



RAPPORT FINAL

Opération pilote d'évaluation des impacts environnementaux des filières agricoles (cas du haricot blanc et de la vanille)

Mission effectuée dans le cadre de la Convention N° CN 199 -
2016/MPAE/MIDSP/FCCI/PROSPERER

Auteurs :

Pour le LRI :

Prof. Tantely RAZAFIMBELO-ANDRIAMIFIDY,
Dr. Narindra Harisoa RAKOTOVAO
Dr. HDR Herintsitohaina RAZAKAMANARIVO

Pour l'IRD :

Dr. Alain ALBRECHT

Date : 04 Avril 2017

RESUME EXECUTIF

Le Programme de Soutien aux Pôles de Micro-entreprises Rurales et aux Economies Régionales (PROSPERER), a été mise en place afin d'améliorer les revenus des paysans à travers la diversification des activités agricoles et le développement des filières agro-alimentaires en milieu rural. Dans un souci d'assurer l'impact environnemental de ses activités, le programme PROSPERER a mis en place une démarche de suivi de l'empreinte environnementale des activités.

Le Consortium LRI-IRD a été mandaté pour évaluer les impacts environnementaux des filières agricoles haricot et vanille développées par le Programme PROSPERER dans les Régions Atsinanana et Région d'Itasy. La mission consiste à évaluer les empreintes carbone des exploitations agricoles et des filières étudiées à travers l'application d'un outil adapté nommé TropiC Farm Tool développé par le Consortium LRI-IRD.

Cette mission est une activité pilote qui permettra de vérifier l'adaptabilité de l'outil proposé par le Consortium LRI-IRD aux 9 régions étudiées dans le cadre du projet PROSPERER, voire à l'échelle nationale.

■ **Méthodologie basée sur la caractérisation des exploitations agricoles et des filières étudiées**

La réalisation du mandat a fait appel à d'importantes campagnes de collecte de données sur le terrain que ce soit à travers d'entretiens avec les acteurs locaux soit d'enquêtes au niveau des Micro-entreprises Rurales (MER) soit des mesures directes à l'échelle des champs et parcelles de culture. Les données collectées au niveau des 51 MERs en Région Itasy et 51 MERs également Région Atsinanana ont été compilées et analysées en vue de mettre en exergue la particularité de chaque filière agricole étudiée et de l'innovation apportée par le programme PROSPERER.

■ **Un travail d'inventaire des émissions et des séquestrations de gaz à effet de serre (GES)**

L'approche empreinte carbone débute par l'inventaire des émissions et de séquestration de GES sur tout le processus de production de chaque filière haricot et vanille, ainsi que sur tout l'ensemble de l'exploitation agricole.

■ **Le calcul d'empreinte carbone via l'outil TropiC Farm Tool**

L'empreinte carbone est le bilan des émissions et des absorptions de GES au niveau d'une exploitation ou d'une filière agricole donnée. La mission du Consortium LRI-IRD a abouti au paramétrage de l'outil proposé qui est de ce fait adapté à l'évaluation d'impact environnemental de la filière haricot et vanille.

■ **Une amélioration de l'empreinte carbone des filières agricoles suite à l'intégration des pratiques innovantes**

Des travaux de simulations ont montré que l'intégration des pratiques innovantes au niveau des filières haricot et vanille conduit à la réduction de l'empreinte carbone de ces filières signifiant un impact positif sur l'environnement.

SOMMAIRE

I.	INTRODUCTION.....	7
II.	RAPPEL DES OBJECTIFS DU MANDAT DU CONSORTIUM LRI/IRD.....	8
III.	DEROULEMENT DES ACTIVITES LIEES A LA MISSION.....	8
III.1	PHASE DE PREPARATION.....	8
III.1.1	<i>Collecte des données et informations disponibles sur les deux régions d'intervention et les filières étudiées.....</i>	8
III.1.2	<i>Développement du questionnaire d'enquête.....</i>	9
III.2	PHASE D'ACQUISITION DE DONNEES SUR LE TERRAIN.....	9
III.2.1	<i>Constitution de l'équipe de terrain.....</i>	9
III.2.2	<i>Formation de l'équipe de terrain.....</i>	10
III.2.3	<i>Mission de prospection au niveau de chaque région Itasy et Atsinanana.....</i>	10
III.2.4	<i>Test et ajustement du questionnaire.....</i>	10
III.2.5	<i>Campagne de descente sur le terrain pour l'acquisition des données.....</i>	11
III.2.6	<i>Restitution des travaux de terrain au niveau régional.....</i>	12
III.3	PHASE DE COMPILATION ET DE TRAITEMENT DE DONNEES.....	12
III.3.1	<i>Caractéristiques des MERs enquêtées pour la filière haricot (Région Itasy).....</i>	12
III.3.2	<i>Caractéristiques des MERs enquêtés pour la filière Vanille (Région Atsinanana).....</i>	15
III.3.3	<i>Inventaire des espèces ligneuses dans la Région Atsinanana.....</i>	17
IV.	DEMARCHE METHODOLOGIQUE ADOPTEE POUR L'EVALUATION DE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DES FILIERES AGRICOLES HARICOT ET VANILLE.....	19
IV.1	METHODE D'EVALUATION DE L'EMPREINTE CARBONE DES EXPLOITATIONS AGRICOLES.....	19
IV.1.1	<i>Carte des flux de ressource.....</i>	19
IV.1.2	<i>Sources et puits de gaz à effet de serre à l'échelle de l'exploitation agricole.....</i>	21
IV.2	METHODE D'EVALUATION DE L'EMPREINTE CARBONE DES FILIERES AGRICOLES.....	23
IV.2.1	<i>Filière haricot.....</i>	23
IV.2.2	<i>Filière vanille.....</i>	26
IV.3	PARAMETRAGE DE L'OUTIL TROPIC FARM TOOL.....	28
IV.4	TRAITEMENT STATISTIQUE DES DONNEES.....	29
V.	DESCRIPTION DES MICRO-ENTREPRISES RURALES (MER) OBJETS DE L'ETUDE.....	29
V.1	TYPLOGIE DES MERS DE LA REGION ITASY SUIVANT L'AFFILIATION AU PROGRAMME PROSPERER.....	29
V.2	TYPLOGIE DES MERS DE LA REGION ATSIANANA SUIVANT L'AFFILIATION AU PROGRAMME PROSPERER.....	32
VI.	RESULTATS DE L'EVALUATION D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL FILIERES AGRICOLES DU PROGRAMME PROSPERER.....	34
VI.1	EMPREINTE CARBONE DES EXPLOITATIONS AGRICOLES DE LA REGION ITASY ET DE LA REGION ATSIANANA.....	34
VI.1.1	<i>Emissions et stockage de gaz à effet de serre à l'échelle de l'exploitation agricole de la Région Itasy.....</i>	36
VI.1.2	<i>Emissions et stockage de gaz à effet de serre à l'échelle de l'exploitation agricole de la Région Atsinanana.....</i>	37
VI.2	IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DE LA FILIERE HARICOT - REGION ITASY.....	38
VI.2.1	<i>Les pratiques innovantes proposées par le programme PROSPERER pour la filière haricot.....</i>	38
VI.2.2	<i>Empreinte carbone de la filière haricot – Région Itasy.....</i>	40
VI.2.3	<i>Emissions et stockage de GES de la filière haricot – Région Itasy.....</i>	40

VI.3	IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DE LA FILIERE VANILLE - REGION ATSIANANA	42
VI.3.1	<i>Les pratiques innovantes proposées par le programme PROSPERER</i>	42
VI.3.2	<i>Empreinte carbone de la filière vanille – Région Atsinanana.....</i>	43
VI.3.3	<i>Emissions et stockage de GES de la filière vanille – Région Atsinanana</i>	43
VI.4	SIMULATION D’IMPACT ENVIRONNEMENTAL DES FILIERES AGRICOLES DEVELOPPEES PAR LE PROGRAMME PROSPERER	45
VI.4.1	<i>Simulation d’impact environnemental de la filière haricot – Région Itasy</i>	45
VI.4.2	<i>Simulation d’impact environnemental de la filière vanille – Région Atsinanana.....</i>	52
VII.	CONCLUSION GENERALE	58
	ANNEXE 1: CANEVAS DE LA FORMATION DE L’EQUIPE DE TERRAIN	I
	ANNEXE 2 : QUESTIONNAIRE UTILISE DANS LE CADRE DE L’ETUDE DE L’EMPREINTE CARBONE DE LA FILIERE HARICOT DU PROGRAMME PROSPERER.....	III
	ANNEXE 3 : QUESTIONNAIRE UTILISE DANS LE CADRE DE L’ETUDE DE L’EMPREINTE CARBONE DE LA FILIERE VANILLE DU PROGRAMME PROSPERER.....	XVIII
	ANNEXE 4 : BASE DE DONNEES SUR LES MERS ENQUETES DANS LA REGION ITASY	XXXI
	ANNEXE 5 : BASE DE DONNEES SUR LES MERS ENQUETEES DANS LA REGION ATSIANANANA.....	XXXIV
	ANNEXE 6 : RECAPITULATIF SUR LES ESPECES LIGNEUSES NON LIEES A LA VANILLE	XXXVIII
	ANNEXE 7 : RECAPITULATIF SUR LES ESPECES LIGNEUSES LIEES A LA VANILLE.....	XLIII

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1: CALENDRIER EFFECTIF DES TRAVAUX SUR LE TERRAIN POUR LA COLLECTE DES DONNEES.....	11
TABLEAU 2: SYNTHÈSE DES CARACTÉRISTIQUES DES MERS ENQUETES DANS LA REGION ITASY	12
TABLEAU 3 : RECAPITULATIF SUR LES DONNEES DES PARCELLES CARACTERISANT LES MERS ENQUETES POUR LA REGION ITASY.....	14
TABLEAU 4 : SYNTHÈSE DES CARACTÉRISTIQUES DES MERS ENQUETES DANS LA REGION ATSIANANA	15
TABLEAU 5 : RECAPITULATIF SUR LES DONNEES DES PARCELLES CARACTERISANT LES MERS ENQUETES.....	17
TABLEAU 6 : LEGENDE DES ICONES UTILISEES DANS L'ELABORATION DES CARTES DES FLUX DE RESSOURCE	21
TABLEAU 7 : INVENTAIRES DES SOURCES ET PUIXS DE GES A L'ECHELLE DE L'EXPLOITATION AGRICOLE	22
TABLEAU 8 : INVENTAIRES DES SOURCES ET PUIXS DE GES DE LA FILIERE HARICOT	24
TABLEAU 9 : INVENTAIRES DES SOURCES ET PUIXS DE GES DE LA FILIERE VANILLE	27
TABLEAU 10: CATEGORIES DE MER DE LA REGION ITASY PROPOSEES PAR LE PROGRAMME PROSPERER	30
TABLEAU 11 : DESCRIPTION ET CARACTÉRISTIQUES DES MERS OBJET DE L'ETUDE SUR LA REGION ITASY.....	31
TABLEAU 12 : CATEGORIES DE MER DE LA REGION ATSIANANA PROPOSEES PAR LE PROGRAMME PROSPERER.....	32
TABLEAU 13 : DESCRIPTION ET CARACTÉRISTIQUES DES MERS OBJET DE L'ETUDE SUR LA REGION ATSIANANA	33
TABLEAU 14 : DEFINITION DES SCENARII D'ADOPTION DES PRATIQUES INNOVANTES ET DE DEVELOPPEMENT DE LA FILIERE HARICOT A L'ECHELLE DES MERS SUITE A L'INTERVENTION DU PROGRAMME PROSPERER.....	48
TABLEAU 15 : SIMULATION D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DE LA FILIERE HARICOT SUIVANT DES SCENARII D'ADOPTION DES PRATIQUES INNOVANTES PROPOSEES PAR LE PROGRAMME PROSPERER.....	48
TABLEAU 16 : DEFINITION DES SCENARII D'ADOPTION DES PRATIQUES INNOVANTES ET DE DEVELOPPEMENT DE LA FILIERE VANILLE SUITE A L'INTERVENTION DU PROGRAMME PROSPERER	57
TABLEAU 17 : SIMULATION D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DE LA FILIERE VANILLE SUIVANT DES SCENARII D'ADOPTION DES PRATIQUES INNOVANTES PROPOSEES PAR LE PROGRAMME PROSPERER.....	57

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : CARTE DE LOCALISATION DES MERS ENQUETES DANS LA REGION ITASY	13
FIGURE 2 : CARTE DE LOCALISATION DES MERS ENQUETES DANS LA REGION ATSIANANA.....	16
FIGURE 3: EXEMPLE DE CARTE DES FLUX DE RESSOURCE D'UNE EXPLOITATION AGRICOLE APPUYEE PAR LE PROGRAMME PROSPERER DANS LA REGION ITASY	20
FIGURE 4 : EXEMPLE DE CARTE DES FLUX DE RESSOURCE D'UNE EXPLOITATION AGRICOLE APPUYEE PAR LE PROGRAMME PROSPERER DANS LA REGION ATSIANANA.....	20
FIGURE 5: DEFINITION ET DELIMITATION DU SYSTEME ETUDIE POUR LA FILIERE HARICOT	23
FIGURE 6 : DEFINITION ET DELIMITATION DU SYSTEME ETUDIE POUR LA FILIERE VANILLE	26
FIGURE 7: PRESENTATION DES RESULTATS DE L'EMPREINTE CARBONE DE LA FILIERE HARICOT DANS TROPIC FARM TOOL.....	28
FIGURE 8: PRESENTATION DES RESULTATS DE L'EMPREINTE CARBONE DE LA FILIERE VANILLE DANS TROPIC FARM TOOL.....	29
FIGURE 9: COMPARAISON ENTRE EMPREINTE CARBONE (EC) DES EXPLOITATIONS AGRICOLES DE LA REGION ITASY ET DE LA REGION ATSIANANA. UNE DIFFERENCE SIGNIFICATIVE DE L'EC ($P < 0,0001$; $\alpha = 0,05$) A ETE OBSERVEE ENTRE LES EXPLOITATIONS DE LA REGION ITASY ET LA REGION ATSIANANA. AUCUNE DIFFERENCE SIGNIFICATIVE A ETE OBSERVEE ENTRE LES EXPLOITATIONS TEMOIN, APPUYE ET LEADER POUR CHAQUE REGION.	34
FIGURE 10 : EMISSIONS ET STOCKAGE DE GAZ A EFFET DE SERRE AU NIVEAU DES EXPLOITATIONS AGRICOLES DE LA REGION ITASY ET DE LA REGION ATSIANANA. VALEURS EXPRIMEES EN TONNE DE DIOXYDE DE CARBONE EQUIVALENT PAR UNITE DE SURFACE.	36
FIGURE 11 : EMISSIONS ET STOCKAGE DE GAZ A EFFET DE SERRE AU NIVEAU DES EXPLOITATIONS AGRICOLES DE LA REGION ITASY. COMPARAISON ENTRE LES CATEGORIES D'EXPLOITATION TEMOIN, APPUYE ET LEADER.....	37
FIGURE 12 : EMISSIONS ET STOCKAGE DE GAZ A EFFET DE SERRE AU NIVEAU DES EXPLOITATIONS AGRICOLES DE LA REGION ATSIANANA. COMPARAISON ENTRE LES CATEGORIES D'EXPLOITATION TEMOIN, APPUYE ET LEADER	38
FIGURE 13: EMPREINTE CARBONE (EC) DE LA FILIERE HARICOT SUIVANT LES TROIS CATEGORIES DE MERS TEMOINS, APPUYES ET LEADERS DANS LA REGION ITASY. BILAN GENERAL EXPRIME EN tCO_2e , EC RAPPORTEE A L'UNITE DE SURFACE EXPRIMEE EN $\text{tCO}_2\text{e}/\text{ha}$ ET EC RAPPORTEE A L'UNITE DE PRODUCTION ANNUELLE DE HARICOT EXPRIMEE EN $\text{tCO}_2\text{e}/\text{T}$ DE HARICOT.....	41

FIGURE 14: EMISSIONS ET STOCKAGE DE GAZ A EFFET DE SERRE DE LA FILIERE HARICOT – REGION ITASY	41
FIGURE 15: EMPREINTE CARBONE (EC) DE LA FILIERE VANILLE SUIVANT LES TROIS CATEGORIES DE MERs TEMOINS, APPUYES ET LEADERS DANS LA REGION ATSIANANA. BILAN GENERAL EXPRIME EN TCO ₂ E, EC RAPPORTEE A L'UNITE DE SURFACE EXPRIMEE EN TCO ₂ E/HA ET EC RAPPORTEE A L'UNITE DE PRODUCTION EXPRIMEE EN TCO ₂ E/KG DE GOUSSE DE VANILLE VERTE.....	44
FIGURE 16: EMISSIONS ET STOCKAGE DE GAZ A EFFET DE SERRE DE LA FILIERE VANILLE – REGION ATSIANANA.....	44
FIGURE 17 : EMISSIONS ET STOCKAGE DE GES DE LA FILIERE HARICOT A L'ETAT INITIAL PRIS COMME REFERENCE A LA SIMULATION D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL	47
FIGURE 18 : EMISSIONS ET STOCKAGE DE GES SUIVANT DES SCENARII D'ADOPTION DES PRATIQUES INNOVANTES PROPOSEES PAR LE PROGRAMME PROSPERER SUR LA FILIERE HARICOT	51
FIGURE 19 : SIMULATION DE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DE LA FILIERE HARICOT SUIVANT L'EVOLUTION DE L'ADOPTION DES PRATIQUES INNOVANTES PROPOSEES PAR LE PROGRAMME PROSPERER	51
FIGURE 20 : EMISSIONS ET STOCKAGE DE GES DE LA FILIERE VANILLE A L'ETAT INITIAL PRIS COMME REFERENCE A LA SIMULATION D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL	53
FIGURE 21 : EMISSIONS ET STOCKAGE DE GES SUIVANT DES SCENARII D'ADOPTION DES PRATIQUES INNOVANTES PROPOSEES PAR LE PROGRAMME PROSPERER SUR LA FILIERE VANILLE.	56
FIGURE 22 : SIMULATION DE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DE LA FILIERE VANILLE SUIVANT L'EVOLUTION DE L'ADOPTION DES PRATIQUES INNOVANTES PROPOSEES PAR LE PROGRAMME PROSPERER (ESTIMATION A 4 ANS APRES LA PLANTATION DE LA VANILLE).....	56

LISTE DES PHOTOS

PHOTO 1: PARCELLE DE RIZIERE D'UN MER APPUYE SUIVIE D'UNE CULTURE DE HARICOT EN CONTRE SAISON	14
PHOTO 2: PARCELLE EN ROTATION HARICOT/MANIOC D'UN PRODUCTEUR TEMOIN (ICI: MANIOC)	14
PHOTO 3 : OPERATION D'INVENTAIRE DE LIGNEUX DANS UNE PARCELLE DE VANILLE	18
PHOTO 4 : OPERATION D'INVENTAIRE DE LIGNEUX DANS UNE PARCELLE DE VANILLE	18
PHOTO 5 : MESURE DU DHP	18

I. Introduction

Madagascar compte aujourd'hui environ 24 millions de population dont plus de trois quarts vient du milieu rural. C'est un pays classé parmi les plus pauvres avec un PNB de 404 US\$ par habitant (en 2014). L'agriculture tient une place importante pour le pays car c'est un secteur qui est responsable pour 86% de l'emploi en milieu rural.

Dans ce contexte, le FIDA soutient le pays à travers (i) l'amélioration de la gestion des risques et la réduction de la vulnérabilité des ruraux pauvres en leur donnant plus largement accès aux ressources et aux services, (ii) l'amélioration des revenus des ruraux pauvres par la diversification des activités agricoles et la promotion de l'entrepreneuriat rural et (iii) la professionnalisation les petits producteurs et leurs organisations pour les associer plus étroitement au développement économique et au dialogue sur les politiques.

Le Programme de Soutien aux Pôles de Micro-entreprises Rurales et aux Economies Régionales (PROSPERER), a été mise en place afin d'améliorer les revenus des paysans à travers la diversification des activités agricoles et la promotion de l'entrepreneuriat rural. Le programme cible les ménages ruraux qui à travers leurs activités entrepreneuriales sont considérées comme étant des Micro-entreprises rurales ou MER. Ces MER sont ainsi les premières bénéficiaires cibles du programme.

Le programme contribue ainsi au développement des filières agro-alimentaires et d'autres secteurs de l'entrepreneuriat en milieu rural. Ces activités productives génèrent des bénéfices et permettent d'améliorer le niveau de vie des bénéficiaires. Il contribue à la lutte contre la pauvreté et l'insécurité alimentaire.

Le programme est actuellement effectué sur 9 régions où plusieurs filières et services ont été sélectionnés en fonction de leur potentiel de développement et de leurs éventuels impacts sur la vie des ménages les plus pauvres afin qu'ils puissent jouer un rôle dans le développement économique local. Parmi ces filières, on peut citer les filières agricoles (les fruits et leur transformation, le maraichage, le haricot, la vanille, le café, etc.), les filières basées sur des ressources naturelles (miel, raphia, soie, etc.) et les l'artisanat.

Toutefois, ces activités génératrices de revenus peuvent consommer des ressources naturelles et exercer une pression sur l'environnement. Aussi dans un souci d'assurer l'impact environnemental de ses activités, le programme PROSPERER a mis en place une démarche de mise en place d'outil pour le suivi de l'empreinte environnementale des activités qu'ils développent à travers l'outil Empreinte Carbone. Le Consortium LRI-IRD (né en 2002 de la collaboration entre le Laboratoire des Radio Isotopes de l'Université d'Antananarivo et l'Institut de Recherche pour le Développement de Montpellier, en France) a développé un outil innovant pour l'évaluation des impacts environnementaux des pratiques agroécologiques à travers le calcul de l'empreinte carbone d'une exploitation, l'empreinte carbone étant le bilan des émissions et des absorptions de gaz à effet de serre (GES) au niveau d'une exploitation donnée. Cet outil, nommé TropiC Farm Tool, est un calculateur des émissions et absorptions de GES, établis et calibrés à partir de l'étude du fonctionnement des exploitations rurales malgache, prenant en compte la typologie existante des exploitations agricoles permettant d'effectuer des diagnostics à différentes échelles (parcelle, exploitation, filière, etc.). L'utilisation de cet outil nécessite la compréhension du fonctionnement de

l'exploitation à travers l'établissement des cartes de flux de ressource. C'est donc un outil de diagnostic, de prédiction et d'aide à la décision.

II. Rappel des Objectifs du Mandat du Consortium LRI/IRD

Ce mandat a pour objectif d'évaluer les impacts environnementaux des filières Vanille et Haricot, développées par le Programme PROSPERER dans la Région Atsinanana et Région d'Itasy respectivement à travers le développement d'un outil adapté qui permet de mesurer l'impact des filières Vanille et Haricot sur l'Empreinte Carbone des exploitations agricoles ou des MERs, bénéficiaires cibles du programme. L'outil développé prendra en compte toutes les composantes des exploitations (pratiques agricoles, élevage, utilisation de combustibles fossiles, etc.) qui pourront être affectées par le développement de ces filières.

Cette mission est une activité pilote qui permettra de vérifier l'adaptabilité de l'outil proposé par le Consortium LRI-IRD aux 9 régions étudiées dans le cadre du projet PROSPERER, voire à l'échelle nationale.

III. Déroulement des activités liées à la mission

La mission a été exécutée en trois phases : phase de préparation, phase d'acquisition de données et une phase de compilation et d'analyses de données et enfin de calibration de l'outil. Pour chaque phase, les activités prévues sont présentées ci-dessous.

III.1 Phase de préparation

III.1.1 Collecte des données et informations disponibles sur les deux régions d'intervention et les filières étudiées.

En collaboration avec le personnel du programme PROSPERER, toutes les informations disponibles sur les Régions Est (Atsinanana, Analanjirofo) et Centre (Itasy) faisant objet de la présente intervention ont été recueillies à travers des ressources bibliographiques existantes, de base de données, des documents de travail disponibles au niveau du programme PROSPERER et des entretiens effectués auprès des responsables de sites du programme PROSPERER dans la Région Itasy et la Région Atsinanana. Ces informations ont concerné : les données physiques générales (comme l'étendu de la zone, nombre de population), les données détaillées sur les filières vanille et haricot (importance, variantes, itinéraires techniques, etc.) et l'importance (les caractéristiques, le nombre, la distribution, les détails des autres activités existantes, etc ...) des exploitations encadrées par le projet. Un listing des MERs à étudier et leur classification ont été effectués avec les responsables régionaux du programme PROSPERER. Ainsi, 50 MERs ont été sélectionnées dans les deux zones selon le degré décroissant de l'intégration de leur activité dans le cadre du Programme PROSPERER. Trois catégories ont été distinguées :

- MERs leaders : ce sont les MERs les plus intégrés dans le cadre des activités du programme PROSPERER. Ces MERs peuvent servir de relais entre le Programme et les autres exploitants MERs appuyés.

- MERs appuyés : ce sont les MERs qui intègrent également les activités proposées par le Programme mais à un degré moindre que les MERs leader. Ils ont reçus des formations sur les techniques développées par le Programme
- MERs témoins : ce sont les MERs qui ne suivent pas encore les activités proposées par le Programme

III.1.2 Développement du questionnaire d'enquête

Les questionnaires d'enquête utilisés ont été modifiés à partir de ceux établis par Rakotovao en 2011 et inspirés des travaux de caractérisation des fermes agricoles africaines effectués par Tiftonell et al. (2005)

D'autres questions et rubriques plus spécifiques ont été ajoutées en fonction des informations recueillies lors des discussions effectuées avec les responsables de site du programme PROSPERER. Les questionnaires contenaient à la fois des questions ouvertes et fermées, afin de permettre une meilleure caractérisation du fonctionnement des exploitations.

Dans le cadre de la présente étude, le développement du questionnaire a été axé sur la collecte des informations pouvant être directement utilisées pour le calcul des bilans carbone des exploitations agricoles d'une part, et la collecte des données utiles pour l'interprétation et l'analyse des empreintes carbone obtenues, d'autre part.

III.2 Phase d'acquisition de données sur le terrain

Les actions sur le terrain correspondent à la phase d'acquisition des données au niveau des zones d'étude. Elles incluent les étapes indispensables à la bonne conduite des différents travaux sur le terrain, entre autres :

- la constitution des équipes qui effectueront les travaux de terrain,
- la collecte des formations préalables aux descentes sur terrain dispensées à ces équipes,
- la réalisation d'une mission de prospection au niveau de chaque région concernée dans la présente étude,
- le test sur le terrain du questionnaire afin de confirmer tout besoin d'ajustement,
- l'acquisition proprement dite des données nécessaires à l'évaluation de l'empreinte carbone à travers des campagnes de descente sur terrain,
- les séances de briefing après chaque campagne de terrain pour des ré-orientations et ajustement des prochaines missions.

III.2.1 Constitution de l'équipe de terrain

Suite au processus de recrutement, deux équipes ont été constituées pour les travaux de collecte de données sur le terrain. Chaque équipe étant constituée d'un chef d'équipe ingénieur agronome et de deux enquêteurs techniciens. Les tâches attribuées à chaque membre de l'équipe ont été définies dans les termes de référence fournis par le consortium LRI/IRD au moment du recrutement. Chaque équipe a travaillé sur une région et filière donnée au départ. Néanmoins, une fois les travaux terminés pour la Région Itasy, du fait de sa proximité par rapport à la Région Atsinanana, l'ensemble des équipes a rejoint la Région Atsinanana pour terminer les travaux de terrain.

III.2.2 Formation de l'équipe de terrain

Des séances de formations réalisées dans les locaux du LRI les 14 et 15 novembre 2016 ont été dispensées auprès des membres des équipes afin d'assurer la bonne marche des phases opérationnelles sur le terrain et de traitement de données. La formation a comporté :

(i) une phase théorique présentant l'objet de la mission, les résultats attendus et la notion d'impact environnemental en termes d'empreinte carbone d'une filière agricole ainsi que la présentation et l'analyse du questionnaire d'enquête pour le terrain. Le canevas de la formation est annexé à ce rapport (cf. annexe 1).

(ii) la phase pratique de la formation a eu pour principal objectif de réaliser différentes mesures de surface, de biomasse et dendrométriques requises à la présente étude.

III.2.3 Mission de prospection au niveau de chaque région Itasy et Atsinanana

Afin de mieux organiser les différentes campagnes d'acquisition des données, une mission de prospection au niveau de chaque région Itasy et Atsinanana ont été réalisées respectivement par les deux chefs d'équipe à l'amont des travaux de collecte de données sur le terrain. Cette mission s'est déroulée du 28 novembre au 02 décembre 2016. Les principaux objectifs de cette descente étaient d'établir une prise de contact avec les équipes régionales du programme PROSPERER, d'identifier et de localiser les MERs objets de l'étude ainsi que d'organiser l'ensemble de la logistique pour la suite des opérations de collecte de données sur le terrain.

Diverses rencontres et réunions avec les responsables régionaux du programme PROSPERER ont été ainsi effectuées durant cette mission de prospection.

III.2.4 Test et ajustement du questionnaire

Le questionnaire utilisé pour cette étude a été inspiré du questionnaire préalablement établi par le consortium LRI-IRD dans le cadre d'un précédent projet. Il s'agit donc dans le présent contexte de modifier le questionnaire pour qu'il soit adapté à l'étude de l'empreinte carbone des filières agricoles haricot et vanille.

Le questionnaire ainsi adapté se divise en trois grandes parties. La première partie concerne les caractéristiques générales de l'exploitation agricole telles que l'identification et la localisation des exploitations, l'affiliation ou non au programme PROSPERER, les caractéristiques du système d'élevage et la consommation d'énergie (fossile et renouvelable).

La deuxième partie du questionnaire vise à collecter les informations relatives aux filières étudiées haricot / vanille. Il s'agit du type d'affiliation de chaque MER au programme PROSPERER (leader, appuyé, témoin), de l'adoption des techniques agricoles diffusées par le programme PROSPERER ainsi que des itinéraires techniques suivies par les MER pour les cultures de haricot et de vanille.

La troisième partie du questionnaire concerne les fiches parcelles permettant de collecter toutes les informations sur la localisation, l'historique, les systèmes de culture, les intrants et les productions agricoles sur chaque parcelle de culture.

Une phase test et ajustement du questionnaire adapté a été réalisée du 05 au 09 décembre à Mahanoro, Région Atsinanana. Cette phase pratique sur le terrain a eu pour principal objectif d'appliquer le questionnaire en milieu réel pour une meilleure compréhension de celui-ci. La Région Atsinanana a été retenue pour ce test en raison des systèmes agricoles notamment d'agroforesterie et de foresterie impliquant les cultures de vanille qui sont plus complexes par rapport à ceux de la filière haricot en Région Itasy. Des modifications mineures relatives à la mise en forme de la présentation des fiches parcelles ont été ainsi apportées pour aboutir au questionnaire définitif (Cf. annexe 2 et annexe 3).

III.2.5 Campagne de descente sur le terrain pour l'acquisition des données

Vu les propositions de la programmation des activités sur le terrain lors du livrable précédent, le calendrier des activités de terrain réalisées est présenté dans le Tableau 1.

Chaque campagne de terrain est suivie d'une réunion ou séance de briefing avec l'ensemble de toute l'équipe dans l'objectif de faire des mises au point sur l'avancement des travaux et d'analyser les éventuels blocages rencontrés durant les missions pour pouvoir en apporter les solutions correspondantes.

Tableau 1: Calendrier effectif des travaux sur le terrain pour la collecte des données

Période	Activités	Principaux résultats
28 novembre au 02 décembre 2016	Prospection dans chaque zone par les chefs d'équipe	- Contacts avec les agents régionaux de PROSPERER - Liste provisoire des MERs à enquêter - Arrangements logistiques nécessaires
05 au 09 décembre 2016	Test du questionnaire à Mahanoro et séance de briefing	- Modifications relatives à la mise en forme de la présentation des fiches parcelles
13 décembre-24 décembre 2016	1 ^{ère} campagne de terrain en Région Itasy	16 MERs enquêtées dont : - 4 MERs leaders - 10 MERs appuyés et - 2 MERs témoins
12 au 24 décembre 2016	1 ^{ère} campagne de terrain en Région Atsinanana	10 MERs ont été enquêtées dont : - 9 MERs appuyés - 1 MRE témoin
10 Janvier au 02 Février 2017	2 ^{ème} campagne de terrain en Région Itasy	34 MERs enquêtées dont : - 8MERs leaders - 16 MERs appuyés et - 10 (+1) MERs témoins
10 janvier au 02 février 2017	2 ^{ème} campagne de terrain en Région Atsinanana	24 MERs ont été enquêtées dont : - 1 MER leader - 14 MERs appuyés - 9 MERs témoins

10 au 23 février 2017	3 ^{ème} campagne de terrain en Région Atsinanana	15 MERs ont été enquêtées dont : - 1 MER leader - 11 MERs appuyés - 3 MERs témoins
------------------------------	---	---

III.2.6 Restitution des travaux de terrain au niveau régional

Au terme des travaux de terrain pour la collecte des données, des séances de restitution ont été réalisées par chaque équipe au niveau des antennes régionales du programme PROSPERER. Il s'agissait de présenter l'ensemble des activités effectuées par l'équipe du consortium LRI/IRD ainsi que de montrer les premiers résultats obtenus de la collecte de données. Les différents blocages rencontrés lors des campagnes de descente sur le terrain ainsi que faits marquants constatés durant les différentes missions ont été discutés pour pouvoir émettre des perspectives pour la suite des activités.

III.3 Phase de compilation et de traitement de données

Les données récoltées pour chaque filière ont été compilées et traitées pour donner une caractérisation générale des filières.

III.3.1 Caractéristiques des MERs enquêtées pour la filière haricot (Région Itasy)

Pour la zone Itasy, 51 MERs ont été enquêtés à partir d'une liste provisoire établie lors des travaux de prospection et conjointement avec les agents régionaux de PROSPERER. Des ajustements de catégorisation ont été effectués pour certains MERs. La répartition des MERs dans chaque fokontany enquêtés sont listés dans le Tableau 2 ci-dessous et la Figure 1. La liste finale de ces MERs est présentée en Annexe 4.

Tableau 2: Synthèse des caractéristiques des MERs enquêtés dans la Région Itasy

Communes	Fokontany	Leaders	Appuyés	Témoins	Total
Ampary	Ampary	1	1	4	6
Soavinandriana	Ambohibary	1	2	1	4
	Ambohimita	1	5	2	8
	Ampitsaharana	4			4
	Avaratsena Soavinandriana	1			1
	Antranoroa	1	2		3
	Befaritra	1	1	3	5
	Sahapetraka	2	6		8
	Soavinandriana ambony			1	1
	Tamoronala	1	7	3	11
		13	24	14	51



Photo 1: Parcelle de rizière d'un MER appuyé suivie d'une culture de haricot en contre saison



Photo 2: Parcelle en rotation haricot/manioc d'un producteur témoin (ici: manioc)

Le Tableau 3 ci-après récapitule les statistiques descriptives des parcelles de ces MERs. En somme, 458 parcelles ont été visitées donnant au total 104 ha de superficie. La parcelle plantée en haricot concerne 46,77 ha. Au niveau du nombre de parcelles par type de MERs, les 3 catégories de MERs présentent en moyenne le même nombre de parcelles exploitées avec une valeur de 9 parcelles. Le minimum enregistré est de 2 parcelles appartenant à un paysan appuyé et le maximum est de 18 appartenant à cette même catégorie.

Tableau 3 : Récapitulatif sur les données des parcelles caractérisant les MERs enquêtés pour la Région Itasy

		Total superficie exploitée (ha)	Superficie des parcelles plantées en haricot (ha)	Nombre de parcelles
Ensemble	Total	104,01	46,77	458
	Moyenne	2,04	0,92	9
	Minimum	0,27	0,01	2
	Maximum	17,27	7,05	18
MERs Leaders	Total	30,82	18,94	118
	Moyenne	2,37	0,93	9
	Minimum	0,95	0,24	4
	Maximum	4,35	1,93	14
MERs Appuyées	Total	32,82	15,74	219
	Moyenne	1,37	0,66	9
	Minimum	0,50	0,01	2
	Maximum	3,53	2,46	18
MERs Témoins	Total	40,36	12,09	121
	Moyenne	2,88	0,93	9
	Minimum	0,27	0,24	4
	Maximum	17,27	1,93	13

La superficie totale aménagée par paysan varie largement allant de 0,27 ha à 17,27 ha. En moyenne, les producteurs appuyés possèdent la plus faible superficie totale (1,37 ha), suivi des producteurs leaders (2,37 ha) et les producteurs témoins (2,88 ha). De même, la superficie de parcelles destinées à la culture du haricot affiche une grande variation qui peut passer de 0,01 ha à 7,05 ha. Les producteurs témoins cultivent le plus d'haricot en termes de superficie (1,35 ha en moyenne), suivis des producteurs leaders (0,93 ha en moyenne), puis des producteurs appuyés (0,59 ha en moyenne).

III.3.2 Caractéristiques des MERs enquêtés pour la filière Vanille (Région Atsinanana)

Pour cette filière, 51 MERs ont été enquêtés la liste de base établie avec les responsables du Programme. Toutefois, la liste a été en partie modifiée à cause de non disponibilité de certains MERs lors de la période d'enquête ou du refus de certains MERs prévus dans la liste. La liste finale de ces MERs est présentée en annexe 5 de ce présent rapport.

Certains MERs enquêtées, bénéficiaires des formations octroyées par le programme, ne disposaient pas encore de code d'identification. Ces MERs ont été retenues du fait de l'effectivité de leur collaboration dans le cadre du Programme. Il est également à noter que pour le cas de la filière vanille, 2 MERs leader seulement ont été recensés du fait de la jeunesse implication du Programme dans cette filière.

Les caractéristiques de ces 51 MERs enquêtées par région peuvent être résumées dans le Tableau 4. La répartition de ces MERs sur la zone d'étude est présentée par la Figure 2

Tableau 4 : Synthèse des caractéristiques des MERs enquêtées dans la Région Atsinanana

Communes	Fokontany	Catégorie des MERs			Total
		Leader	Appuyé	Témoin	
Ambodiharina	Ampanalana	1	13	2	16
	Benavony	-	-	6	6
Andranambomaro	Andranotsara	-	4	1	5
Masomeloka	Lokia	-	4	-	4
	Manakana Ankaranila	-	1	3	4
	Masomeloka	1	14	1	16
Total		2	36	13	51

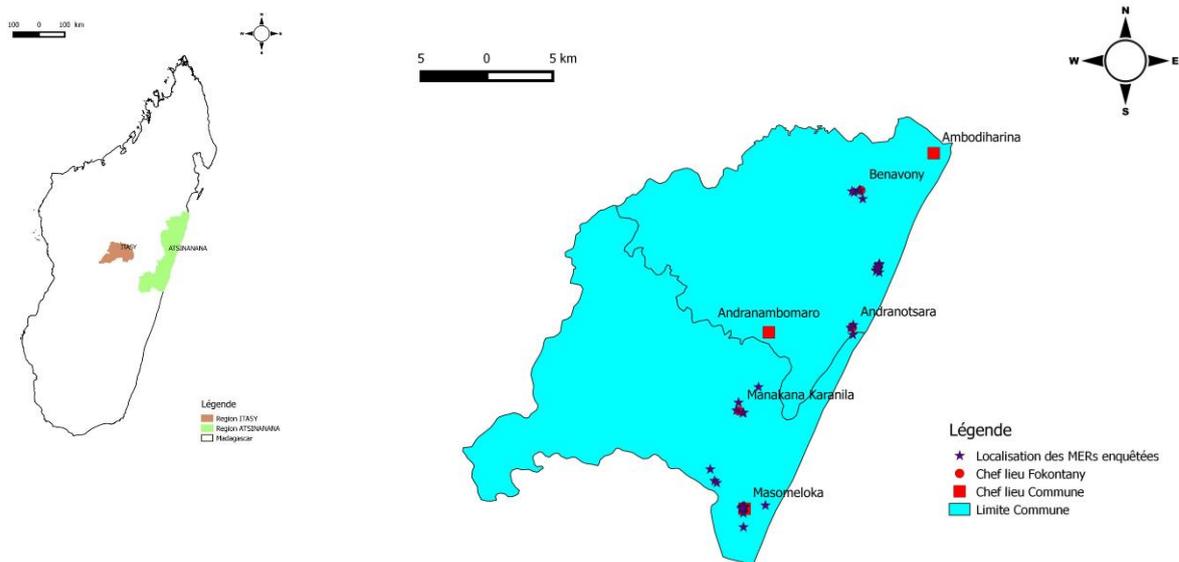


Figure 2 : Carte de localisation des MERs enquêtés dans la Région Atsinanana

Les MERs enquêtés sont en général affiliés au Programme PROSPERER depuis 2015 soit depuis 2 ans, à l'exception des quelques MERs témoins qui ne sont pas affiliés au programme. Ces MERs pratiquent la culture de vanille depuis 11 ans en moyen. Suite aux appuis du Programme PROSPERER, les MERs enquêtées n'ont pas encore de résultat significatif étant donné leurs récentes implications dans le programme (2 ans), d'autant plus que les résultats de la première année ont été perturbés par les vols sur pieds des gousses de vanille ne permettant pas une bonne estimation des productions.

En dehors de la culture de vanille, les MERs enquêtées se caractérisent surtout par les spéculations associées suivantes : la riziculture sur rizières et sur « tanety », la culture d'ananas, la culture de manioc et de girofle. Les données sur les parcelles caractérisant ces MERs sont récapitulées dans le Tableau 5. Dans l'ensemble, 141 parcelles ont été visitées pour une superficie totale de 62.741 ha dont 51.078 ha concernent les parcelles de vanille. La surface moyenne de l'ensemble des parcelles pour chaque MERs est de 1.230 ha et 1.002 ha pour les parcelles de vanille. Les MERs enquêtés possèdent en moyenne 3 parcelles avec un minimum de 1 parcelle et un maximum de 7 parcelles.

Ces caractéristiques diffèrent selon les catégories des MERs. Pour les 2 MERs leaders, la superficie totale des parcelles visitées est de 7.753 ha dont 6.733 ha de parcelle de vanille. Le nombre moyen de parcelles pour cette catégorie de MERs est de 5 avec un minimum de 3 et un maximum de 7.

Pour la catégorie des MERs appuyées, l'ensemble des parcelles visitées représente une superficie de 47.168 ha dont 39.731 ha de parcelle de vanille. La surface moyenne de l'ensemble des parcelles pour chaque MERs est de 1.275 ha en générale et 1.074 ha pour les parcelles de vanille. Le nombre total de parcelles visitées est de 99 et chaque MER appuyée possède en moyenne 3 parcelles avec un minimum de 1 et un maximum de 7 parcelles.

Pour les MERs témoins, 32 parcelles d'une totale de 7.819 ha dont 4.614 ha de parcelle de vanille. Chaque MERs témoins exploite en moyenne 0.652 ha de terre dont 0.384 ha de terre dédiée à la culture de vanille. Le nombre de parcelles est en moyen 3 par MERs avec un minimum de 1 et un maximum de 4 parcelles.

Après apurement et traitement des données, le Tableau 5 ci-après récapitule les statistiques descriptives des parcelles de ces MERs.

Tableau 5 : Récapitulatif sur les données des parcelles caractérisant les MERs enquêtées

		Total superficie exploitée (ha)	Surperficie parcelle vanille (ha)	Nombre parcelles
Ensemble	Total	62.74	51.08	141
	Moyenne	1.23	1.00	3
	Minimum	0.08	0.05	1
	Maximum	5.62	5.62	7
MERs Leaders	Total	7.75	6.73	10
	Moyenne	3.88	3.37	5
	Minimum	2.13	1.11	3
	Maximum	5.62	5.62	7
MERs Appuyées	Total	47.17	39.73	99
	Moyenne	1.28	1.07	3
	Minimum	0.08	0.08	1
	Maximum	4.08	4.08	7
MERs Témoins	Total	7.82	4.61	32
	Moyenne	0.65	0.38	3
	Minimum	0.22	0.05	1
	Maximum	1.65	1.15	4

III.3.3 Inventaire des espèces ligneuses dans la Région Atsinanana

Cette opération a pour objectif d’inventorier et de recenser les espèces ligneuses au sein de l’ensemble des exploitations des MERs dans le but de pouvoir calculer la quantité de biomasse ligneuse et la séquestration de carbone correspondante. Les ligneux non liés à la culture de vanille sont ainsi distingués des ligneux utilisés comme tuteur.

L’inventaire, le recensement et la mesure de ces espèces ligneuses ont été fait échantillonnage par plot de 100 m² si la répartition des espèces dans les parcelles est homogène et par comptage si le cas contraire se présente et la superficie des parcelles pas trop importante.

Pour se faire, des cordes ont été utilisées pour délimiter les plots et des flags pour marquer les ligneux comptés. Pour la mesure du DHP, des mètres dendrométriques ont été utilisées.

Les Photo 3, Photo 4, Photo 5 montrent la délimitation des plots, l’inventaire et la mesure des ligneux dans des parcelles de vanille par l’équipe terrain et les MERs.



Photo 3 : Opération d'inventaire de ligneux dans une parcelle de vanille



Photo 4 : Opération d'inventaire de ligneux dans une parcelle de vanille



Photo 5 : Mesure du DHP

144 espèces ligneuses ont été recensées dans les exploitations des 51 MERs enquêtées. Leur effectif total est de 277 333 dont 104 080 non liées à la culture de vanille et 173 253 liées à la culture de vanille (tuteurs).

Les informations sur les espèces recensées sont récapitulées en annexe 6 et annexe 7.

IV. Démarche méthodologique adoptée pour l'évaluation de l'impact environnemental des filières agricoles haricot et vanille

L'empreinte carbone d'un produit agricole consiste à comptabiliser l'ensemble des émissions et du stockage de gaz à effet de serre (GES) associés aux processus de sa production. L'étude de l'empreinte carbone débute alors par l'inventaire des sources à l'origine des émissions et des puits permettant le stockage de GES tout au long du cycle de vie du produit.

Les filières haricot et vanille étudiées dans le cadre de cette étude font partie intégrante des activités pratiquées au niveau des exploitations agricoles. D'où la démarche méthodologique adoptée pour évaluer l'impact environnemental de ces deux filières agricoles comprend deux phases :

- La première phase consiste à évaluer l'empreinte carbone des exploitations agricoles pratiquant les filières étudiées en faisant l'inventaire de l'ensemble des émissions et du stockage de GES liés à l'ensemble des activités de chaque exploitation.
- La deuxième phase consiste à calculer l'empreinte carbone de la filière étudiée en faisant l'inventaire des sources et des puits de GES liés uniquement et directement à chaque filière agricole.

La distinction de l'inventaire GES entre l'exploitation agricole et la filière agricole est importante afin d'éviter le double comptage des émissions et de séquestration de GES pour chaque système étudié.

IV.1 Méthode d'évaluation de l'empreinte carbone des exploitations agricoles

IV.1.1 Carte des flux de ressource

Inspirée des travaux d'Esilaba et al. (2005) et de Tittonell et al. (2006) en Afrique et appliquée à Madagascar dans le cadre des travaux réalisés par Razakaratrio (2011) et Rakotovao (2017) pour évaluer l'empreinte carbone des fermes agricoles de la Région Analanjirifo et de la Région Itasy, Les cartes des flux de ressource ont été utilisées pour caractériser et représenter schématiquement l'ensemble de la structure et du fonctionnement de chaque exploitation agricole dans le but de les délimiter et de définir les systèmes d'étude pour l'inventaire des émissions et puits de GES.

Les données collectées lors des travaux enquêtes ont permis d'élaborer ces dites cartes des flux de ressource. Pour l'élaboration des cartes des flux de ressource, chaque exploitation a été considérée comme un système composé de différents compartiments tels que l'habitat du ménage, les parcelles de cultures et le compartiment élevage. Les flux annuels de ressource ou de matières entre les compartiments ont été ensuite identifiés et quantifiés. Des petites figures et icônes ont été utilisés pour matérialiser la carte des flux de ressource (Tableau 6). Les Figure 3 et Figure 4 montrent des exemples de carte des flux de ressource typiques des exploitations agricoles pour chaque région étudiée dans le cadre de cette étude.

Les cartes des flux de ressource représentent à la fois un moyen de communication avec les exploitants dans le cadre de la synthèse des informations recueillies durant les enquêtes et un moyen de faciliter la définition du système d'étude dans les inventaires des différents postes sources et puits de GES à l'échelle des exploitations agricoles.

Région: Itasy
 Nom: Rakotoarimalala Victorien Patrick
 Catégorie: Producteur appuyé
 Code: 118_HR_13_0720
 Fiche: I_31

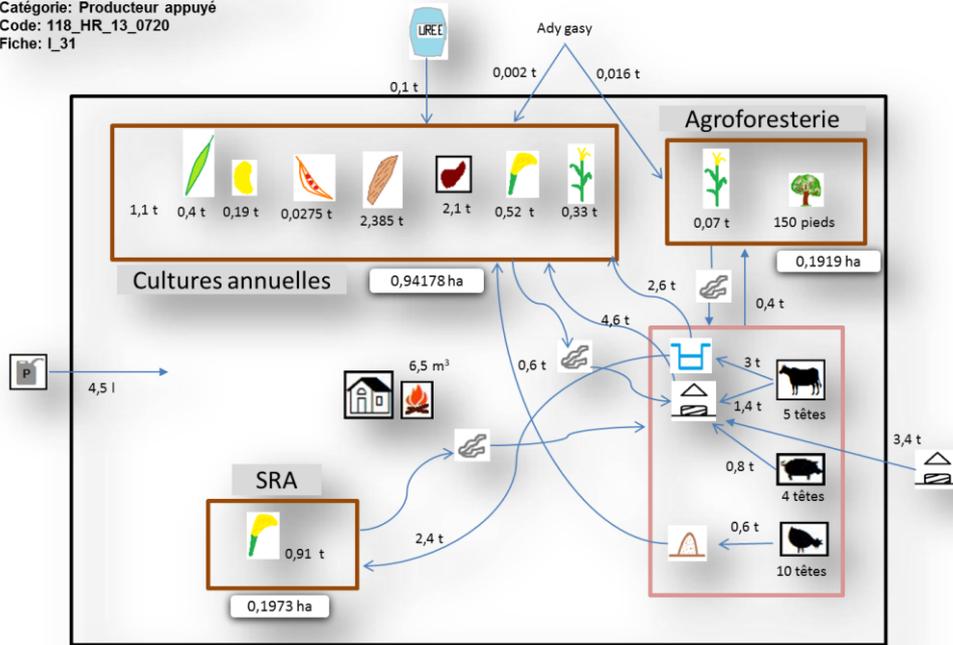


Figure 3: Exemple de carte des flux de ressource d'une exploitation agricole appuyée par le programme PROSPERER dans la Région Itasy

Région: Atsinanana
 Nom: Modestine
 Catégorie: Producteur Appuyé
 Code: 510-VI-04-0049
 Fiche: A_02

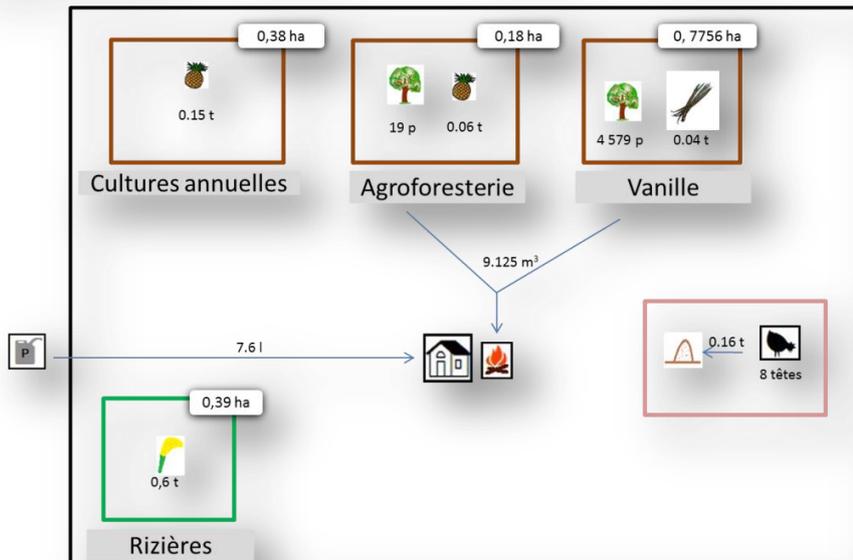


Figure 4 : Exemple de carte des flux de ressource d'une exploitation agricole appuyée par le programme PROSPERER dans la Région Atsinanana

Tableau 6 : Légende des icônes utilisées dans l'élaboration des cartes des flux de ressource

Habitation		Bois de chauffe		Pétrole	
Riz		Haricot		Vanille	
Maïs		Haricot vert		Patate douce	
Manioc		Soja		Ananas	
Arbres à espèces fruitières		Mise en tas Fumier de volaille		Bovins	
Compost		Mise en tas du fumier de bovin		Porcins	
Gallinacées		Urée		Résidus de récolte	

IV.1.2 Sources et puits de gaz à effet de serre à l'échelle de l'exploitation agricole

Les travaux d'inventaire basés sur les informations recueillies lors des enquêtes nous ont permis d'identifier les différentes activités associées aux émissions et au stockage de GES à l'échelle des exploitations agricoles. Les sources de GES identifiées concernent la culture du riz irrigué, la fertilisation azotée chimique ou organique, le chaulage, l'utilisation des pesticides chimiques, l'élevage par la fermentation entérique des animaux et la gestion et stockage des effluents d'élevage. Les principaux puits à l'origine du stockage de GES sont la restitution de matière organique dans le et la plantation d'arbre qui permet de stocker du carbone dans la biomasse ligneuse. Les principaux GES considérés dans cet inventaire des émissions et stockage de GES sont le méthane (CH₄), le protoxyde d'azote (N₂O) et le dioxyde de carbone (CO₂). Chaque type d'émission et de stockage de GES est lié à des « facteurs d'émissions et de stockage de GES » issus de la littérature et adaptés au contexte malgache (Tableau 7).

Ces facteurs d'émission et de stockage de GES ont été multipliés par les données sur les activités issues des enquêtes pour estimer les émissions et les stockages de GES.

Tableau 7 : Inventaires des sources et puits de GES à l'échelle de l'exploitation agricole

Activités	Emissions de GES	Stockage de GES	Données requises	Références
Culture du riz irrigué	CH ₄		Type d'écosystème Régime hydrique Type et quantité d'amendement organique Durée du cycle cultural Surface rizicole	IPCC, 2006
Ajout d'azote sur les sols cultivés	N ₂ O		Emissions directes et indirectes de N ₂ O Fertilisants à base d'azote Ajout d'azote provenant des amendements organiques et résidus de récolte	IPCC, 2006
Chaulage	CO ₂		Quantité de dolomie apportée	IPCC, 2006
Fertilisation à l'urée	CO ₂		Quantité d'urée apportée	IPCC, 2006
Utilisation de pesticides	CO ₂		Type et quantité de pesticides utilisés	Lal, 2004
Brulage de biomasse	CH ₄ , N ₂ O		Résidus de cultures brûlés Surface concernée Masse de combustible brûlée	IPCC, 2006
Fermentation entérique	CH ₄		Type et nombre d'animaux d'élevage	IPCC, 2006
Gestion des effluents d'élevage	CO ₂ CH ₄ , N ₂ O,		Mode de conservation des effluents d'élevage Quantité de fumier et de compost produite	Pattey et al., 2005
Consommation d'énergie	CO ₂ CH ₄ , N ₂ O,		Quantité d'énergie renouvelable et fossile consommée	(R Lal, 2004) IPCC, 2006
Amendement organique		Carbone dans le sol	Quantité de résidus de récolte et de fertilisants organiques apportés au sol	Razafimbelo, 2005 Rabetokotany, 2013 Rabetokotany, 2013 Rabetokotany, 2013 Falinirina, 2010
Plantation d'arbres		Carbone dans la biomasse ligneuse	- Espèces plantées - Nombre de pieds d'arbre - Age de plantation - Densité du bois (g.cm ⁻³) - Mesures dendrométriques telles que Hauteur (m), DHP (cm)	Chave, 2014 Ramiandrisoa, 2011, Rakotovao, 2012

IV.2 Méthode d'évaluation de l'empreinte carbone des filières agricoles

IV.2.1 Filière haricot

a) Définition du système étudié

L'évaluation de l'impact environnemental de la filière haricot par l'approche empreinte carbone a débuté par la caractérisation de la filière dans son ensemble. Comme la culture de haricot fait partie intégrante des activités de l'exploitation agricole, le fonctionnement de l'exploitation agricole en entier a tout d'abord été étudié via les cartes des flux de ressources (section V.1.1). Cela afin de distinguer les différentes ressources et intrants agricoles produits à l'échelle des exploitations et destinés à la culture de haricot. Ensuite le système « filière haricot » a été défini et délimité comme étant un système à part afin de voir la contribution de cette filière à l'émission et au stockage de GES. Le système « filière haricot » est défini par l'itinéraire technique de la culture qui a été caractérisé lors des travaux d'enquête (Figure 5).

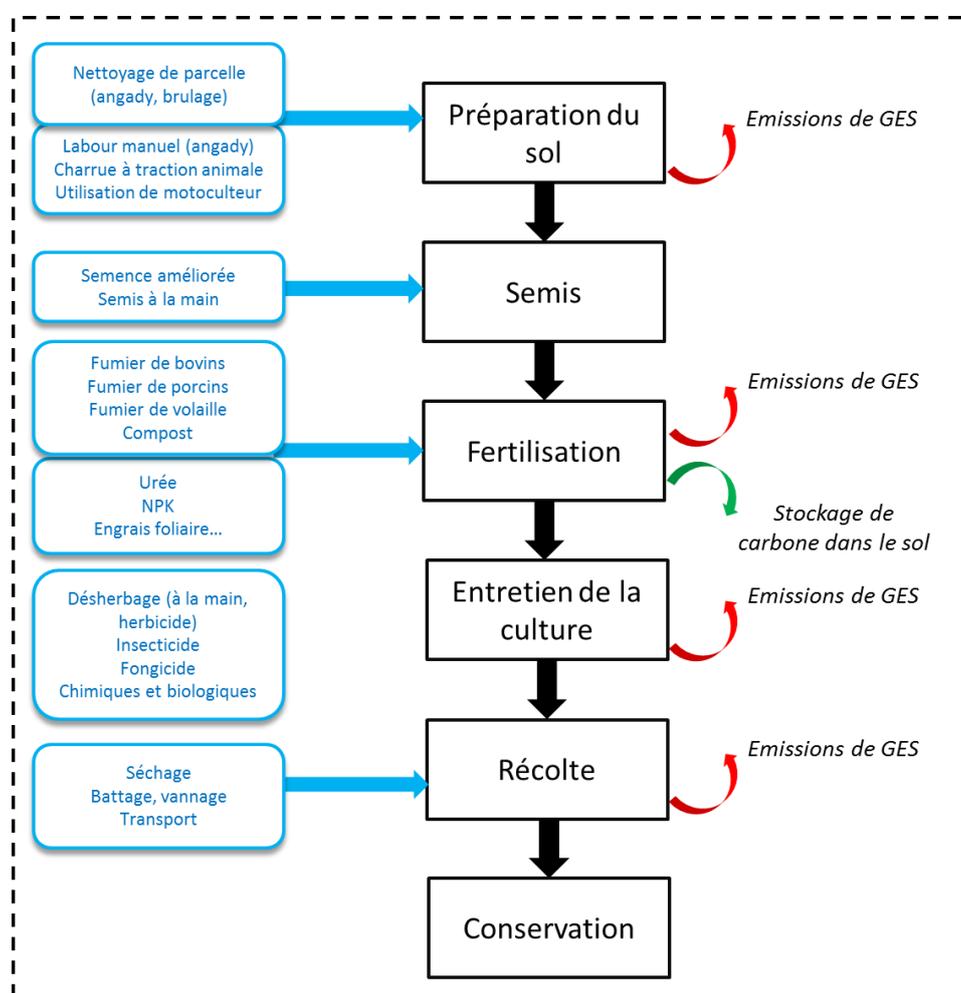


Figure 5: Définition et délimitation du système étudié pour la filière haricot

b) Les principaux sources et puits de gaz à effet de serre de la filière haricot

L'étude de l'itinéraire technique détaillée de la filière haricot nous a permis d'identifier les émissions et stockage de GES associés aux différentes opérations culturales caractérisant la filière haricot. En partant de la production de semence jusqu'à la conservation et à la transformation du haricot produit, nous avons inventorié tous les différents matériels agricoles, intrants et type d'énergie utilisés sur la filière haricot.

L'ensemble de l'inventaire de ces émissions et stockage est présenté dans le Tableau 8. A chaque opération culture ont été identifiés les matériels agricoles utilisés ainsi que la consommation d'énergie correspondante et enfin les données sur les activités requises pour les différents calculs aboutissant à l'empreinte carbone de la filière.

Tableau 8 : Inventaires des sources et puits de GES de la filière haricot

Opérations culturales	Techniques	et	Emissions de GES	Stockage de carbone	Données requises au calcul
Production de semence	-		-	-	
Nettoyage de parcelle	- nettoyage manuelle		-	-	
	- utilisation d'outils manuel (angady, fourche,...)				
	- brulage de biomasse	de	CH ₄ , N ₂ O	-	- surface de la parcelle (ha) - masse de combustible disponible à la combustion (t/ha) - type de culture ou de végétation précédant le brulage
Labour	- labour manuel	à	-	-	
	- labour charrue	à	-	-	
	- labour utilisant motoculteur		CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	-	-quantité d'énergie fossile (gasoil, essence) utilisée
Hersage, planage, trouaison, sillonnage	- labour manuel	à	-	-	
	- labour charrue	à	-	-	
	- traction animale				

	- labour utilisant motoculteur	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	-	-quantité d'énergie fossile (gasoil, essence) utilisée
Semis	- semis à la main	-	-	
	- utilisation de semence améliorée	-	-	
Amendement organique	- fumier (bovin, porcin, volaille, ...)	CO ₂ , N ₂ O	Carbone organique dans le sol	-quantité de l'amendement organique apportée (t/ha)
	- compost			
	- résidus de culture laissés au champ ou restitué	CO ₂ , N ₂ O	Carbone organique dans le sol	-quantité de résidus provenant de la biomasse aérienne et souterraine de la précédente culture (t)
Fertilisation chimique	- utilisation d'engrais NPK, Urée, engrais foliaire	CO ₂ , N ₂ O	-	-quantité de fertilisant chimique (t/an)
Désherbage	- manuel	-	-	
	- chimique			-quantité d'herbicide utilisée (t/an)
Lutte contre les maladies et les ravageurs	- lutte biologique	-	-	
	- lutte chimique (insecticides, fongicide)	CO ₂	-	quantité du pesticide utilisée (t/an)
Arrosage	- manuel	-	-	
	- pompe à eau	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	-	-quantité d'énergie fossile (gasoil, essence) utilisée
Récolte	- manuel	-	-	
Séchage, battage, vannage,	- manuel	-	-	
	- utilisation de matériel à moteur	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	-	-quantité d'énergie fossile (gasoil, essence) utilisée
Transport du haricot produit	- transport à pieds	-	-	
	- transport en charrette			
	- véhicule à moteur	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	-	-quantité d'énergie fossile (gasoil, essence) utilisée
Conservation et transformation du haricot produit		-	-	

IV.2.2 Filière vanille

a) Définition du système étudié

La culture de vanille est en générale intégrée dans les systèmes forestiers et d'agroforesterie des exploitations agricoles. Cette culture fait objet d'une grande attention vue sa rentabilité. Dans la présente étude, tout le cycle de production de la vanille a été étudié via les informations recueillis lors des travaux d'enquête afin d'inventorier tous les types de ressources et intrants alloués à la culture de vanille. Le système « filière vanille » a été défini en partant de sa mise en culture jusqu'aux différents processus de traitements post-récolte ci ceux-ci sont réalisés par l'exploitant producteur même au niveau de son exploitation. Ainsi, la définition ou délimitation de ce système est représentée par la Figure 6.

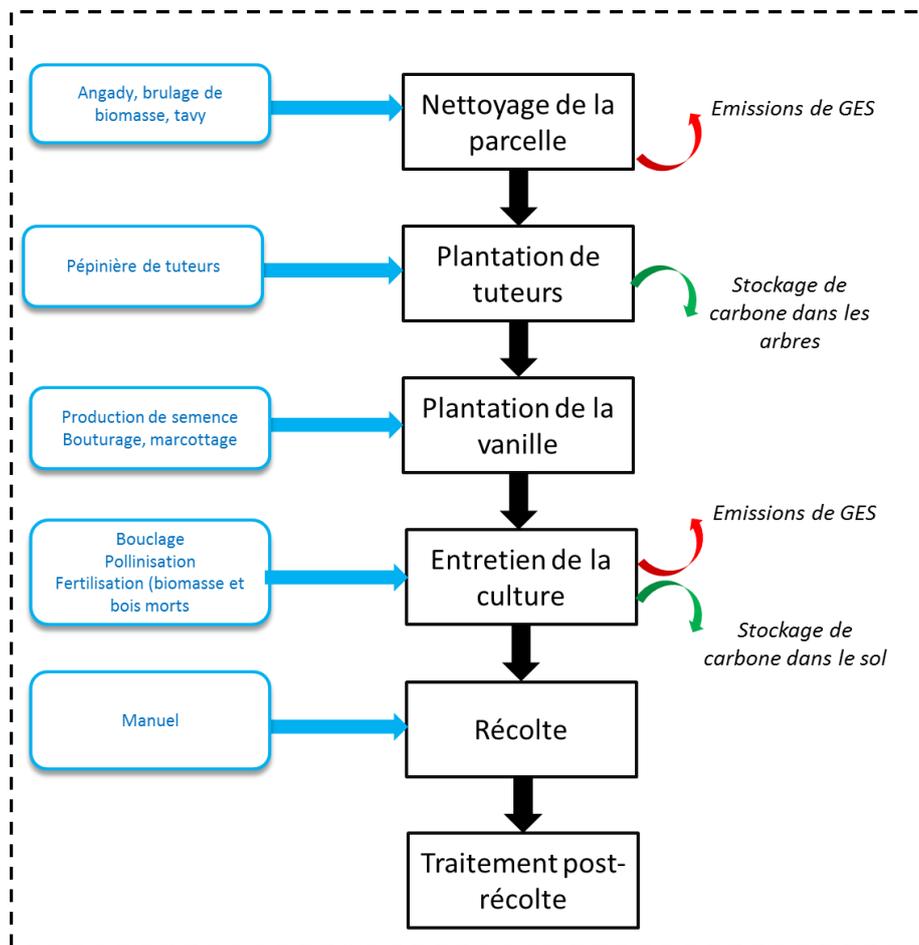


Figure 6 : Définition et délimitation du système étudié pour la filière vanille

b) Les principaux sources et puits de gaz à effet de serre de la filière vanille

L'analyse de la filière vanille via les travaux de collecte de données sur le terrain et les enquêtes a permis de définir les différentes possibilités d'utilisation de matériels agricoles et de consommation d'énergie pour chaque opération culturale de la production de vanille verte. La succession des opérations culturales débutant par le nettoyage des parcelles et se terminant par le transport et le

traitement post-récolte constitue l'itinéraire technique de la culture de vanille selon les dires des exploitants enquêtés dans la Région Atsinanana.

L'analyse des émissions et stockage de GES sur l'ensemble de cet itinéraire technique de la vanille montre un faible nombre de source de GES par rapport à la filière haricot. Cependant les puits de GES sont constitués également du sol et des arbres. Le Tableau 9 affiche ces sources et puits de GES inventoriés dans le processus de production de la vanille.

Tableau 9 : Inventaires des sources et puits de GES de la filière vanille

Opérations culturales	Techniques matériels	et	Emissions de GES	Stockage de carbone	Données requises au calcul
	- nettoyage manuelle - utilisation d'outils manuel (angady, fourche,...)		-	-	
Nettoyage de parcelle	- brulage biomasse - tavy	de	CH ₄ , N ₂ O	-	- surface de la parcelle (ha) - masse de combustible disponible à la combustion (t/ha) - type de culture ou de végétation précédant le brulage
Production de semence	- bouturage - marcottage		-	-	
Plantation de tuteurs	- pépinière tuteur	de	-	Carbone dans la biomasse ligneuse	- espèces plantées - nombre de pieds d'arbre - mesures dendrométriques telles que Hauteur (m), DHP (cm) - densité du bois (g.cm ⁻³)
bouclage	- manuel		-	-	
pollinisation	- manuel		-	-	
Amassage des débris au pied des vanilles	- manuel		-	Carbone organique dans le sol	-Quantité de biomasse sèche apportée sur l'ensemble de la parcelle considérée (t) -Surface
Récolte	- manuelle		-	-	
Traitement post récolte	-		-	-	
Transport	- transport	à	-	-	

	pieds			
-	transport en charrette			
-	véhicule moteur	à	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	-quantité d'énergie fossile (gasoil, essence) utilisée

IV.3 Paramétrage de l'outil TropiC Farm Tool

Comme il a été stipulé dans la convention avec FIDA PROSPERER, le Consortium LRI-IRD a utilisé l'outil diagnostic TropiC Farm Tool déjà opérationnel et l'a adapté à l'évaluation d'impact environnemental des filières agricoles étudiées.

A titre de rappel, TropiC Farm Tool est un calculateur qui permet de comptabiliser les différentes émissions et stockage de GES au niveau de chaque compartiment de l'exploitation agricole. Cet outil a été développé et calibré à partir de l'étude du fonctionnement des exploitations agricoles malgache, prenant en compte différentes typologies d'exploitations agricoles rurales permettant d'effectuer des diagnostics à différentes échelles : parcellaire, exploitation et paysage.

L'adaptation de l'outil TropiC Farm Tool à la filière agricole haricot et vanille a été donc réalisé dans le cadre de la présente étude.

Différents ajouts, modifications et mises en forme ont été réalisés sur le calculateur afin :

- (i) d'intégrer dans l'outil des différents facteurs d'émission et de stockage liés aux filières haricot et vanille
- (ii) d'introduire les données sur les activités associées à chaque filière agricole pour les calculs des émissions et des stockages de GES
- (iii) de faciliter la lecture des résultats à la fois de l'empreinte carbone de l'exploitation agricole et de l'empreinte carbone des filières agricoles étudiées (Figure 7 et Figure 8).

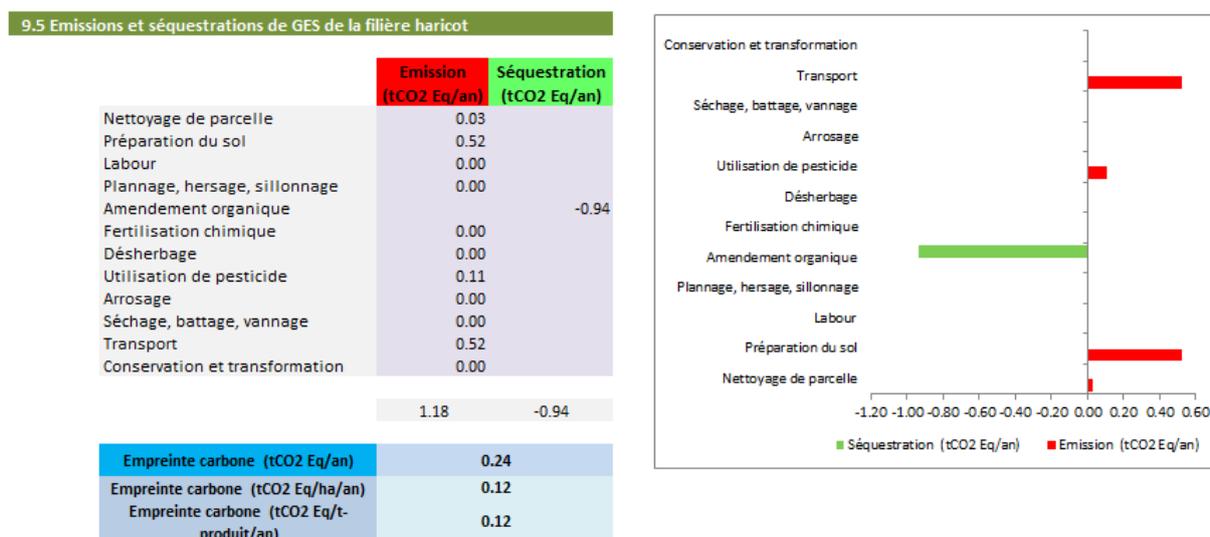


Figure 7: Présentation des résultats de l'empreinte carbone de la filière haricot dans TropiC Farm Tool

9.6 Emissions et séquestrations de GES de la filière vanille

	Emission (tCO ₂ Eq/an)	Séquestration (tCO ₂ Eq/an)
Nettoyage de parcelle	0.08	
Plantation de tuteur		-10.88
Amassage de débris sur pieds		-3.69
Traitement post-récolte	0.33	
Transport	2.60	
	3.01	-14.57
Empreinte carbone CO₂ Eq (t/an)	-11.56	
Empreinte carbone (tCO₂ Eq/ha/an)	-6.72	
Empreinte carbone (tCO₂ Eq/t-produit/an)	-0.11	

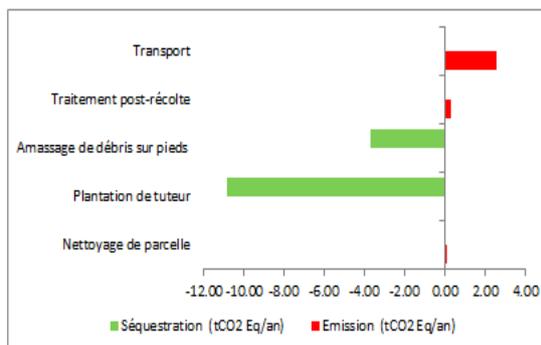


Figure 8: Présentation des résultats de l’empreinte carbone de la filière vanille dans TropiC Farm Tool

IV.4 Traitement statistique des données

Tous les tests de comparaison ont été réalisés par des tests non paramétriques de Kruskal-Wallis à un seuil de probabilité de 5% utilisant le logiciel XLstat 2008.

V. Description des micro-entreprises rurales (MER) objets de l’étude

La présente étude a été réalisée sur un échantillon de 100 micro-entreprises rurales (MER) dont 50 en Région Itasy pour l’étude de la filière haricot et 50 en Région Atsinanana pour l’étude de la filière vanille. Les MERs ont été catégorisées par le programme PROSPERER suivant une typologie basée sur l’affiliation de chaque MERs au programme PROSPERER.

V.1 Typologie des MERs de la Région Itasy suivant l’affiliation au programme PROSPERER

Les MERs enquêtées ont été sélectionnées à partir de la base de données du programme PROSPERER. Trois catégories de MERs ont été alors proposées selon l’affiliation des MERs au programme PROSPERER.

Pour la Région Itasy 51 MERs ont été sélectionnées et étudiées dont 13 appelées des MERs leaders, 25 appuyés et 13 prises comme témoins. Les MERs leaders sont celles qui sont les plus avancées en termes d’adoption des pratiques innovantes et participent également à la formation des autres MERs (appuyés ou témoins) qui souhaitent également mettre en œuvre ces pratiques innovantes.

Ainsi, les pratiques innovantes identifiées et adoptées par les MERs affiliées au programme PROSPERER sont l’utilisation de semences améliorées, la fabrication et l’utilisation de compost sur la culture de haricot, l’utilisation de pesticides biologiques et la mise en œuvre de la culture biologique de haricot. En effet la culture biologique de haricot est essentiellement pratiquée par les MERs leaders du fait qu’il s’agit d’une limitation stricte de l’utilisation d’intrants chimiques (engrais chimiques, insecticides et fongicides chimiques). Les Tableau 10 et Tableau 11 montrent la description et la répartition des catégories de MERs étudiées dans la Région Itasy.

Tableau 10: Catégories de MER de la Région Itasy proposées par le programme PROSPERER

Catégorie des MERs	Nombre	Techniques adoptés	améliorées
MERs témoins	13		
MERs appuyés	25	<ul style="list-style-type: none"> - Utilisation de semence améliorée - Compostage - Utilisation de pesticide biologique 	
MERs leaders	13	<ul style="list-style-type: none"> - Utilisation de semence améliorée - Compostage - Utilisation de pesticide biologique - Culture biologique 	

Tableau 11 : Description et caractéristiques des MERs objet de l'étude sur la Région Itasy

	Témoïn (n= 13)				Appuyé (n=25)				Leader (n= 13)			
	Moyenne	Min	Max	Ecart-type	Moyenne	Min	Max	Ecart-type	Moyenne	Min	Max	Ecart-type
Cultures vivrières (ha)	1.31	0.05	6.57	1.90	0.92	0.16	4.08	0.87	1.64	0.42	3.82	0.96
Agroforesterie (ha)	0.07	0.00	0.46	0.14	0.17	0.00	0.84	0.25	0.66	0.00	3.70	1.21
Foresterie (ha)	0.19	0.00	1.00	0.37	1.35	0.00	12.77	3.82	0.06	0.00	0.29	0.13
Riziculture (ha)	0.32	0.00	1.08	0.34	0.33	0.02	0.83	0.21	0.43	0.07	1.18	0.31
Production de Riz paddy (t/an)	2.05	0.20	5.75	2.04	1.87	0.27	5.35	1.34	2.43	0.50	6.15	1.88
Surface agricole utile (ha)	1.75	0.27	7.80	2.20	1.85	0.50	17.29	3.32	2.52	0.95	4.35	0.96
Surface haricot (ha)	1.25	0.10	7.05	1.98	0.66	0.01	2.66	0.60	1.08	0.24	2.46	0.72
Production annuelle de haricot (t/an)	0.86	0.04	5.09	1.40	0.47	0.02	1.14	0.32	1.12	0.06	3.07	0.87
Rendement du haricot (t/ha)	0.82	0.10	2.10	0.63	1.17	0.04	5.41	1.14	1.08	0.25	2.22	0.57
Nombre de bovins	4	0	14	4	3	0	6	2	2	0	5	2
Nombre de porcs	7	2	39	14	3	1	12	3	3	1	6	2
Nombre de volailles	18	1	70	22	11	1	50	12	16	1	47	13
Charbon de bois (t/an)	6.33	0.12	24.00	11.78	1.13	0.02	4.50	1.55	0.67	0.12	0.96	0.32
Bois de chauffe (m ³ /an)	8.63	1.50	24.00	7.03	9.78	0.25	24.00	5.58	10.88	0.25	24.00	6.76
pétrole (l/an)	7.96	2.40	12.00	4.41	5.39	1.00	12.00	3.02	7.52	6.00	12.00	2.99

V.2 Typologie des MERs de la Région Atsinanana suivant l'affiliation au programme PROSPERER

Dans la Région Atsinanana, 51 MERs ont été également sélectionnées et étudiées pour réaliser la présente étude. Ces MERs se répartissent en trois catégories selon l'affiliation au programme PROSPERER : 2 sont des MERs leaders, 17 des MERs appuyés et 12 sont prises comme témoins. Les champs des MERs leaders sont utilisés comme des champs écoles où les pratiques innovantes sont mises en œuvre et destinés à former les MERs appuyés et témoins.

Les pratiques innovantes identifiées sur la culture de vanille sont la culture de vanille en sous-bois avec ramassage des bois morts et litières aux pieds des vanilliers, la technique de bouturage, la plantation de tuteurs et la mise en place de pépinière de tuteurs de vanille.

Les Tableau 12 et Tableau 13 montrent la description et la répartition des catégories de MERs étudiées dans la Région Atsinanana.

Tableau 12 : Catégories de MER de la Région Atsinanana proposées par le programme PROSPERER

Catégorie des MERs	Nombre	Techniques améliorées adoptés
MERs témoins	12	- Culture de vanille en sous-bois
MERs appuyés	37	- Technique de bouturage des plants de vanille - Plantation de tuteurs de vanille - Culture de vanille en sous-bois - Biomasse et litière ramenées autour des pieds de vanille
MERs leaders	2	- Technique de bouturage des plants de vanille - Mise en place de pépinière de tuteurs de vanille - Plantation de tuteurs de vanille - Culture de vanille en sous-bois - Biomasse et litière ramenées autour des pieds de vanille

Tableau 13 : Description et caractéristiques des MERs objet de l'étude sur la Région Atsinanana

	Témoin (n=12)				Appuyé (n=37)				Leader (n=2)			
	Moyenne	Min	Max	Ecart-type	Moyenne	Min	Max	Ecart-type	Moyenne	Min	Max	Ecart-type
Cultures vivrières (ha)	0.17	0.00	1.09	0.31	0.10	0.00	0.48	0.16	0.13	0.00	1.09	0.22
Agroforesterie (ha)	0.36	0.06	1.15	0.31	0.99	0.08	4.08	1.07	1.00	0.06	5.13	1.18
Foresterie (ha)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.29	0.05	0.02	0.00	0.40	0.08
Riziculture (ha)	0.12	0.00	0.81	0.23	0.14	0.00	1.06	0.25	0.14	0.00	1.06	0.25
Surface totale (ha)	0.65	0.22	1.64	0.47	1.25	0.08	4.08	1.03	1.30	0.20	5.65	1.17
Surface vanille (ha)	0.31	0.05	1.15	0.31	0.94	0.08	4.08	1.06	0.95	0.05	5.13	1.18
Production annuelle vanille (t)	0.01	0.00	0.05	0.01	0.03	0.00	0.20	0.05	0.04	0.00	0.54	0.09
Production annuelle de riz (t)	0.30	0.00	0.65	0.22	0.31	0.00	1.65	0.38	0.32	0.00	1.65	0.35
Bœufs	1	0	4	2	1	0	10	2	1	0	10	2
Porcs	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Volaille	8	0	24	8	8	0	70	14	9	0	70	14
Charbon de bois (t/an)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	2.16	0.41	0.09	0.00	2.16	0.37
bois de chauffe (m ³ /an)	12.95	6.50	22.90	5.73	16.83	0.00	126.35	23.23	17.20	0.00	126.35	21.89

VI. Résultats de l'évaluation d'impact environnemental filières agricoles du programme PROSPERER

VI.1 Empreinte carbone des exploitations agricoles de la Région Itasy et de la Région Atsinanana

La première étape de la présente étude a permis d'évaluer l'empreinte carbone des exploitations agricoles étudiées sur les deux régions Itasy et Atsinanana. L'empreinte carbone d'exploitation agricole étant le bilan carbone de chaque exploitation. Il s'agit d'exprimer en dioxyde de carbone équivalent le bilan des émissions et du stockage de GES liées à l'ensemble des activités et des pratiques agricoles existantes à l'échelle des exploitations.

Une première constatation sur le résultat obtenu est la grande différence ($p < 0,0001$) de l'empreinte carbone des exploitations agricoles entre les deux régions étudiées (Figure 9). Les exploitations de la Région Itasy sont en moyenne des exploitations émettrices de GES étant donné leur empreinte carbone positive (EC= 6,6 tCO₂e/ha). Contrairement pour la Région Atsinanana, l'empreinte carbone des exploitations agricoles affichent une valeur moyenne négative (EC= -6,78 tCO₂e/ha) ce qui signifie des exploitations jouant un rôle de puits de gaz à effet de serre. Au niveau de chaque région, aucune différence significative de l'empreinte carbone des exploitations agricoles n'a été observée entre les MERs témoins, appuyés et leaders.

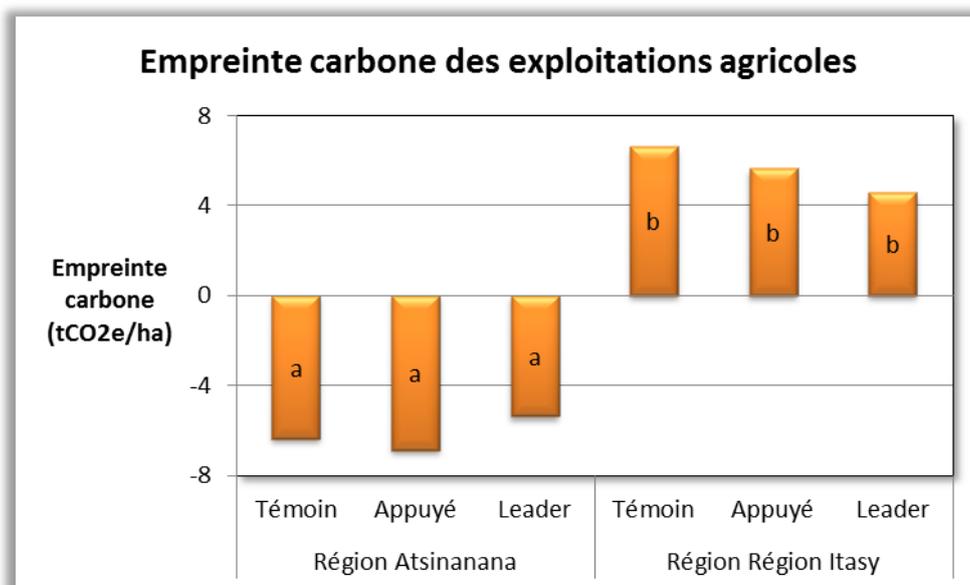


Figure 9: Comparaison entre empreinte carbone (EC) des exploitations agricoles de la Région Itasy et de la Région Atsinanana. Une différence significative de l'EC ($p < 0,0001$; $\alpha = 0,05$) a été observée entre les exploitations de la Région Itasy et la Région Atsinanana. Aucune différence significative a été observée entre les exploitations témoin, appuyé et leader pour chaque région.

La grande différenciation de l'EC des exploitations agricoles des deux régions, pour les MERs étudiées s'explique par les caractéristiques des différentes activités et pratiques agricoles existantes au niveau des exploitations agricoles pour chaque région. Ces activités et pratiques agricoles sont à l'origine des émissions et du stockage de GES donc influent sur l'EC des fermes (Figure 10). Il s'agit principalement de (i) la pratique de la riziculture inondée, (ii) la fertilisation et de (iii) la plantation d'arbres.

i. La pratique de la riziculture inondée

La riziculture inondée est une source importante de GES dont principalement le méthane (CH_4) qui est émis suite à la décomposition anaérobique de la matière organique (IPCC, 2006). Dans la Région Itasy, sur les 50 exploitations agricoles étudiées, la riziculture inondée est pratiquée sur une superficie totale de 16 ha tandis que dans la Région Atsinanana, sur les 50 exploitations agricoles sélectionnées, la riziculture inondée représente seulement 7 ha de superficie. Cela explique l'importante émission de méthane liée à la riziculture inondée des exploitations agricoles de la Région Itasy par rapport à celles de la Région Atsinanana. D'où l'EC des exploitations de l'Itasy plus élevée par rapport à celles de la Région Atsinanana.

ii. La fertilisation

L'ajout de fertilisants organiques (fumier de ferme, compost, débris végétaux et résidus de récolte) sur les sols agricoles peut être à la fois une source de GES dont le N_2O et de CO_2 et aussi un puits de carbone par l'augmentation du stock de carbone dans le sol (IPCC, 2006). Les émissions directes et indirectes de N_2O sur les sols gérés peuvent constituer jusqu'à 25% des émissions totales de GES à l'échelle d'une ferme (Rakotovao et al., 2017).

Les travaux de collecte de données et d'enquêtes sur le terrain ont permis de comprendre le fonctionnement des systèmes de production au niveau de chaque région. Ainsi, il a été observé une nette différence entre les exploitations des deux régions par rapport à l'utilisation d'intrants agricoles. Dans la Région Itasy, due à une faible productivité des terres agricoles du fait des sols peu fertiles (à dominance de sols ferrallitiques sur les tanety), l'utilisation de fertilisants que ce soit chimique ou organique est devenue indispensable (en moyenne une application de fumier de ferme d'environ 6t/ha sur l'ensemble des terres agricoles). Par contre dans la Région Atsinanana, il a été constaté que l'utilisation d'intrants agricoles notamment de fertilisants est rare. Cela influe d'une manière significative sur la différenciation de l'EC des exploitations agricoles de la Région Itasy et de la Région Atsinanana.

iii. La plantation d'arbres

La plantation d'arbre permet de séquestrer du carbone dans le bois et donc permet de réduire l'empreinte carbone des exploitations agricoles voire même les rendant puits de carbone (Rakotovao et al., 2017). Les exploitations de la région Atsinanana sont caractérisées par une dominance des systèmes en agroforesterie et en foresterie (au total 48 ha) par rapport à celles de la Région Itasy (au total 24 ha). Cela influe significativement à réduire l'EC des exploitations agricoles de la Région Atsinanana par rapport à celles de la Région Itasy, les rendant des fermes séquestrantes au lieu de fermes émettrices.

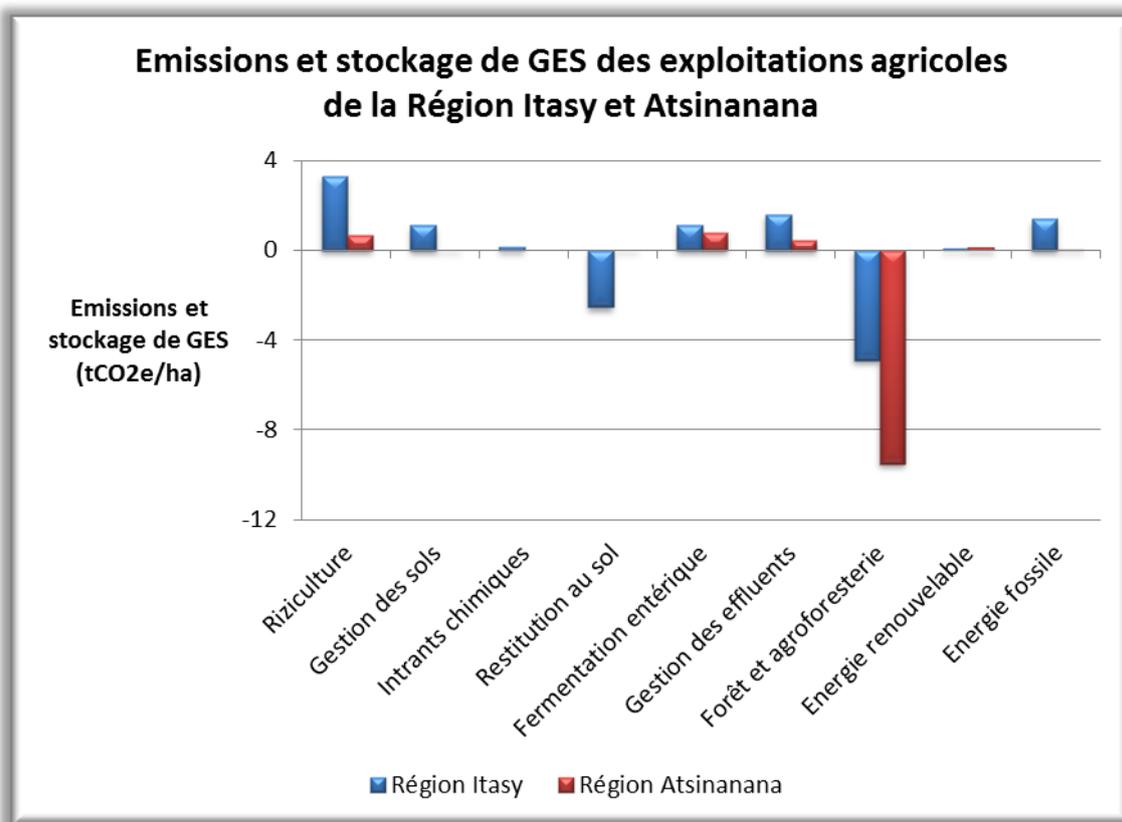


Figure 10 : Emissions et stockage de gaz à effet de serre au niveau des exploitations agricoles de la Région Itasy et de la Région Atsinanana. Valeurs exprimées en tonne de dioxyde de carbone équivalent par unité de surface.

En se référant aux études déjà effectuées, il a été observé que dans la Région Itasy, l'EC des exploitations agricoles sélectionnées dans la présente étude est légèrement supérieure aux résultats obtenus par Rakotavao (2011) et Rakotavao et al. (2017). En effet les exploitations de la Région Itasy sont en général source de GES. C'est l'adoption des pratiques agroécologiques telles que la plantation d'arbres, le compostage de matières organiques et l'adoption des systèmes de riziculture maîtrisant le régime hydrique qui permettent d'améliorer l'empreinte carbone des fermes en les rendant puits de GES.

Les résultats de l'empreinte carbone des exploitations agricoles de la Région Atsinanana étudiées dans la présente étude ont été comparés aux résultats d'une étude similaire effectuée par Razakaratrio (2011) dans la Région Analanjirofo. Il en ressort une importante différence entre les résultats des deux études du fait que les exploitations agricoles étudiées dans la Région Analanjirofo pratiquent une double riziculture contribuant à une forte émission de méthane rendant ces exploitations fortement source de GES (EC= 7,69 tCO₂e/ha).

VI.1.1 Emissions et stockage de gaz à effet de serre à l'échelle de l'exploitation agricole de la Région Itasy

La riziculture est la principale source de GES suivi du secteur élevage dont la fermentation entérique des animaux et la gestion des effluents d'élevage et enfin les émissions de GES dues à la gestion des sols agricoles par les apports en fertilisants azotés. En termes de stockage de GES, on a pu observer

que la plantation d'arbres que ce soit en agroforesterie ou en foresterie ainsi que la fertilisation en matière organique du sol sont les puits de carbone (Figure 11).

VI.1.2 Emissions et stockage de gaz à effet de serre à l'échelle de l'exploitation agricole de la Région Atsinanana

Dans la Région Atsinanana, les émissions de GES au niveau des exploitations agricoles sont principalement liées au secteur élevage notamment la fermentation entérique et les émissions de méthane de la riziculture et de la gestion des effluents d'élevage. En termes de stockage de GES, ce sont les systèmes en agroforesterie et en foresterie qui sont les principaux puits de carbone à l'échelle des exploitations agricoles (Figure 12).

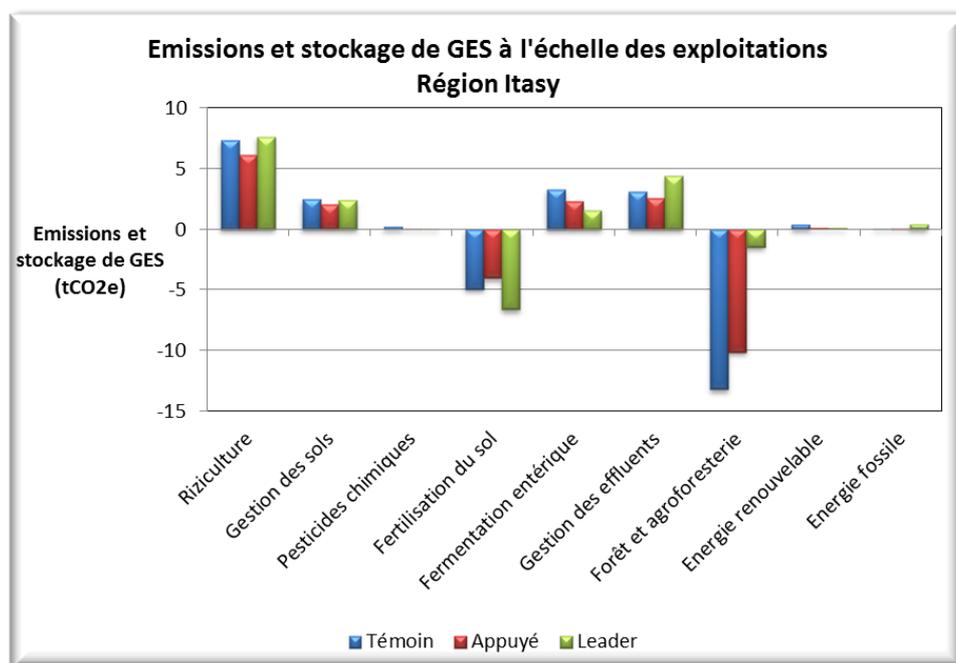


Figure 11 : Emissions et stockage de gaz à effet de serre au niveau des exploitations agricoles de la Région Itasy. Comparaison entre les catégories d'exploitation témoin, appuyé et leader

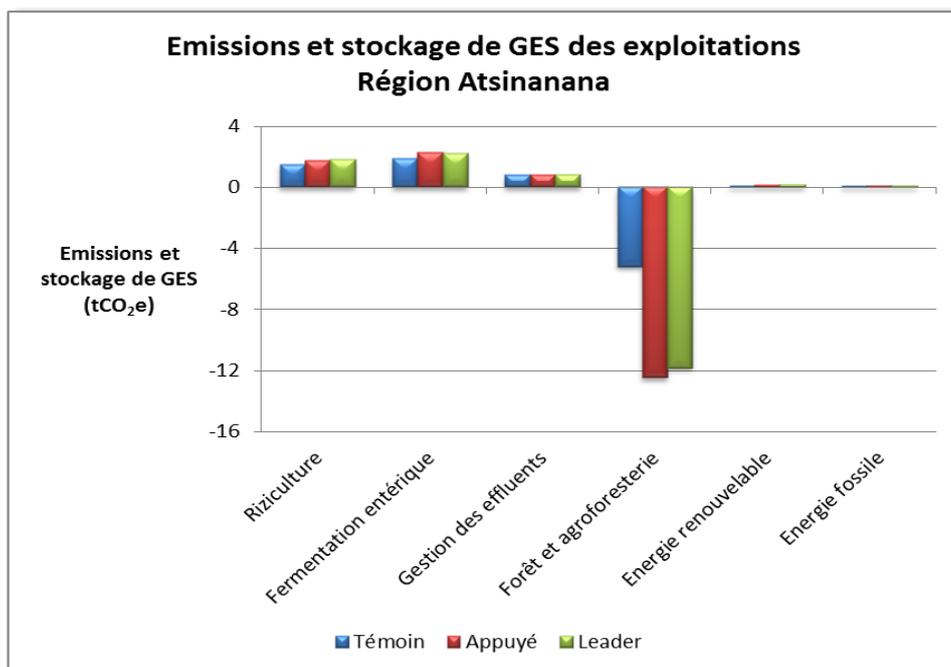


Figure 12 : Emissions et stockage de gaz à effet de serre au niveau des exploitations agricoles de la Région Atsinanana. Comparaison entre les catégories d'exploitation témoin, appuyé et leader

L'étude de l'empreinte carbone des exploitations agricoles nous a permis d'évaluer d'une part le bilan des émissions et du stockage de GES à l'échelle des fermes et d'autre part de voir la contribution des différentes activités des exploitations dans son ensemble à leur empreinte carbone. Quelle serait alors la contribution des filières agricoles étudiées, haricot dans la Région Itasy et vanille dans la Région Atsinanana à l'empreinte carbone des exploitations agricoles. L'impact des pratiques innovantes diffusées par le programme PROSPERER sur ce bilan GES mérite également d'être approfondi.

VI.2 Impacts environnementaux de la filière haricot - Région Itasy

VI.2.1 Les pratiques innovantes proposées par le programme PROSPERER pour la filière haricot

Nombreux sont les appuis proposés et pratiques innovantes proposées par le programme PROSPERER aux micro-entreprises rurales (MER) dans la Région Itasy sur la filière haricot, à savoir :

La production de semences : Les parcelles destinées à la production des semences doivent être des parcelles bien isolées pour éviter la fécondation croisée avec d'autre variété. L'utilisation des produits chimiques est permise mais à dose/quantité limitée. L'espacement interligne des grains est évaluée à 25 cm et l'intra-ligne à 40 cm avec un grain par trou. Au moment du semis, les semences sont placées au-dessus des engrais. Les semences utilisées doivent être des semences bien sélectionnées, achetées auprès des producteurs de semences certifiés et changées tous les trois ans au plus.

La production de compost de 7 jours : Les matières premières utilisées avec leur dose sont les suivantes : mélange de fumier de bovins 2, matières végétales verts 2, matières végétales sèches 1,

son de riz fort 1, son de riz fin 1, et du « lalivay » (déjection des bovins). Lors de l'épandage, l'engrais se mesure d'une poignée de main par trou.

La production d'insecticides et de fongicides biologiques : Les mélanges peuvent être des :

- feuilles de voandelaka, jus de fumier de bovins, sucre et son de riz puis laisser fermenter.
- diverses feuilles (tanatanana, ravisevalahy, voandelaka, papaye) broyées de 5 kg + eau 10 l + lohan-toaka 1/4 l + vinaigre 1/4 l, fermentation pendant 2 jours. 2 cuillères à soupe pour 2 l d'eau pour la dilution.
- jus de manioc + poudre de piment, épandre sur la culture.
- consoude broyée + eau 10 l + son de riz fin.

La limitation de l'utilisation des fertilisants chimiques : Dans ce cas, l'épandage des engrais se fait par trou, pas plus de 100 kg/ha. Le désherbage s'effectue dès le stade de 2 feuilles du haricot afin d'éviter la concurrence en éléments nutritifs.

Le mode de culture biologique : utilisation des engrais organiques et pesticides biologiques.

Les techniques de récolte : A maturation, les gousses, ni trop sèches ni vertes, doivent être piquées une à une et non avec toute la plante qui doit être retournée dans le sol pendant le labour.

La technique de conservation des produits : Après séchage et mis en sac des produits, ceux-ci doivent être étalées sur une estrade pas trop près du mur et soulevée par rapport au sol, dans une salle bien aérée et fraîche.

La recherche de débouchés : Afin d'assurer l'écoulement des produits, les membres sont incités à travailler avec la coopérative, à participer aux différentes foires et marchés (internes et externes), à suivre l'évolution du prix des produit et de passer à la vente au moment idéal.

Autres comme la fabrication du lombricompost, les techniques de gestion et de marketing.

VI.2.2 Empreinte carbone de la filière haricot – Région Itasy

L'empreinte carbone moyenne de la filière haricot sur l'ensemble des 51 exploitations agricoles de la Région Itasy est de l'ordre de $-1,18 \text{ tCO}_2\text{e}$. Ce qui signifie un bilan négatif des émissions et du stockage de GES, donc on peut dire que la filière haricot est en général une filière séquestrante de GES. Afin de comparer les EC de la filière entre les catégories de MERs sélectionnées, ce bilan général a été rapporté à l'unité de surface (ha) et de production (ha) de la culture de haricot pour chaque exploitation. Il en ressort à première vue que sur l'ensemble des MERs, la filière haricot est séquestrante de GES étant donné que les valeurs de l'EC par surface cultivée en haricot et par quantité de haricot produit restent toujours négatives. L'EC de la filière haricot est de l'ordre de $-0,87 \text{ tCO}_2\text{e/ha}$ pour les MERs témoins, tandis qu'elle est estimée à $-1,15 \text{ tCO}_2\text{e/ha}$ et $-1,56 \text{ tCO}_2\text{e/ha}$ respectivement pour les MERs appuyés et MERs leaders affiliées au programme PROSPERER. Certes la filière haricot est plus séquestrante pour les MERs affiliés (appuyés et témoins) au programme PROSPERER par rapport aux MERs non affiliés prises comme témoins, cependant statistiquement

La production de compost, la limitation de l'utilisation de fertilisants chimiques et le mode de culture biologique sont les pratiques innovantes proposées par le programme PROSPERER contribuant à réduire l'empreinte carbone de la filière haricot soit par la réduction des émissions de gaz à effet de serre soit par le stockage de carbone dans le sol.

aucune différence significative n'a été observée entre les trois catégories de MERs. Ce qui signifie qu'en termes de bilan GES, l'impact des pratiques innovantes adoptées par les MERs à ce stade de son adoption (campagne culturale 2016-2017) est encore peu perceptible (Figure 13).

VI.2.3 Emissions et stockage de GES de la filière haricot – Région Itasy

Suivant l'itinéraire technique de la culture de haricot, en partant de la préparation du sol, du semis, de la fertilisation organique et chimique, du désherbage, de l'utilisation de pesticides, du transport et enfin de la conservation du produit, nous avons effectué un inventaire de toutes les émissions et de tous les stockages de GES existants pour la filière haricot. Cela nous a permis de constater que l'apport de fertilisant

organique au sol est le principal puits permettant le stockage de carbone dans le sol pour la filière haricot tandis que la gestion des effluents d'élevage destinés à fertilisation de la culture de haricot (fumier de ferme et compostage), la fertilisation chimique et l'utilisation de pesticides sont les principales sources à l'origine des émissions de GES (Figure 14).

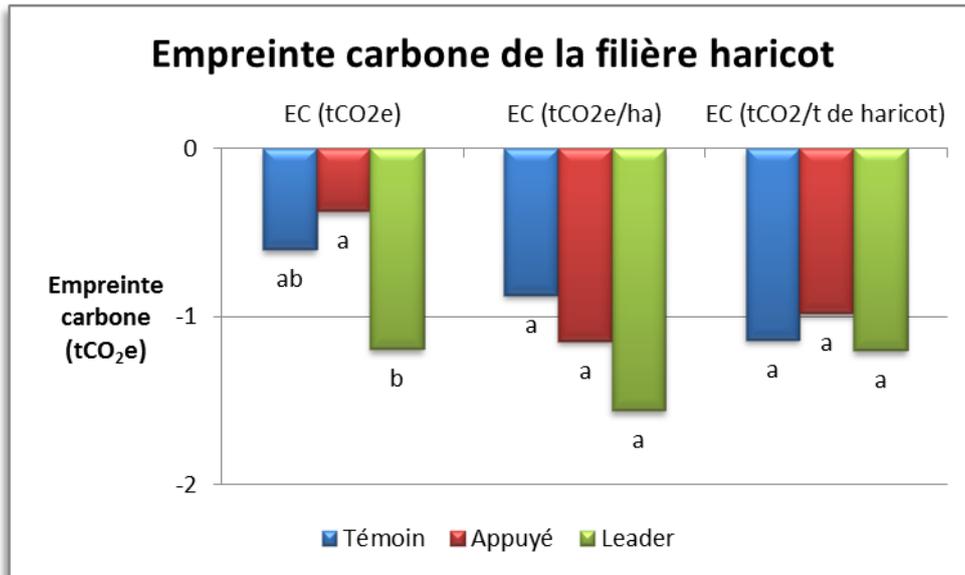


Figure 13: Empreinte carbone (EC) de la filière haricot suivant les trois catégories de MERs témoins, appuyés et leaders dans la Région Itasy. Bilan général exprimé en tCO₂e, EC rapportée à l'unité de surface exprimée en tCO₂e/ha et EC rapportée à l'unité de production annuelle de haricot exprimée en tCO₂e/t de haricot.

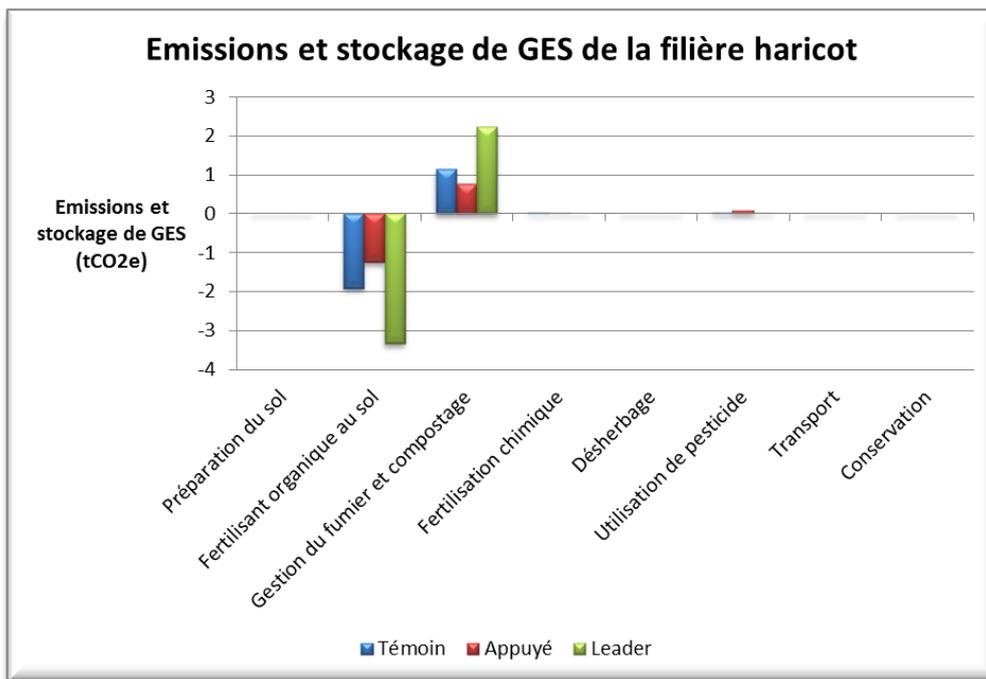


Figure 14: Emissions et stockage de gaz à effet de serre de la filière haricot – Région Itasy

VI.3 Impacts environnementaux de la filière vanille - Région Atsinanana

VI.3.1 Les pratiques innovantes proposées par le programme PROSPERER

Nombreuses sont les pratiques innovantes et appuis proposés par le programme PROSPERER aux micro-entreprises rurales (MER) dans la Région Atsinanana sur la filière vanille, à savoir :

Le bouturage

Selon les recommandations des techniciens formateurs du programme PROSPERER et surtout selon les dires des exploitants enquêtés, la technique sur le bouturage consiste à planter des lianes de vanille mesurant entre 1 et 1,5 m. Cela permet une reprise rapide des plans et permet d'avoir une production dans un court délai. Cependant, cette technique est tributaire de la disponibilité des lianes. Les MERs enquêtées évoquent le non disponibilité des lianes en quantité suffisante et ne peuvent pas respecter la longueur de bouture optimale.

La mise en place de pépinière de tuteur

Cette technique consiste à l'aménagement de parcelle pour la mise en place de pépinière pour tuteur. Cette technique n'est pas développée au sein des MERs de la zone. Seule la MERs leader de la commune de Masomeloka dispose d'une parcelle dédiée à cette technique.

La plantation de tuteur

Cette technique consiste à planter des tuteurs autres que les plantes issues de la forêt naturelle. Le programme préconise l'utilisation de *Gliricidia spp* pour son développement rapide et sa facilité d'implantation. Les tuteurs doivent avoir atteint une hauteur de 1,5 m au minimum avant l'implantation de la bouture de vanille donc ils doivent être planté plusieurs mois avant le bouturage des lianes de vanille. La plantation de tuteur peut se faire sur une parcelle constituée exclusivement de tuteurs plantés ou en complément des tuteurs naturels non planté. Dans la plus part des cas, les MERs choisissent la deuxième option car elles ne disposent que de parcelle déjà boisée (forêt) et l'utilisation de parcelle constituée uniquement de tuteurs plantés nécessite la mise en place d'ombrage. Sur le point de vue de l'espèce utilisée, la plus part des MERs préfère utiliser le « hasina » qui est une espèce qu'elles utilisent comme tuteur bien avant l'arrivée du programme.

La culture en sous-bois

Cette technique consiste au nettoyage des parcelles de forêt et à l'élagage des arbres ou arbustes avant l'installation des lianes de vanille. C'est le mode de culture le plus répandu dans la zone étudiée.

La biomasse et litière ramenées autour des pieds de vanille

Cette technique consiste à ramener des débris de bois mort autour des pieds de vanille. Elle nécessite beaucoup d'effort et les MERs ne le pratiquent pas très souvent (pas plus d'une fois par an). Cependant, la technique est visible au sein du champ école à Masomeloka.

VI.3.2 Empreinte carbone de la filière vanille – Région Atsinanana

La filière vanille affiche une empreinte carbone moyenne de l'ordre de -13,8 tCO₂e sur l'ensemble des 51 MERs étudiées dans la Région Atsinanana. Cela indique que cette filière est avant tout séquestrante de GES à l'échelle des fermes. Ramenée à l'unité de surface des parcelles de vanille, l'EC de la filière a été estimée à -17,8 tCO₂e/ha pour les MERs témoins, -32,6 tCO₂e/ha pour les MERs appuyés et -16,75 tCO₂e/ha pour les MERs leaders. En termes d'unité de production, l'EC de la filière est de l'ordre de -1,12 ; -1,21 et -1,20 tCO₂e/kg de gousse de vanille verte respectivement pour les MERs témoins, appuyés et leaders. Statistiquement, on n'a pas observé de différence significative entre ces valeurs. Ce qui indique des bilans GES voisins pour les trois catégories de MERs affiliées ou non au programme PROSPERER (Figure 15).

La plantation de tuteurs de vanille constitue la principale pratique permettant un stockage de carbone significatif lié à la filière vanille. Donc réduit considérablement l'empreinte carbone de la filière vanille pour que cette dernière soit une filière séquestrante de GES.

Par ailleurs, pour le moment (campagne culturale 2016-2017), le niveau d'adoption des pratiques innovantes proposées par le programme PROSPERER n'influe pas significativement le bilan carbone de la filière vanille pratiquée par les exploitations.

VI.3.3 Emissions et stockage de GES de la filière vanille – Région Atsinanana

L'analyse de l'itinéraire technique adopté par les exploitants pour la culture de vanille nous a permis d'identifier tous les postes sources et puits de GES au niveau de la filière. Ainsi, il a été constaté que la très faible utilisation d'intrants agricoles (fertilisation, pesticide) sur la culture de vanille a considérablement réduit les émissions de

GES de la filière. Aucune consommation d'énergie n'a été également observée tout au long de la production de gousse de vanille verte en partant de la plantation ou bouturage jusqu'au transport des produits (si nécessaire) qui se fait en général à pieds ou par l'utilisation de la traction animale (charrette). Rares sont les exploitations qui effectuent des traitements post-récoltes sur l'ensemble des MERs sélectionnées.

Par ailleurs, la plantation d'arbres tuteurs de vanille a considérablement augmenté le stock de carbone dans les ligneux, surtout pour les MERs affiliés au programme PROSPERER (MERs appuyés et leaders). La pratique qui consiste à ramener des bois morts et rameaux autour des pieds de vanille a permis d'améliorer le bilan GES de la filière vanille par la restitution du carbone dans le sol au lieu d'utiliser les bois morts comme source d'énergie (bois de chauffe). En effet cette amélioration du bilan est essentiellement observée pour les MERs affiliés au programme PROSPERER (témoins et leaders) (Figure 16).

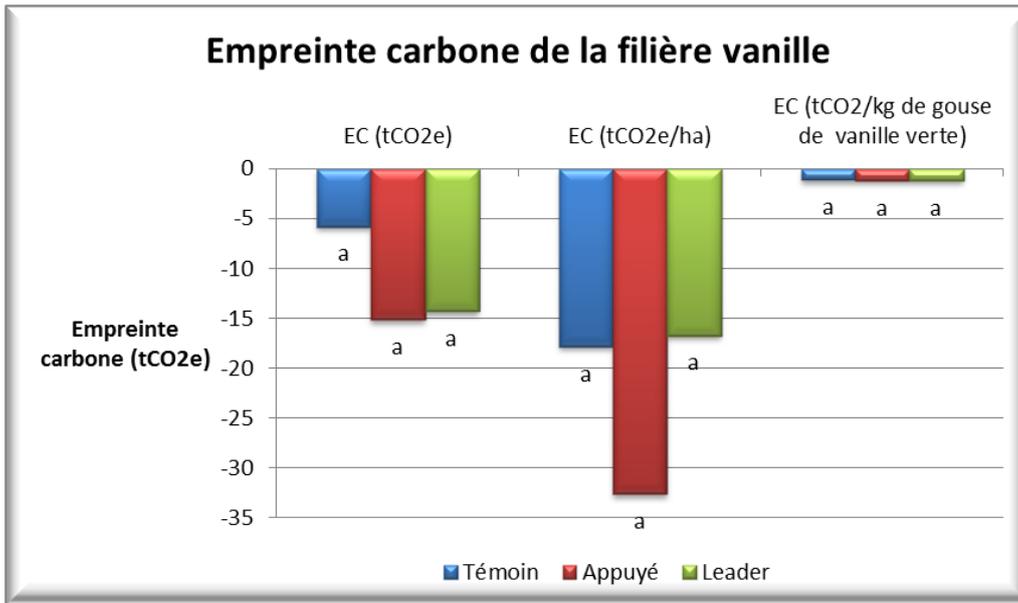


Figure 15: Empreinte carbone (EC) de la filière vanille suivant les trois catégories de MERs témoins, appuyés et leaders dans la Région Atsinanana. Bilan général exprimé en tCO₂e, EC rapportée à l'unité de surface exprimée en tCO₂e/ha et EC rapportée à l'unité de production exprimée en tCO₂e/kg de gousse de vanille verte.

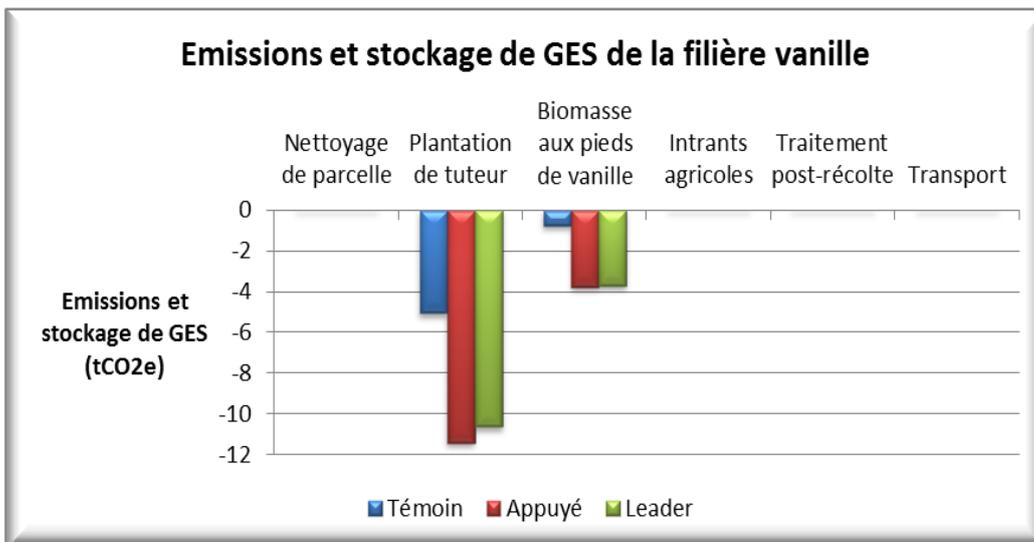


Figure 16: Emissions et stockage de gaz à effet de serre de la filière vanille – Région Atsinanana

VI.4 Simulation d'impact environnemental des filières agricoles développées par le programme PROSPERER

La simulation d'impact environnemental consiste à produire une estimation de l'empreinte carbone future des filières haricot et vanille en se basant sur les données d'enquête et données fournies par le programme PROSPERER pour caractériser chaque filière agricole ; et de la connaissance des différentes variables contribuant aux émissions et stockage de GES tout au long du cycle de production pour chaque filière.

La simulation a été réalisée suivant des scénarii représentant différentes possibilités de l'évolution de l'étendu du programme PROSPERER et notamment de la mise en œuvre des pratiques innovantes. Les scénarii sont des schémas possibles de l'évolution et du changement des différents modes de gestion et/ou de conduite des filières étudiées dans le temps. Ces scénarii constituent un outil adapté permettant de modéliser et de suivre l'impact environnemental des filières agricoles dans le futur et donc de proposer des options de stratégies d'atténuation et/ou d'adaptation au changement climatique. Les scénarii mis en place expriment diverses situations permettant également d'évaluer les incertitudes correspondantes.

VI.4.1 Simulation d'impact environnemental de la filière haricot – Région Itasy

Les schémas d'évolution de la filière haricot se traduisent par la variation de différentes variables liées à l'étendue et à l'élargissement des actions du programme PROSPERER. Ces variables concernent :

- La superficie cultivée en haricot : le premier paramètre lié au développement de la filière haricot dans le temps peut être attribué à la superficie cultivée en haricot au niveau de chaque exploitation agricole. Si la filière haricot représente un intérêt d'ordre économique à travers le revenu qu'elle génère, il est alors supposé que l'exploitant allouera plus de terre et parcelles pour cette culture. Le même raisonnement est appliqué pour le cas inverse, c'est-à-dire une diminution de la surface cultivée en haricot si l'exploitant ne trouve pas d'intérêt pour cette culture.
- Augmentation de la production de haricot : il est supposé que le développement de la filière haricot se traduira par une augmentation du rendement et de la production au niveau des MERs. La production est essentielle afin d'évaluer l'EC de la filière par unité de production de haricot.
- Le nombre de MER affilié au programme PROSPERER : en effet, il est supposé que l'évolution et le développement du programme PROSPERER s'exprimera à travers l'augmentation ou la diminution du nombre de MERs en contact ou affilié au programme PROSPERER et qui appliqueront les pratiques innovantes proposées sur la filière haricot.
- Niveau d'adoption des pratiques innovantes : L'adoption des pratiques innovante sur la filière haricot est très variable d'une MER à une autre. Ainsi, le niveau d'adoption des pratiques innovantes (« non adoption », « adoption faible » ou « adoption avancée ») a été donc pris en considération dans les scénarii de développement de la filière haricot.

La simulation d'impact environnemental consiste alors à estimer l'EC de la filière haricot suivant des scénarii qui tiennent compte de la variation de ces différentes variables.

a) Définition de l'état de référence

Les caractéristiques de la filière haricot au niveau des MERs témoins ont été prises comme état initial ou référence au travail de simulation d'impact environnemental. En effet, nous considérons que les MERs témoins représentent les exploitations typiques de la Région Itasy appliquant des pratiques agricoles conventionnelles en absence de l'intervention du programme PROSPERER. Ainsi les résultats d'impact environnemental pour les différents scénarii étudiés ont été comparés à l'EC de l'état de référence.

L'état de référence a été défini à partir des données acquises lors des travaux d'enquête et des informations communiquées au consortium LRI/IRD par les équipes régionales du programme PROSPERER. Cet état de référence est caractérisé par la non mise en œuvre des pratiques innovantes, telles que la fabrication de compost, la limitation de l'utilisation de fertilisant et de pesticide chimique, l'emploi de pesticide biologique ou « ady gasy » et enfin la mise en place de culture biologique de haricot.

Les variables quantifiables qui définissent l'état de référence pour la filière haricot sont présentées dans le Tableau 14. Pour l'état de référence, la surface moyenne cultivée en haricot est de 0,9ha, soit 45% de l'ensemble des terres agricoles de chaque MER. Le rendement moyen actuel de la culture de haricot est estimé à 1,06 t/ha avec une dose d'apport de fumier de l'ordre de 5t/ha, de fertilisants chimiques de 0,33 t/ha et d'utilisation de pesticide chimique d'environ 0,12 t/ha.

A l'état de référence, l'empreinte carbone de la filière haricot est estimée à -0,62 tCO₂e/ha si rapportée à l'unité de surface et -0,65 tCO₂e/tonne si rapportée à l'unité de production. La gestion du fumier de ferme est la principale source de GES avec une émission estimée à plus de 2 tCO₂e/ha suivie des émissions de GES dues à l'utilisation de fertilisants chimiques (urée, NPK, DAP) qui sont estimées à 0,2 tCO₂e/ha. La restitution de la matière organique au sol par l'apport de fumier est le seul puits de GES identifié qui est évaluée à -3,08 tCO₂e/ha (Figure 17).

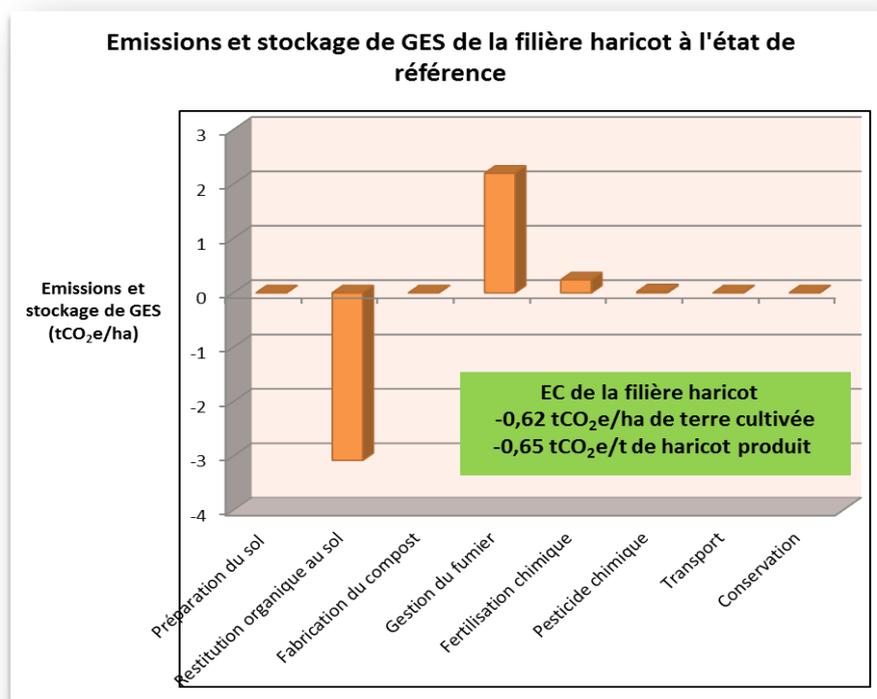


Figure 17 : Emissions et stockage de GES de la filière haricot à l'état initial pris comme référence à la simulation d'impact environnemental

b) Proposition de scénarii d'adoption des pratiques innovantes proposées par le programme PROSPERER pour la filière haricot

L'évolution du niveau d'adoption des pratiques innovantes a été couplée avec des variables quantifiables caractérisant le cycle de production du haricot pour en ressortir différents scénarii représentant différentes possibilités de développement de la filière haricot (Tableau 14).

Scénario 1 :

Le scénario 1 décrit une situation à bas niveau d'adoption des pratiques innovantes. La dose d'application du compost est de 3t/ha tandis que l'apport de fumier est de l'ordre de 2,5t/ha. L'utilisation de fertilisants chimiques comme l'urée et le NPK est réduite de moitié par rapport à la situation de référence, soit 0.15 t/ha. L'exploitant commence à utiliser des pesticides biologiques (bio insecticide et bio fongicide), néanmoins l'emploi de pesticides chimiques reste la même que la situation de référence c'est-à-dire 0,12 t/ha étant donné que le haricot est sensible à de nombreuses maladies et ravageurs durant son cycle culturale.

Pour le scénario 1, la surface cultivée en haricot reste la même que la situation de référence soit 0,9 ha/MER et avec un rendement de 1.06t de haricot à l'hectare.

Tableau 14 : Définition des scénarii d'adoption des pratiques innovantes et de développement de la filière haricot à l'échelle des MERs suite à l'intervention du programme PROSPERER

Scénarii	Adoption des Pratiques Innovantes (PI)						Variables quantifiables						
	PI 1: Semence améliorée	PI 2: Fabrication de compost	PI 3: Limitation des fertilisants chimiques	PI 4: Limitation des pesticides chimiques	PI 5: Utilisation de pesticide biologique	PI 6: Culture biologique	Surface cultivée en haricot (ha/MER)	Rendement du haricot (t/ha)	Production annuelle de haricot (t/an)	Production et application de compost (t/ha)	Autres amendements organiques (fumier) (t/ha)	Apport en fertilisants chimiques (t/ha)	Application de pesticides chimiques (t/ha)
Référence	non	non	non	non	non	non	0.9	1.06	0.95	0	5	0.33	0.12
Scénario 1	non	oui	oui	oui	oui	non	0.9	1.06	0.95	3	2.5	0.15	0.12
Scénario 2	oui	oui	oui	oui	oui	non	0.9	1.2	1.08	6	1	0	0.12
Scénario 3	oui	oui	oui	oui	oui	oui	0.9	1.2	1.08	7	0	0	0
Scénario 4	oui	oui	oui	oui	oui	oui	1.2	1.5	1.88	10	0	0	0

Tableau 15 : Simulation d'impact environnemental de la filière haricot suivant des scénarii d'adoption des pratiques innovantes proposées par le programme PROSPERER

Scénarii	Emissions et stockage de GES de la filière haricot (tCO ₂ e/ha)								Empreinte carbone de la filière haricot suivant les scénarii			
	Préparation du sol	Restitution organique au sol	Fabrication de compost	Gestion du fumier	Fertilisation chimique	Pesticide chimique	Transport	Conservation	EC (tCO ₂ e/ha)	EC (tCO ₂ e/t de haricot)	Bilan global (tCO ₂ e/MER)	Bilan global pour 50 MERs (tCO ₂ e)
Référence	0	-3.08	0	2.20	0.24	0.02	0	0	-0.62	-0.65	-0.56	-27.90
Scénarii 1	0	-3.38	1.18	1.10	0.11	0.02	0	0	-0.97	-1.02	-0.87	-43.65
Scénarii 2	0	-3.84	2.37	0.44	0	0.02	0	0	-1.01	-0.94	-0.91	-45.45
Scénarii 3	0	-4.29	2.74	0	0	0	0	0	-1.55	-1.44	-1.40	-69.75
Scénarii 4	0	-6.13	3.92	0	0	0	0	0	-2.21	-1.23	-2.65	-132.60

Scénario 2 :

Le scénario 2 décrit une situation avec adoption plus importante que précédemment des pratiques innovantes sur la filière haricot avec production et application de compost à une dose de 6t/ha soit le double du scénario 1. L'utilisation d'autres amendements organiques telle que le fumier de ferme est réduite à 1t/ha du fait que la majorité du fumier produit au niveau de la ferme a été transformée en compost. Aucune fertilisation chimique n'est apportée mais l'emploi de pesticide chimique reste à hauteur de 0,12t/ha.

Pour le scénario 2, la surface cultivée en haricot reste la même que la situation de référence et du scénario 1, soit 0,9 ha/MER, mais on assiste à une augmentation du rendement agricole due à l'utilisation de semence améliorée, soit un rendement de 1,2t de haricot par hectare.

Scénario 3 :

Le scénario 3 décrit une situation avec un niveau avancé d'adoption des pratiques innovantes. On assiste à la production de compost à hauteur de 7t/ha n'utilisant plus de fumier de ferme sur la culture de haricot. La culture de haricot est de type biologique n'utilisant ni fertilisant chimique ni pesticide chimique mais juste des produits locaux biologiques.

Le rendement du haricot est de l'ordre de 1,2t de haricot par hectare dues à l'utilisation de semence améliorée, soit identique à celui du scénario 2.

Scénario 4 :

Le scénario 4 décrit la situation la plus optimiste car la surface destinée à la culture de haricot a augmentée et a atteint 1,2 ha pour chaque MER, ce qui représente 60% de l'ensemble des terres agricoles de l'exploitation. Un rendement maximale de 1,5 ha est observé sur conditions réelles avec l'utilisation de semence améliorée (les caractéristiques productifs du haricot sont basées sur les données issues de la fiche technique «*Phaseolus vulgaris L.* » du FOFIFA). L'application du compost atteint 10t/ha et la culture est biologique n'utilisant ni fertilisants ni pesticide chimiques.

c) Résultats de la simulation d'impact environnemental de la filière haricot

A l'état de référence, l'EC de la filière est estimée à -0,62 tCO₂e/ha si rapportée à l'unité de surface et -0,65 tCO₂e/tonne si rapporté à l'unité de production. Les résultats de la simulation d'impact environnemental sur la filière haricot sont présentés dans le Tableau 14

Pour le scénario 1 qui est caractérisé par une faible adoption des pratiques innovantes, l'EC de la filière est estimée à -0,97 tCO₂e/ha si rapportée à l'unité de surface et -1,02 tCO₂e/tonne si rapporté à l'unité de production. Par rapport à l'état de référence, le stockage GES dans le sol par la fertilisation organique est passé de -3,08 à -3,38 tCO₂e/ha, c'est le principal puits de GES de la filière haricot. En termes d'émissions, la fabrication du compost a émis 1,18 tCO₂e/ha de GES tandis que la gestion des effluents d'élevage en a émis 1,1 tCO₂e/ha. Comme la culture de haricot n'est pas encore de type biologique, l'utilisation de fertilisants et de pesticides chimiques produit une émission de GES de 0,11 et 0,02 tCO₂e/ha respectivement (Figure 18).

Le scénario 2 qui est caractérisé par un stade d'adoption moyen des pratiques innovantes affiche une EC de l'ordre de -1,01 tCO₂e/ha et de -0,94 tCO₂e/t de la filière haricot. Cette valeur de plus en plus

négative indique qu'il y a plus de séquestration que d'émission de GES. Le processus de fabrication de compost et la gestion du fumier de parc émettent 2,81 tCO₂e/ha de GES ; par contre ces intrants organiques restituent -3,84 tCO₂e/ha dans le sol. Comme la culture n'est pas de type biologique, l'utilisation de pesticide émet 0,02 tCO₂e/ha (Figure 18).

Le scénario 3, avec un niveau assez avancé de l'adoption des pratiques innovantes, affiche une EC de -1,55 tCO₂e/ha et -1,44 tCO₂e/t de la filière haricot. La culture est de type biologique sans utilisation d'intrants chimiques. La fabrication annuelle de compost destiné à la culture de haricot est de l'ordre de 7t/ha, ce qui émet 2,74 tCO₂e/ha et en restitue -4,29 tCO₂e/ha au sol (Figure 18).

Le scénario 4, qui traduit le niveau le plus avancé en termes d'adoption des pratiques innovantes, affiche les valeurs de l'EC les plus basses avec -2,21 tCO₂e/ha si rapportée à l'unité de surface et -1,22 tCO₂e/tonne si rapporté à l'unité de production. Ce scénario suppose une augmentation de la surface cultivée en haricot (1,2t/MER) et un rendement plus élevé de 1,5t de haricot/ha. La culture est de type biologique et la production de compost atteint 10t/ha émettant 3,92 tCO₂e/ha de GES lors de sa fabrication et séquestrant environ -6,13 tCO₂e/ha dans le sol (Figure 18).

L'intensification de l'adoption des pratiques innovantes telles que l'utilisation de semences améliorées permettant d'augmenter le rendement du haricot, la production et la fertilisation du haricot au compost, la mise en place de culture biologique du haricot par la limitation de l'emploi d'intrants chimiques et l'usage des pesticides biologiques conduit à réduire l'empreinte carbone de la filière haricot.

Cette réduction de l'empreinte carbone se traduit par un bénéfice de séquestration de GES estimé à -1,59 tCO₂e/ha et -0,58 tCO₂e/tonne de haricot produit.

Les résultats de la simulation indiquent une tendance bien nette de la réduction de l'empreinte carbone (EC) de la filière haricot au fur et à mesure que l'adoption des pratiques innovantes s'intensifie. Il s'agit donc d'un gain en termes de séquestration de GES principalement dans le sol mais également d'un gain en termes de réduction des émissions de GES liées à la limitation de l'emploi d'intrants chimiques et à la mise en place de la culture biologique de haricot.

Par rapport à l'état de référence, une réduction de l'EC de la filière haricot est attendue après l'adoption des pratiques innovantes telles que le compostage, la limitation de l'utilisation d'intrants chimiques et la mise en place de culture biologique. Cet écart avec le niveau de référence est estimé à -1,59 tCO₂e/ha ou à -0,58 tCO₂e/tonne de haricot produit (Figure 19).

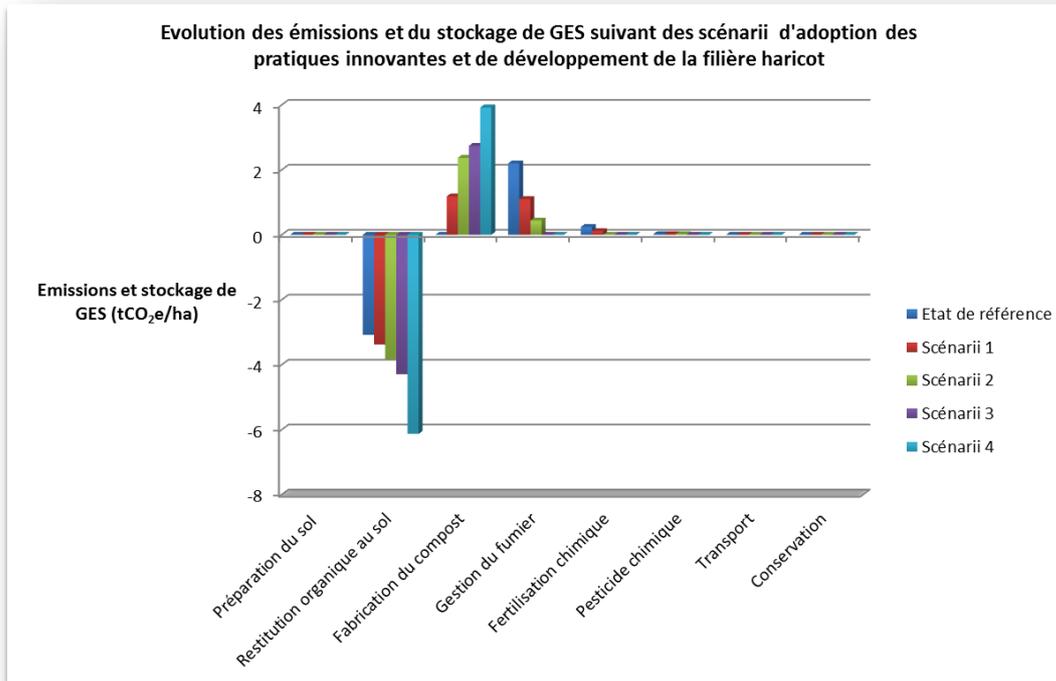


Figure 18 : Emissions et stockage de GES suivant des scénarii d'adoption des pratiques innovantes proposées par le programme PROSPERER sur la filière haricot

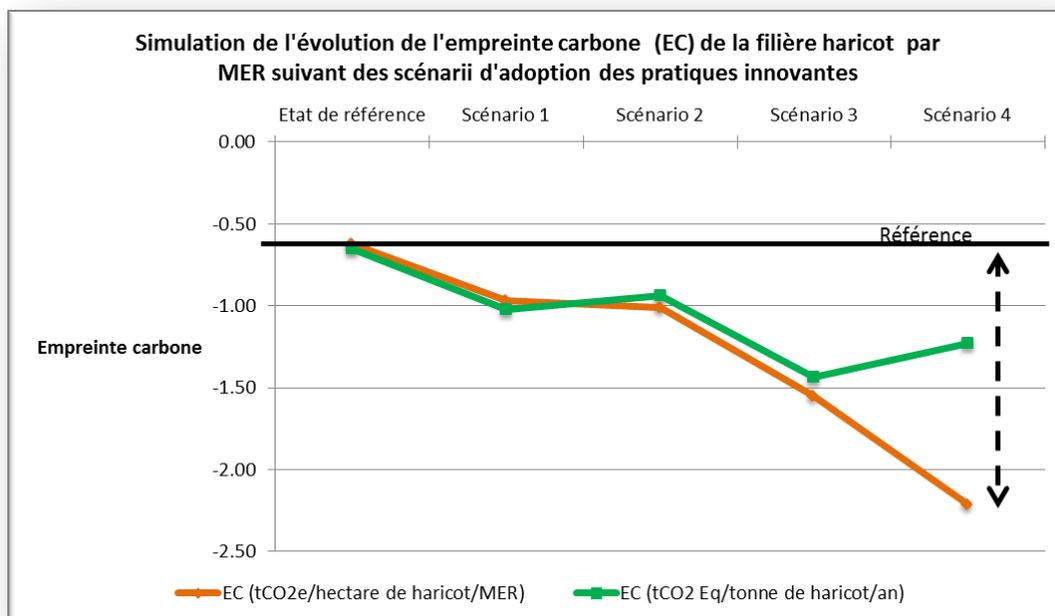


Figure 19 : Simulation de l'impact environnemental de la filière haricot suivant l'évolution de l'adoption des pratiques innovantes proposées par le programme PROSPERER

VI.4.2 Simulation d'impact environnemental de la filière vanille – Région Atsinanana

L'intervention du programme PROSPERER sur la filière vanille dans la Région Atsinanana est très récente (2015-2016), ce qui explique l'homogénéité constatée des MERs quant à leurs pratiques et méthodes de plantation et de conduite de la filière vanille. En effet, l'adoption des pratiques innovantes proposées par le programme PROSPERER n'est pas encore significativement visible au niveau des MERs appuyés. C'est au niveau des MERs leaders, notamment au niveau des champs écoles que l'application des pratiques innovantes est effective.

Ainsi, dans le travail de simulation d'impacts environnementaux de la filière vanille, nous avons pris comme état de référence les caractéristiques de l'ensemble des MERs sélectionnées et pour la présente l'étude et qui sont considérées comme représentatives de la Région. Les données permettant de décrire l'état de référence sont issues des résultats d'enquête et de descente sur le terrain réalisés par le consortium LRI/IRD ainsi que des informations fournies par l'équipe régionale de PROSPERER.

■ La superficie des parcelles de vanille :

La superficie moyenne des parcelles cultivées en vanille est de 0,87 ha par MER, ce qui représente 72% des terres cultivables appartenant à chaque exploitant. Dans les scénarii proposés, cette surface reste inchangée du fait que l'élargissement et la conversion d'autres terres est assez peu probable du fait que les 28% des terres restantes correspondant aux parcelles rizicoles et de cultures vivrières.

■ Densité de plantation des tuteurs et lianes :

Cette technique consiste à planter des tuteurs autres que les plantes issues de la forêt naturelle. Pour la culture en sous-bois, les espacements entre les plants sont très irréguliers d'une exploitation à une autre. Ce qui rend assez difficile le comptage de pieds de vanille et donc d'estimer un rendement moyen par hectare pour l'ensemble des MERs étudiées. En général, la plantation de tuteur se fait en complément des tuteurs naturels non plantés sur des parcelles déjà boisée (forêt). Ainsi, la densité de plantation des tuteurs a été retenue comme variables quantifiables à la simulation car elle montre le niveau d'intensification de la culture de vanille.

■ Apport de biomasse aux pieds des plants de vanille :

La biomasse apportée aux pieds de vanille est issue des débris de bois morts et de gros rameaux qui sont destinés en premier lieu au bois de chauffe. Cette technique constitue une forme de fertilisation des plants de vanille et nécessite un peu plus de temps à l'exploitant pour sa mise en place.

■ Augmentation de la production de gousse de vanille verte : (évolution vers un système semi-intensif)

Les enquêtes et les travaux de terrain ont permis d'estimer le rendement moyen de la gousse de vanille verte à environ 0,3 kg par liane à l'âge moyen de plantation qui est de 4 ans. Sa production annuelle a été ainsi calculée à partir de la densité de plantation de la vanille suivant le type de système en sous-bois ou sous tuteurs plantés.

a) Définition de l'état de référence sans l'intervention du programme PROSPERER

L'état de référence est caractérisé par la culture de vanille en sous-bois où les arbres forestiers existants sont utilisés comme tuteurs de vanille. La superficie moyenne des parcelles de vanille est estimée à 0.87ha par MER. Les espacements entre les pieds de vanilles ne sont pas définis mais dépendent d'un exploitant à un autre. Aucune forme de fertilisation ou de produits phytosanitaires n'est appliquée sur la culture de vanille. Le rendement de gousse de vanille verte par liane et par hectare a été difficile à estimer à cause de la grande variabilité des densités de plantations (en moyenne 118 lianes/ha), cependant nous l'avons estimé à environ 0,3 kg par liane après 4 ans de plantation, ce qui fait 35 kg/ha.

Pour l'état de référence, l'empreinte carbone de la filière vanille est estimée à $-0,26 \text{ tCO}_2\text{e/ha}$, si rapportée à l'unité de surface et à $-0,006 \text{ tCO}_2\text{e/kg}$ de gousse de vanille verte, si rapportée à l'unité de production. Aucune source de GES n'a été identifiée dans le processus de production de vanille du fait de la non-utilisation d'intrants agricole et d'énergie. En effet, l'empreinte carbone de la filière vanille à l'état actuelle est définie par le stockage de carbone dans la biomasse ligneuse des arbres utilisés comme tuteurs (Figure 20).

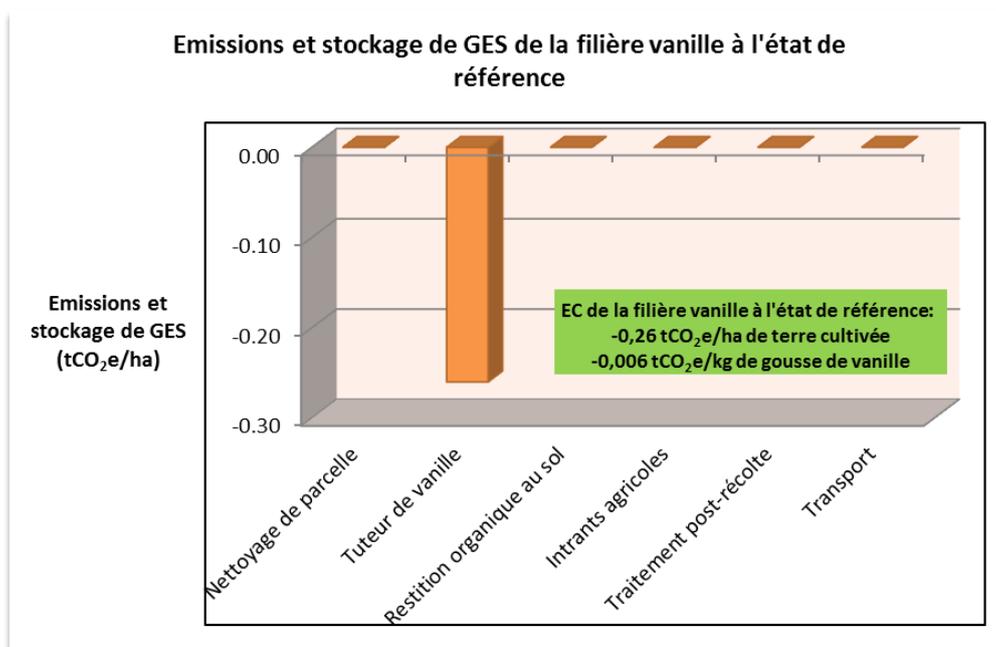


Figure 20 : Emissions et stockage de GES de la filière vanille à l'état initial pris comme référence à la simulation d'impact environnemental

b) Définition des scénarii d'adoption des pratiques innovantes proposées par le programme PROSPERER pour la filière vanille

L'évolution du niveau d'adoption des pratiques innovantes a été couplée avec des variables quantifiables caractérisant la production de vanille pour en ressortir différents scénarii représentant différentes possibilités de développement de la filière vanille (Tableau 16). Pour les scénarii décrits ici, l'estimation des rendements et des productions de gousse de vanille est calculée à l'âge de 4ans des plantations de vanille.

Scénario 1 :

Le scénario 1 se définit par un faible niveau d'adoption des pratiques innovantes. Le bouturage qui permet une reprise rapide des plans de vanilles n'est pas encore mis en pratique. Des tuteurs de vanille tels que le *Gliricidia spp.* sont plantés avec une densité de 850 tuteurs à l'hectare, soit 1700 lianes par hectare. Les cultures de vanille en sous-bois demeurent toujours comme à l'état de référence avec une densité de plantation de 118 lianes par hectare. Un apport de biomasse à hauteur de 13t/ha de matière sèche est réalisé aux pieds des plants de vanille jouant un rôle de fertilisant et contribuant à une augmentation du rendement estimé à 0.4kg par liane soit une production de 727kg de gousse de vanille verte par hectare sur l'ensemble de l'exploitation (culture en sous-bois et culture avec tuteurs plantés).

Scénario 2 :

Le scénario 2 est caractérisé par la pratique du bouturage donc une meilleure reprise des plants de vanille permettant une production dans un court délai. Des pépinières de tuteurs de vanille sont mises en place et la densité de plantation des tuteurs est d'environ 200 lianes à l'hectare (ce qui est proche d'un système semi-intensif). La culture en sous-bois demeure toujours avec la même densité de plantation que l'état de référence (118 lianes/ha). L'apport de biomasse à hauteur de 13t/ha de matière sèche est également réalisé aux pieds des plants de vanille. Le rendement est le même que pour celui estimé en scénario 1 qui est de l'ordre de 0.4kg/ liane, soit 847 kg de gousse de vanille verte par hectare sur l'ensemble de l'exploitation (culture en sous-bois et culture avec tuteurs plantés).

Scénario 3 :

Le scénario 3 représente le niveau maximal d'adoption des pratiques innovantes avec la pratique du bouturage, la mise en place de pépinière et la plantation de tuteurs de vanille ainsi que l'apport de biomasse aux pieds des plans de vanille. La densité de plantation sous tuteurs plantés est de l'ordre de 2000 lianes par hectare. L'apport de biomasse est le double de l'apport observé en scénario 2, ce qui fait un apport de 26t de matière sèche à l'hectare. Le rendement de la culture de vanille est alors plus élevé avec une valeur de 0,6kg/liane faisant une production annuelle de 1271kg de gousse de vanille verte par hectare sur l'ensemble de l'exploitation (culture en sous-bois et culture avec tuteurs plantés).

c) Résultats de la simulation d'impact environnemental de la filière vanille

Pour l'état de référence, l'empreinte carbone de la filière vanille est estimée à -0,26 tCO₂e/ha si rapportée à l'unité de surface et -0,006 tCO₂e/kg de gousse de vanille verte si rapportée à l'unité de production. Ces chiffres indiquent un bilan GES proche de l'équilibre puisque le cycle de production de la vanille à l'état actuel ne présente pas de forme d'émissions particulières de GES ni de stockage de carbone en surplus puisque les plants de vanille sont intégrés dans des systèmes forestiers et d'agroforesterie déjà existants. La valeur négative de l'EC est attribuée au faible stockage de carbone dû à l'accroissement annuel des espèces forestières utilisées comme tuteurs dans les systèmes en sous-bois. Les résultats de la simulation d'impact environnemental sur la filière vanille sont présentés dans le Tableau 17.

Pour le scénario 1 qui est défini par un faible niveau d'adoption des pratiques innovantes, l'EC de la filière est estimée à $-6,41 \text{ tCO}_2\text{e/ha}$ si rapportée à l'unité de surface et $-0,008 \text{ tCO}_2\text{e/ kg}$ de gousse de vanille verte si rapporté à l'unité de production. La plantation de tuteurs comme le *Gliricidia spp* a permis de stocker du carbone dans les arbres plantés à hauteur de $-3,79 \text{ tCO}_2\text{e/ha}$ (stockage estimée

La plantation de tuteurs de vanille d'une densité de 2000 lianes par hectare et l'apport de biomasse composé de bois morts et de gros rameaux aux pieds des vanilliers de 26t/ha de matière sèche permet de rendre la filière vanille un important puits de carbone à hauteur de $-9,7 \text{ tCO}_2\text{e/ha}$ dans la Région Atsinanana.

pour une plantation de 4 ans). L'apport de biomasse notamment des bois morts aux pieds de vanille a également permis d'améliorer le bilan GES de la filière en restituant $-2,62 \text{ tCO}_2\text{e/ha}$ de carbone aux sols (Figure 21).

Pour le scénario 2, l'augmentation de la densité de plantation à hauteur de 2000 lianes/ha a permis d'augmenter le puits de GES donc le stockage de carbone dans les ligneux d'environ $-4,46 \text{ tCO}_2\text{e/ha}$ (Figure 21) résultant une EC de la filière vanille équivalente à $-7,08 \text{ tCO}_2\text{e/ha}$ si rapportée à l'unité de surface et $-0,007 \text{ tCO}_2\text{e/ kg}$ de gousse de vanille verte si rapporté à l'unité de production.

Pour le scénario 3, la densité de plantation a été maintenue à 2000 lianes/ha mais l'apport en biomasse a été doublé à 26t/ha de matière sèche par rapport au scénario 1 et au scénario 2, ce qui permet d'augmenter le rendement à 0,6 kg/ liane, soit 1271kg de gousse de vanille verte par hectare sur l'ensemble de l'exploitation. Le résultat en termes de bilan GES obtenu affiche une EC de la filière vanille de $-9,7 \text{ tCO}_2\text{e/ha}$ si rapportée à l'unité de surface et $-0,007 \text{ tCO}_2\text{e/kg}$ de gousse de vanille verte si rapporté à l'unité de production. Ce qui exprime un niveau de séquestration de GES assez important après 4 ans de plantation de la vanille.

Le système présenté aux scénarii 2 et 3 est typique d'un système semi-intensif des meilleurs producteurs de vanille de Madagascar (LE BELLEC, 2002)¹.

Cette simulation nous permet de dire que le stade avancé de l'adoption des pratiques innovantes telles que le bouturage, la plantation de tuteurs de vanilliers et l'apport de biomasse comme fertilisants des plants de vanille permet non seulement d'améliorer la production de vanille verte sur une période de temps plus courte mais également de réduire l'empreinte carbone de la filière (jusqu'à $-9,7 \text{ tCO}_2\text{e/ha}$) par la création d'un important puits de carbone (Figure 22).

¹ LE BELLEC Fabrice, 2002. La culture du vanillier. CIRAD.

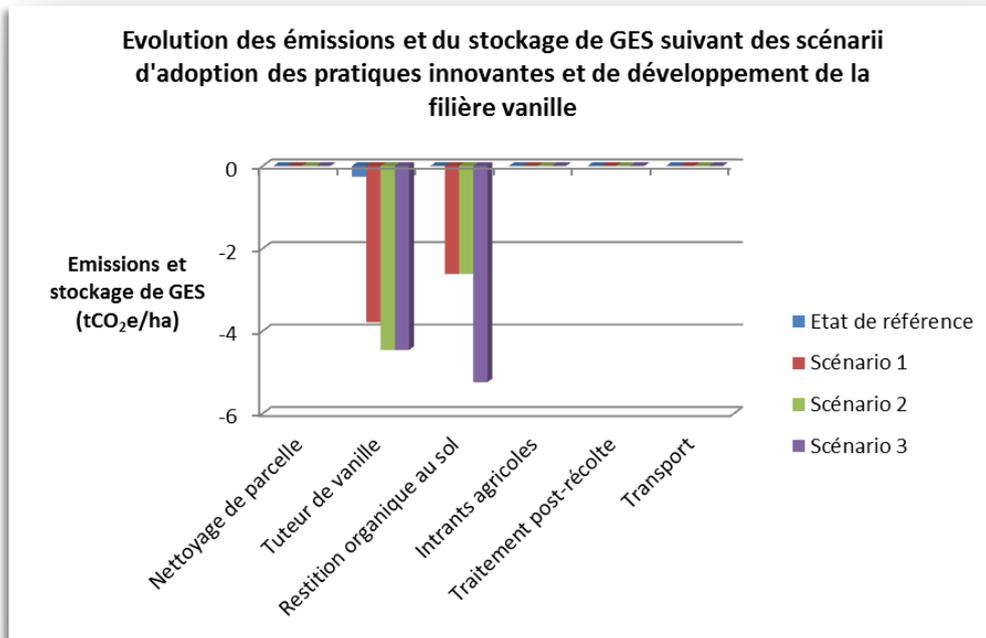


Figure 21 : Emissions et stockage de GES suivant des scénarii d'adoption des pratiques innovantes proposées par le programme PROSPERER sur la filière vanille.

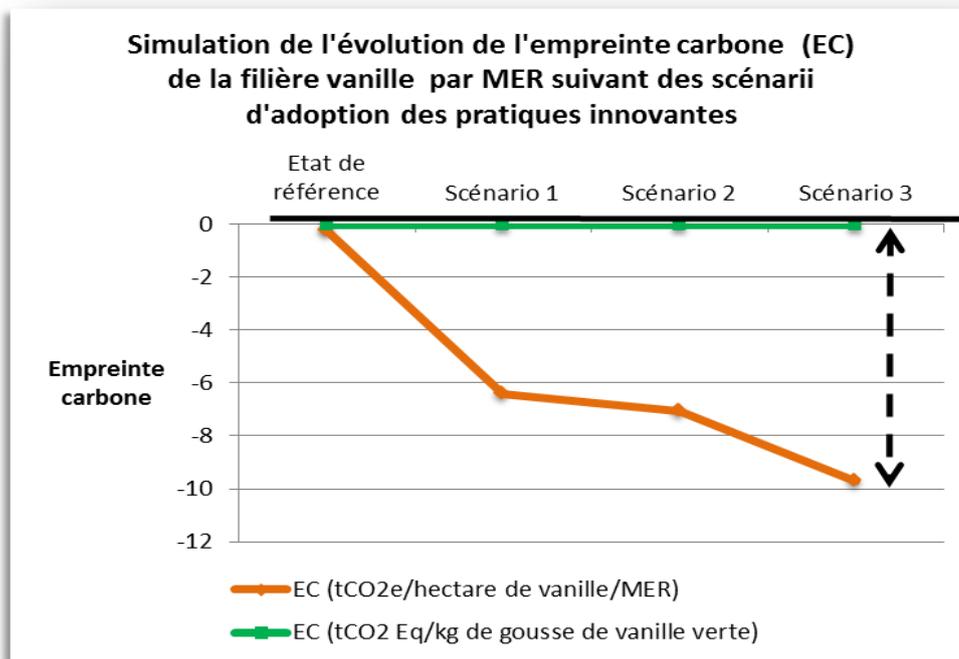


Figure 22 : Simulation de l'impact environnemental de la filière vanille suivant l'évolution de l'adoption des pratiques innovantes proposées par le programme PROSPERER (estimation à 4 ans après la plantation de la vanille)

Tableau 16 : Définition des scénarii d'adoption des pratiques innovantes et de développement de la filière vanille suite à l'intervention du programme PROSPERER

Scénarii	Adoption des Pratiques Innovantes (PI)					Variables quantifiables						
	PI 1: Bouturage	PI 2: Pépinière de tuteurs de vanille	PI 3: Plantation de tuteurs de vanille	PI 4: Culture de vanille en sous- bois	PI 5: Biomasse ramené autour des pieds de vanille	surface des parcelles de vanille (ha/MER)	Surface cultivée en vanille par rapport à l'ensemble des terres cultivables (%)	Densité de plantation sous-bois forêt (liane/ha)	Densité de plantation sous-tuteurs plantés (liane/ha)	Rendement gousse de vanille verte (kg/liane)	Production gousse de vanille verte (kg/ha)	Quantité de biomasse ramenée aux pieds de vanille (t/ha)
Etat de référence	non	non	non	oui	non	0.87	72	118	0	0.3	35	0
Scénario 1	non	oui	oui	oui	oui	0.87	72	118	1700	0.4	727	13
Scénario 2	oui	oui	oui	oui	oui	0.87	72	118	2000	0.4	847	13
Scénario 3	oui	oui	oui	oui	oui	0.87	72	118	2000	0.6	1271	26

Tableau 17 : Simulation d'impact environnemental de la filière vanille suivant des scénarii d'adoption des pratiques innovantes proposées par le programme PROSPERER

Scénarii	Emissions et stockage de GES (tCO2e/ha)						Résultats			
	Nettoyage de parcelle	Tuteurs de vanille	Restitution organique au sol	Intrants agricoles	Traitement post-récolte	Transport	EC (tCO ₂ e/ha)	EC (tCO ₂ e/kg de gousse de vanille verte)	Bilan global (tCO ₂ e/MER)	Bilan global pour 50 MERs (tCO ₂ e)
Etat de référence	0	-0.26	0	0	0	0	-0.26	-0.006	-0.23	-11.31
Scénario 1	0	-3.79	-2.62	0	0	0	-6.41	-0.008	-5.58	-278.84
Scénario 2	0	-4.46	-2.62	0	0	0	-7.08	-0.007	-6.16	-307.98
Scénario 3	0	-4.46	-5.24	0	0	0	-9.70	-0.007	-8.44	-421.95

VII. Conclusion générale

Au terme de la mission du consortium LRI/IRD, l'impact environnemental des filières agricoles haricot et vanille a été évalué. Le consortium LRI/IRD a adopté l'approche empreinte carbone des exploitations agricoles pratiquant les filières étudiées d'une part et l'empreinte carbone des filières haricot et vanille proprement dit d'autre part. L'étude a été réalisée sur un échantillon de 51 micro-entreprises rurales (MER) pour chaque filière faisant au total 102 MERs étudiées sur l'ensemble de la Région Itasy et Atsinanana. Des travaux d'enquête et de collecte de données (mesures dendrométriques, mesure de surface des parcelles) ont été réalisés sur chacune des MERs étudiées.

Les données collectées ont été analysées et traitées afin de caractériser chaque MER. Un inventaire de toute activité contribuant aux émissions et au stockage de GES à l'échelle des exploitations agricoles liés au cycle de production de chaque filière a été réalisé. L'outil TropiC Farm Tool, un calculateur adapté à la comptabilisation carbone de l'exploitation agricole a été paramétré et adapté à l'évaluation d'impact environnemental de la filière haricot et vanille.

Les résultats ont montré que les exploitations agricoles de la Région Atsinanana (Empreinte Carbone = $-6,78 \text{ tCO}_2\text{e/ha}$) sont des puits de gaz à effet de serre en séquestrant du carbone dans les arbres grâce aux systèmes forestiers et agroforestiers, tandis que les exploitations de la Région Itasy (Empreinte Carbone = $6,6 \text{ tCO}_2\text{e/ha}$) sont émettrices de gaz à effet de serre.

Les travaux de simulation ont permis de dire que l'intégration des pratiques innovantes au niveau des filières haricot et vanille conduit à la réduction de l'empreinte carbone des filières en limitant les émissions de gaz à effet de serre mais surtout en favorisant la séquestration de gaz à effet dans les puits de carbone comme le sol et les arbres. Pour la filière haricot, l'intensification de l'adoption des pratiques innovantes telles que l'utilisation de semences améliorées permettant d'augmenter le rendement du haricot, la production et la fertilisation du haricot au compost, la mise en place de culture biologique du haricot par la limitation de l'emploi d'intrants chimiques et l'usage des pesticides biologiques conduit à réduire l'empreinte carbone de la filière haricot. Cette réduction de l'empreinte carbone se traduit par un bénéfice de séquestration de gaz à effet de serre estimé à $-1,59 \text{ tCO}_2\text{e/ha}$ et $-0,58 \text{ tCO}_2\text{e/tonne}$ de haricot produit. Pour la filière vanille, la plantation de tuteurs de vanille d'une densité de 2000 lianes par hectare et l'apport de biomasse composé de bois morts et de gros rameaux aux pieds des vanilliers de 26t/ha de matière sèche permet de rendre la filière vanille un important puits de carbone à hauteur de $-9,7 \text{ tCO}_2\text{e/ha}$ dans la Région Atsinanana.

- Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, M. A., Chambers, J. Q., Eamus, D., Folster, H., Kira, T., Lescure, J.P., Nelson, B. W., Ogawa, H., Puig, H., Riera, B., Yamakura, T., 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia*. 145, 87–99. doi: 10.1007/s00442-005-0100-x
- Esilaba A. O., Nyende P., Nalukenge G., Byalebeka J.B., Delve R.J., Ssali H., 2005. Resource flows and nutrient balances for crop and animal production in smallholder farming systems in eastern Uganda, *Agriculture, Ecosystems and Environment* 109: 192–201.
- Falinirina M. V., 2010. Valorisation agricole des apports organiques contenus dans les déchets urbains: qualité des matières organiques et services écosystémiques. Doctorat en Sciences Agronomiques. Université d'Antananarivo, Madagascar.
- Georges Rakotovao, Andrianasola Raymond Rabevohitra, Philippe Collas de Chatelperron, Daniel Guibal, Jean Gérard, 2012. Atlas des bois de Madagascar. Edition Quae. 418 pages.
- IPCC, 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. In: Eggleston, H.S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K. (Eds.), IGES, Tokyo, Japan. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>.
- Lal, R., 2004. Carbon emission from farm operations. *Environ. Int.* 30, 981–990. doi:10.1016/j.envint.2004.03.005
- Narindra H. Rakotovao, Tantely M. Razafimbelo, Stephan Rakotosamimanana, Zafyson Randrianasolo, Josoa R. Randriamalala, Alain Albrecht, 2016. Carbon footprint of smallholder farms in Central Madagascar: the integration of agroecological practices. *Journal of Cleaner Production* 140 (2017) 1165-1175.
- Pattey, E., Trzcinski, M.K., Desjardins, R.L., 2005a. Quantifying the Reduction of Greenhouse Gas Emissions as a Result of Composting Dairy and Beef Cattle Manure. *Nutr. Cycl. Agroecosystems* 72, 173–187. doi:10.1007/s10705-005-1268-5
- Rabetokotany Rarivoson, N. V., 2013. Matières organiques exogènes issues de l'élevage et de la ville en milieu tropical : apport de la spectrométrie proche infrarouge pour leur orientation d'usage agronomique et/ou énergétique. Thèse de Doctorat en Sciences. Université De La Réunion, France et Université d'Antananarivo, Madagascar.
- Rakotovao H. N. 2011. Empreinte carbone d'exploitations agricoles basées sur des pratiques agroécologiques. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'ingénieur agronome, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo.
- Rakotovao, H. N., 2017. Impacts environnementaux de l'adoption des pratiques agroécologiques : empreinte carbone d'exploitation agricole et stocks de carbone, Région Itasy, Madagascar. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques. Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo, Madagascar.
- Randrianarisoa, J.-C., Minten, B., 2003. Accessibilité et utilisation des engrais chimiques à Madagascar, in: Conférence Agriculture et Pauvreté, Projet ILO, FOFIFACORNELL.
- Razafimbelo T., 2005. Stockage et protection du carbone dans un sol Ferrallitique sous systèmes en semis direct avec couverture végétale des Hautes Terres malgaches. Thèse de Doctorat en Science du Sol. Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier. France.

- Razakaratrio, J. T. I., 2011. Empreinte carbone de différents types d'exploitations agricoles a base de systèmes agroforestiers - District de Fenoarivo Atsinanana. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'ingénieur agronome, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo.
- Tittonell, P., Leffelaar, P.A., Vanlauwe, B., van Wijk, M.T., Giller, K.E., 2006. Exploring diversity of crop and soil management within smallholder African farms: A dynamic model for simulation of N balances and use efficiencies at field scale. *Agric. Syst.* 91, 71–101. doi:10.1016/j.agsy.2006.01.010.

Annexe 1: Canevas de la formation de l'équipe de terrain

Canevas de la formation de l'équipe de terrain dans le cadre de la prestation IFAD/PROSPERER

Dates prévues pour la formation : lundi 14 et mardi 15 novembre 2016 et 24 et 25 novembre 2016

Lieu de la formation : Laboratoire des Radioisotopes

Audience : toute l'équipe constituée (2 Ingénieurs et 4 enquêteurs, comme il y aura la éventuellement la formation des ingénieurs les 24 et 25 prochains pour le fonctionnement de *TropiC FarmTool*)

Jour 1 :

Le premier jour de formation sera surtout axé sur les bases théoriques du thème étudié et de la méthodologie à adopter dans le cadre de la prestation

- 1)- Présentation de la prestation IFAD/ PROSPERER
 - o Historique
 - o Objectifs et des enjeux
 - o Résultats attendus

- 2)- Introduction au concept d'impact environnemental et notamment impact sur le climat de projet ou activités de développement

- 3)- L'approche « empreinte carbone d'exploitation agricole »
 - o Concept
 - o Méthodologie général et méthode de calcul

- 4)- Exemple de cas d'application de l'approche empreinte carbone d'exploitation agricole sur l'évaluation de l'impact carbone de l'adoption de pratiques agroécologiques en Itasy (Thèse Narindra)

- 5)- Les cartes des flux de ressources
 - o Quel objectif
 - o Comment réaliser les cartes des flux de ressource

- 6)- L'outil d'évaluation de l'empreinte carbone : TropiC Farm Tool (généralités)

- 7)- Pourquoi adapter TropiC Farm Tool au contexte filière et régional dans le cadre de cette prestation de IFAD ?

Jour 2 :

A partir du deuxième jour de formation sera essentiellement axé sur la pratique pour répondre aux besoins des ingénieurs et enquêteurs dans la réalisation des travaux de terrain et de saisie de données

- 8)- Comment alimenter et faire fonctionner le calculateur TropiC Farm Tool ?

- Présentation de l'outil en détail (structure du tableur Excel, les rubriques - champs et lignes, les résultats, les interprétations, ...)
- Introduction de données par rubrique
- Exemple d'application directe (Thèse Narindra : cas des exploitations agricoles de la région Itasy dans le cadre du projet de développement MAHAVOTRA)

Jour 3

- 9)- La collecte de données via les travaux d'enquêtes
 - Questionnaire à utiliser sur le terrain
 - Les différentes mesures à faire sur le terrain (dendrométrie, surface, biomasse,...)
 - Entrée des données dans l'outil / le calculateur (donc prévoir des PC/ par personne ? leur demander d'apporter leur PC et d'y installer l'outil ? ou pas forcément, leur donner tout simplement la masque de saisie suffira sûrement !)

- 10)- Séance de question-réponse

(Eventuellement) Jour 4

- 11) Présentation du programme d'activités
 - Calendrier de travail (généralités et détails)
 - Constitution de l'équipe (Ingénieur + enquêteurs) & présentation des tâches précises
 - Fourniture des principaux résultats
 -
- 12) Organisation administrative et logistique
 - Paperasse administrative
 - Organisation de la 1^{ère} descente sur le terrain et anticipation sur les besoins en matériels (laptops pour les entrées de données, GPS et formation si besoin est, ...)
 - TP (manips GPS et pesée de litières)
 - Séance de questions-réponses

Annexe 2 : Questionnaire utilisé dans le cadre de l'étude de l'empreinte carbone de la filière haricot du programme PROSPERER

FICHE D'ENQUETE – FILIERE HARICOT

Numéro fiche :	
Nom de l'enquêteur:	
Date:	

1)-Identification et localisation de l'exploitation

Codification PROSPERER	
Nom du chef de ménage	
Région	
District	
Commune	
Fokontany	
Village	
Coordonnées GPS de l'habitat	

<u>Sexe :</u> masculin(1) féminin (2)		<u>Age :</u>	
<u>Niveau d'étude:</u> Ecole primaire (1) Ecole secondaire (2) Lycée (3) Université (4) N'a pas suivi d'étude (5)			

2)- Affiliation au programme Prosperer

	Oui (1) Non (2)	Début de l'affiliation à PROSPERER (année)	Durée de l'affiliation à PROSPERER (années)
Producteur leader			
Producteur appuyé			
Producteur témoin			

3)- Filière appuyé par Prosperer

	Oui (1) Non (2)	surface concernée (ha)
Haricot		
Vanille		

4)- Système d'élevage

- Type d'élevage

	Nombre de tête	Durée cycle (jours)	Race Locale (1) Améliorée (2)
Bovins			
Bovins laitiers			
Moutons			
Chèvres			
Porcins			
Volailles			
Autres à préciser			

- Effluents d'élevage

	Quantité produite (t/an)	Mis en tas (t/an)	Compostés (t/an)
Bovins			
Bovins laitiers			
Moutons			
Chèvres			
Porcins			
Volailles			
Compost		-	-

5)- Consommation d'énergie à l'échelle de l'exploitation

- Utilisation de matériels agricoles

	oui (1) non (2)	Si oui lesquels?
Manuel		
Traction animale		
Motorisé		

- Consommation énergie à l'échelle de l'exploitation

	Quantité	Unité locale
charbon de bois (t/an)		
bois de chauffe (m ³ /an)		
biocarburant (l/an)		
pétrole (l/an)		
butane (kg/an) gaz		
gasoil (m ³ /an)		
essence (m ³ /an)		

6)- Affiliation au programme Prosperer

Depuis quelle année vous plantez du haricot	Durée (année)

	Oui (1) Non (2)	Depuis quand ?	Durée (année)
Êtes-vous en contact avec PROSPERER ?			

	Oui (1) Non (2)	Si non pourquoi ?
Appliquez-vous les techniques diffusées par PROSPERER?		

7)- Techniques et formations proposées par PROSPERER

	Oui (1) Non (2)
Avez-vous déjà assisté à une formation proposée par PROSPERER?	

Si oui, lesquelles de ces techniques?	Oui (1) Non (2)	Explication sur la technique
Semence améliorée		
Compostage		
Insecticide biologique		
Fongicide biologique		
Limitation de l'utilisation de fertilisants chimiques		

Culture biologique		
Techniques de récolte		
Technique de transformation des produits		
Technique de conservation des produits		
Recherche de déboucher		
Autres ? Préciser		

8)- Sols et climat adaptés à la culture de haricot

Quel type de climat est adapté à la culture de haricot?	hiver (1) début des pluies (2) été (3) kely orana (4) autre (5) Préciser	
Quel type de sol est adapté à la culture de haricot?	Sol rouge(1) sol noir (2) sol sableux (3) Autre (4) à préciser	
Quelle culture précède la culture de haricot?	Plante à tubercule (1) plante à feuilles (2) Graminées (3) Autre (4) à préciser	

9)- Maladies et ravageurs du haricot

Les maladies qui touchent la culture de haricot	Oui (1) Non (2)
Harafesina (rouille)	
Kimanja (anthracnose)	
Lazo (Cercosporiose)	
Ramangorona (virus)	
Lagaly	
Autre ? Préciser	

Les ravageurs de la culture de haricot	Oui (1) Non (2)
Ramangorona (Apoderus humeralis)	
Renibepangaraka (Agrotis sp)	
Lalitra (Ophiomyia phaseoli)	

10)- Traitement après récolte du haricot

Combien de temps après récolte faut-il sécher le haricot? (jours)	
---	--

Séchage, battage, vannage

Utilisation de matériel pour le traitement du haricot récolté	Manuel (1) Motorisé (2) Autre (3) Préciser	
---	--	--

11)- Transformation du haricot

Vous transformer le haricot produit?	Oui (1) Non (2)	
Utilisation de matériel pour la transformation du haricot récolté ?	Manuel (1) Motorisé (2) Autre (3) Préciser	

12)- Mise en vente de haricot

Le haricot est	Vendu sur pied (1) Transporté à pied (2) Transporté en charrette/bœufs (3) Transporté en véhicule motorisé (4) pied et charrette (5)	
----------------	--	--

13)- Perception de l'exploitant sur les techniques diffusées par PROSPERER

Quels sont les avantages de l'application des techniques proposées par PROSPERER sur la culture de haricot?	Augmentation du rendement (1) Amélioration de la qualité des produits (2) Résistance aux maladies et ravageurs (3) Résilience aux aléas climatiques (4) Réduction des dépenses (5) Semence quantifiée (6) Autre (7) à préciser	
La semence améliorée permet de	Augmenter le rendement (1) lutter contre les ravageurs (2) lutter contre les maladies (3) Résister aux aléas climatiques (4) Taux de germination élevé (5) Autre (6) à préciser	

14)- Résumé sur l'utilisation d'énergie pour la culture de haricot

Utilisation de matériels agricoles (ITK)

	Oui (1) Non (2)
Manuel	
Traction animale	
Motorisé	

Utilisation d'énergie pour la culture, le transport et le traitement post récolte du haricot

	Quantité
charbon de bois (t/an)	
bois de chauffe (m3/an)	
biocarburant (l/an)	
pétrole (l/an)	
butane (kg/an)	
gasoil (m ³ /an)	
essence (m ³ /an)	

16)- Fiches parcelles

Informations générales sur la parcelle			
N° parcelle			
Coordonnées GPS	Latitude	Longitude	
Superficie (ha)			
Situation géographique	<i>Sommet (1), versant (2), bas-versant (3), bas-fond (4)</i>		
Type de parcelle	<i>Culture annuelle (1), Agroforesterie (2), Foresterie (3), Rizière (4)</i>		
Type de culture <i>Si association de cultures, mettre toutes les codes cultures correspondantes</i>	<i>Vanille (a), Riz irrigué (b), Riz pluvial (c), Haricot (d), Manioc (e), Patate douce (f), Arachide (g), Fruit (h) à préciser, Légumes (i) à préciser, Arbre à espèces fruitières (j) à préciser, Arbre à espèces forestières (k) à préciser, Autres (l) à préciser</i>	Production (t/an)	rendement (t/ha)

Si rotation culturale, citer toutes les cultures dans l'ordre (préciser jachère)	1 :	2 :	3 :	4 :
Amendement organique	Types		Application (t/an)	Application (t/ha)
	Fumier de bovin			
	Fumier de porcs			
	Fumier de volaille			
	Compost			
	Engrais verts			
	Guano			
	Cendre			
Autres (préciser)				
Fertilisation chimique	Types		Application (t/an)	Application (t/ha)
	Urée			
	NPK			
	Autres (préciser)			
Chaulage	Types		Application (t/an)	Application (t/ha)
	Dolomie			
	Autres (préciser)			
Travail du sol : Labour (1), Non labour (2)		Note :		
Profondeur du labour (cm)				
Couverture du sol : Pas de couverture (1), SCV (voly rakotra) (2), Mulch / paillage (3)		Note :		

Devenir des résidus de cultures: Laissés en surface (1), Enfouis (2), Exportés de la parcelle (3), Brulage de résidus (4)	Note :				
Brulage biomasse	Types		Surface (ha)	Quelles Cultures ?	Quantité biomasse brûlée (t/ha) (si connue)
	Savanes ou prairies				
	Culture Mi ou fin de saison				
Pesticides biologiques	Types	Application (t/an)	Application (t/ha)	lesquels?	
	Insecticides bio				
	Fongicides bio				
	Herbicides bio				
Pesticides chimiques	Types	Application (t/an)	Application (t/ha)	lesquels?	
	Insecticides				
	Fongicides				
	Herbicides				
Lutte contre les mauvaises herbes	Principales espèces de mauvaises herbes	Impacts des mauvaises herbes sur la culture	Matériel utilisé pour la lutte contre les mauvaises herbes: Manuel (1), Faucheuse (2), Chimique (3), Biologique (4), Motorisé (5), Autre (6) à préciser		

Arrosage : manuel (1), Pompe mécanique (2), Pompe motorisée (3), N'arrose pas (4), Autre (5) à préciser

Identification et inventaire des arbres sur la parcelle

Espèces plantées	Nombre de pieds			Cycle de coupe (années)	Destination du produit ligneux
	< 5ans	5 à 10 ans	> 10 ans		Bois de chauffe (1)/ Charbon (2) /Construction (3)/ Autre (4)
Pinus kesiya (kesika)					
Melia azadiracht (voandelaka)					
Acacia mangium (akasia)					
Mangifera indica (manga)					
Persea americana (zavoka)					
Coffea arabica (kafe)					
Eucalyptus citriodora (kininina)					
Acacia auriculiformis (akasia)					
Eucalyptus robusta (kininina)					
Citrus sp (voasary)					
Eucalyptus camaldulensis (kininina)					
Litchi Chinensis					

Si autres espèces non citées dans la liste précédente

Autres espèces	Nombre de pieds			Cycle de coupe (années)	Destination du produit ligneux Bois de chauffe (1)/ Charbon (2) /Construction (3)/ Autre (4)
	< 5ans	5 à 10	> 10 ans		

Remplir si riziculture

Cycle cultural du riz	Durée du cycle (jours)	Début (mois)	Fin (mois)
Type d'inondation			
Avant culture			
Assèchement de la rizièrre avant la culture de riz	Oui (1), Non (2)	Si oui, durée (jours) ?	
Inondation de la rizièrre durant la culture de riz	Oui (1), Non (2)	Combien de fois ?	
Pendant culture			
Assèchement de la rizièrre pendant la culture de riz	Oui (1), Non (2)	Combien de fois ?	

Incorporation de la paille			
Restitution de la paille sur la parcelle de culture	Oui (1), Non (2)	Combien de jours avant le début de la culture de riz?	Quantité (t)
Culture de contre saison	Oui (1), Non (2)		Si oui, lesquelles?
Age des plants (repiquage) en jours			
Repiquage en saritaka (1), en ligne (2), en carré (3)			

Remplir spécialement pour la culture de haricot blanc			
Fanamarihana tsara apetraka momba ilay parcelle: Parcelle famokarana masomboly tsaramaso (1) Parcelle fambolena tsaramaso (2)			
Amin'ny fotoana inona no fambolena tsaramaso? Culture d'été (1), saison intermédiaire (2), contre saison (3)			
Miantomboka (volana)			
Mifarana (volana)			
Faharetany (volana)			
Inona ny karazana masomboly ampiasaina? Voafantina (1), tsotra (2)			
Raha masomboly voafantina dia omeo ny anarany			
Habetsahan'ny masomboly ampiasaina eo amin'ilay parcelle (t)		Habetsahan'ny masomboly (t/ha)	

Fambolena tsaramaso Firy ny elanelan'ny lavaka amin'ny ligne (cm)?		Firy ny elanelan'ny lavaka entre lignes (cm)?		
Voa tsaramaso firy isan-davaka no arotsaka amin'ny fambolena tsaramaso?				
Association culturale Ampivadiana amin'ny voly hafa ve ny tsaramaso? Eny (1), Tsia (2)				
Inona ireo voly ampivadiana amin'ny tsaramaso? Vary an-tanety (1), Katsaka (2), Hafa (3) Lazao				
Amendement organique sur haricot blanc	Types	Application (t/an)	Application (t/ha)	
	Fumier de bovin			
	Fumier de porcs			
	Fumier de volaille			
	Compost			
	Engrais verts			
	Guano			
	Cendre			
Autres (préciser)				
Fertilisation chimique sur haricot blanc	Types	Application (t/an)	Application (t/ha)	
	Urée			
	NPK			
	Autres (préciser)			
Pesticides biologiques sur haricot blanc	Types	Application (t/an)	Application (t/ha)	lesquels?
	Insecticides bio			

	Fongicides bio			
	Herbicides bio			
Pesticides chimiques sur haricot blanc	Types	Application (t/an)	Application (t/ha)	lesquels?
	Insecticides			
	Fongicides			
	Herbicides			
Fomba fandrarahana zezika amin'ny voly tsaramaso Lafik'asa (1), Isan-davaka (2), Canal pour culture en canal (3)				
Vokatra tsaramaso talohan'ny fampiasana ireo teknika atolotry ny PROSPERER				
Vokatra tsaramaso (t/an)	Vokatra tsaramaso (t/ha)	Hohanina (t/an)	Amidy (t/an)	
Vokatra tsaramaso taorian'ny fampiasana ireo teknika atolotry ny PROSPERER				
Vokatra tsaramaso (t/an)	Vokatra tsaramaso (t/ha)	Hohanina (t/an)	Amidy (t/an)	

Annexe 3 : Questionnaire utilisé dans le cadre de l'étude de l'empreinte carbone de la filière vanille du programme PROSPERER

FICHE D'ENQUETE – FILIERE VANILLE

Numéro fiche :	
Nom de l'enquêteur:	
Date:	

1)-Identification et localisation de l'exploitation

Codification PROSPERER	
Nom du chef de ménage	
Région	
District	
Commune	
Fokontany	
Village	
Coordonnées GPS de l'habitat	

<u>Sexe :</u> masculin (1) féminin (2)		<u>Age :</u>	
<u>Niveau d'étude:</u> École primaire (1) École secondaire (2) Lycée (3) Université (4) N'a pas suivi d'étude (5)			

2)- Affiliation au programme PROSPERER

	Oui (1) Non (2)	Début de l'affiliation à PROSPERER (année)	Durée de l'affiliation à PROSPERER (années)
Producteur leader			
Producteur appuyé			
Producteur témoin			

3)- Filière appuyé par PROSPERER

	Oui (1) Non (2)
Haricot	
Vanille	

4)- Système d'élevage

- Type d'élevage

	Nombre de tête	Durée cycle (jours)	Race Locale (1) Améliorée (2)
Bovins			
Bovins laitiers			
Moutons			
Chèvres			
Porcins			
Volailles			
Autres à préciser			

- Effluents d'élevage

	Quantité produite (t/an)	Mis en tas (t/an)	Compostés (t/an)
Bovins			
Bovins laitiers			
Moutons			
Chèvres			
Porcins			
Volailles			
Compost		-	-

5)- Consommation d'énergie à l'échelle de l'exploitation

- Utilisation de matériels agricoles

	oui (1) non (2)	Si oui lesquels?
Manuel		
Traction animale		
Motorisé		

- Consommation énergie à l'échelle de l'exploitation

Quantité	Unité locale
----------	--------------

charbon de bois (t/an)		
bois de chauffe (m ³ /an)		
biocarburant (l/an)		
pétrole (l/an)		
butane (kg/an) gaz		
gasoil (m ³ /an)		
essence (m ³ /an)		

6)- Affiliation au programme Prosperer

Depuis quelle année vous plantez de la vanille	Durée (année)

	Oui (1) Non (2)	Depuis quand ?	Durée (année)
Etes-vous en contact avec PROSPERER ?			

	Oui (1) Non (2)	Si non pourquoi ?
Appliquez-vous les techniques diffusées par PROSPERER?		

7)- Techniques et formations proposées par PROSPERER

	Oui (1) Non (2)
Avez-vous déjà assisté à une formation proposée par PROSPERER?	
Avez-vous déjà assister à une formation proposée par PROSPERER au niveau des champs écoles?	

Si oui, lesquelles de ces techniques?	Oui (1) Non (2)	Explication sur la technique
Bouturage		

Pépinière de tuteur		
Plantation de tuteur		
Culture en sous-bois (foret naturelle) après éclaircissement		
Biomasse (litière et débris d'éclaircissement) ramenée autour des pieds de vanille		
Traitement post-récolte de la vanille verte		
Autres ? Préciser		

Quel type de sol est adapté à la culture de vanille?	Sol rouge(1) sol noir (2) sol sableux (3) Tany fotaka (4) Autre (5) à préciser	
--	--	--

8)- Traitement post récolte

	Oui(1) Non (2)
Traitement de la vanille verte en vanille préparée	
Conditionnement de la vanille préparée	
Exportation	

si oui compléter la fiche traitement post-récolte

9)- Perception de l'exploitant sur les techniques diffusées par PROSPERER

Quels sont les avantages de l'application des techniques proposées par PROSPERER sur la culture de vanille?	Augmentation de la production (1) Amélioration de la qualité de production (2) Résistance aux maladies (3) Résilience aux aléas climatiques (4) Réduction des dépenses (5) Autre (6) à préciser	
---	--	--

10)- Résumé sur l'utilisation d'énergie pour la culture de vanille

- Utilisation de matériels agricoles (ITK)

	Oui(1) Non (2)
Manuel	
Traction animale	
Motorisé (ITK)	
Utilisation de véhicule à moteur pour le transport de la production de vanille	

- Utilisation d'énergie pour la culture, le transport et le traitement post récolte de la vanille

	Quantité
charbon de bois (t/an)	
bois de chauffe (m ³ /an)	
biocarburant (l/an)	
pétrole (l/an)	
butane (kg/an)	
gasoil (m ³ /an)	
essence (m ³ /an)	
Autres (préciser)	

12)- Traitement post récolte de la vanille

Opération	Objectif de l'opération	Durée de l'opération	Matériels utilisés	Type d'énergie consommée	Quantité	Notes	

13)- Fiches parcelles

Informations générales sur la parcelle			
N° parcelle			
Coordonnées GPS	Latitude	Longitude	
Superficie (ha)			
Situation géographique	<i>Sommet (1), versant (2), bas-versant (3), bas-fond (4)</i>		
Type de parcelle	<i>Culture annuelle (1), Agroforesterie (2), Foresterie (3), Rizière (4)</i>		
Type de culture <i>Si association de cultures, mettre toutes les codes cultures correspondantes</i>	<i>Vanille (1), Riz irrigué (2), Riz pluvial (3), Haricot (4), Manioc (5), Patate douce (6), Arachide (7), Fruit (8) à préciser, Légumes (9) à préciser, Arbre à espèces fruitières (10) à préciser, Arbre à espèces forestières (11) à préciser, Autres (12) à préciser</i>	Production (t/an)	rendement (t/ha)

Si rotation culturale, citer toutes les cultures dans l'ordre (préciser jachère)	1 :	2 :	3 :	4 :
Amendement organique	Types		Application (t/an)	Application (t/ha)
	Fumier de bovin			
	Fumier de porcs			
	Fumier de volaille			
	Compost			
	Engrais verts			
	Guano			
	Cendre			
Autres (préciser)				
Fertilisation chimique	Types		Application (t/an)	Application (t/ha)
	Urée			
	NPK			
	Autres (préciser)			
Chaulage	Types		Application (t/an)	Application (t/ha)
	Dolomie			
	Autres (préciser)			
Travail du sol : Labour (1), Non labour (2)		Note :		
Couverture du sol : Pas de couverture (1), SCV (voly rakotra) (2), Mulch / paillage (3)		Note :		
Devenir des résidus de cultures : Laissés en surface (1), Enfouis (2), Exportés de la parcelle (3), Brulage de résidus (4)		Note :		

Brulage biomasse	Types		Surface (ha)	Quelles Cultures ?	Quantité biomasse brûlée (t/ha) (si connue)
	Savanes ou prairies				
	Culture Mi ou fin de saison				
Pesticides	Types		Application (t/an)	Application (t/ha)	lesquels?
	Insecticides				
	Fongicides				
	Herbicides				
Ady amin'ny ahi-dratsy	karazana ahi-dratsy tena manimba voly	vokatry ny ahi-dratsy eo amin'ny voly	Fitaovana ampiasaina amin'ny fiadiana amin'ny ahi-dratsy: Tanana (1), Faucheuse (2), Chimique (3), Biologique (4), Motorisé (5), Hafa (6) Lazao		
Gestion des inter-rangs : Sol mis à nu (1), Plante de couverture vivante (2), Association avec des cultures annuelles (3), Litière + débris végétaux pour sous-bois (4), Paillage (5), Autres (6) lesquels ?					
	Préciser le type de plante de couverture vivante ou de paillage :				
Fanondrahana : Arrosoir tanana (1), Paompy mécanique (2) Paompy misy motera (3), Tsy manondraka (4), Hafa (5) Lazao					

Remplir si riziculture

Cycle cultural du riz	Durée du cycle (jours)	Début (mois)	Fin (mois)
Type d'inondation			
Avant culture			
Misy fotoana maina ve ny tanimbary alohan'ny fambolena?	Oui (1), Non (2)	Si oui, afiriana (jours) ?	
Misy fotoana ve dibo-drano ny tanimbary alohan'ny fambolena?	Oui (1), Non (2)	Impiry ?	
Pendant culture			
Mandritra rano ve ianareo rehefa mamboly vary?	Oui (1), Non (2)	Impiry ?	
Incorporation de la paille			
Ny tahom-bary (milolo) ve avadikareo miaraka amin'ny bainga	Oui (1), Non (2)	Firy andro mialohan'ny fambolena vary?	Abetsahany (t)
Culture de contre saison	Oui (1), Non (2)	Si oui, lesquelles?	

Remplir si culture de vanille

Remplir si culture de vanille								
Ahoana ny fomba fambolena vanilla? Sous-bois, forêt (1), Avec tuteurs plantés (2), Avec tuteurs morts (3) Si plusieurs cas, mettre tous les codes correspondants								
Age moyenne des plantations (années)				Sous-bois, forêt		Tuteurs plantés	Tuteurs morts	
Vokatra vanille talohan'ny fampiasana ireo teknika atolotry ny PROSPERER								
Densité de plantation (liane/ha)			Rendement vanille verte		Production de vanille verte (kg)	Production de vanille préparée (kg)		
Sous-bois, forêt	Tuteurs plantés	Tuteurs morts	g/liane	kg/ha				
Vokatra vanille taorian'ny fampiasana ireo teknika atolotry ny PROSPERER (actuelle)								
Densité de plantation (liane/ha)			Rendement vanille verte		Production de vanille verte (kg)	Production de vanille préparée (kg)		
Sous-bois, forêt	Tuteurs plantés	Tuteurs morts	g/liane	kg/ha				
Tuteurs vanille								
Espèces		Nombre de pieds	Age	DHP (cm)	Hauteur (m)	Fréquence de coupe (année)	Destination après coupe Bois d'énergie (1), Bois d'œuvre (2), Autre (3) à préciser	Planté (1) Non planté (2)
Prélèvement de biomasse et litière								
Avec quadrat			Sans quadrat					
Poids de la gaine	Poids frais de l'échantillon		Poids du sac/gony	Poids frais total pied de vanille	Poids de la gaine	Poids frais de l'échantillon		

Annexe 4 : Base de données sur les MERs enquêtés dans la Région Itasy

Code PROSPERER	Num Fiche	Nom	Commune	Fokontany	Latitude	Longitude	Age	Niveau d'étude	Catégorie des MERs	Début d'affiliation (année)	Surface plantée en haricot (ha)
0	I_01	Rasolofoniaina Hajatiana	Soavinandriana	Befaritra	-19.18212	46.75886	32	Ecole secondaire	Témoin		0.3086
0	I_02	Razafindrakoto Jean Baptiste	Soavinandriana	Befaritra	-19.18248	46.76069	59	Ecole primaire	Témoin		0.6059
0	I_03	Rakotovoaha Justin	Soavinandriana	Tamoronala	-19.14937	46.73306	52	Ecole primaire	Témoin		0.0992
118_HR_13_1631	I_04	Rakotoarivelo Sosthène	Soavinandriana	Tamoronala	-19.13032	46.72729	37	Ecole secondaire	Appuyé	2014	0.3409
	I_05	Ramanamanjato Richard	Ampary	Ampary	-19.0941	46.71201	55	Ecole primaire	Témoin		3.209
	I_06	Randriamanantoandro Martial	Ampary	Ampary	-19.09674	46.71233	51	Ecole primaire	Témoin		2.3015
118_HR_13_1797	I_07	Rabevahoaka Richard	Soavinandriana	Tamoronala	-19.13092	46.72668	56	Ecole primaire	Appuyé	2015	0.4448
118_HR_13_1595	I_08	Rasolofomahatratra Jean	Soavinandriana	Tamoronala	-19.14872	46.73289	55	Ecole secondaire	Appuyé	2013	0.6572
118_HR_13_1158	I_09	Razanabenja Vololoniaina Micheline	Soavinandriana	Antranoroa	-19.1751	46.73829	50	Lycée	Leader	2010	0.796
118_HR_13_1665	I_10	Rajaonarimanana Fenosoa	Soavinandriana	Tamoronala	-19.13038	46.73072	36	Ecole primaire	Appuyé	2013	0.4292
118_HR_13_1827	I_11	Rabarivelo Jean Louis	Soavinandriana	Sahapetraka	-19.17108	46.7146	32	Université	Leader	2014	0.4264
118_HR_13_1640	I_12	Vololonandriana Monique	Soavinandriana	Ambohimita	-19.17695	46.69965	51	Lycée	Appuyé	2013	0.26
118_HR_13_0530	I_13	Rakotonirina Armand	Soavinandriana	Ambohimita	-19.17113	46.68964	52	Lycée	Appuyé	2011	0.2169
118_HR_13_1426	I_14	Razafiarimanantsoa Bakoly Edwige	Soavinandriana	Sahapetraka	-19.17837	46.71846	47	Ecole secondaire	Leader	2014	0.4
118_HR_13_1820	I_15	Randriamanantsoa Albert	Soavinandriana	Sahapetraka	-19.16124	46.71466	49	Université	Appuyé	2015	1.7563
118_HR_13_1708	I_16	Rabearisoa Alfred	Soavinandriana	Befaritra	-19.18191	46.75973	66	Ecole primaire	Leader	2006	0.5597

118_HR_13_1431	I_17	Velonjoro	Soavinandrian a	Ampitsaharana	-19.16018	46.73513	57	Ecole primaire	Leader	2014	1.8344
118_HR_13_1763	I_18	Ralaivao Jean Claude	Soavinandrian a	Ampitsaharana	-19.16456	46.73513	48	Ecole secondaire	Leader	2009	1.7654
118_HR_13_1558	I_19	Radimisoa Bruno	Soavinandrian a	Antranoroa	-19.17505	46.73872	40	Lycée	Appuyé	2015	1.4314
118_HR_13_	I_20	Rasolonjatovo Victore	Soavinandrian a	Tamoronala	-19.16873	46.73874	45	Ecole secondaire	Témoin		
118_HR_13_0369	I_21	Rakotoarisely Theodile	Soavinandrian a	Ambohibary	-19.15803	46.75090	55	Ecole primaire	Leader	2013	0.4305
	I_22	Ratsimba Samuel	Ampary	Ampary	-19.09577	46.71167	57	Lycée	Témoin		2.6552
118_HR_13_1570	I_23	Ramandimbisolo Denis Roland	Soavinandrian a	Ambohibary	-19.15828	46.75107	40	Ecole secondaire	Appuyé	2014	0.2212
118_HR_13_1596	I_24	Rakotorahalaly Albert	Soavinandrian a	Tamoronala	-19.14914	46.73302	57	Ecole primaire	Appuyé	2013	0.8632
118_HR_13_1552	I_25	Ravelomanantsoa Solonirainy Fidel	Soavinandrian a	Antranoroa	-19.17550	46.73906	38	Ecole secondaire	Appuyé	2014	1.1816
	I_26	Norbert	Soavinandrian a	Befaritra	-19.15184	46.76080	41	Ecole primaire	Témoin		
	I_27	Razafindrakoto Armand	Soavinandrian a	Tamoronala	-19.14944	46.73302	60	Ecole primaire	Témoin		0.2518
118_HR_13_1836	I_28	Raharimalala Onisoa	Soavinandrian a	Sahapetraka	-19.17828	46.71837	24	Ecole secondaire	Appuyé	2014	0.1064
118_HR_13_0525	I_29	Ranaivoarimanana Hajatiana Jonah	Soavinandrian a	Ambohimita	-19.17419	46.69700	40	Ecole secondaire	Appuyé	2012	
1118_HR_13_0484	I_30	Rakotonomenjanahary Haja J.E	Soavinandrian a	Ambohimita	-19.17266	46.69642	47	Ecole primaire	Appuyé	2013	0.099
118_HR_13_0720	I_31	Rakotoarimalala Victorien Patrick	Soavinandrian a	Ambohimita	-19.17673	46.69930	43	Ecole primaire	Appuyé	2013	0.2238
118_HR_13_1830	I_32	Ratoaninarivo Hajasoa Christien	Soavinandrian a	Sahapetraka	-19.17757	46.71941	34	Ecole secondaire	Appuyé	2013	0.0794
	I_33	Fidinjatovo Herimalanto	Soavinandrian a	Ambohimita	-19.17784	46.69876	35	Ecole primaire	Témoin		0.1506
0	I_34	Andrianaivoarisolo Jean Emile	Soavinandrian a	Ambohimita	-19.17687	46.69949	62	Ecole primaire	Témoin		0.3809
118_HR_13_0494	I_35	Andriamialison Honoré	Soavinandrian a	Ambohimita	-19.17688	46.69941	51	Ecole secondaire	Leader	2012	0.3751
118_HR_13_0884	I_36	Rasolonirina Daniel	Soavinandrian a	Befaritra	-19.18315	46.75981	50	Ecole secondaire	Appuyé	2010	0.936

	I_37	Randriamanantena Justin	Soavinandrian a	Soavinandrian a Ambony	-19.15937	46.74139	47	Ecole primaire	Témoïn		0.2236
118_HR_04_0562	I_38	Razakarivony Albert	Ampary	Ampary	-19.09039	46.71235	53	Ecole primaire	Appuyé	2016	0.8611
118_HR_13_0606	I_39	Randrianasolo Jean de Dieu	Soavinandrian a	Ambohibary	-19.15822	46.75109	56	Ecole primaire	Appuyé	2014	0.5102
118_HR_13_1621	I_40	Randrianarimanana Arsène	Soavinandrian a	Tamoronala	-19.13944	46.72187	38	Ecole primaire	Appuyé	2010	0.4318
118_HR_13_1072	I_41	Raherimanana Jean Roland	Soavinandrian a	Tamoronala	-19.16863	46.73781	37	Lycée	Leader	2009	1.9336
118_HR_13_1765	I_42	Ramboasolo René Martin	Soavinandrian a	Ampitsaharana	-19.16294	46.73566	52	Lycée	Leader	2009	1.037
118_HR_13_1615	I_43	Razoeliharimalala Livaso Angeline	Soavinandrian a	Tamoronala	-19.14055	46.72186	36	Ecole primaire	Appuyé	2010	0.7895
	I_44	Rakotoarisoa Richard	Soavinandrian a	Ambohibary	-19.15860	46.74738	40	Ecole secondaire	Témoïn		0.1847
118_HR_13_1805	I_45	Andrianetrazafy Jean Emile	Soavinandrian a	Ampitsaharana	-19.16453	46.73470	48	Ecole secondaire	Leader	2014	1.3621
118_HR_13_0562	I_46	Raherimanantsoa Andriambolanoro	Soavinandrian a	Sahapetraka	-19.16981	46.71015	48	Lycée	Appuyé	2013	0.5277
118_HR_13_1829	I_47	Ratoalizafy Samson Aubert	Soavinandrian a	Sahapetraka	-19.17078	46.71274	59	Ecole secondaire	Appuyé	2015	0.8983
118_HR_13_0289	I_48	Randriatiana Hérisson Richard Olivier	Soavinandrian a	Avaratsena Soavinandrian a	-19.16821	46.73922	48	Ecole secondaire	Leader	2014	0.244
118_HR_04_0505	I_49	Rasoanaivo Armand	Soavinandrian a	Ampary	-19.09474	46.71182	58	Ecole secondaire	Témoïn		7.0521
118_HR_04_0562	I_50	Razanakolonarivo Faliarivony	Ampary	Ampary	-19.09586	46.71143	45	Lycée	Leader	2003	0.9245
118_HR_13_1835	I_51	Raharisoa Liza	Soavinandrian a	Sahapetraka	-19.17824	46.71843	53	Ecole secondaire	Appuyé	2014	2.4649

Annexe 5 : Base de données sur les MERs enquêtées dans la Région Atsinanana

Code PROSPERER	Num Fiche	Nom	District	Commune	Fokontany	Village	Latitude	Longitude	Sexe	Age	Niveau d'étude	Catégorie	Début d'affiliation (année)	Durée d'affiliation (années)	Surface parcelle vanille (ha)
510-VI-10-0168	A_32	ANDRIAMBELO haja	Mahanoro	Masomeloka	Masomeloka	Masomeloka	-20.27921	48.62687	M	35	Ecole secondaire	Appuyé	2015	2	1.72
510-VI-04-0059	A_06	BAO Janne	Mahanoro	Ambodiharina	Ampanalana	Ampanalana	-20.09422	48.72893	F	58	Ecole secondaire	Appuyé	2015	2	0.83
	A_08	BAO Marthe	Mahanoro	Ambodiharina	Ampanalana	Ampanalana	-20.09671	48.72853	M	50	Ecole primaire	Témoin	-	-	0.50
510-VI-10-0094	A_43	Boto Benoit Ranaivoson	Mahanoro	Masomeloka	Lokia	Lokia	-20.25939	48.60413	M	44	Ecole secondaire	Appuyé	2015	2	0.98
510-VI-04-0056	A_10	Hantanirina Paquerette	Mahanoro	Ambodiharina	Ampanalana	Ampanalana	-20.09808	48.72727	F	39	Ecole primaire	Appuyé	2015	2	0.08
510-VI-04-0054	A_13	Henry Sambizafy	Mahanoro	Ambodiharina	Ampanalana	Ampanalana	-20.09356	48.72915	M	63	Ecole primaire	Appuyé	2015	2	0.66
510-VI-10-0109	A_49	Hery	Mahanoro	Masomeloka	Manakana Ankarani	Manakana Ankarani	-20.19951	48.62230	M	42	Ecole primaire	Témoin	2015	2	0.43
510-VI-04-0053	A_16	Iharisoa Clerette	Mahanoro	Ambodiharina	Ampanalana	Ampanalana	-20.09905	48.72699	F	28	Ecole primaire	Appuyé	2015	2	0.52
510-VI-10-0105	A_50	Jean Claude René	Mahanoro	Masomeloka	Masomeloka	Masomeloka	-20.27922	48.62612	M	56	Ecole primaire	Appuyé	2015	2	1.57
	A_17	Jeandidolas Marcellin	Mahanoro	Ambodiharina	Benavony	Benavony	-20.03881	48.71000	M	37	Ecole primaire	Témoin	-	-	0.06
510-VI-04-0052	A_14	Jeovany Charlin	Mahanoro	Ambodiharina	Ampanalana	Ampanalana	-20.09635	48.72799	M	18	Ecole secondaire	Appuyé	2015	2	2.18
510-VI-04-0002	A_03	Joujoux Velu Louis	Mahanoro	Ambodiharina	Ampanalana	Ampanalana	-20.09467	48.72870	M	54	Ecole primaire	Appuyé	2015	2	0.60
510-VI-04-0060	A_05	Lalera Line	Mahanoro	Ambodiharina	Ampanalana	Ampanalana	-20.09344	48.72934	F	58	N'a pas suivi d'étude	Appuyé	2015	2	0.23
510-VI-04-0042	A_25	Lebrisy	Mahanoro	Andranambomaro	Andranotsara	Andranotsara	-20.1401	48.70947	M	26	Ecole secondaire	Appuyé	2015	2	0.56
	A_21	Lefety Jean Claude	Mahanoro	Ambodiharina	Benavony	Benavony	-20.03736	48.71421	M	63	N'a pas	Témoin	-	-	0.61

											suivi d'étude				
510-VI-10-0096	A_42	Lesabotsy Florent	Mahanoro	Masomeloka	Lokia	Lokia	-20.2594	48.60413	M	60	Ecole primaire	Appuyé	2015	2	0.66
510-VI-04-0051	A_12	Letera Médard	Mahanoro	Ambodiharina	Ampanalana	Ampanalana	-20.09446	48.72879	M	49	Ecole secondaire	Appuyé	2015	2	0.62
510-VI-04-0040	A_15	Manarintsaina Sarah Mecline	Mahanoro	Ambodiharina	Ampanalana	Ampanalana	-20.09896	48.72698	F	23	Ecole secondaire	Appuyé	2015	2	0.45
510-VI-04-0062	A_01	Metsa Jean Denis	Mahanoro	Ambodiharina	Ampanalana	Ampanalana	-20.09995	48.72922	M	72	Lycée	Leader	2015	2	1.11
510-VI-04-0050	A_11	Miandrisoa Liliane	Mahanoro	Ambodiharina	Ampanalana	Ampanalana	-20.09895	48.72704	F	21	Ecole secondaire	Appuyé	2015	2	0.72
510-VI-10-0159	A_29	Miarakandro Fatima Margueritte	Mahanoro	Masomeloka	Masomeloka	Masomeloka	-20.27911	48.62635	F	61	Ecole secondaire	Appuyé	2015	2	4.03
510-VI-10-0113	A_45	Milavelona	Mahanoro	Masomeloka	Manakana Ankaraniila	Manakana Ankaraniila	-20.20717	48.62604	M	36	Ecole primaire	Appuyé	2015	2	0.59
510-VI-04-0043	A_27	MODESTE Florent	Mahanoro	Andranambomaro	Andranotsara	Andranotsara	-20.14216	48.70783	M	53	Ecole primaire	Appuyé	2015	2	3.11
510-VI-04-0049	A_02	Modestine	Mahanoro	Ambodiharina	Ampanalana	Ampanalana	-20.09603	48.72814	F	62	Ecole primaire	Appuyé	2015	2	0.77
	A_20	Nahitana Edmond	Mahanoro	Ambodiharina	Benavony	Benavony	-20.03788	48.70857	M	66	N'a pas suivi d'étude	Témoin	-	-	0.30
	A_35	Noussara Binansy	Mahanoro	Masomeloka	Masomeloka	Masomeloka	-20.28412	48.62597	M	39	Ecole primaire	Appuyé	2015	2	3.39
510-VI-10-0114	A_40	Parson	Mahanoro	Masomeloka	Manakana Ankaraniila	Manakana Ankaraniila	-20.20546	48.62073	M	49	Ecole secondaire	Témoin	2015	2	0.04
	A_41	Paul Sylvain	Mahanoro	Masomeloka	Masomeloka	Masomeloka	-20.27947	48.62719	M	47	Ecole primaire	Appuyé	2015	2	0.24
	A_18	Rafanomezana Désiré	Mahanoro	Ambodiharina	Benavony	Benavony	-20.04377	48.71665	M	64	Ecole primaire	Témoin	2015	2	0.55
510-VI-10-0157	A_38	Rafanomezana Flavien	Mahanoro	Masomeloka	Masomeloka	Masomeloka	-20.27978	48.62500	M	34	Ecole secondaire	Appuyé	2015	2	0.24
	A_37	Rajaona	Mahanoro	Masomeloka	Masomeloka	Manonilaza	-20.27812	48.64275	M	55	Ecole primaire	Appuyé	2015	2	0.33
	A_22	Randriamanana Manirivelo	Mahanoro	Ambodiharina	Benavony	Benavony	-20.03712	48.71455	M	42	Ecole secondaire	Témoin	-	-	0.23

											e				
	A_23	Randriamanantena Juliandro Ruphin	Mahanoro	Ambodiharina	Andranotsara	Andranotsara	-20.14768	48.70914	M	32	Ecole secondaire	Témoïn	-	-	0.38
510-Ap-10-0016	A_30	Randrianarison Bonaventure Honoré	Mahanoro	Masomeloka	Masomeloka	Masomeloka	-20.27998	48.62598	F	56	Lycée	Appuyé	2015	2	1.27
510-VI-10-0152	A_34	RANIVOMANANA Désire	Mahanoro	Masomeloka	Masomeloka	Masomeloka	-20.28054	48.62439	M	46	Ecole secondaire	Appuyé	2015	2	1.41
	A_19	Rasamimanana Johny	Mahanoro	Ambodiharina	Benavony	Benavony	-20.03717	48.71452	M	36	Ecole primaire	Témoïn	-	-	0.15
510-VI-04-0068	A_07	Razafimanantsara Germain	Mahanoro	Ambodiharina	Ampanalana	Ampanalana	-20.09667	48.72802	M	26	Lycée	Appuyé	2015	2	0.00
	A_39	Razafy Antoine	Mahanoro	Masomeloka	Lokia	Lokia	-20.25056	48.60083	M	55	Ecole primaire	Appuyé	2015	2	0.37
510-VI-10-0099	A_51	RAZAFY Réne	Mahanoro	Masomeloka	Lokia	Lokia	-20.26094	48.60577	M	60	Ecole primaire	Appuyé	2015	2	0.22
510-VI-04-0046	A_04	Razana Pauline Ginette	Mahanoro	Ambodiharina	Ampanalana	Ampanalana	-20.09432	48.72894	F	24	Lycée	Appuyé	2015	2	1.19
510-VI-04-0041	A_26	RIRY nantenaina Florent	Mahanoro	Andranambomaro	Andranotsara	Andranotsara	-20.14245	48.70758	M	23	Ecole primaire	Appuyé	2015	2	1.02
510-VI-10-0110	A_48	SAMBILAHY Patrice	Mahanoro	Masomeloka	Manakana Ankarani	Manakana Ankarani	-20.20768	48.62561	M	54	Ecole secondaire	Appuyé	2015	2	0.28
510-VI-10-0173	A_31	Samie Thoussain Sapo	Mahanoro	Masomeloka	Masomeloka	Masomeloka	-20.27918	48.62579	M	21	Ecole secondaire	Appuyé	2015	2	1.08
510-VI-04-0036	A_09	Sampilahy Velonjara	Mahanoro	Ambodiharina	Ampanalana	Ampanalana	-20.09848	48.72719	M	50	Ecole primaire	Témoïn	2015	2	0.18
510-VI-10-0158	A_28	Sapo Benoît Anatol	Mahanoro	Masomeloka	Masomeloka	Masomeloka	-20.27936	48.62577	M	42	Ecole secondaire	Appuyé	2015	2	4.08
510-VI-10-0148	A_47	SAPO MARCELIN	Mahanoro	Masomeloka	Masomeloka	Masomeloka	-20.29481	48.62607	M	47	Lycée	Leader	2015	2	5.62
510-VI-10-0171	A_36	Sedra Aida Audrien	Mahanoro	Masomeloka	Masomeloka	Masomeloka	-20.27925	48.62569	M	20	Ecole secondaire	Témoïn	-	-	1.15
510-VI-10-0103	A_46	SOLO Zakatiana	Mahanoro	Masomeloka	Masomeloka	Masomeloka	-20.28011	48.62542	M	48	Ecole secondaire	Appuyé	2015	2	0.20
	A_33	TSIMISARAKA Berthin	Mahanoro	Masomeloka	Masomeloka	Masomeloka	-20.27893	48.62616	M	52	Ecole primaire	Appuyé	2015	2	1.38

510-VI-10-0101	A_44	Velomizy Jean Richard	Mahanoro	Masomeloka	Masomeloka	Masomeloka	-20.27969	48.62685	M	39	Ecole secondaire	Appuyé	2015	2	1.76
510-An-04-0007	A_24	Zazamy Emile	Mahanoro	Ambodiharina	Andranotsara	Avato	-20.18767	48.63751	M	56	Ecole primaire	Appuyé	2015	2	0.33

Annexe 6 : Récapitulatif sur les espèces ligneuses non liées à la vanille

Nom vernaculaire	Espèces	Nombre de pieds	Age			DHP (cm)			Hauteur (m)		
			Minimum	Maximum	Moyenne	Minimum	Maximum	Moyenne	Minimum	Maximum	Moyenne
Menahihy	Erythroxylum spp.	3150	2	20	10	2.2	19.7	7.2	1.5	8.0	4.7
Ramalefaka	ND	18	1	1	1	2.3	2.3	2.3	3.0	3.0	3.0
Tavolo	Cryptocarya spp.	1171	3	15	7	2.2	10.0	4.9	2.0	6.0	3.8
Hazoambo	Xylopia spp.	45	2	2	2	1.5	1.5	1.5	6.0	6.0	6.0
Acacia	Acacia spp.	550	4	6	5	17.5	19.2	18.4	6.0	8.0	7.0
Albizia	Albizia spp.	171	5	35	13	5.9	45.1	17.0	3.0	7.0	4.8
Amasilakana	ND	96	15	15	15	14.8	14.8	14.8	7.0	7.0	7.0
Ambaray	Streblus obovata	190	7	7	7	8.0	8.0	8.0	5.0	5.0	5.0
Ambitriky	Popowia gerrardii	480	1	1	1	2.9	2.9	2.9	3.0	3.0	3.0
Ambora	Tambourissa spp.	5415	2	25	10	2.9	13.0	5.8	2.0	8.0	4.3
Andrivola	Asteropeia multiflora	1514	10	25	18	5.0	9.2	7.1	6.0	6.0	6.0
Apalibe	Artocarpus integrifolia	580	3	35	17	9.5	52.0	20.7	3.5	15.0	6.8
Aviavy	Ficus tricotoda	1	50	50	50	78.0	78.0	78.0	10.0	10.0	10.0
Avocat	Persea americana	29	2	20	11	2.0	25.0	13.1	4.0	9.0	5.8
Bemalemy	ND	96	7	7	7	4.2	4.2	4.2	4.0	4.0	4.0
Bonara	Sapium melanostichum	564	2	50	16	1.6	28.5	12.9	2.0	12.0	7.0
Café	Coffea spp.	191	1	10	4	1.5	5.8	3.7	2.0	3.0	2.5
Calopile	ND	1	10	10	10	7.6	7.6	7.6	4.0	4.0	4.0
Canel	Cinnamomum aromaticum	70	1	25	8	1.0	21.6	7.4	1.5	4.5	2.5
Cœur de bœuf	Annona reticulata	2	12	12	12	11.8	11.8	11.8	10.0	10.0	10.0
Côla	Cola nitida	2	3	3	3	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0
Corossole	Annona muricata	9	4	4	4	4.4	4.4	4.4	2.5	2.5	2.5
Eucalyptus	Eucalyptus spp.	139	2	50	16	4.0	89.2	26.4	3.0	20.0	9.9
Fanafana	Croton noronhae	517	2	5	3	1.9	3.8	2.4	1.5	4.0	2.6

Fandramanana	<i>Aphloia theaformis</i>	2138	2	10	7	2.0	5.4	3.8	2.0	7.0	4.1
Fandrianakanga	<i>Strychnos madagascarensis</i>	129	7	10	9	6.5	11.9	9.2	7.0	9.0	8.0
Filao	<i>Casuarina</i> spp.	1	20	20	20	21.3	21.3	21.3	10.0	10.0	10.0
Fomirintina	ND	118	3	3	3	5.5	5.5	5.5	4.0	4.0	4.0
Fontona	<i>Schizolaena exinvolucrata</i>	801	1	15	7	1.8	9.0	5.7	1.5	8.0	4.7
Fruit a pain	<i>Artocarpus incisa</i>	365	4	50	20	4.0	46.0	22.2	5.0	12.0	7.4
Gavigaala	ND	486	2	16	8	1.5	21.6	8.0	1.5	8.0	3.9
Géville	<i>Spondias dulcis</i>	4	25	40	33	25.1	45.0	31.8	6.0	10.0	8.0
Girofle	<i>Syzygium aromaticum</i>	688	4	35	12	3.5	17.5	9.6	3.0	8.0	4.9
Gliricidia	<i>Gliricidia</i> spp.	1042	1	10	5	1.6	9.1	5.5	1.8	4.0	3.1
Goavitsinahy	<i>Psidium cattleianum</i>	246	1	6	4	0.7	5.2	2.9	1.0	3.5	2.2
Grevilia	<i>Grevillea</i> spp.	109	3	3	3	10.3	10.3	10.3	5.0	5.0	5.0
Harina	<i>Phylloxylon ensifolium</i>	7	25	25	25	11.5	11.5	11.5	5.0	5.0	5.0
Hasina	<i>Dracaena</i> spp.	22	5	5	5	3.9	3.9	3.9	3.0	3.0	3.0
Havoa	<i>Daïs glaucescens</i>	1016	5	25	14	4.1	25.0	9.8	5.0	10.0	6.4
Hazomafana	<i>Paropsia edulis</i>	690	2	12	7	2.0	11.2	4.8	3.0	9.0	5.5
Hazomainty	<i>Diospyros</i> spp.	58	20	20	20	12.2	12.2	12.2	6.0	6.0	6.0
Hazomalany	<i>Macarisia pyramidata</i>	1349	3	15	7	2.9	8.2	5.0	3.5	6.0	4.8
Hazomalemy	<i>Rovolfia capuroni</i>	7	15	15	15	13.0	13.0	13.0	5.0	5.0	5.0
Hazomamy	<i>Chassalia bojeri</i>	95	5	5	5	3.5	3.5	3.5	3.0	3.0	3.0
Hazombary	<i>Faurrea forficuliflora</i>	354	4	20	10	1.5	16.2	6.1	3.0	4.0	3.5
Hazombato	<i>Homalium niduflorum</i>	4555	2	25	10	1.0	26.7	8.4	2.0	10.0	5.6
Hazomborondreo	<i>Melanophylla alnifolia</i>	50	2	30	16	3.7	48.1	22.8	5.0	8.0	7.0
Hazomintina	<i>Diospyros</i> spp.	97	10	10	10	5.7	6.9	6.3	5.0	5.0	5.0
Hazontoho	<i>Oncostemum luceus</i>	11	10	10	10	5.3	5.3	5.3	6.0	6.0	6.0
Hazovatoina	ND	188	10	10	10	7.0	7.0	7.0	4.0	4.0	4.0
Hintsina	<i>Intsia bijuga</i>	5084	4	30	19	1.9	33.7	16.8	3.0	12.0	7.2
Kafeala	<i>Canthium</i> spp.	3063	5	10	8	2.1	7.3	4.9	3.0	5.0	3.9

Kily	Tamarindus indica	1	20	20	20	39.2	39.2	39.2	6.0	6.0	6.0
Kovika	Alfizia spp.	36	25	25	25	28.6	28.6	28.6	9.0	9.0	9.0
Lesada	ND	45	25	25	25	22.3	22.3	22.3	8.0	8.0	8.0
Letaka	ND	3338	1	30	10	0.5	30.1	8.5	1.5	10.0	5.3
Litchi	Litchi sinensis	509	7	35	18	9.7	50.1	21.8	5.0	10.0	6.4
Makoba	Eugenia malaccensis	1	15	15	15	16.5	16.5	16.5	6.0	6.0	6.0
Malemiravina	Indigofera leucoclada	30	2	2	2	2.4	2.4	2.4	4.0	4.0	4.0
Mambilazo	ND	226	5	5	5	3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0
Manasavelona	Rhodocoleana acutifolia	2227	1	15	8	1.9	9.5	5.2	1.5	8.0	4.4
Mangue	Mangifera indica	998	1	50	20	0.5	86.0	23.1	2.0	12.0	6.4
Mankaranana	Macaranga acuminata	887	3	10	7	2.3	6.0	3.9	3.5	6.0	4.8
Mantrambody	Asteropeia amblyocarpa	617	5	20	13	3.4	7.0	5.2	6.0	9.0	7.5
Maroamby	ND	95	7	7	7	10.5	10.5	10.5	6.0	6.0	6.0
Maroando	Blotia hidebrandtii	7	25	25	25	15.5	15.5	15.5	8.0	8.0	8.0
Marodona	Tina spp.	192	2	10	6	2.2	5.1	3.3	2.5	6.0	4.4
Masinambasy	ND	2047	3	15	6	1.8	10.0	4.1	3.0	5.0	4.3
Nanto	Sideroxylon betsimisarakum	234	5	10	8	1.5	7.5	4.7	2.0	6.0	4.8
Nonoka	Ficus pyrifolia	679	5	50	28	4.5	11.0	7.8	5.0	5.0	5.0
Orange	Citrus spp.	86	2	12	6	1.6	12.2	7.0	3.0	4.0	3.4
Pisikahitra	Canthium medium	4556	1	15	7	2.4	12.0	5.3	3.0	10.0	4.9
Pisitasimbazaha	Arachis hypogea	17	5	15	10	6.7	17.5	12.1	3.0	12.0	7.5
Pomme cannel	Annona squamosa	20	7	7	7	6.1	6.1	6.1	6.0	6.0	6.0
Ramiavina	Xylopia lemurica	3575	5	25	15	3.5	26.8	11.6	3.0	13.0	7.2
Ramiavindafa	Tina spp.	2148	1	15	6	2.0	7.0	4.4	3.0	7.0	5.2
Ramy	Canarium madagascariensis	3317	2	35	13	2.6	32.5	10.9	3.5	10.0	6.2
Rangombitro	ND	115	5	5	5	3.9	3.9	3.9	5.0	5.0	5.0
Ranomintina	ND	24	2	2	2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Raraha	Haeamatodendron glabrum	66	7	7	7	4.5	4.5	4.5	3.0	3.0	3.0

Ratrangidina	ND	45	15	15	15	10.6	10.6	10.6	8.0	8.0	8.0
Rongampanihy	Psorospermum molluscum	80	5	50	28	4.5	38.0	21.3	6.0	10.0	8.0
Rotry	ND	230	3	3	3	2.3	2.3	2.3	3.0	3.0	3.0
Sadifitra	Humbertodendron saboureaui	81	3	20	12	3.1	7.5	5.4	3.0	4.0	3.6
Sakaiala	Cinnamosma spp.	451	2	15	9	2.2	10.0	6.2	3.0	5.0	4.0
Sambalahy	Albizzia gummifera	10	15	15	15	18.1	18.1	18.1	6.0	6.0	6.0
Sampana	ND	1101	2	5	3	2.0	3.0	2.3	3.0	5.0	3.6
Sandramy	Abrahamia spp.	26	20	20	20	4.5	4.5	4.5	4.0	4.0	4.0
Sefana	Micronychia madagascariensis	1494	3	5	4	1.5	4.3	2.8	2.0	3.0	2.7
Sefantsohiy	Colea obtusifolia	1505	1	5	3	1.3	3.6	2.3	1.0	5.0	3.0
Tafara	Pandaca debrayi	18	4	4	4	3.8	3.8	3.8	3.0	3.0	3.0
Tambakobe	Elephantopus scaber	274	5	17	11	4.5	10.6	7.6	5.0	6.0	5.5
Tandroa	Hymenea verruca	2149	10	50	32	10.9	48.0	27.6	6.0	12.0	8.4
Teloraviny	Thylachium heterophyllum	550	10	10	10	9.5	9.5	9.5	6.0	6.0	6.0
Tokambody	Scolopia Inappendiculata Perrier	420	10	10	10	7.5	7.5	7.5	6.5	6.5	6.5
Tsaranandroana	ND	48	5	5	5	1.7	1.7	1.7	4.0	4.0	4.0
Tsimalazo	Rhopalocarpus coriaceus	1074	2	20	10	1.2	19.0	8.0	2.0	7.0	5.0
Tsiramiramy	Micronychia danguyana	292	10	20	15	5.8	13.3	10.5	5.0	6.0	5.7
Vaintsilana	Schefflera spp.	1514	2	50	15	3.7	36.3	13.3	3.0	8.0	5.8
Varongy	Ocotea cymosa	1191	5	25	12	4.3	21.4	10.0	2.5	10.0	5.9
Vatoina	Premna corymbosa	493	2	5	3	1.4	4.5	2.6	3.0	3.0	3.0
Voakirimpoka	Paropsia edulis	240	2	2	2	2.8	2.8	2.8	3.0	3.0	3.0
Voamadity	ND	75	2	5	4	3.0	3.5	3.3	3.0	3.0	3.0
Voamalemy	ND	174	15	15	15	6.0	6.0	6.0	5.0	5.0	5.0
Voamandaly	ND	1	8	8	8	9.1	9.1	9.1	4.0	4.0	4.0
Voamangidy	Cayratia imerinensis	3536	2	25	8	1.4	14.3	4.5	2.0	9.0	3.9
Voamarangitra	ND	102	7	25	16	8.5	14.2	11.4	6.0	7.0	6.5
Voamatavy	ND	360	2	2	2	1.7	1.7	1.7	2.0	2.0	2.0

Voambarika	Anacardium occidentale	52	20	20	20	13.7	24.5	19.1	6.0	8.0	7.0
Voamborozano	Eugenia jambos	1	15	15	15	13.4	13.4	13.4	7.0	7.0	7.0
Voamparahitsy	ND	148	5	5	5	4.1	4.1	4.1	4.0	4.0	4.0
Voandelaka	Melia azedarach	30	10	10	10	7.0	7.0	7.0	5.0	5.0	5.0
Voandrepindrepy	Phyllanthus bojerianus	507	2	5	3	2.2	3.5	2.9	3.0	4.0	3.7
Voankazobe	ND	143	10	10	10	8.2	8.2	8.2	5.0	5.0	5.0
Voankotry	Artocarpus incisa	1	20	20	20	30.6	30.6	30.6	14.0	14.0	14.0
Voantsohihy	Breonadia microcephala	1	20	20	20	23.0	23.0	23.0	12.0	12.0	12.0
Voantsokona	ND	2	7	7	7	6.8	6.8	6.8	4.0	4.0	4.0
Voapaka	Uapaca spp.	15937	4	45	18	2.0	60.0	18.2	2.0	12.0	6.8
Voapoaka	Ficus polyphlebia	280	1	10	5	1.3	5.0	3.4	1.8	6.0	3.5
Voapoapoaka	ND	116	15	15	15	6.0	6.0	6.0	3.0	3.0	3.0
Voarotra	Eugenia vacciniifolia	485	20	20	20	11.0	11.0	11.0	6.0	6.0	6.0
Voatalanina	Rothmannia spp.	260	2	15	7	3.5	14.2	6.5	2.5	6.0	4.5
Voatangena	Uncarina spp.	1	50	50	50	21.6	21.6	21.6	8.0	8.0	8.0
Voatinginjaza	ND	950	2	5	4	1.4	4.6	2.8	1.5	4.0	2.5
Voatsindririna	Sorindeia madagascariensis	514	5	15	8	1.5	7.6	4.2	2.0	5.0	3.4
Voatsiritry	Vaccinium madagascariensis	2174	1	5	3	1.1	5.5	3.0	2.0	8.0	4.1
Voatsiroatra	ND	393	3	10	7	2.0	6.0	4.4	1.4	5.0	3.5
Voavontaka	Strychnos spinosa	94	10	15	13	5.0	12.4	9.8	3.0	4.0	3.3
Vondelaka	Melia azedarach	5	6	6	6	13.8	13.8	13.8	7.0	7.0	7.0
Voroimbazaha	ND	12	35	35	35	80.2	80.2	80.2	10.0	10.0	10.0
Zahana	Rhodocolea racemosa	553	2	10	6	2.0	5.9	3.4	3.0	5.0	4.1
Zamborizano	Eugenia jambosa	20	2	2	2	2.2	2.2	2.2	1.8	1.8	1.8

132 espèces non liées à la culture de vanille ont été recensées. Le « Voapaka » est l'espèce le plus représenté et représente 15% de l'effectif des espèces recensées. L'âge moyen de ces espèces varie entre 1 et 50 ans avec un DHP moyen variant entre 0.5 et 89.2 cm et une hauteur moyenne entre 1 et 20 m.

Annexe 7 : Récapitulatif sur les espèces ligneuses liées à la vanille

Nom vernaculaire	Espèce	Nombre de pieds	Age			DHP (cm)			Hauteur (m)		
			Minimum	Maximum	Moyenne	Minimum	Maximum	Moyenne	Minimum	Maximum	Moyenne
Menahihy	<i>Erythroxylum</i> spp.	2108	2	10	5	1.3	13.4	5.0	1.5	6.0	4.2
Tavolo	<i>Cryptocarya</i> spp.	1093	5	5	5	2.0	3.0	2.5	2.0	6.0	4.0
Hazoambo	<i>Xylopia</i> spp.	11	5	5	5	2.5	2.5	2.5	4.0	4.0	4.0
Albizia	<i>Albizia</i> spp.	136	7	7	7	6.7	6.7	6.7	2.5	2.5	2.5
Ambilazina	<i>Calliandra alternans</i>	240	5	5	5	3.5	3.5	3.5	5.0	5.0	5.0
Ambitriky	<i>Popowia gerrardii</i>	60	3	3	3	2.0	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0
Ambora	<i>Tambourissa</i> spp.	4034	1	20	6	1.0	13.0	4.3	1.0	8.0	3.7
Apalibe	<i>Artocarpus integrifolia</i>	174	6	30	12	3.8	29.1	11.1	3.0	9.0	5.4
Avocat	<i>Persea americana</i>	65	5	15	9	6.0	15.1	11.9	4.0	6.0	5.0
Belavenona	ND	28	5	5	5	3.3	3.3	3.3	2.0	2.0	2.0
Bemalemy	ND	51	6	10	8	2.5	4.0	3.3	4.0	4.0	4.0
Beravina	<i>Crotoalaria soltiana</i>	6	2	2	2	1.6	1.6	1.6	2.0	2.0	2.0
Bonara	<i>Sapium melanostichum</i>	110	7	7	7	5.3	5.6	5.5	4.0	5.0	4.5
Café	<i>Coffea</i> spp.	3100	2	30	12	2.5	7.6	4.9	2.0	5.0	3.1
Canel	<i>Cinnamomum aromaticum</i>	43	1	6	4	2.0	5.8	3.9	2.0	4.0	3.0
Côla	<i>Cola nitida</i>	15	3	3	3	2.0	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0
Fanafana	<i>Croton noronhae</i>	482	2	5	3	2.0	2.0	2.0	1.5	3.0	2.0
Fandramanana	<i>Aphloia theaformis</i>	721	2	10	5	2.2	4.0	3.3	2.0	5.0	3.6
Fomirintona	ND	7	2	2	2	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5
Fontona	<i>Schizolaena exinvolucrata</i>	257	1	3	2	1.8	5.0	3.7	2.5	4.0	3.2
Fruit à pain	<i>Artocarpus incisa</i>	27	10	35	23	12.1	36.2	24.1	8.0	11.0	9.0
Gavigaala	ND	81	5	5	5	3.3	5.6	4.5	3.0	4.0	3.5
Girofle	<i>Syzygium aromaticum</i>	7	4	13	7	4.6	17.1	9.0	3.2	6.0	4.7
Gliricidia	<i>Gliricidia</i> spp.	2572	1	10	4	1.3	15.7	5.0	1.0	4.8	2.4

Goavitsinahy	<i>Psidium cattleianum</i>	537	1	15	6	1.9	5.4	3.7	2.0	3.5	2.8
Hamba	ND	433	5	5	5	4.5	4.5	4.5	3.0	3.0	3.0
Harina	<i>Phylloxyton ensifolium</i>	52	5	6	6	2.0	3.4	2.7	1.0	4.0	2.5
Hasina	<i>Dracaena</i> spp.	112171	1	15	4	1.1	14.8	3.7	1.0	6.8	2.6
Havoa	<i>Daïs glaucescens</i>	247	2	5	3	1.5	3.9	2.5	2.0	5.0	3.0
Hazomafana	<i>Paropsia edulis</i>	336	2	6	4	3.7	6.7	5.2	3.0	7.0	5.0
Hazomalany	<i>Macarisia pyramidata</i>	599	3	7	5	2.5	6.0	3.6	1.5	4.0	2.4
Hazombato	<i>Homalium niduflorum</i>	1801	1	50	13	1.1	46.0	10.7	1.0	9.0	4.9
Hazomborondreo	<i>Melanophylla alnifolia</i>	14	10	10	10	6.1	6.1	6.1	3.0	3.0	3.0
Hazomintina	<i>Diospyros</i> spp.	110	5	5	5	5.8	5.8	5.8	5.0	5.0	5.0
Hazontoho	<i>Oncostemum luceus</i>	11	10	10	10	5.3	5.3	5.3	6.0	6.0	6.0
Hintsina	<i>Intsia bijuga</i>	3209	2	30	11	1.3	21.5	9.1	2.0	10.0	5.9
Jatropha	<i>Jatropha curcas</i>	446	1	5	3	2.1	6.7	3.4	1.5	7.0	2.6
Kafeala	<i>Canthium</i> spp.	324	5	5	5	4.7	5.5	5.1	4.0	5.0	4.5
Lesada	ND	76	6	6	6	2.3	2.3	2.3	2.5	2.5	2.5
Letaka	ND	3495	1	15	6	1.5	15.0	6.1	1.5	8.0	3.8
Litchi	<i>Litchi sinensis</i>	2	20	20	20	20.0	20.0	20.0	5.0	5.0	5.0
Makoba	<i>Eugenia malaccensis</i>	1	5	5	5	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0	2.0
Manasavelona	<i>Rhodocoleana acutifolia</i>	243	3	6	5	2.4	3.1	2.7	2.0	3.0	2.4
Mangue	<i>Mangifera indica</i>	510	5	25	16	7.0	38.7	18.1	5.0	10.0	6.1
Mankaranana	<i>Macaranga acuminata</i>	217	5	10	7	1.4	4.0	2.8	1.5	4.0	2.5
Mantrambody	<i>Asteropeia amblyocarpa</i>	186	3	20	12	2.3	24.4	13.4	3.0	9.0	6.0
Marodona	<i>Tina</i> spp.	76	5	5	5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Masinambasy	ND	1475	2	5	4	1.8	5.8	3.8	2.0	6.0	3.8
Nanto	<i>Sideroxylon betsimisarakum</i>	48	5	5	5	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0
Orange	<i>Citrus</i> spp.	114	3	10	6	2.2	11.3	5.8	3.0	5.0	4.0
Pisikahitra	<i>Canthium medium</i>	2816	3	10	7	3.0	12.8	5.4	3.0	6.0	4.6
Pisitasimbazaha	<i>Arachis hypogea</i>	163	2	5	4	1.8	8.1	4.9	3.0	6.0	3.8

Pomme cannell	<i>Annona squamosa</i>	18	1	15	9	2.1	16.0	10.5	1.0	8.0	5.5
Ramiavina	<i>Xylopia lemurica</i>	2562	1	15	7	1.3	6.9	4.8	1.0	7.0	5.3
Ramiavindafa	<i>Tina</i> spp.	180	1	1	1	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0
Ramy	<i>Canarium madagascariensis</i>	364	2	50	17	3.5	49.1	15.2	3.0	15.0	6.4
Rangombitro	ND	172	5	5	5	4.8	4.8	4.8	4.0	4.0	4.0
Raraha	<i>Haeamatodendron glabrum</i>	11	7	7	7	4.5	4.5	4.5	3.0	3.0	3.0
Sadifitra	<i>Humbertodendron saboureaui</i>	2	5	5	5	3.6	3.6	3.6	4.0	4.0	4.0
Sakaiala	<i>Cinnamosma</i> spp.	155	2	10	6	2.2	5.4	3.8	3.0	4.0	3.5
Sambalahy	<i>Albizia gummifera</i>	433	2	2	2	2.1	2.1	2.1	3.0	3.0	3.0
Sefana	<i>Micronychia madagascariensis</i>	594	1	2	2	1.9	3.0	2.5	2.0	3.0	2.7
Sefantsohihy	<i>Colea obtusifolia</i>	1493	1	5	3	1.0	2.6	1.7	1.0	5.0	2.4
Sosoraka	<i>Maba pervilleana</i>	45	3	5	4	1.1	2.0	1.6	1.0	3.0	2.0
Tafara	<i>Pandaca debrayi</i>	50	2	30	16	3.8	21.0	12.4	2.0	12.0	7.0
Tandroa	<i>Hymenea verruca</i>	1079	5	50	21	2.7	60.9	22.7	3.0	12.0	6.4
Tandrora	<i>Trachylobium verrucosum</i>	154	5	5	5	4.5	4.5	4.5	3.0	3.0	3.0
Tsimalazo	<i>Rhopalocarpus coriaceus</i>	17	2	3	3	2.0	3.1	2.6	3.0	5.0	4.0
Tsitalakilaky	ND	1	15	15	15	17.0	17.0	17.0	6.0	6.0	6.0
Vaintsilana	<i>Schefflera</i> spp.	759	2	8	5	3.0	10.4	6.6	3.0	7.0	5.3
Vararaka	ND	5	15	15	15	16.1	16.1	16.1	7.0	7.0	7.0
Varongy	<i>Ocotea cymosa</i>	18	2	2	2	3.3	3.3	3.3	6.0	6.0	6.0
Vatoina	<i>Premna corymbosa</i>	498	1	5	3	1.4	2.0	1.7	1.5	3.0	2.3
Voakirimpoka	<i>Paropsia edulis</i>	60	3	3	3	2.5	2.5	2.5	1.5	1.5	1.5
Voamady	ND	223	6	6	6	6.6	6.6	6.6	4.0	4.0	4.0
Voamangidy	<i>Cayratia imerinensis</i>	620	1	5	4	1.4	3.0	2.1	2.0	4.0	2.8
Voamatavy	ND	194	2	5	4	1.4	1.7	1.6	1.5	2.0	1.8
Voandelaka	<i>Melia azedarach</i>	15	5	5	5	7.4	7.4	7.4	5.0	5.0	5.0
Voankazobe	ND	33	15	15	15	10.7	10.7	10.7	5.0	5.0	5.0
Voantsiritra	<i>Vaccinium madagascariensis</i>	4728	1	10	5	1.7	10.0	4.4	2.0	6.0	3.6

Voapaka	Uapaca spp.	11046	2	25	11	2.6	32.0	10.5	2.0	10.0	5.8
Voapoaka	Ficus polyphlebia	173	2	7	3	1.9	4.3	2.6	2.0	2.0	2.0
Voara	Ficus pachyclada	5	15	15	15	19.0	19.0	19.0	4.0	4.0	4.0
Voarofo	ND	6	1	1	1	1.2	1.2	1.2	1.8	1.8	1.8
Voatalanona	Rothmannia spp.	96	15	15	15	14.2	14.2	14.2	6.0	6.0	6.0
Voatinginjaza	ND	1343	2	16	6	1.4	15.0	4.9	1.5	2.0	1.8
Voatsindririna	Sorindeia madagascariensis	110	5	16	12	2.2	7.0	4.8	2.0	4.0	2.8
Voavandrika	Vangueria madagascariensis	423	3	15	9	3.2	7.3	5.3	2.0	3.0	2.5
Zahana	Rhodocolea racemosa	418	2	10	5	2.0	2.1	2.0	3.0	3.5	3.2
Zamborizano	Eugenia jambosa	10	5	5	5	3.9	3.9	3.9	2.0	2.0	2.0

Parmi les 144 espèces recensées, 91 sont utilisées comme tuteurs de vanille. Le « Hasina » est le plus utilisé parmi ces espèces. Il représente 65% de l'effectif total des espèces liées à la vanille. L'âge moyen de ces espèces varie de 1 à 50 ans avec un DHP moyen variant entre 1 et 60.9 cm et une hauteur moyenne entre 1 et 15 m.