



FOFIFA CENRADERU

**Foibem-pirenena Fikarohana ampiharina amin'ny Fampandrosoana ny Ambanivohitra
Centre National de Recherche Appliquée au Développement Rural**

REALISATIONS 2016-2020

FOFIFA
Station
Régional de
Recherche
KIANJAVATO

RAKOTOMALALA Jean Jacques
FOFIFA DRA - Chef Programme Café
et Chercheur
RAHARIMALALA Eva Nathalie
Chef de station et Chercheur

Octobre 2020

SOMMAIRE

I. MAINTENANCE DES COLLECTIONS VEGETALES

II. RECHERCHE THEMATIQUE

1. Publications scientifiques : 10

2. Encadrement d'étudiants : 05 Masters II et 03 Thèses

III. PROJETS D'APPUI AU DEVELOPPEMENT

IV. VALORISATION DES RESULTATS DE LA RECHERCHE ET APPUI A LA DIFFUSION

I. MAINTENANCE DES COLLECTIONS VEGETALES

ANNEE	ACTIVITES	RESULTATS ET PRODUITS
2016 à 2020	Maintenance de la collection nationale de <i>Mascarocoffea</i> à la station Kianjavato	<ul style="list-style-type: none"> • 2016 : <ul style="list-style-type: none"> - D'après l'inventaire complète de juin 2016, il ne reste plus que 49% (3 070 sur 6 236) des caféiers plantés dans la collection sous forêt et 37% (360 sur 965) pour les caféiers en parc à bois (ombrière 3). Cette perte significative est due au manque d'entretien, au vieillissement des caféiers, à la difficulté d'adaptation et à la non production de certaines espèces. • 2017 : <ul style="list-style-type: none"> - Reforestation de la collection • 2020 : <ul style="list-style-type: none"> - Sangasanga et Ambodimanga : 12 parcelles ; 11 hectares renferment 44 espèces de caféiers sauvages en collection représentées par 170 accessions - Cette collection représente 72% des caféiers sauvages de Madagascar (44 espèces sur 61).
2016 à 2020	Maintenance de la collection nationale de <i>Coffea canephora</i> à la station Kianjavato	<p>134 clones de <i>Coffea canephora</i> maintenus en parc à bois :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Collection de base : 72 clones soit 96% (72/76) de la collection au départ - Collection de clones élites : 62 clones soit 67 % (62/93) de la collection au départ
2016 à 2020	Maintenance de la collection <i>Coffea arabica</i> à la station Sahambavy	<p>130 cultivars maintenus dans la collection :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nombre de cultivars existant dans la collection : 130 sur 157 (27 morts)

		- Nombre de plantes vivant actuel : 780 sur 1740 (45%)
ANNEE	ACTIVITES	RESULTATS ET PRODUITS
2016 à 2020	Maintenance de la collection nationale et de travail de caféiers hybrides issus des dernières créations à la station Sahambavy	<ul style="list-style-type: none"> • 2016 : Test d'autofertilité des hybrides Ratelo • 2017 : - Résultats du test d'autofertilité des hybrides Ratelo autour de 30 à 40%, <i>C. arabica</i>, la seule espèce allotetraploïde autofertile, est 80%. • 2020 : - Maintien et entretien au strict minimum de la collection
2016 à 2020	Maintenance de la collection nationale et de travail de caféiers hybrides issus des dernières créations à la station Kianjavato	<ul style="list-style-type: none"> • 2017 : - plantation de <i>C. liberica</i> en parc à bois en pépinière pour servir de porte greffe des Ratelo • 2018-2019 : - transfert et multiplication des hybrides Ratelo qui restaient à Ilaka Est et à Ambatobe à Kianjavato pour sauvegarde
2016 à 2020	Maintenance de la collection nationale et de travail de caféiers hybrides issus des dernières créations au point d'essais Kelilalina	<ul style="list-style-type: none"> • 2016 : - Remplacement des caféiers mort - Recépage et choix de rejet des caféiers • 2017 : - Plantation d'arbres d'ombrage (<i>Grevillea</i>) et bordures des deux parcelles • 2016 à 2020 : - Maintien et entretien au strict minimum de la collection
2016 à 2020	Maintenance de la collection nationale de caféiers sauvages africains	- 16 espèces de caféiers sauvages africains maintenues dans la collection sur la parcelle Clotilde

ANNEE	ACTIVITES	RESULTATS ET PRODUITS
Depuis 2016	Maintenance de la collection régionale de vanilliers à la station Kianjavato	<ul style="list-style-type: none"> • Mars 2016 : <ul style="list-style-type: none"> - Duplication de la collection de vanillier - Les clones représentés et maintenus sur la parcelle de duplication sont : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Trois clones sélectionnés : <ul style="list-style-type: none"> ○ Clone <i>Fragrans</i> ○ Clone <i>Tsitaitra</i> ○ Clone <i>Manitra ampotony</i> ➤ Six provenances locales (prospection Sud-Est) : <ul style="list-style-type: none"> ○ Provenance Ambalanosy Sud ○ Provenance Farafangana ○ Provenance Ikongo ○ Provenance Kianjavato ○ Provenance Manakara ○ Provenance Mananjary • 2019 : <ul style="list-style-type: none"> - Première floraison des vanilliers de la nouvelle collection

ANNEE	ACTIVITES	RESULTATS ET PRODUITS																														
Depuis 2010	Maintenance de la collection de géotypes de <i>Jatropha curcas</i> à la station Kianjavato	<p data-bbox="972 240 2067 316">La collection de <i>Jatropha curcas</i> est constituée de dix (10) géotypes : (i) un géotype local ; (ii) neuf introduits des grands pays producteurs.</p> <table border="1" data-bbox="976 338 2051 785"> <thead> <tr> <th data-bbox="976 338 1263 386">Géotype</th> <th data-bbox="1263 338 1585 386">Origine</th> <th data-bbox="1585 338 2051 386">Caractéristiques</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="976 386 1263 426">BCGSA 101</td> <td data-bbox="1263 386 1585 426">Guatemala</td> <td data-bbox="1585 386 2051 426">Toxique</td> </tr> <tr> <td data-bbox="976 426 1263 466">BCGSA 102</td> <td data-bbox="1263 426 1585 466">Guatemala</td> <td data-bbox="1585 426 2051 466">Non toxique</td> </tr> <tr> <td data-bbox="976 466 1263 505">DOPS 101</td> <td data-bbox="1263 466 1585 505">United Kingdom</td> <td data-bbox="1585 466 2051 505">Toxique</td> </tr> <tr> <td data-bbox="976 505 1263 545">UACH 101</td> <td data-bbox="1263 505 1585 545">Mexique</td> <td data-bbox="1585 505 2051 545">Non toxique</td> </tr> <tr> <td data-bbox="976 545 1263 585">BCGSA 103</td> <td data-bbox="1263 545 1585 585">Guatemala</td> <td data-bbox="1585 545 2051 585">Toxique</td> </tr> <tr> <td data-bbox="976 585 1263 625">DOPS 102</td> <td data-bbox="1263 585 1585 625">United Kingdom</td> <td data-bbox="1585 585 2051 625">Toxique</td> </tr> <tr> <td data-bbox="976 625 1263 665">UACH 102</td> <td data-bbox="1263 625 1585 665">Mexique</td> <td data-bbox="1585 625 2051 665">Non toxique</td> </tr> <tr> <td data-bbox="976 665 1263 705">TNAU 101</td> <td data-bbox="1263 665 1585 705">Inde</td> <td data-bbox="1585 665 2051 705">Toxique</td> </tr> <tr> <td data-bbox="976 705 1263 745">TNAU 102</td> <td data-bbox="1263 705 1585 745">Inde</td> <td data-bbox="1585 705 2051 745">Indian <i>J. integerrima</i> x <i>J. curcas</i></td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="972 805 2067 962">Introduits dans le cadre du projet <i>JATROPT (Jatropha curcas : Applied and Technological Research on Plant traits)</i>, ces géotypes ont tous une productivité élevée et une forte teneur en huile. Trois d'entre eux sont non toxiques (sans ester de phorbol)</p>	Géotype	Origine	Caractéristiques	BCGSA 101	Guatemala	Toxique	BCGSA 102	Guatemala	Non toxique	DOPS 101	United Kingdom	Toxique	UACH 101	Mexique	Non toxique	BCGSA 103	Guatemala	Toxique	DOPS 102	United Kingdom	Toxique	UACH 102	Mexique	Non toxique	TNAU 101	Inde	Toxique	TNAU 102	Inde	Indian <i>J. integerrima</i> x <i>J. curcas</i>
Géotype	Origine	Caractéristiques																														
BCGSA 101	Guatemala	Toxique																														
BCGSA 102	Guatemala	Non toxique																														
DOPS 101	United Kingdom	Toxique																														
UACH 101	Mexique	Non toxique																														
BCGSA 103	Guatemala	Toxique																														
DOPS 102	United Kingdom	Toxique																														
UACH 102	Mexique	Non toxique																														
TNAU 101	Inde	Toxique																														
TNAU 102	Inde	Indian <i>J. integerrima</i> x <i>J. curcas</i>																														

II. RECHERCHE THEMATIQUE

1. Publications scientifiques : 10

ANNEE	ACTIVITES	RESULTATS ET PRODUITS
2016	Dans le but de valoriser les collections de caféiers sauvages, une étude de la diversité phénologique a été conduite depuis 2013 à 2015 sur les deux collections <i>ex-situ</i> de La Réunion et de FOFIFA Kianjavato. Cette étude est réalisée en contribution avec l'IRD, l'association BEC et FOFIFA.	Sortie d'un ouvrage : Caféiers sauvages : Un trésor en péril au cœur des forêts tropicales ! Wild coffee-trees: a threatened treasure in the heart of tropical forests! Couturon E, Raharimalala NE, Rakotomalala JJ , Hamon S, de Kochko A, Guyot R, Hamon P. Association Biodiversité Ecovalorisation et Caféiers Eds. 119p.
2016	Etudes des éléments transposables (ET) des génomes de <i>Coffea</i> .	Sortie d'un article : Partial sequencing reveals the transposable element composition of <i>Coffea</i> genomes and provides evidence for distinct evolutionary stories. Guyot R, Darré T, Dupeyron M, de Kochko A, Hamon S, Couturon E, Cruzillat D, Rigoreau M, Rakotomalala JJ, Raharimalala NE , Akaffou SD, Hamon P. Mol Genet Genomics. 2016 Oct;291(5):1979-90. Les analyses ont montré que les ET très répétés sont principalement les LTR (LTR-RT). Les espèces de l'Afrique occidentale et centrale (<i>Eucoffea</i>) contiendraient la teneur la plus élevée en LTR-RT mais sans forte variation par rapport à la taille de leur génome. Contrairement aux espèces insulaires (<i>Mascarocoffea</i>), une forte variation de LTR-RT a été observée suggérant une dynamique différentielle de ces éléments dans ce groupe. Les informations obtenues dans cette étude améliorent nos connaissances et apportent de nouvelles données sur la composition, l'évolution et la divergence des génomes sauvages de <i>Coffea</i> .
2016	Etude de la diversité, de la transmission et des fonctions des endophytes chez les	Publication sous-forme de poster : Diversity, transmission and biological function of endophytes in <i>Mascarocoffea</i> species.

	<i>Mascarocoffea</i> .	<p>Raharimalala EN, Andriamialiharisoa RF, Ratsimbazafy TTN, Miasamalaza M, Rakotomalala JJ, Hamon P. 2016. Poster 26th ASIC China 2016.</p> <p>Des bactéries et champignons endophytes ont été isolés des différents organes des <i>Mascarocoffea</i>. Cinquante-deux bactéries endophytes ont été isolées à partir de trois accessions de la série <i>Verae</i>. Certaines de ces bactéries ont la capacité de solubiliser le phosphate inorganique, qui pourraient contribuer à la croissance de la plante hôte. Les actinomycètes semblent spécifiques de <i>C. kianjavatensis</i> A602.</p> <p>Concernant les champignons, <i>Corticium</i> est présent dans toutes les espèces de café étudiées, et <i>Penicillium</i>, <i>Rhizoctonia</i>, <i>Pythium</i>, <i>Fusarium</i> et <i>Sclerotium</i> sont les plus fréquents. Le nombre de champignons transmis verticalement à partir des graines aux plantules ou par greffage est très limité. Néanmoins, ce phénomène semble être lié à la réduction par <i>Penicillium</i> du taux de caféine chez <i>C. canephora</i> greffé sur <i>C. perrieri</i>. Plusieurs champignons de <i>C. perrieri</i> et <i>C. alaotraensis</i> ont la capacité de synthétiser l'acide monocaféoylquinique (AC3Q et AC4Q), l'acide chlorogénique (A5CQ), l'acide o-coumarique et les coumarines. Toutes ces substances sont présentes dans les feuilles de la plante hôte.</p> <p>Notre étude est la première centrée sur l'importance des endophytes chez les <i>Mascarocoffea</i>. Il devrait être étendu les autres espèces de <i>Coffea</i> (124) en utilisant des techniques plus précises, en particulier des méthodes moléculaires pour la détermination des taxons d'endophyte, et des appareils modernes pour une meilleure détermination des substances secondaires synthétisées.</p>
2017	Etude de la voie de biosynthèse de la caféine chez les <i>Mascarocoffea</i> , caféiers sauvages naturellement sans caféine.	<p>Sortie d'un article :</p> <p>Caffeine biosynthesis and purine metabolism in leaves of <i>Mascarocoffea</i> species. Eur. Chem. Bull. Wei-Wei Deng, Jean-Jacques Rakotomalala, Chifumi Nagai, and Hiroshi Ashihara, 2017., 2017, 6(6), 223-228 DOI: 10.17628/ecb.2017.6.223-228.</p> <p>La caféine, un alcaloïde purique, n'a pas été détectée dans les feuilles de deux espèces de <i>Mascarocoffea</i>, <i>Coffea millotii</i> et <i>Coffea perrieri</i>. La trigonelline, un alcaloïde pyridine,</p>

		<p>était présente chez ces espèces, mais les niveaux (3 à 4 µmolg⁻¹ poids frais) étaient bien inférieurs à ceux du café Robusta (<i>Coffea canephora</i>) (36 µmolg⁻¹ poids frais). Des expériences utilisant le carbone ¹⁴C ont indiqué que la voie de biosynthèse des alcaloïdes puriques était terminée à la formation de 7-méthylxanthine et que, par conséquent, la théobromine et la caféine n'étaient pas produites chez <i>C. millotii</i> et <i>C. perrieri</i>. À partir des résultats obtenus dans cette étude, les voies métaboliques possibles des purines chez les espèces de <i>Mascarocoffea</i> sont discutées.</p>
2017	Etude de la phylogénie du genre <i>Coffea</i> .	<p>Sortie d'un article :</p> <p>Genotyping-by-sequencing provides the first well-resolved phylogeny for coffee (<i>Coffea</i>) and insights into the evolution of caffeine content in its species GBS coffee phylogeny and the evolution of caffeine content. Perla Hamon, Corrinne E. Grover, Aaron P. Davis , Jean-Jacques Rakotomalala, Nathalie E. Raharimalala, Victor A. Albert, Hosahalli L. Sreenath, Piet Stoffelen, Sharon E. Mitchell, Emmanuel Couturon, Serge Hamon, Alexandre de Kochko, Dominique Crouzillat, Michel Rigoreau, Ucu Sumirat, Sélastique Akaffou, Romain Guyot, 2017. <i>Molecular Phylogenetics and Evolution</i> 109 (2017) 351–361.</p> <p>Cette étude rapporte la première hypothèse phylogénétique presque résolue et largement échantillonnée pour le genre <i>Coffea</i>. Elle résulte de la combinaison de la technologie de génotypage par séquençage (GBS) avec une technologie nouvellement développée, le séquençage de nouvelle génération. Les modèles biogéographiques indiquent soit l'Afrique, soit l'Asie comme localité ancestrale la plus probable pour l'origine des caféiers, avec des radiations indépendantes à travers l'Afrique, l'Asie et les îles de l'Océan Indien (Madagascar et Maurice).</p> <p>L'évolution de la caféine, un trait important pour le commerce et la société, a été évaluée à la lumière de la phylogénie. Une teneur en caféine élevée et constante ne se trouve que chez les espèces des environnements équatoriaux entièrement humides de l'Afrique de l'Ouest et Centrale, qui pourrait être une réponse adaptative à l'augmentation des niveaux</p>

		de prédation par les ravageurs. La production modérée de caféine a cependant évolué au moins une fois dans une lignée malgache (<i>série Verae</i>), ce qui suggère que soit la voie de biosynthèse de la caféine était déjà lieu au cours de l'histoire évolutive précoce du café, ou que la synthèse de la caféine au sein du genre est soumise vers une évolution convergente.
2018	Etude de l'amélioration des caféiers	Sortie d'un article : Chifumi Nagai and Jean-Jacques Rakotomalala, 2018. Breeding caffeine-free coffee beans. pp 14, in Achieving sustainable cultivation of coffee Breeding and quality traits. Edited by: Dr Philippe Lashermes, IRD, France. Burleigh Dodds Science Publishing Limited, 2018.
2019	Etude génomique de la voie de biosynthèse de la caféine chez deux espèces avec et sans caféine : <i>C. canephora</i> et <i>C. humblotiana</i>	Publication sous-forme de poster : Comparative Genomic of caffeine biosynthesis in two species of <i>Coffea</i> : <i>C. canephora</i> and <i>C. humblotiana</i> . Poster à la Réunion de l'école doctorale, Université Agrocampus Ouest Rennes, 2019. Raharimalala EN , Hamon P., Guyot R., Lepelley M., Rakotomalala JJ et Crouzillat D. Afin de comprendre l'évolution des génomes des caféiers et des gènes responsables de la synthèse de la caféine, nous avons réalisé une analyse génomique de l'espèce <i>Coffea humblotiana</i> , originaire de l'archipel des Comores, et dépourvue de caféine. Cette absence a d'abord été confirmée dans les feuilles par HPLC. Ensuite Le génome nucléaire de <i>C. humblotiana</i> a été séquencé par PacBio et assemblé (N50 1.5 Mb) permettant d'analyser sa composition en gènes et son évolution. Huit gènes de N-Méthyltransférases, distribués sur deux loci ont été découverts chez <i>C. humblotiana</i> . Trois d'entre eux sont des pseudogènes dont l'un est issu de l'insertion d'un Rétrotransposon. La structure des gènes XMT, MXMT et DXMT semble fonctionnelle. Toutefois, le gène DXMT montre une délétion au niveau de l'exon 4, pouvant produire une protéine tronquée. Une approche transcriptionnelle déterminera les gènes fonctionnels. Enfin, une comparaison avec le génome de <i>C. canephora</i> montre une évolution très rapide des loci des gènes de N-Méthyltransférases, avec des duplications des gènes en tandem et des insertions fréquentes

		d'éléments transposables.
2020	<p>Etude de la diversité phénotypique de 36 genres de caféiers dans la collection <i>ex-situ</i> de FOFIFA Kianjavato.</p> <p>Les récoltes de données ont été conduites entre 2010 à 2013</p>	<p>Sortie d'un article :</p> <p>Phenotypic diversity assessment within a major ex situ collection of wild endemic coffees in Madagascar, 2020. Rimlinger A., Letort V., <u>Raharimalala N., Rakotomalala JJ.</u>, Crouzillat D., Guyot R., Hamon P., Sabatier S. <i>Annals of Botany</i>, mcaa073.</p> <p>Pour mieux comprendre la diversité phénotypique des <i>Mascarocoffea</i>, nous avons étudié 36 espèces de la collection de Kianjavato à Madagascar. Nous avons trouvé des phénotypes très contrastés comme le rapport masse entre-nœuds sur masse foliaire, la durée de la phase de maturation ainsi que différentes stratégies de reproduction suggérant un schéma complexe de variabilité des traits probablement lié à l'adaptation locale.</p> <p>Ces études fournissent un aperçu de la compréhension de l'évolution de la diversité du genre <i>Coffea</i> liée aux modèles complexes de variabilité des traits phénotypiques. Cela montre également l'importance de la conservation ex situ pour la recherche et pour la reproduction future.</p>
2020	<p>Etude de la phylogénie de 52 espèces du genre <i>Coffea</i> en utilisant les séquences de l'ADN chloroplastique et les marqueurs nucléaires les 28800 SNP.</p>	<p>Sortie d'un article :</p> <p>Complex evolutionary history of coffees revealed by full plastid genomes and 28,800 nuclear SNP analyses, with particular emphasis on <i>Coffea canephora</i> (Robusta coffee), 2020. Charr Jean-Claude, Garavito Andrea, Guyeux Christophe, Crouzillat Dominique, Descombes Patrick, Fournier Coralie, Ly Serigne N., <u>Raharimalala Eva Nathalie, Rakotomalala Jean-Jacques</u>, Stoffelen Piet, Janssens Steven, Hamon Perla, Guyot Romain. <i>Molecular Phylogenetics and Evolution</i>.</p> <p>Une analyse phylogénétique de 52 espèces a été réalisée sur la base du séquençage complet du génome. L'assemblage de génomes chloroplastiques et de 28 800 SNP nucléaires a révélé des relations complexes entre les groupes géographiques en raison de la rétention du polymorphisme chloroplastique ancestral et par hybridation interspécifique sans doublement chromosomique. En particulier, <i>C. canephora</i> présente une histoire évolutive complexe probablement liée à un processus continu de sous-spéciation.</p>

		Ces études fournissent un aperçu de la compréhension de l'évolution de la diversité du genre <i>Coffea</i> liée aux génomes chloroplastiques et nucléaires.
2020	Création d'une base de données des caféiers sauvages répertoriés dans le monde. La base des données dans site a été établie à partir des données des deux collections ex-situ de La Réunion et du FOFIFA Kianjavato.	<p>Sortie d'un article (in press) : WCSdb: A database of Wild <i>Coffea</i> Species, 2020. Guyot R., Hamon P., Couturon E., Raharimalala N., Rakotomalala JJ., Lakkanna S., Sabatier S., Affouard A., Bonnet P., 2020. Guyot Romain, Hamon Perla Couturon Emmanuel, <u>Rakotomalala Jean-Jacques</u>, <u>Raharimalala Eva Nathalie</u>, Lakkanna Sreenath, Sabatier Sylvie, Affouard Antoine, Bonnet Pierre, Sophia Antipolis. Database.</p> <p>Actuellement, 140 espèces de café du genre <i>Coffea</i> et <i>Psilanthus</i> sont recensées dans le monde, dont les deux espèces cultivées, <i>Coffea arabica</i> et <i>Coffea canephora</i>. Une grande partie (60%) de ces espèces sauvages sont classées en danger dans la liste de l'UICN et 45% ne sont conservées dans aucune collection ex situ. Nous avons construit la base de données des caféiers sauvages (http://publish.plantnet-project.org/project/wildcofdb_en), pour stocker les informations sur les 140 espèces de caféier, dont 84 contiennent une galerie de photos et 82 des données de séquençage. La majorité des données sont obtenues à partir des études des collections végétales ex-situ. Cela montre également l'importance de la conservation ex situ pour la recherche et pour la reproduction future.</p>

2. Encadrement d'étudiants : 05 Masters II et 03 Thèses

ANNEE	ACTIVITES	RESULTATS ET PRODUITS
15 mars 2017	<p>Etude de la morphologie pollinique des <i>Mascarocoffea</i>, caféiers sauvages endémiques de Madagascar.</p> <p>Mémoire pour l'obtention du Diplôme de MASTER II Par Voaharinantenaina Rakotomalala Andriamanisa Biologie et écologie végétales Parcours Physiologie et biotechnologie Végétales Université d'Antananarivo, facultés des Sciences Rapporteur FOFIFA : Rakotomalala Jean Jacques</p>	<p>Un mémoire de Master II: « Morphologie pollinique des <i>Mascarocoffea</i>, caféiers sauvages endémiques de Madagascar. »</p> <p>L'étude palynologique en Microscopie photonique a été effectuée sur 56 accessions réparties dans 35 espèces de <i>Mascarocoffea</i>. Après traitement chimique par acétolyse selon la méthode d'Erdtman (1952), les grains de pollen ont été observés et mesurés. Le pollen est du type monade, breviaxe à longiaxe, petite à moyenne taille (10µ à 35µ); le nombre d'aperture varie du 2-,3-,4-colporus; les sillons peuvent être larges ou étroites, avec un amincissement periapertural. L'ornementation de l'exine varie de fovéolée à réticulée à petites mailles. Le grain de pollen dicolporé a été identifié seulement chez les <i>Mascarocoffea</i>; il est absent chez les autres sections botaniques du genre <i>Coffea</i>. La variabilité au niveau de la taille, du type apertural et de l'exine chez <i>Mascarocoffea</i> a permis de distinguer les différentes séries. Tous les caractères étudiés dans la présente étude ont permis de différencier les <i>Mascarocoffea</i> avec les caféiers africains. Des variations polliniques intraflorales ont été identifiées chez les accessions des <i>Mascarocoffea</i>. Malgré cela, l'analyse des différents caractères polliniques n'a pas pu donner une correspondance avec la classification établie par Chevalier (1947).</p>
22 mai 2017	<p>Analyse de la diversité phénotypique de la descendance de caféiers (<i>Coffea</i> sp) trihybrides Ratelo.</p> <p>Mémoire pour l'obtention du Diplôme de MASTER II Par Rakotoniaina Andrisoa Patrice</p>	<p>Un mémoire de Master II : « Analyse de la diversité phénotypique de la descendance de caféiers (<i>Coffea</i> sp) trihybrides Ratelo. »</p> <p>Les travaux ont été effectués à Sahambavy au sein de la station de recherche du FOFIFA. L'objectif de notre travail est d'étudier la diversité phénotypique existante dans la descendance de caféiers</p>

	<p>Biologie et écologie végétales Parcours Systématiques et gestion durable de la diversité végétale Université d'Antananarivo, facultés des Sciences Rapporteur FOFIFA : Rakotomalala Jean Jacques</p>	<p>appartenant au pool des « Ratelo ». Ce dernier, étant un nom générique, est le résultat de la tri-hybridation entre trois (3) espèces de caféier dont <i>Coffea eugenoïdes</i>, <i>Coffea. canephora</i>, <i>Coffea. arabica</i> donnant le GCA et <i>C. eugenoïdes</i>, <i>C. liberica</i> et <i>C. arabica</i> pour former les GXA.</p> <p>154 pieds de jeunes caféiers du site ont été analysés. Les études sont faites sur la caractérisation architecturale de chaque caféier dont l'allométrie foliaire, la vigueur, les paramètres architecturaux et le potentiel productif. Ces paramètres ont aidé à obtenir des données et de les analyser à partir de plusieurs méthodes statistiques : Statistique descriptive, Anova, ACP, CAH, AFD.</p> <p>Les résultats des analyses ont mis en évidence que :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les GCA possèdent peu de stomates, de même elles sont plus vigoureuses et portent des feuilles plus grandes. • Par ailleurs, les descendances des GCA sont les plus productifs grâce à leurs ramifications tertiaires et leur potentiel floral. <p>Ces résultats montrent une importante diversité phénotypique dans la descendance des trihybrides « Ratelo ». Des possibilités d'amélioration de la productivité et de la qualité basées sur le choix pertinent des semences, la multiplication végétative et les procédés post-récoltes sont suggérées.</p>
28 juin 2017	<p>Etude de la diversité du mode de reproduction, de la productivité et de la teneur en caféine des nouveaux caféiers (<i>Coffea sp</i>) trihybrides malgaches RATELO</p> <p>Mémoire pour l'obtention du Diplôme de MASTER II Par Rabakomanantsoa Landry Richard Gabriel</p>	<p>Un mémoire de Master II : « Etude de la diversité du mode de reproduction, de la productivité et de la teneur en caféine des nouveaux caféiers (<i>Coffea sp</i>) trihybrides malgaches RATELO ».</p> <p>Les résultats ont montré une importante diversité des hybrides Ratelo au sein des différents critères étudiés :</p>

	<p>Biologie et Ecologie Végétales Parcours Physiologie et Biotechnologie Végétales Rapporteur FOFIFA : Rakotomalala Jean Jacques</p>	<p>- l'autofertilité varie entre 30 à 40% en moyenne - la teneur en caféine de 866 individus de Ratelo varie de 0,3% à 2,16% en matière sèche. Avec une moyenne de 1,06% MS. - l'analyse sensorielle de certains génotypes a révélé que les Ratelo sont comparable ou même plus apprécié que l'Arabica brésilien. Cette étude a montré la potentialité des Ratelo dans la valorisation et le commerce. Cependant, une mise en place d'une technique de propagation rapide est nécessaire pour la multiplication végétative comme les cultures <i>in vitro</i> ou par semis pour les génotypes qui ont un meilleur taux d'autofertilité.</p>
07 février 2018	<p>Essai de classement des caféiers cultivés, de quelques espèces sauvages endémiques de Madagascar et des hybrides Ratelo par analyse des propriétés chimiques et organoleptiques de leurs graines.</p> <p>Mémoire pour l'obtention du Diplôme de MASTER II Par Raveloarison Avotriniaina Ambinintsoa Fenohanitra Mention : Procédés et Ecologie Industrielle Parcours : Physico-chimie des mélanges complexes Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo. Rapporteur FOFIFA : Rakotomalala Jean Jacques</p>	<p>Un mémoire de Master II : « Essai de classement des caféiers cultivés, de quelques espèces sauvages endémiques de Madagascar et des hybrides Ratelo par analyse des propriétés chimiques et organoleptiques de leurs graines ».</p>
15 oct 2018	<p>Etude des impacts des conditions écologiques sur les propriétés du sol et les caractéristiques des graines de caféier dans la zone Sud-Est de Madagascar.</p> <p>Mémoire pour obtenir le grade de Master II en Sciences Agronomiques Par Tojonirina Serge Charlie RAZAFINDRAKOTO</p>	<p>Un mémoire de Master II : « impacts des conditions écologiques sur les propriétés du sol et les caractéristiques des graines de caféier dans la zone Sud-Est de Madagascar ».</p> <p>Quatre systèmes de culture ont été comparés afin d'évaluer la performance des exploitations caféières dans la zone Sud-Est : (i) une grande exploitation à Satrama (>400ha), sous conduite ombragée (AKES2) et sans ombrage (AKES1), les 2 sites bénéficient</p>

	<p>Mention : Agriculture Tropicale et Développement Durable Parcours : Biofonctionnement des Sols et Environnement Maître de stage : RAKOTOMALALA Jean Jacques</p>	<p>d'apport en matière organique (MO) ; (ii) une exploitation patronale (>10ha), associant caféier-bananier très dense à Ifanadiana (IFAS4) ; (iii) une exploitation familiale sans ombrage (<2ha) avec un système caféier-vivrier à Tsarahafatra (TSAS3).</p> <p>Trois pieds par site de caféier « Congusta » ont été choisis. 2,5kg de cerises mûres ont été récoltées et traitées par voie humide pour évaluer le poids de 100 graines « GR », la longueur « L » et le ratio graine/cerise « RD-G/C ». L'analyse physico-chimique et l'abondance, la diversité et les activités des organismes des sols ont été mesurées.</p> <p>Les résultats montrent que les quatre sites présentent des propriétés physicochimiques favorables pour le caféier. Les conditions écologiques à AKES2 accroissent significativement la densité des microflores totales ($P < 0,0001$) et des macrofaunes ($P < 0,001$) [Oligocheta et Iulida] dans les 10 premiers cm du sol ($P < 0,02$), elles sont deux à trois fois plus élevées par rapport à ceux de TSAS3 et IFAS4. Corrélativement, la profondeur de la couche arable, la teneur en MO et en azote (N) sont élevées à AKES2 et AKES1. Ces variables sont fortement corrélés positivement avec « GR » et « L » ($R > 0,75$), tandis que « RD-G/C » est corrélée avec le pH. Par contre la teneur en P et K^+ n'ont pas d'influence sur les caractéristiques physiques des graines.</p>
2017 - 2020	<ul style="list-style-type: none"> • Jean Jacques Rakotomalala : - Encadrement de la thèse de Nathalie Raharimalala - Différentes missions de suivi et d'orientation à Kianjavato et à Sahambavy • Nathalie Raharimalala & les techniciens : - Récolte des données morphologiques et agronomiques 	<p>En cours de rédaction (thèse Eva Nathalie Raharimalala)</p> <p>Sujet : « Etude des gènes de la voie de biosynthèse de la caféine : Nature ; diversité et évolution du gène responsable de l'absence/présence de la caféine chez les espèces sauvages Malgaches. Quelles applications en sélection ? ».</p>

	<p>des espèces sauvages et des hybrides Ratelo</p> <ul style="list-style-type: none"> - Récolte des échantillons de café vert et de feuilles pour les différentes analyses biochimiques et génétiques. - Récolte des échantillons de café vert pour l'évaluation sensorielle 	Autres résultats dans les publications
30 octobre 2018	<p>Etude de la diversité génétique et sélection génomique d'<i>Eucalyptus robusta</i> à Madagascar Par Rambolarimanana Tahiana École Supérieure des Sciences Agronomiques d'Antananarivo (ESSA), Madagascar Examineur : Rakotomalala Jean Jacques</p>	Une thèse : « Diversité génétique et sélection génomique d'<i>Eucalyptus robusta</i> (Myrtaceae, Smith 1795) à Madagascar »
22 février 2019	<p>Etude des bases génétiques de l'efficacité de l'utilisation de l'azote du riz pluvial à Madagascar Par Rakotoson Luciano Tatiana Spécialité : Biotechnologie Ecole doctorale : Sciences de la vie et de l'environnement Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo Examineur : Rakotomalala Jean Jacques</p>	Une thèse : « Etude des bases génétiques de l'efficacité de l'utilisation de l'azote du riz pluvial (<i>Oryza sativa</i> L) à Madagascar ».
04 mars 2020	<p>Analyse du potentiel qualitatif des cacaos de Madagascar. Par Alexandre CHEN-YEN-SU Spécialité : Agroalimentaire Université de La Réunion Examineur : Rakotomalala Jean Jacques</p>	Une thèse : « Analyse du potentiel qualitatif des cacaos de Madagascar ».

III. PROJETS D'APPUI AU DEVELOPPEMENT

Production de semences de base (Assistance technique aux Projets/Programmes)

ANNEE	OBJECTIFS	ACTIVITES	RESULTATS ET PRODUITS
2016 - 2018	Essai de plantation des Ratelo à Farafangana	<ul style="list-style-type: none"> - Encadrement de la mise en place de la nouvelle plantation de caféiers de la société Kembazanany, Farafangana - Mise en place des plantations - Suivi des plantations 	- Réalisation de la plantation
2018 - 2019	<p>Projet Coffee Land de CRS/FOFIFA :</p> <p>L'objectif général du projet Coffee Land de CRS/FOFIFA est de produire des semences de Canephora biclonal pour les paysans locaux de la région Vatovavy Fito Vinany. Pour se faire, cela nécessite une création de Champs semenciers biconaux (CSB).</p>	<p>Les activités réalisées sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Faire des prélèvements de baguettes des quatre clones de Canephora (SI1900 x 23-1-57 et 25-11-58 x H865) à Lokomby Manakara afin de produire un nombre suffisant de plants pour les CSB - Créer deux CSB (SI1900 x 23-1-57 et 25-11-58 x H865) dans la station FOFIFA - Former les pépiniéristes sur la conduite d'un champ semencier biclonal - Identifier et valider les terrains au niveau des paysans pour la création des CSB 	<p>Les résultats sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Création des deux parcelles CSB (SI1900 x 23-1-57 et 25-11-58 x H865) à Kianjavato sur une surface de 10 ares de chaque soit 100 plants par clones. - Formation de 112 agriculteurs de 5 communes du District de Mananjary-Région Vatovavy-Fitovinany sur les techniques d'entretien des caféiers, du 11 au 17 mars 2018. - Deux séries de formations des agriculteurs sur la caféiculture et la conduite d'une plantation de CSB - Identification de trois sites pour la mise en place des CSB auprès des paysans : (1) Commune Ifanadiana, Kianjavato, (2) Ambohimiarina II, Antsenavolo et (3) Anosiparihy

			<ul style="list-style-type: none"> - Multiplication des quatre clones à Kianjavato après prélèvement des baguettes à Lokomby Manakara. - Multiplication des clones de caféiers pour la création de CSB
Aout – Sept 2019	<p>Programme Défis : L’objectif général est de produire des semences améliorées de caféiers. Pour se faire, une multiplication des clones sélectionnés dans la station Kianjavato a été tout d’abord réalisée afin de créer les champs semenciers biclonaux (CSB).</p>	<p>Les baguettes de Canephora (SI1900 x 23-1-57 et 25-11-58 x H865) ont été prélevées à la Station FOFIFA Ilaka Est et multipliées en parc à bois à la Station FOFIFA Kianjavato.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Transfert et multiplication de caféiers en bac ou en parc à bois des quatre clones de Canephora (SI1900 x 23-1-57 et 25-11-58 x H865).

IV. VALORISATION DES RESULTATS DE LA RECHERCHE ET APPUI A LA DIFFUSION

ANNEE	ACTIVITES	RESULTATS ET PRODUITS
Mars 2016	Conférence-débat effectué à l'IFM Organisé par FOFIFA et l'IRD	Communications orales présentées : - La diversité des caféiers sauvages - Exemple d'utilisation des espèces sauvages : « Les Ratelo »
Novembre 2016	Communication orale à l'ASIC : L'Association Scientifique Internationale du Café (ASIC) est un organisme non gouvernemental, créé en 1966. L'objectif principal de l'association est de rassembler les scientifiques et toutes les autres parties prenantes du café et de ses dérivés (producteurs, commerciaux, industriels, consommateurs) à se concerter sur l'amélioration de la qualité du café et sur les avancés scientifiques dans d'autres domaines comme la santé, la génétique, la biologie moléculaire, l'agronomie, la protection des plantes, l'ingénierie, ... Plus de 500 personnes venant du monde entier ont assisté à la conférence. Les participants ont pu bénéficier de 67 présentations orales et de 200 posters.	Communications orales présentées : Diversity of RATELO, tetraploid threeway interspecific hybrids of coffee created in madagascar” a été présenté par Rakotomalala Jean Jacques à la 26 ^{ème} conférence de l'ASIC de Chine
14-15-16 juin 2017 à Antananarivo	Forum de la recherche 2017, 5 ^{ème} édition	Membre du jury de la session « Biodiversité et les objectifs du développement durable ».
21 au 26 Août 2017	Formation à la gestion de collections de ressources genetiques par CIRAD La Réunion Dans le cadre du projet Germination II	- Types de conservation (ex situ / in situ (parcs, fermes)) - Méthodes de conservation / matériel conservé (graines, plants au

		<p>champ, in vitro, DNA, pollen, jardins botaniques, herbiers)</p> <p>- Ressources génétiques : variétés (modernes, anciennes, locales...), espèces sauvages apparentées, espèces sauvages non apparentées aux espèces cultivées</p> <p>- Collections dynamiques / collections statiques</p>
<p>29-30 novembre-01 décembre 2017 à Fianarantsoa</p>	<p>Participation au forum « Agro-biodiversité, potentiels et perspectives pour Madagascar »,</p>	<p>Communications orales présentées :</p> <p>1- « Diversité des <i>Mascarocoffea</i>, caféiers sauvages endémiques de Madagascar et des îles voisines ». <u>Raharimalala E.N., Rakotomalala J.J.R.,</u> Hamon P., Couturon E.</p> <p>2- « Diversité phénotypique et caractéristiques biochimiques et sensorielles des graines de « Ratelo », nouveaux caféiers trihybrides hautement performants créés à Madagascar ». Rabakomanantsoa L.R.G., Rakotoniaina A.P, <u>Raharimalala N.E.,</u> Davrieux F. Assemat S., <u>Rakotomalala J.J.R.</u></p> <p>3- « Morphologie pollinique des <i>Mascarocoffea</i>, caféiers sauvages endémiques de Madagascar ». Voaharinantenaina R. A., <u>Rakotomalala, J. J. R., Raharimalala, E. N.,</u> Ramavovololona.</p>
<p>20 au 24 novembre 2017</p>	<p>- Rencontres de l'Agroalimentaire en Océan Indien Qualireg, 6ème Edition, Université de Maurice, Réduit – Ile Maurice</p> <p>- Membre de la commission scientifique de sélection des communications orales et affichées</p>	<p>Communication orale présentée :</p> <p>« Diversité phénotypique et caractéristiques biochimiques et sensorielles des graines de « Ratelo », caféiers trihybrides tétraploïdes créés à Madagascar ». <u>Rakotomalala J.J.R.,</u> Davrieux</p>

		F., Assemat S., Rabakoarivelo L.R., Rakotoniaina A.P., <u>Raharimalala E.N.</u>
21 au 24 juin 2018	Salon de l'Industrie de Madagascar (SIM) et « Nuit de l'Innovation Scientifique (NISMA) », Lieu : Zone Forello, Antananarivo	<ul style="list-style-type: none"> • Présentation du produit Ratelo Exhibition et dégustation par le public du nouveau café hybride RATELO. • Communication orale présentée : « Les RATELO, nouveaux caféiers hybrides exclusivement malgaches, issus de la Recherche du FOFIFA ». <u>Rakotomalala Jean Jacques R.</u>

