 8 mois (Octobre 2021- Juin 2022) | GRET/CTAS/CIRAD                      | UE          | 4 600 euros       |
| 3      | DINAMICC   |                                  | CIRAD                                | UE          | 11 800 euros      |
|        |  |                                  |                                      |             |                   |

|